

Demographische Untersuchungen am Amazonasdelfin (*Inia geoffrensis*) im Cuyabeno Reservat, in Ecuador

Promotionsarbeit an der Universität Bielefeld
Abteilung Tierökologie

Judith Denking



db Verlag

Erklärung

Hiermit erkläre ich, Judith Denkinger, dass ich die Arbeit “Demographische Untersuchungen am Amazonasdelphin (*Inia geoffrensis*) im Cuyabeno Reservat, Ecuador” nur mit den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt und nur bei der Universität Bielefeld eingereicht habe.

gez.

Judith Denkinger

Danksagung

1992 wurden Dr. Lorenzo von Fersen, Lou Herman und Moby Solangi von der ecuadorianischen Nationalparkbehörde, INEFAN (heute: ministerio de ambiente), eingeladen, den Gesundheitszustand der Amazonasdelphine im Cuyabeno Reservat nach einer Ölkatastrophe in Shushufindi zu untersuchen. Daraufhin gründete Dr. Lorenzo von Fersen Yaqu Pacha (Organisation zum Schutz aquatischer Säugetiere in Südamerika e.V.). Während meiner Diplomarbeit 1994 im Nürnberger Delphinarium kam ich über Lorenzo von Fersen mit der Organisation Yaqu Pacha in Kontakt. Da ich nach einem Thema für meine Promotion suchte, erschien es mir sehr interessant die wenig bekannten Amazonasdelphine zu untersuchen. Dadurch hatte ich das Glück für die Durchführung des Projekts über den Amazonasdelfin im Cuyabeno Reservat verantwortlich zu sein, das jedoch nur entstehen konnte, weil viele Menschen halfen, es über bisher 5 Jahre zu erhalten und dadurch dazu beigetragen haben, dass es heute in Ecuador eine Organisation (Yaqu Pacha Ecuador) gibt, die sich die Erforschung und den Schutz aquatischer Säugetiere in Ecuador zur Aufgabe gemacht hat. Von den Yaqu Pacha Mitarbeitern im Tiergarten Nürnberg möchte ich mich besonders bei Lorenzo von Fersen, Stefan Wiessmeyer, Ralf Kreitmeyer, Cristiane Thiere und Annette Kilian bedanken.

Da meine bisherige Erfahrung mit Walen und Delphinen nur auf Arbeiten in kalten und polaren Regionen, wie Nordnorwegen, den Shetlandinseln und der Nordsee oder eben dem Delphinarium im Tiergarten Nürnberg beruhte, konnte ich mir nur sehr ungenau vorstellen, im tropischen Regenwald des Amazonasbeckens zu leben und zu arbeiten. Lorenzo von Fersen, Gille Lotter, Ignacio Araya und Eberhard Mayer verhalfen mir zu einer klareren Vorstellung über das Leben im Urwald und schärfen mir all die Dinge ein, die ich dort brauchte und berücksichtigen musste. Von Dr. Peter Evans, Gille Lotter, Thomas Henningsen und Scott Kraus bekam ich wichtige Informationen über die Arbeit mit Delfinen im Freiland und Dag Vongraven nahm sich die Zeit, mich in die Hintergründe der Photoidentifikation einzuführen.

Als es darum ging, die Ausrüstung zusammenzustellen, war mir Stefan Wiessmeyer eine unentbehrliche Hilfe. Dr. Thomas Plän versuchte mich mit wichtigen Leuten in Kontakt zu bringen, die mir bei der Ausarbeitung der limnologischen Methoden helfen konnten. So traf ich Walter Traunspurger und erfuhr von ihm viele Arbeitsmethoden, die ich auch unter freiem Himmel, mit hoher Luftfeuchtigkeit und bei hohen Temperaturen anwenden konnte. Den letzten Schliff für die limnologischen Untersuchungen bekam ich dann von Prof. Tessenow und Franz Spannenkrebs von der limnologischen Abteilung der Universität Ulm. Da Prof. Tessenow davon ausging, dass man sich unter Bedingungen, wie sie in den tropischen Breiten herrschen, nur sehr wenig auf elektronische Geräte verlassen kann, deckte mich die limnologische Abteilung mit Chemikalien ein, über die ich den Sauerstoffgehalt, den pH- Wert, die Trübung und andere Parameter messen konnte. So wog ich im Limnologielabor der Universität Ulm stundenlang Stärkepolver ab, das dann in 1g Portionen in kleine Tütchen verschweist wurde, um keine Feuchtigkeit zu ziehen bis es benutzt werden sollte. Den deutschen und ecuadorianischen Zollbeamten möchte ich deshalb ebenfalls danken, da sie mir eine Kontrolle und unangenehme Erklärungen erspart hatten.

An dieser Stelle möchte ich auch meinem Bruder Thilo danken, der mich in den letzten Wochen an der Universität Ulm nicht nur in seinem WG-Zimmer aufgenommen hat, sondern mir auch selbstaufopfernd seinen Arm lieh, damit ich lernen konnte, wie man einen Butterfly legt, um bei schweren Durchfallerkrankungen eine Infusion zu geben. Den Ratschlag seines Medizinerkollegen, mir doch sicherheitshalber den Blinddarm rausnehmen zu lassen, um nicht an einer Blinddarmentzündung zu sterben, wenn ich meine Ernährung in den nächsten Monaten oder Jahren umstellen würde, habe ich jedoch abgelehnt.

Die Grundlage für die Arbeit mit den Flussdelphinen bestand aus Diafilmen. Photo Mollenkopf in Stuttgart spendete dafür 300 Filme, die mir nicht nur über die ersten Versuche, Bilder von so unkooperativen Tieren wie den Amazonasdelphinen aufzunehmen, hinweghalfen.

Meine Eltern, Ingrid und Reinhold Denkinger, die sich keineswegs mit der Vorstellung abfinden wollten, dass sich ihre Tochter in eine vor Ungeziefer wimmelnde grüne Hölle begab, halfen trotzdem mit grosser Ausdauer bei den Vorbereitungen und verpackten die Diafilme in wasserdichte Behälter und nähten Säckchen für das Silikagel mit dem die Kameras und die elektronische Ausrüstung trocken gehalten werden sollte. Sogar meine Grossmutter, Hildegard Denkinger, war bei den Vorbereitungen nicht untätig

und setzte sich an die Nähmaschine, um mir ein Planktonnetz zu nähen, obwohl sie, glaube ich, nicht verstand, wozu dieses „Säckle“ denn nun wirklich sei.

Als ich dann mit unzähligen Kisten, Rucksäcken und wasserdichten Tonnen kurz vor dem Abflug stand, wurde klar, dass mein Gepäck die zulässigen 30kg himmelweit überschritt. Deshalb versuchten Stefan Wiessmeyer und ich die Fluggesellschaft KLM davon zu überzeugen ein so wichtiges Projekt wie das der Amazonasdelphine zu unterstützen. Somit bin ich auch KLM zu grossem Dank verpflichtet, denn ich musste kein Übergepäck zahlen und konnte mit gut 300kg Gepäck zum Normaltarif nach Quito fliegen. Meinen Brüdern Jens und Philip möchte ich an dieser Stelle danken, da sie mir den Abschied zwar nicht leichter gemacht hatten, aber die 5 Stunden Wartezeit in Amsterdam verkürzten und extra von Kassel und Bochum kamen, um 4 Stunden lang mit mir durch Amsterdam zu ziehen, und dafür sogar eine unbequeme Nacht in einem kleinen Golf in Kauf nahmen.

In Quito angekommen half mir Ignacio Araya, mich einzugewöhnen und für mich solange zu übersetzen, bis ich von meinem Spanischwörterbuch etwas unabhängiger wurde. Dr. Luis Albuja und Dr. Ramiro Barriga von der Escuela Politecnica Nacional standen stets zur Verfügung, wenn ich Fragen irgendwelcher Art hatte und halfen mir die Logistik für einige Exkursionen in das Cuyabeno Reservat zu organisieren. TransTuri bin ich für die zahlreichen Transportmöglichkeiten in und aus dem Reservat dankbar. Dr. Stefan Amend vom Projekt PROFORS der GTZ möchte ich für die elektronische Ausrüstung danken, die das Messen des Sauerstoffs und der Leitfähigkeit so einfach gemacht und mich vor langem Titrieren umgeben von Moskitowolken bewahrt hat. Dr. Jörg Hettler bin ich dafür dankbar, dass er die Parameter für die Wasseranalysen, die ich nicht vor Ort messen konnte, in seinem Labor analysierte.

Für die Arbeit im Reservat gilt mein besonderer Dank dem Personal von INEFAN. Luis Borbor, dem Chef des Reservats und den Parkrangern Eugenio Ortiz, Gonzalo Meza, Patricio Donoso, Rodrigo, Luis Jipa, Hanibal García und Victor Hugo. Sie gaben mir das Gefühl, auf den INEFAN Stationen zu Hause zu sein und stellten mir ein Kanu zur Verfügung, wann immer ich es brauchte. Eugenio Ortiz möchte ich für die vielen Wochen, in denen er mit mir gearbeitet hat und für die Geduld, mir das Kanufahren beizubringen, danken und vor allem dafür, dass er in meiner Abwesenheit eigenständig die Wassermessungen weitergeführt hat. Auch Gonzalo Meza und Patricio Donoso waren hervorragende Assistenten. Besonders Gonzalos Reis und die Kunst, selbst ohne Gaskocher und bei Regen mit nassem Holz noch leckere Mahlzeiten zuzubereiten, werden mir unvergesslich bleiben. Rafael Aguinda von den Cofan Indianern war mir in den vielen Monaten in Cuyabeno ein treuer Freund und eine unentbehrliche Hilfe, wenn es darum ging, den 12m langen Einbaum über die „Gremalotes“, die schwimmenden Schilfgürtel, zu ziehen, Baumstämme anzuheben oder mit der Machete durchzuschlagen, damit wir unten durch oder oben drüber fahren konnten.

Den Soldaten des Ejercito de la Armada del Ecuador möchte ich für die Gastfreundschaft und die Unterkunft in den entlegenen Gebieten des Reservats, wie Garzacocha, danken. Für die Lieder, die sie uns am Lagerfeuer gesungen haben und für die unvergessliche Erfahrung, den Finger eines Affen in meiner Suppe zu finden. Hier möchte ich wieder Rafael dafür danken, dass er sich daraufhin diskret meiner Suppe angenommen hat. Dem Ejercito möchte ich auch für die zahlreichen Exkursionen danken, auf denen uns Soldaten begleitet haben, um uns vor den Peruanern „zu beschützen“. Den Peruanern möchte ich für die nächtlichen Ausflüge zu den Kaimanen und vor allem für die einzigen Zitronen im Lagartocochafloss danken. Native Life möchte ich für die zahlreichen Transportmöglichkeiten und Mittagessen danken, die mich über manchen Ernährungsengpass gerettet haben.

Unter den Voluntären möchte ich vor allem Susanne Thaler danken, die mich monatelang begleitet hat und selbst den extremsten Situationen unerschrocken gegenüberstand. Da ist es dann auch nicht weiter schlimm, dass die Essensvorräte geklaut werden, denn Susannes Piranhaspagetti waren sehr lecker. Sie hat mich nicht nur im Reservat unterstützt, sondern mir auch geholfen, meine Daten in den Computer einzugeben und bei vielem anderen mehr. Auch möchte ich Tasha Smith, Annette Kilian (dem besten Diktiergerät), Jakob Trachsel, Mario Piauaje, Victor Utreras, Kumi Rattenbury, Becky Miller, Jens Denking, Carsten Gretencord, Edwin Garzon, Anne Lehmeier, Cristina Castro, Meike Scheidat, Russell Leaper, Heather Klein, Fhianan Klein, Ralf Kreitmeier, Stefan Wiessmeyer, Schorsch, Nadia, Paul, Jacqueline Rebien und Maik Marahrens für ihre Hilfe und Gesellschaft bei der Feldarbeit danken.

Die Touristenführer und Mechaniker des Flotell Orellana halfen mir aus verschiedenen Pannen, schleppten uns ab, bogen die Schiffschraube des Aussenbordmotors zurecht und gaben uns immer wieder Unterkunft im Flotell Orellana oder in anderen Camps von Trans Turi. Auch Don Tobias und Benjamin Chavez sowie Joaquín Piauaje und Daniel Piauaje, möchte ich herzlich für die kleineren und größeren

Reparaturen am Aussenbordmotor danken und für die vielen Gelegenheiten, an denen sie mir einen Mund voll Benzin erspart haben.

Felipe Campos, Julia Carlstöm und Amanda führten mit mir die Beobachtungen über den Einfluss des Bootsverkehrs auf die Flussdelphine durch und halfen bei der Auswertung. Julia verlor trotz hunderter von winzigen Zecken nicht die Geduld und vor allem nicht die Delphine aus den Augen. Russell Leaper brachte die Statistik über die Sichtungswahrscheinlichkeit in Ordnung und half auch bei allen weiteren statistischen Problemen. Rodrigo Sierra half mir bei dem Versuch die Gruppentreue der Amazonasdelphine statistisch zu entschlüsseln, auch wenn er trotz der Hilfe seiner Mitarbeiter an der Arizona State University diesen Wirrwar nicht klären konnte.

Felipe Campos möchte ich nicht nur dafür danken, dass er mit mir sämtliche wissenschaftliche und unwissenschaftliche Probleme besprochen und mir seinen Computer zur Verfügung gestellt hat, sondern auch für das gesamte Umfeld, das mich nach langem Zigeunerleben an ein Haus und einen Schreibtisch binden konnte. Und Emilia Campos Denkinger möchte ich für die schlaflosen Nächte und die Abwechslung danken, durch die auch einige gute Gedanken entstehen konnten.

Für die Unterstützung in den letzten Zügen dieser Arbeit möchte ich mich bei Patricia Brtnik, Reinhold Denkinger, Ingrid Denkinger, Philip Denkinger und Katja Benfer für das Korrekturlesen bedanken. Emily Walmsley und Therese Becker verbesserten die englische Version und Lorenzo von Fersen half mir, die letzten Bilder einzuscannen. Philip Denkinger und Katja Benfer ermöglichten mir, die letzte Fassung dieser Arbeit an ihrem Computer fertig zu stellen.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei Prof. Dr. Tessenow bedanken, dass er die Arbeit an der Universität Ulm noch annahm, bevor er in den Ruhestand ging und mir mit zahlreichen Gutachten zu einem Stipendium des DAAD verhalf. Prof. Dr. Walter Traunspurger und Prof. Dr. Fritz Trillmich bin ich zu grossem Dank verpflichtet, weil sie die Arbeit auch in der englischen Version annahmen und ich die Promotion an der Universität Bielefeld abschliessen kann.



Inhaltsangabe

1.	Ziel der Promotion	Seite 1
2.	Zusammenfassung	Seite 2
	Summary	Seite 4
	Resumen	Seite 5
3.	Einleitung	Seite 8
3.1	Der Amazonasdelphin (<i>Inia geoffrensis</i>)	Seite 8
3.2	Das Cuyabeno Reservat	Seite 12
	a) politische Hintergründe	Seite 12
	b) biologische Hintergründe	Seite 13
8	Populationen, Subpopulationen und Populationsdynamik in Bezug auf demographische Studien von <i>Inia geoffrensis</i>	Seite 15
5.	Allgemein angewandte Methoden	Seite 17
6.	Deutsche Übersicht der englischen Version	Seite 19
6.1	Das Verbreitungsgebiet von <i>Inia geoffrensis</i> im Cuyabeno Reservat	Seite 19
6.2	Bearbeitung neuer Methoden zur Populationschätzung von <i>Inia geoffrensis</i>	Seite 22
6.3	a) Transekte unter Berücksichtigung der Sichtungswahrscheinlichkeit	Seite 22
	b) Photoidentifikation	Seite 26
	c) Schlussfolgerungen zur Analyse der Transektmethode und der Photoidentifikation anhand natürlicher Markierungen.	Seite 29
6.4	Populationsgrösse und –dynamik von <i>Inia geoffrensis</i> im Cuyabeno Reservat	Seite 30
6.5	Habitatnutzung	Seite 34
6.6	Sozialstruktur	Seite 40
6.7	Anthropogene Einflüsse auf das Verhalten von <i>Inia geoffrensis</i> und das Vorkommen von <i>Inia geoffrensis</i> und <i>Sotalia fluviatilis</i> im Cuyabeno Reservat	Seite 44
6.8	Status und Empfehlungen zum Management für Flussdelfine und ihren Lebensraum im Cuyabeno Reservat in Ecuador	Seite 49
7.	Literaturangaben der deutschen Version	Seite 52
8.	Englische Fassung der Ergebnisse	Seite 55
8.7	Detection probability of Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>) in dependence of water level and age class	Seite 57

8.2	Confidence of natural marks in Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>)	Seite 63
8.3	Population density and abundance estimates of Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>) in the Cuyabeno Reserve	Seite 68
8.4	Estimating the population size of naturally marked Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>) using photo ID and capture recapture techniques	Seite 75
8.5	Habitat use and home range of Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>) in the Cuyabeno Reserve	Seite 81
8.6	Social structure and group composition of Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>) in Ecuador	Seite 105
8.7	Surfacing behaviour of Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>) in relation to motor canoes	Seite 123
8.8	Characterisation of the Cuyabeno and Lagartococha River in the Cuyabeno Reserve, Ecuador	Seite 131
8.9	Status of the Amazon River dolphin (<i>Inia geoffrensis</i>) and the Tucuxi (<i>Sotalia fluviatilis</i>) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador	Seite 140
9.	Anhang: Photo ID catalogue of Amazon River dolphins (<i>Inia geoffrensis</i>) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador	

Abbildungen und Karten / Illustrations and maps

Abb. 1	<i>Inia geoffrensis</i>	Seite 09
Abb. 2	Verbreitungsgebiet von <i>Inia geoffrensis</i>	Seite 10
Abb. 3	Karte von Ecuador mit der Situation des Cuyabeno Reservats	Seite 12
Abb. 4	Das Cuyabeno Reservat, Reserva de producción Faunística Cuyabeno	Seite 13
Abb. 5	Flussabschnitte und Transekte	Seite 17
Abb. 6	Verbreitungsgebiet von <i>Inia geoffrensis</i> in Ecuador	Seite 21
Abb. 7	Verbreitung von <i>Inia geoffrensis</i> im Cuyabeno Reservat	Seite 21
Map 8.1.1	Study area for sighting probability studies in the Cuyabeno Reserve	Seite 58
Abb. 8.2 a/ b	Pigmentation at <i>Inia geoffrensis</i> the 8.7.1997 and 19.4.1998	Seite 66
Map 8.3.1	Study area for population studies of Amazon River dolphins in the Cuyabeno Reserve	Seite 71
Map 8.5.1	River sectors in the study area	Seite 82
Map 8.5.2	Habitat systems in the study area	Seite 82
Map 8.5.3	Sectors of Delfincocha	Seite 85
Map 8.6.1	Sections of the study area for social system studies	Seite 108

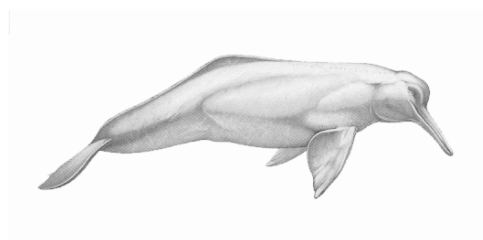
Map 8.8.1	Measuring and sampling sites in the Cuyabeno Reserve, Ecuador	Seite 130
-----------	---	-----------

Tabellen und Diagramme / Tables and Figures

Tab. 1	Länge der Flussabschnitte und Transekte	Seite 17
Tab. 2	Sichtungen von <i>Inia geoffrensis</i> auf Hin- und Rücktransekten von der Bocana Cuyabeno nach Aguas Negras	Seite 24
Tab. 3.	Ergebnisse der Analyse der Sichtungswahrscheinlichkeit von <i>Inia geoffrensis</i> im Cuyabenofluss	Seite 25
Tab. 4.	Index für mehrfache Sichtungen verschiedener Markierungen oder Kombinationen von Markierungen	Seite 27
Tab. 5.	Verlust von Markierungen bei <i>Inia geoffrensis</i> von Februar 1993 bis Juli 1999	Seite 28
Tab. 6.	Maximale Beständigkeit der Markierungen von <i>Inia geoffrensis</i> von Februar 1993 bis Juli 1999	Seite 28
Tab. 7.	Ethogramm des Oberflächenverhaltens von <i>Inia geoffrensis</i>	Seite 35
Tab. 8.	Im Studiengebiet vorkommende Habitatypen	Seite 35
Table 8.1.1	<i>Inia</i> sightings on there and return transects from Bocana Cuyabeno to Aguas Negras	Seite 58
Table 8.1.2	Results of the analysis to estimate sighting probability of Amazon River dolphins in the Cuyabeno Reserve	Seite 60
Table 8.2.1	Re-sighting index of different marks or combinations of marks in <i>Inia geoffrensis</i>	Seite 63
Table 8.2.2	Loss of marks in <i>Inia geoffrensis</i> from February 1993 to July 1999	Seite 64
Table 8.2.3	Maximum permanence of marks in <i>Inia geoffrensis</i> from February 1993 to July 1999	Seite 64
Table 8.3.1	Lengths of river sections	Seite 71
Table 8.3.2	population density of Amazon River dolphins on different transects in the Cuyabeno Reserve	Seite 72
Table 8.4.1	Capture of marked animals, resightings and accumulative ID numbers during the study period from May 1996 to July 1999	Seite 76
Figure 8.4.1	Identified animals during the study period	Seite 76
Table 8.4.2	Population estimate for <i>Inia geoffrensis</i> in the Cuyabeno Reserve	Seite 76
Table 8.5.1	Number of surveys carried out in each habitat	Seite 81
Table 8.5.2	Ethogram for surface behaviour of <i>Inia geoffrensis</i>	Seite 81
Table 8.5.3	Description of different sectors in the study area	Seite 83

Table 8.5.4	Habitat systems present in the study area	Seite 84
Table 8.5.5	Lengths of river sections for home range studies	Seite 86
Table 8.5.6	Number of observations, animals and calves in relation to effort	Seite 98 ff
Figure 8.5.1	Number of animals seen in different habitats during different seasons	Seite 98 ff
Figure 8.5.2	Group size frequency in different habitats	Seite 98 ff
Figure 8.5.3	Behavioural frequencies in different habitats	Seite 98 ff
Figure 8.5.4	Behavioural frequencies during all seasons	Seite 98 ff
Table 8.5.7	Percentage of behavioural frequencies according to habitat and season	Seite 98 ff
Figure 8.5.5	Daily surfacing patterns in Delfincocha	Seite 98 ff
Figure 8.5.6	Daily surfacing patterns in different sectors of Delfincocha	Seite 98 ff
Figure 8.5.8	Behaviour observed in different sectors of Delfincocha	Seite 98 ff
Figure 8.5.9	Maximum travel distances of <i>Inia geoffrensis</i>	Seite 98 ff
Table 8.6.1	Division of the study area in different sectors for social system studies	Seite 107
Figure 8.6.1	Group size frequency	Seite 115ff
Figure 8.6.2	Group size frequency in different rivers	Seite 115ff
Figure 8.6.3	Group size frequency in different sectors of the rivers	Seite 115ff
Figure 8.6.4	Cuyabeno River group size in dependence of season	Seite 115ff
Figure 8.6.5	Lagartococha River group size in dependence of season	Seite 115ff
Figure 8.6.6	Proportion of size class to all animals sighted	Seite 115ff
Figure 8.6.7	Proportion of size class in each river	Seite 115ff
Figure 8.6.8	Proportion of group size in each size class	Seite 115ff
Figure 8.6.9	Cuyabeno composition of size classes in groups	Seite 115ff
Figure 8.6.10	Lagartococha composition of size classes in groups	Seite 115ff
Figure 8.6.11	SCL group composition	Seite 115ff
Figure 8.6.12.	SCM group composition	Seite 115ff
Figure 8.6.13	SCU group composition	Seite 115ff
Figure 8.6.14	SLL group composition	Seite 115ff
Figure 8.6.15	SLM group composition	Seite 115ff
Figure 8.6.16	SLU group composition	Seite 115ff
Figure 8.6.17	Aguarico distribution of size class according to water level	Seite 115ff
Figure 8.6.18	Cuyabeno distribution of size class according to water level	Seite 115ff

Figure 8.6.19	Lagartococha distribution of size class according to water level	Seite 115ff
Table 8.6.2	Group fidelity	Seite 115ff
Figure 8.7.1	Surfacing position of <i>Inia</i> within different distance classes	Seite 128 ff
Figure 8.7.2	Surfacing position of <i>Inia</i> within different distance classes in the Cuyabeno River	Seite 128 ff
Figure 8.7.3	Surfacing position of <i>Inia</i> within different distance classes in the Lagartococha River	Seite 128 ff
Figure 8.7.4	Average respiration rate under two different conditions	Seite 128 ff
Figure 8.7.5	Respiration rate before and after a canoe was passing	Seite 128 ff
Figure 8.7.6	Percentage of synchronous surfacings to total surfacings	Seite 128 ff
Figure 8.7.7	Percentage of swimming directions in regard to the boat	Seite 128 ff
Figure 8.7.8	Mother calf respiration frequency under different conditions	Seite 128 ff
Table 8.8.1	Characterisation of the Cuyabeno River	Seite 135 ff
Table 8.8.2	Characterisation of the Tarapuy River	Seite 135 ff
Table 8.8.3	Characterisation of the Aguas Negras River	Seite 135 ff
Table 8.8.4	Characterisation of the Balatayacu River	Seite 135 ff
Table 8.8.5	Characterisation of the Lagartococha River	Seite 135 ff
Figure 8.8.1	TDS values in the Tarapuy River in dependence of season	Seite 135 ff
Figure 8.8.2	PH values in the Tarapuy River in dependence of season	Seite 135 ff
Figure 8.9.1	Average population density of <i>Inia geoffrensis</i> in the Cuyabeno Reserve, Ecuador	Seite 143



1. Zielsetzung

Die Forschungsarbeit über „Demographische Untersuchungen am Amazonasdelfin (*Inia geoffrensis*)“ begann im Mai 1996 und beinhaltet die Ergebnisse von 50 Wochen Feldarbeit, die sich auf verschiedene Jahreszeiten bzw. Wasserstände erstreckten. Ziel dieser Arbeit ist es grundlegende Kenntnisse über den Amazonasdelfin, Boto oder Inia im Cuyabeno Reservat zu schaffen. Diese Kenntnisse sollen die Basis für langfristige Studien von Populationsgröße und Sozialstruktur dieser Tierart im Cuyabeno Reservat bilden und die Erstellung von notwendigen Schutzkonzepten unterstützen.

Dazu gehören:

- Bestimmung des Verbreitungsgebietes innerhalb des Cuyabeno Reservats
- Populationsschätzungen zu verschiedenen Jahreszeiten (Regen – und Trockenzeit) und über den Untersuchungszeitraum hinweg (Populationsgröße und –dynamik)
- Erfassen von Habitatsprüchen und Untersuchung der Habitatnutzung
- Bestimmung des Lebensraumbedarfs einzelner Tiere
- Feststellen von Wanderrouten und –zeiten
- Soziales System von Inia und Zusammensetzung der Gruppen
- Überwachen der Qualität des Lebensraums
- Erstellung möglicher regionaler Schutzkonzepte

2. Zusammenfassung

Amazonasdelfine (*Inia geoffrensis*), des weiteren Inia genannt, sind im gesamten Amazonas- und Orinocobecken verbreitet. In Ecuador kommen sie in den Flusssystemen des Pastaza, Curaray, Napo und Aguarico vor. Besonders im Cuyabeno Reservat im System des Aguarico können diese Tiere regelmässig angetroffen werden. Aus diesem Grund wurden die in Ecuador existierenden Studien über Inia auch im Cuyabeno Reservat durchgeführt. Generell gibt es bisher nur sehr wenig Informationen über die Populationsdynamik, die Habitatnutzung oder das Sozialsystem von Inia, auch fehlen standardisierte Methoden, um beispielsweise Populations-schätzungen aus verschiedenen Studiengebieten miteinander vergleichen zu können. Die bisherigen Studien im Cuyabeno Reservat in Ecuador beschränken sich lediglich auf eine Bestätigung des Vorkommens von Inia im Lagartococha und eine Schätzung der Populationsdichte in den unteren 15 km dieses Flusses. Darüberhinaus gibt es keine Untersuchungen über mögliche anthropogene Störungen auf aquatische Säugetiere im Cuyabeno Reservat, obwohl an den Zuflüssen des Reservats Öl gefördert wird und der Tourismus jedes Jahr zunimmt. Deshalb wurden im Rahmen dieser Arbeit „demographische Untersuchungen am Amazonasdelfin (*Inia geoffrensis*) im Cuyabeno Reservat, Ecuador“, Grundkenntnisse über die Populationsgrösse anhand verschiedener Methoden, über die Habitatnutzung, die Sozialstruktur sowie anthropogene Einflüsse auf diese Art im Cuyabeno Reservat, geschaffen.

Das Verbreitungsgebiet von Inia im Cuyabeno Reservat erstreckt sich über ca. 381 Flusskilometer entlang des Aguarico und seinen Zuflüssen. Von den Zuflüssen bewohnt Inia nur den Cuyabeno und den Lagartococha im Großteil ihres Verlaufs, während sie kleinere Zuflüsse, wie den Sabalo, Juanillas oder Cocaya nur im Mündungsbereich mit dem Aguarico nutzen. Im Aguarico selbst wird die Verbreitung flussaufwärts des Reservats von Stromschnellen und Strudeln, den Remolinos, begrenzt. Ausserdem ist die Verbreitung von Inia von den Wasserstandsschwankungen zu den verschiedenen Jahreszeiten abhängig, so müssen sie beispielsweise den Oberlauf des Cuyabeno während der Trockenzeit verlassen und in tiefere Flussgebiete, wie dem Unterlauf des Cuyabeno, dem Aguarico oder dem Lagartococha ziehen.

Für die Populations-schätzungen wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, die Strip Transect Methode und die Methode der Mehrfach-sichtungen von photographisch identifizierten Tieren („mark recapture“ mit Photoidentifikation). Die Strip Transect Methode wurde für die Berechnung der Populationsdichte in verschiedenen Flussbereichen und zu verschiedenen Jahreszeiten benutzt. Diese Methode wurde darüberhinaus durch die Einführung der Sichtungswahrscheinlichkeit erweitert und so für die Schätzung der Populationsgrösse verwendet. Die Sichtungswahrscheinlichkeit von Inia wird signifikant vom Wasserstand und von der Grössenklasse der Tiere beeinflusst. Bei Hochwasser oder mittlerem Wasserstand zum Beispiel ist die Sichtungswahrscheinlichkeit sehr gering, da sich die Tiere nicht nur im Flussbett, sondern auch in benachbarten Lagunen oder überschwemmten Wäldern aufhalten können. Was die drei Grössenklassen, Adulte, mittelgrosse Tiere und Kaelber, betrifft, so ist die Wahrscheinlichkeit Kaelber zu sichten am Grössten, während Adulte Tiere die geringste Sichtungswahrscheinlichkeit haben.

Aufgrund der Untersuchungen der Sichtungswahrscheinlichkeit, eignen sich die Hochwasser und die Uebergangsjahreszeiten nicht für Populations-schätzungen von Inia. Bei Niedrigwasser hingegen beträgt die Sichtungswahrscheinlichkeit $p = 0,67$, was bedeutet, dass bei diesem Wasserstand sehr gute Populations-schätzungen erzielt werden können. Zusätzlich wurde die Populationsgrösse durch die mark-recapture Methode über Photoidentifikation bestimmt. Um sicher zu gehen, dass diese Methode für Inia über einen längeren Zeitraum hinweg anwendbar ist, wurde die Beständigkeit verschiedener Merkmale, wie Kerben, Kratzer und Pigmentierungen untersucht. Da die Markierungen auch über lange Zeiträume bis zu 5 Jahren erhalten bleiben stellt die Photoidentifikation eine sehr gute Möglichkeit für Populations-schätzungen dar. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass Pigmentierungen weniger zuverlässig als Kerben oder Kratzer sind, da Inia die Intensität der Pigmentierung ändern und je nach Aktivitätszustand von grau nach rosa oder umgekehrt wechseln kann. Manche Pigmentierungen konnten jedoch über fast zwei Jahre verfolgt werden.

Die Untersuchungen über die Populationsdichte zeigen deutlich den Einfluss des Wasserstandes auf das Vorkommen der Delfine in verschiedenen Flussabschnitten zu unterschiedlichen Jahreszeiten. Bei Hochwasser und bei mittleren Wasserständen ist die Populationsdichte im Fluss deutlich niedriger als bei niedrigem Wasserstand, was darauf zurückzuführen ist, dass sich die Tiere so lange wie möglich in den angrenzenden Lagunen und überschwemmten Wäldern aufhalten. Die Populationsdichte im Cuyabeno schwankt daher von 0,04 Inia/km Fluss bei Hochwasser bis zu 0,47 Inia/km Fluss bei niedrigem Wasserstand. Im unteren Bereich des Lagartococha, der nicht so sehr von den jahreszeitlichen Wasserstandsschwankungen betroffen ist, wie der Cuyabeno, bleibt die Populationsdichte das ganze Jahr über konstanter mit 0,21 Inia/km Fluss bei Hochwasser bis 0,27 Inia/km Fluss bei Niedrigwasser. Die Populationsgrösse von Inia im Cuyabeno Reservat konnte in der Trockenzeit 1996/1997 über die Methode der Strip Transekte mit 79 Tieren für das gesamte Reservat geschätzt werden, während 1997/1998 über dieselbe Methode nur 60 Tiere geschätzt wurden. Die über die Strip Transekte

von 1997/1998 errechnete Populationsgrösse konnte jedoch mit der Methode des marc recapture verglichen werden, durch die eine Populationsgrösse von 61,2 Tieren im gesamten Cuyabeno Reservat berechnet wurde. Dieser Vergleich zeigt, dass beide Methoden, die der Strip Transekte unter Einbeziehung der Sichtungswahrscheinlichkeit und der marc recapture Methode für Schätzungen der Populationsgrösse anwendbar sind.

Auch in der Analyse der Habitatnutzung wird der Einfluss des Wasserstandes auf die Verbreitung der Delfine zu den verschiedenen Jahreszeiten deutlich, denn zur Regenzeit und während der Übergangszeiten bevorzugen sie Lagunen mit Igapó, das sind überschwemmte Wälder, oder Lagunen und langsam fliessende Flussabschnitte mit Schilfbereichen und wandern erst bei sinkendem Wasserstand flussabwärts, wo sie sich dann überwiegend in den Mündungsbereichen der Schwarzwasserflüsse, in Ueberschwemmungswaeldern entspringende Gewässer mit schwarzem, huminstoffreichem Wasser, mit Weisswasserflüssen, in den Anden entspringende sedimentreiche Gewässer mit trüber, weisser Faerbung des Wassers, aufhalten. Die unterschiedliche Nutzung verschiedener Lebensräume spiegelt sich auch im Verhaltensspektrum wieder. Verhaltensweisen, die mit der Nahrungsaufnahme in Verbindung gebracht werden können, treten zum Beispiel überwiegend in Lagunen oder Flussbereichen mit Igapó oder Schilf und in den Mündungsbereichen von Schwarzwasserflüssen mit Weisswasserflüssen auf, während in engen Flussabschnitten und in breiten Flussabschnitten mit Sandbänken überwiegend Wandern beobachtet werden konnte. Das Tagesprofil einer Lagune im Lagartocochasystem zeigt, dass nicht nur jahreszeitlich bedingt, sondern auch im Tagesverlauf verschiedene Bereiche eines Habitats nutzen. In den Morgenstunden ruhen die Delfine überwiegend in der Mitte der Lagune und sind erst tagsüber und in den Abendstunden in den Randbereichen mit Schilfgürtel zu sehen, wo sie überwiegend mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt sind. Insgesamt legt *Inia* innerhalb eines Tages oder in wenigen Tagen keine grösseren Strecken zurück, sondern hält sich innerhalb eines 20km Bereichs auf. Langfristig können sie jedoch auch längere Wanderungen unternehmen, so wurden die meisten identifizierten Tiere innerhalb von 0-50km oder von 100-150km wiedergesehen, was deutlich zeigt, dass sie grössere Abschnitte innerhalb eines Flusses nutzen und auch von einem Flusssystem zum anderen, vom Cuyabeno zum Lagartococha und umgekehrt wandern. Aber auch längere Wanderungen von über 200km konnten bei einigen Individuen nachgewiesen werden.

Entgegen Beobachtungen von *Inia* im mittleren Amazonas in Brasilien, wo überwiegend Einzeltiere gesehen wurden, kam *Inia* im Cuyabeno Reservat hauptsächlich in Gruppen von 2 oder mehreren Tieren vor. Das Altersspektrum der Delfine wurde analysiert, indem die Tiere in 3 verschiedene Grössenklassen eingeteilt wurden, wobei die meisten Tiere eine mittlere Länge von 1-2m hatten. Erstaunlich ist der hohe Anteil von Kälbern (Tiere bis zu 1m Länge), der 30% aller gesichteten Tiere ausmachte, während der Anteil erwachsener Tiere mit mehr als 2m Länge nur bei 12% lag. Die Verteilung der Grössenklassen in den verschiedenen Gruppengrössen im Cuyabeno und im Lagartococha unterscheidet sich deutlich voneinander. Hier ist besonders bemerkenswert, dass 25% der einzeln gesichteten Tiere im Lagartococha Kälber waren. Ansonsten befanden sich die Kälber überwiegend in Dreiergruppen. Im Gegensatz zu anderen Delfinarten, bei denen die Mutter-Kalb-Bindung sehr eng ist, lassen die *Inias* im Lagartococha ihre Kälber für mehrere Stunden allein. Sie bilden jedoch meist grössere Gruppen für die Aufzucht der Jungen. Über die Gruppentreue dieser Delfinart ist bisher wenig bekannt. Einige der identifizierten Tiere wurden in der Untersuchungsperiode von 1996 bis 1999 bis zu drei mal mit dem gleichen Partner gesehen was auf stabile Gruppenverbände schliessen lässt.

Obwohl das Cuyabeno Reservat ein Schutzgebiet ist, wird es mit verschiedenen menschlichen Einflüssen konfrontiert. Abgesehen von den verschiedenen Indianerstämmen, die zum grossen Teil von der schnell wachsenden Zivilisation ausserhalb des Reservats zurückgedrängt wurden, kann die Produktion von Erdöl und die Nutzung der Randgebiete als Agrarland sowie der Tourismus das ökologische Gleichgewicht im Reservat beeinträchtigen. Wasseruntersuchungen in verschiedenen Bereichen des Studiengebietes zeigen deutlich, dass der Cuyabeno und besonders die Zuflüsse Tarapuy und Aguas Negras von der Ölförderung beeinflusst sind und Abwasser aus der Ölproduktion mit sich führen. Auch der mit dem Tourismus wachsende Bootsverkehr ist ein Störfaktor für die Flussdelfine, die auf Motorenlärm mit erhöhten Atemfrequenzen reagieren und bei vorbeifahrenden Kanus länger unter Wasser bleiben, um diese zu vermeiden.

Der Status von *Inia* im Cuyabeno Reservat ist daher nicht gesichert. Seit 1994 konnte ein geringfügiger Rückgang der Iniapopulation beobachtet werden und Nachforschungen über die Präsenz des sympatrisch lebenden Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) ergaben, dass diese Art seit 1990 aus dem Reservat weitgehend verschwunden ist. Inwieweit dies natürliche Ursachen hat, ist unklar. Es liegt jedoch nahe, dass die Verschmutzung der Gewässer durch die Ölfirmen und zahlreiche Unfälle mit auslaufendem Öl in das System der Lagunas Grandes und den Cuyabeno bis 1990 sowie verstärkte Gewässernutzung durch den Menschen diese Entwicklung begünstigen. Insgesamt befindet sich die Iniapopulation im Cuyabeno Reservat noch in einem guten Zustand, wenn man sie mit Populationsdichten aus anderen Gebieten des Amazonas- oder Orinocobeckens vergleicht. Es ist jedoch empfehlenswert über einen längeren Zeitraum hinweg Monitoringprogramme durchzuführen.

Summary

Amazon River dolphins (*Inia geoffrensis*), referred to as “Inia” in this text and throughout the thesis, are abundant in all the Amazon- and Orinoco river basin. In Ecuador they appear in the Pastaza, Curaray, Napo and Aguarico river basins. Especially the Cuyabeno Reserve, which is situated in the Aguarico river basin, is known for river dolphins. Therefore, all previous investigations about Inia in Ecuador have been carried out in this area. There is only little information available about population dynamics, habitat use and social systems of Inia, and there are no standardised methods to compare abundance of different study areas. The existing studies in the Cuyabeno Reserve were focused on the confirmation of the presence of Inia in the Lagartococha river and population densities in the lower 15km strip of this river. However, no studies about human impacts on the aquatic mammals in the Reserve have been conducted before, even though there are oil-producing facilities along the confluents of the Reserve and impacts of tourism are increasing every year. Therefore, the aim of this study, „demographic studies of the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador“, is to establish basic knowledge about population density and abundance, comparing different methods, and about habitat use, social structure and human impacts on Inia.

In the Cuyabeno Reserve, Inia is distributed along about 318 kilometres of the Aguarico River and its tributaries. Among the tributaries, only the Cuyabeno and Lagartococha river are regularly populated by Inia throughout most of the course, while smaller tributaries, such as the Sábalo, Juanillas or Cocaya rivers are only used nearby and in the confluence with the Aguarico river. In the Aguarico itself, the distribution of Inia ranges up to the „remolinos“, a series of rapids upstream the Reserve. There is a strong influence of the different water levels on the distribution of Inia. The dolphins have to leave the upper course and lagoon systems of the Cuyabeno River during the dry season in order to reach deeper water such as the Aguarico and the Lagartococha River.

Two different methods were used for abundance estimates, the strip transect method and the mark recapture method with photographically identified animals. The strip transect method was used to estimate population density in different river sections and during different seasons. For abundance estimates sighting probability was included. Water level and age classes have a significant influence on the sighting probability. At high or intermediate water conditions for example, sighting probability is very low, as the animals remain in adjacent water bodies like lagoons, oxbow lakes or flooded forests and can only occasionally be seen on the transect line in the river bed. Therefore abundance estimates are not recommended for these seasons. During the low water season, however, sighting probability is rather high with $p = 0.67$, which results in reasonable abundance estimates. The confidence of photoidentification was approved by controlling the long term appearance of natural marks, such as nicks, scratches and pigmentations. This study showed that photoidentification is a useful method for mark recapture studies, as most of the marks could be clearly recognised throughout the 5 year study. Pigmentations however, should be treated with some caution, as Inia can change pigmentation and turn from grey to pink or vice versa depending on its activity. Nevertheless, some of the pigmentations could be followed for up to two years.

The studies about population density clearly show the appearance of Inia in different river sections during the different seasons. At high and intermediate water levels, population density in the river is lower than during low water conditions as Inia tries to remain in the lagoons and flooded forests as long as possible and only returns to the river bed, when the water level tends to decrease. Population density in the Cuyabeno River, which is extremely affected by changes in the water level, therefore ranges from 0.04 Inia/km river during the high water season to 0.47 Inia/km river during the low water season. In contrast, the lower section of the Lagartococha river is not as affected by such changes in water levels and population density remains stable throughout the year. Average counts were 0.21 Inia/km river during the high water season and 0.27 Inia/km river during the low water season. Abundance estimates according to the strip transect method varied from 79 animals in the dry season of 1996/1997 to 60 animals during the dry season in 1997/1998. In 1997/1998 abundance could also be estimated with the mark recapture method which estimated 61.2 animals and confirms the modified strip transect estimate of the same year indicating that both methods are reliable means for abundance estimates.

Habitat use of Inia in the Cuyabeno Reserve confirms their preference for lagoons with Igapó or river sections with Igapó or grasslands. It is only when the water level decreases so low that they can not remain in these habitats that they travel down stream and stay in the junction of blackwater rivers with white water rivers. The behaviour of the dolphins shows that different habitat types are used in different ways. Feeding related behaviours for example, were mainly observed in lagoons or river sections with Igapó or grasslands and in the junction of black water rivers with white water rivers. In narrow parts of the river or wide sections with beaches, travelling was the clearly predominantly observed behaviour. According to a daily profile in Delfincocha, different sectors were used differently within one day. After resting in the centre of the lagoon during the early morning hours the dolphins began with feeding activities around midday and during the late afternoon. During feeding activities they used most of the studied area but were mostly seen in the border sections with floating meadows or in the shallow areas. No mayor migrations could be observed within short time intervals of one to

three days and *Inia* remained in a 20km area of the river. Over long periods of time, however, *Inia* was seen within 0-50km or within 100 - 150km, which indicates that they are using most of the river as their home range and also migrate in between river systems such as from the Cuyabeno to the Lagartococha and vice versa. Some individuals even migrated for 200km or more, which shows that the home range of *Inia* clearly exceeds one river system.

Even though, *Inia* is thought to be a solitary animal, most animals in the Cuyabeno Reserve were seen in pairs or groups of three and more animals. To examine distribution of different age classes in the population animals were subdivided according to their size into three classes. The amount of intermediate sized animals with 1-2m length was highest in the population and it was very surprising that calves with up to 1m length formed 30%, while adults with more than 2m length only represented 12% of all animals sighted. The distribution of these classes in different groups varied in the Cuyabeno and Lagartococha River. In the Lagartococha River, 25% of the seen animals were single calves, which might indicate that the mother-calf-bond in *Inia* is not as tight as in other dolphin species. However, most of the calves were seen in groups of three animals. While until now little has been reported about group fidelity in *Inia*, the data of this study indicate that groups of *Inia* are rather stable, as the same animals were identified together for up to three occasions.

Even though, the Cuyabeno Reserve is a protected area, there are several human impacts, which may influence the ecosystem. Apart from indigenous communities, which had to settle inside the Reserve as a result of the fast growing civilisation in their former territories, there are oil exploiting activities and agriculture along the confluents and the southern border of the reserve, further tourism is growing every year. Water quality analysis in different rivers of the reserve clearly show, that the Cuyabeno river and its tributaries, the Tarapuy and Aguas Negras rivers, are affected by waste water of the oil fields. The increasing boat traffic, a result of the growing tourism in the reserve, represents another disturbance for *Inia*. The dolphins react to the boat traffic with increasing respiration frequencies or with longer dives in order to avoid motorised canoes.

Concerning the status of *Inia* in the Cuyabeno Reserve, all the human impacts on their environment may influence their behaviour and reproduction rate. Since 1994 a slight decrease in the *Inia* population was observed and investigations of the sympatric *Sotalia fluviatilis* showed that this species disappeared from the reserve in 1990. Whether this development is due to natural reasons is still unclear. However, there are several facts such as the contamination of water bodies in the reserve, severe oil spills in the Cuyabeno River from 1984 to 1990 and increased human presence on the rivers, which may share some responsibility for the decline of the dolphin population. In comparison with other areas in the Orinoco and the Amazon River basin, *Inia* populations in the Cuyabeno Reserve still seem to remain in rather healthy conditions. However, long term monitoring programs are urgently required for the conservation of this species.

Resumen

El delfín amazónico, delfín rosado o *Inia (Inia geoffrensis)* se encuentra en toda la cuenca Amazónica y del Orinoco. En Ecuador el *Inia* está distribuido en el sistema de los ríos Pastaza, Curaray, Napo y Aguarico. Especialmente en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno en el sistema del río Aguarico, esta especie es muy abundante. Todos los estudios existentes en el Ecuador se han realizado en esta zona. Generalmente no existe mucha información sobre la dinámica poblacional, el uso de hábitat o el sistema social de *Inia* además, no existen metodologías estandarizadas para comparar estimaciones poblacionales en otras áreas de estudio. Los estudios realizados en la Reserva Cuyabeno confirman la presencia de *Inia* y dan una estimación poblacional en la parte baja del río Lagartococha. No se ha realizado estudios sobre la influencia de la producción petrolera, que se encuentra a lo largo de los confluents al río Cuyabeno y Aguarico, y del turismo que está creciendo cada año. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo „estudios demográficos sobre el delfín Amazónico (*Inia geoffrensis*) en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, Ecuador“ esta de establecer un conocimiento básico sobre estimaciones poblacionales comparando diferentes metodologías, sobre el uso de hábitat, el sistema social y impactos antropogénicos sobre *Inia*.

En la Reserva Cuyabeno el *Inia* está entre los 318km que tiene el río Aguarico y sus confluents. De los confluents, *Inia* solo se encuentra en todo el curso del río Cuyabeno y Lagartococha mientras en los demás confluents como el río Sábalo, Juanillas o Cocaya, *Inia* se puede observar únicamente en las bocanas con el río Aguarico. La distribución en el Aguarico esta limitada por los remolinos, unos corrientes fuertes río arriba de la Reserva Cuyabeno. La distribución de *Inia* se limita tambien por las diferentes estaciones y niveles de agua. En la época seca por ejemplo, los delfines tienen que migrar desde las partes altas del río Cuyabeno y de las Lagunas Grandes a las partes bajas y ríos profundos como el Aguarico y el Lagartococha.

Para estimar el tamaño poblacional se aplicaron dos diferentes métodos. El método de transectos en banda y de captura recaptura con individuos identificados fotográficamente. A través de los transectos en banda se calculó la densidad poblacional en diferentes sectores del río y durante las diferentes estaciones. Este método fue amplificado con un factor que describe la probabilidad de avistar un delfín. La probabilidad de avistamiento de *Inia* depende significativamente del nivel de agua y del tamaño del delfín. Con un alto o mediano nivel de agua por ejemplo, la probabilidad de ver un delfín es muy bajo, porque los delfines se encuentran en las lagunas e Igapós. Por lo tanto no se recomienda realizar estimaciones poblacionales en estas épocas. En la época seca por lo contrario la probabilidad de avistamiento es muy alto con $p = 0.67$ y las estimaciones poblacionales son muy confiables. Adicionalmente el tamaño poblacional fue calculado con el método de captura recaptura a través de la foto identificación. Para asegurar que este método es aplicable con *Inia* a largo plazo se realizó una investigación sobre la permanencia de las marcas naturales como cicatrices, cortes y pigmentaciones. Como las marcas persistieron durante un periodo de 5 años, la foto identificación representa un método importante para la estimación poblacional de *Inia*. Sin embargo, hay que tener cuidado con las pigmentaciones como *Inia* puede cambiar su color de gris a rosado y vice versa según su estado de actividad. De todas maneras, algunas pigmentaciones pueden ser reconocidas después de un periodo de 2 años.

El análisis de la densidad poblacional demuestra claramente la influencia del nivel de agua sobre la presencia de *Inia* en diferentes sectores del río durante las estaciones. Con un nivel alto o intermedio la densidad poblacional en el río es mucho más baja que en la época seca. Los delfines tratan de mantenerse el mayor tiempo posible en las Lagunas e Igapó. Por lo tanto la densidad poblacional en el río Cuyabeno son unos 0.04 *Inia*/km río en la época lluviosa y 0.47 *Inia*/km río en la época seca. La parte baja del Lagartococha no está tan influenciado por el cambio del nivel de agua y la densidad poblacional en esta parte del río cambia entre 0.21 *Inia*/km río en la época lluviosa y 0.27 *Inia*/km río en la época seca. El tamaño poblacional de toda la reserva Cuyabeno en la época seca de 1996/1997 se calculó en 79 animales a través de los transectos en banda. En la época seca de 1997/1998 60 animales fueron calculados con los transectos en banda y 61.2 animales con el método de captura recaptura. Esta comparación de los transectos en banda modificados con la probabilidad de avistamiento y del método de captura recaptura demuestra que los dos métodos son aplicables para la estimación del tamaño poblacional.

La influencia del nivel de agua en la distribución de los delfines en la Reserva Cuyabeno se puede ver en el análisis del uso del hábitat. En la época lluviosa por ejemplo los delfines prefieren lagunas con Igapó o partes del río con poca corriente y herbazales. En estos hábitats se mantienen hasta que el nivel de agua les obliga a buscar partes más profundas y seguras para pasar la época seca. Es ahí cuando los delfines se quedan en las bocanas de los ríos de agua negra con los ríos de agua blanca. El comportamiento es otro factor que demuestra el distinto uso de distintos hábitats, comportamientos relacionados con la alimentación por ejemplo, se puede observar especialmente en las lagunas con Igapó, los herbazales y las bocanas. Mientras tanto en sectores estrechos o en sectores con playas fueron observados muy pocos diferentes comportamientos y los delfines casi exclusivamente migraron. Un perfil del uso de Delfincocha en el sistema del Lagartococha muestra que no solamente en un ciclo anual sino también en un ciclo diario se usan diferentes partes de un hábitat. En la mañana por ejemplo los delfines se manuvieron en el centro de la laguna para descansar, mientras al medio día y la tarde se ocuparon en la alimentación, lo cual resultó un desplazamiento por toda la laguna pero con preferencia con las orillas de los herbazales y las zonas bajas de la laguna. Las migraciones de *Inia* a corto plazo se restringieron a unos 20km, pero a largo plazo se observaron migraciones de 0-50km o de 100-150km. Lo cual muestra que los delfines usan todo el curso del río y además existe un intercambio entre diferentes sistemas de río como entre el río Cuyabeno y el río Lagartococha. Con algunos de los individuos identificados se pudo demostrar que existen migraciones de larga distancia con más de 200km.

En la cuenca central del río Amazonas se observó *Inia* básicamente como animal solitario, sin embargo en la Reserva Cuyabeno la mayor cantidad de observaciones fueron de parejas o de grupos con tres o más animales. Para analizar la contribución de diferentes edades en la población de *Inia* en la Reserva Cuyabeno, los delfines fueron clasificados en tres categorías según su tamaño. La mayor cantidad de animales fueron de tamaño intermedio de 1m a 2m. Sin embargo la gran cantidad de crías (30% de los animales avistados) con un tamaño hasta 1m y los pocos adultos (12% de los animales avistados) con un tamaño mayor de 2m es extremadamente sorprendente. La distribución de las clases por edad en los diferentes tamaños de grupos es muy diferente en el río Cuyabeno y el río Lagartococha. En el río Lagartococha por ejemplo un 25% de los animales solitarios son crías aunque generalmente las crías se encuentran en grupos de tres o cuatro animales. Normalmente la relación entre madres y crías es muy fuerte en los delfines, sin embargo en el Lagartococha las crías solitarias fueron observadas durante varias horas. La crianza parece ocurrir más en grupos grandes. Poco se sabe sobre la fidelidad de los grupos de *Inia*. Los animales identificados en este estudio mostraron que algunos de los delfines pertenecen a los mismos individuos durante varias observaciones, lo cual puede significar que los grupos son estables y se forman de los mismos individuos.

Aunque la Reserva Cuyabeno es un área protegida, se enfrenta con diferentes impactos humanos. En los últimos 30 años el impacto del desarrollismo en el Oriente Ecuatoriano ha crecido de tal manera que los grupos de

indígenas fueron desplazados de sus territorios y algunos se mudaron a la Reserva Cuyabeno. La producción de petróleo y la agricultura a lo largo de las carreteras llega hasta los límites de la Reserva y el turismo dentro de la reserva crece cada año y puede tener impactos negativos en el equilibrio del ecosistema. Un análisis de agua en diferentes ríos la Reserva Cuyabeno mostro claramente los impactos de los campos petroleros en el nacimiento y los afluentes, como el río Tarapuy y el río Aguas Negras, del río Cuyabeno. Con el turismo aumenta la cantidad de canoas motorizadas en el Cuyabeno. El ruido de los motores causa estrés en los delfines lo que se puede ver en el aumento de la tasa de respiración y el hecho de que los delfines se mantienen más tiempo sumergidos cuando pasa una canoa, lo que se puede interpretar como un intento de evitarla.

El estatus de *Inia* en la Reserva Cuyabeno es inseguro. Desde 1994 se nota una tendencia de reducción en la densidad poblacional de *Inia* en el río Lagartococha. Investigaciones sobre la presencia de *Sotalia* en la reserva Cuyabeno mostraron que esta especie suele vivir junto con *Inia*, desapareció de la reserva en el año 1990. De cual manera estas tendencias tienen una explicación natural es inseguro. Entre 1984 y 1990 ocurrieron varios derrames de petróleo los cuales afectaron las Lagunas Grandes y el río Cuyabeno pueden dar razón. En comparación con otras estimaciones poblacionales de *Inia* en la cuenca del río Amazonas y Orinoco, la población en la reserva Cuyabeno todavía parece mantenerse en buenas condiciones. Sin embargo es urgente seguir con un monitoreo poblacional a largo plazo para mejor conservar los delfines Amazónicos.

3. Einleitung

3.1 *Der Amazonasdelfin (Inia geoffrensis)*

Flussdelfine (Platanistoidea) kommen ausschließlich in Flüssen vor. Ihre Systematik ist immer noch unsicher, die Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppe in Form und Funktion scheinen jedoch auf eine vergleichbare Entwicklung in Anpassung an ähnliche Lebensräume zurückzuführen sein. Deshalb werden heute 3 oder 4 separate Familien innerhalb der Überfamilie Platanistoidea anerkannt:

- Die Iniidae mit dem Amazonasdelfin (*Inia geoffrensis*) als einzigem Vertreter, der das gesamte Amazonasbecken und Orinocobecken bewohnt.
- Die Platanistidae mit dem Gangesdelfin (*Platanista gangetica*) und dem Indusdelfin (*P. minor*), die den Ganges und den Indus in Indien bewohnen.
- Die Lipotidae mit dem Baiji (*Lipotes vexilifer*), der den Yangtze in China bewohnt.
- Die Pontoporidae mit dem Franziskaner (*Pontoporia blainvillei*) der obwohl zu den Platanistoidea gehörend im La Plata Fluß und dessen Mündungsbereich zum Atlantik lebt.

Über die oben erwähnten reinen Flussdelfine hinaus gibt es noch einige Arten fakultativer Flußdelfine, wie der Irrawady Delfin (*Orcaella brevirostris*), der finnenlose Schweinswal (*Neophocaena phocaenoides*) und der Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*), der sympatrisch mit dem Amazonasdelfin vorkommt (Leatherwood und Reeves 1994).

Der Name „Inia“ stammt von den Guarayo Indianern, die entlang des San Miguel Flusses in Bolivien leben (Martin 1992). Das erste Exemplar wurde 1790 von Alexander Rodriguez Ferreira gesammelt und im Museum de Ajuda in Lissabon in Portugal aufbewahrt bis es sich Geoffrey St. Hilaire im Namen von Napoleon aneignete und in das Museum für Naturgeschichte in Paris brachte, wo es sich auch heute noch befindet (Pilleri und Gühr 1977). Heute gibt es 3 Unterarten von *Inia* mit jeweils verschiedenen Verbreitungsgebieten:

- *Inia geoffrensis boliviensis* D'Orbigny wurde erstmals im Río Guapuré bei Principe de Beira beschrieben und kommt im Rio Guapuré und den Zuflüssen Mamore und Madre de Dios vor.
- *Inia geoffrensis geoffrensis* (De Blainville) besitzt das größte Verbreitungsgebiet mit dem gesamten Amazonasfluß und seinen Zuflüssen, wie dem Napo und Pastaza in Ecuador.
- *Inia geoffrensis humboldtiana* (Pilleri und Gühr) ist im gesamten Orinocobecken verbreitet. (Best und da Silva 1993).

Die ersten Urformen der Wale, die Archeoceten, waren dominante Tiere im Eozän, die jedoch vor etwa 38 Mio. Jahren verschwanden. Im Oligozän vor etwa 38 – 25 Mio. Jahren, traten bereits Vertreter der Bartenwale (Mysticeti) und der Zahnwale (Odontoceti) auf (Martin 1992). Nach Simpson (1945) können von den heute lebenden Arten nur Mesoploden und Physeter in das späte Miozän verfolgt werden. Die Süßwasserarten wie *Platanista*, *Lipotes*, *Inia* und *Sotalia*, sind alle neueren Ursprungs oder können höchstens bis ins Pleistozän zurückverfolgt werden (Pilleri und Gühr 1977). Grabert (1984) geht davon aus, dass die frühen Iniidae Küstenbewohner waren und im Miozän (vor 15 Mio. Jahren) von der Pazifikküste in das Seensystem der Sub-Anden-Molasse eingewandert sind. Mit der Erhebung der Anden im Pleistozän (vor 5 – 1,8 Mio. Jahren) verloren sie die Verbindung zum Pazifik und mußten sich an die trüben sedimentbeladenen Süßwasserseen anpassen. Eine weitere Theorie über die Entstehungsgeschichte von *Inia* geht davon aus, dass *Inia* von der Atlantikseite her eingewandert ist. Diese Theorie wird von einem Zahnfund des *Plicodontia mourai* aus dem Juráfluss in Brasilien unterstützt, der als Verwandter von *Inia geoffrensis* gilt (Best und da Silva 1993). Miranda Ribeiro (1943) verglich diesen Zahn mit dem des *Saurodelphis argentinus* von Argentinien und stellte fest, dass zwischen den beiden Genera große Ähnlichkeiten bestehen.

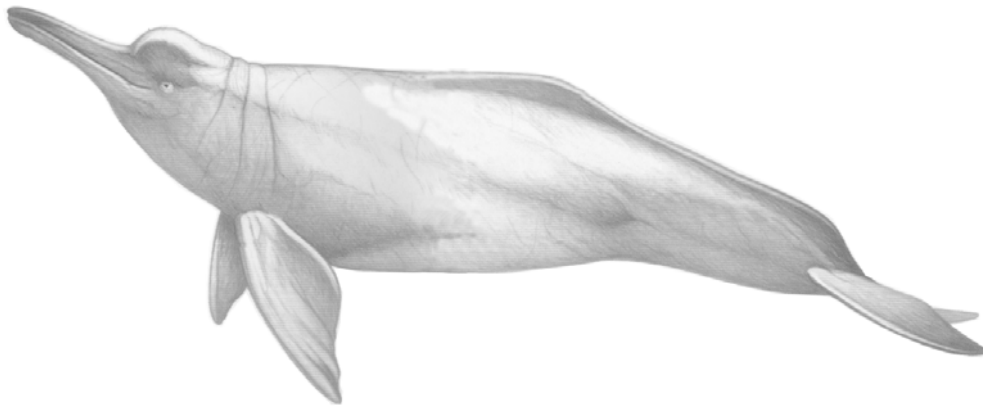


Abbildung 1. *Inia geoffrensis*

Der Habitus von *Inia* ist sehr robust mit einem langen Schnabel und einer steilen, runden Melone, die in ihrer Form verändert werden kann. Auf dem Oberkiefer befinden sich Reihen von steifen, abgeplatteten Haaren, die wahrscheinlich als Tastorgane dienen (Martin 1992). *Inia* besitzt keine wirkliche Rückenfinne sondern einen niedrigen Kamm oder Höcker mit einer breiten Basis. Die Flipper sind groß und dreieckig mit stumpfen Enden, sie sind biegsam und können sowohl zur Vorwärtsbewegung als auch zur Steuerung benutzt werden. Die Fluke hat einen konkaven, oft ausgefransten, Rand. Die Augen sind zwar klein, aber immer noch grösser als die des Ganges- oder Indusflussdelfines. Die Färbung von *Inia* ist grau bis rosa und etwas heller an der Bauchseite. Insgesamt sind die Jungtiere grauer als die adulten Tiere. Graue Tiere können aber auch rosa werden oder umgekehrt. Dies kann oft beobachtet werden, wenn die Tiere aktiv sind und die rosa Färbung zunimmt um dann im Ruhezustand wieder abzunehmen (Trujillo 1994). Die Färbung von *Inia* scheint jedoch nicht nur von der Aktivität, sondern auch von der Gewässerfarbe abzuhängen. In trübem Wasser zum Beispiel mit einer Sichttiefe von weniger als 10cm sind die Tiere gewöhnlich rosa (Best und da Silva 1989b) während Tiere, die in klaren Aussenbecken von Delfinarien gehalten werden, dunkler sind (Layne und Caldwell 1964). *Inia* ist der größte der Flussdelfine. In Brasilien können Männchen bis zu 2,55 m lang und 160 kg schwer werden während die Weibchen etwas kleiner bleiben und eine maximale Körperlänge von 2,01m mit einem Gewicht von 98 kg erreichen. Bei *Inia* besteht kein deutlicher Geschlechtsdimorphismus (Best und da Silva 1993). In Peru wurde ein Männchen mit 2,74m registriert (Layne 1958) und in Bolivien wurde ein Weibchen mit 2,16 m gemessen (Pilleri und Gihl 1977). Abgesehen von der Größe unterscheidet sich *Inia* auch in der heterodonten Zahnfolge von anderen Flussdelfinen, er besitzt über 100 Zähne mit 23 – 35 Stück pro Reihe von denen die vorderen Zähne kegelförmig sind und die hinteren eine backenzahnähnliche Krone besitzen. Wie bei allen Flussdelfinen sind auch bei *Inia* die Nackenwirbel nicht miteinander verschmolzen und ermöglichen, den Kopf frei zu bewegen.

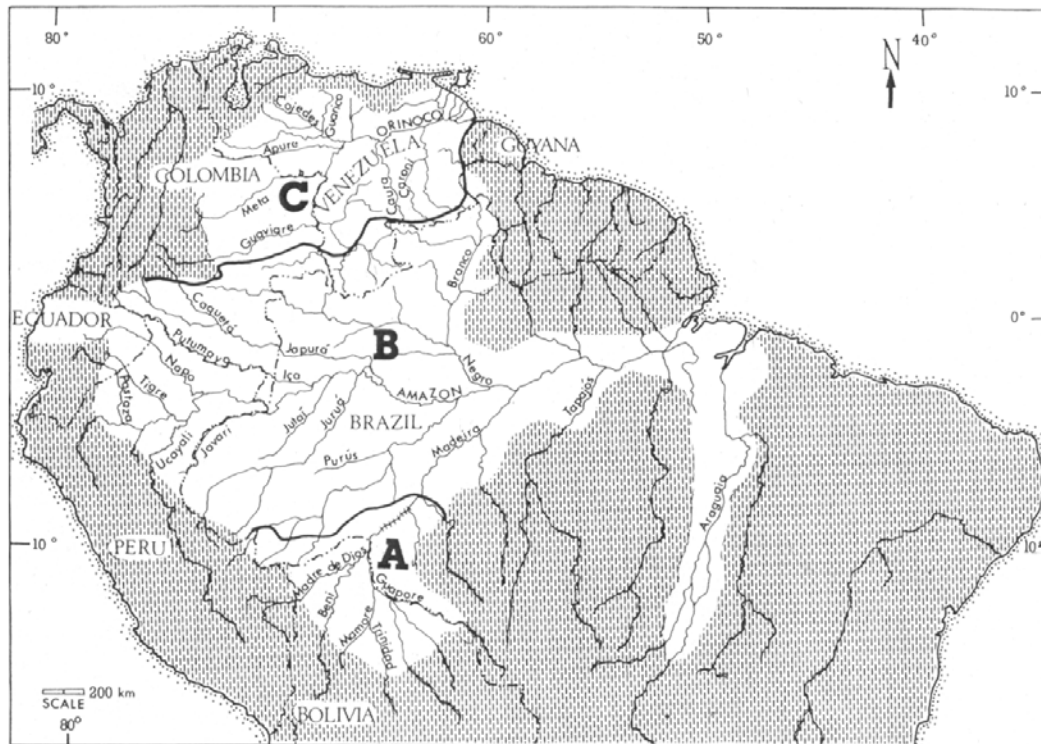


Abbildung 2: Verbreitungsgebiet von *Inia geoffrensis*

Das Heimatgebiet von *Inia* erstreckt sich über das gesamte Amazonas- und Orinocobecken. Seine Verbreitung ist durch Berichte aus Venezuela, Kolumbien, Brasilien, Bolivien, Peru und Ecuador dokumentiert (Best und da Silva, 1989; Hershkovitz, 1966) und wird nur durch unpassierbare Stromschellen, Wasserfälle und Dämme eingeschränkt (Best und da Silva 1993). Über *Inia* wie auch über den sympatrisch lebenden Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in Ecuador gibt es bis heute bemerkenswert wenige Veröffentlichungen. Guallart (1962) und Kasuya und Kajihara (1977) geben Ecuador zwar als Verbreitungsgebiet für *Inia* an, aber das Studiengebiet Guallarts beschränkt sich auf den Marañon Fluß, der ausschließlich in Peru verläuft. Die Studiengebiete von Kasuya und Kajihara befanden sich im Umkreis von 160 km um Iquitos in Peru und ein zweites Beobachtungsgebiet an der Grenze von Kolumbien und Venezuela und schloss das Einzugsgebiet des Orinoco und des Meta Flusses ein. Pilleri und Gehr (1977) erwähnen ebenfalls Ecuador als Verbreitungsgebiet von *Inia*, beziehen sich aber vor allem auf historische Beobachtungen, von denen nur Osculati (1854) tatsächlich *Inia* in Ecuador gesehen hatte. Das Vorkommen von *Inia* und *Sotalia* in Ecuador wurde erstmals genauer von Herman et al. (1996) untersucht. Auf einer Exkursion in das Cuyabeno Reservat sahen sie 1992 einige Gruppen von *Inia* im Lagartococha und beschrieben zum ersten mal das Vorkommen von *Sotalia fluviatilis* im Rio Aguarico innerhalb des Cuyabeno Reservats nur ca. 100 km von den Anden entfernt.

Anhand von markierten Tieren im Zentralamazonas stellten Best und da Silva (1989a) fest, dass *Inia* innerhalb eines Jahres keine grösseren Wanderungen unternimmt. Um so mehr überraschte ein Tier, das von Brasilien rund 2000km nach Peru schwamm und dort anhand seiner Brandzeichen, die ihm in Brasilien im Rahmen einer Studie zugefügt wurden, wiedererkannt werden konnte (Henningens 1996, Martin pers. com.). Je nach Wasserstand ändert sich das individuelle Verbreitungsgebiet von *Inia*. So wandern sie bei Hochwasser in überschwemmte Wälder (Igapó), Schilfbereiche und Lagunensysteme und bei Niedrigwasser in die Flüsse ein. Es ist jedoch immer noch unklar, wo sie sich während der extrem niedrigen Wasserstände und der Trockenzeiten aufhalten. Auch im Cuyabeno Reservat ziehen einige Tiere von einem Flußsystem zum anderen, wobei sie Strecken von bis zu 200km zurücklegen (Denkinger in prep.). Grundsätzlich bewegen sich diese Delfine sehr langsam mit Durchschnittsgeschwindigkeiten von 3-4km/h (Best und da Silva 1998b).

Sie scheinen zahlreiche Lebensraumtypen zu bewohnen, was sich in der Vielfalt der verschiedenartigen Beutefische widerspiegelt. Die Tatsache, dass sie sich im zentralen Amazonas von mindestens 50

verschiedenen Fischarten ernähren, gibt auch einen Hinweis auf die grosse Vielfalt von Fischarten im Amazonasbecken, wo bisher ca. 2000 Arten beschrieben wurden. Generell scheint *Inia* einzeln am Boden lebende Fische zu bevorzugen, aber auch Schwarmfische wurden in *Inia* Mägen gefunden. Neben Fisch gehören auch Krebse und Schildkröten zur natürlichen Diät von Amazonasdelfinen.

Die meisten Informationen über die Biologie von *Inia* stammen aus Studien von Best und Da Silva in Brasilien (z.B. Best und Da Silva 1989a). Bisher ist jedoch noch nicht bekannt in welchem Alter diese Tiere geschlechtsreif werden. Bei männlichen Delfinen fand man heraus, dass sie mit einer Länge von 1,98 m und Weibchen mit einer Länge von 1,75m geschlechtsreif werden. Nach einer Tragzeit von 10-12 Monaten kommt jeweils ein Junges zur Welt, das bei der Geburt um die 80cm lang ist. Wachstumsraten sind nur von in Gefangenschaft lebenden Tieren bekannt und betragen um die 20,7 cm/Jahr bei jungen Tieren und 3,4 – 5,9 cm/Jahr bei älteren Tieren (Caldwell et al. 1966). Neugeborene wachsen 2,5cm/Monat (Best und da Silva 1984) und Föten 4,5cm/Monat, wodurch eine durchschnittliche Tragzeit von 8,5 Monaten geschätzt wird. Bei einer in Gefangenschaft lebenden *Inia* Mutter wurde beobachtet, dass sie ihr Junges über ein Jahr gesäugt hat (Gewalt 1978). Von Freilandbeobachtungen weiß man, dass Weibchen noch während sie trächtig sind ein Junges säugen können. Die Fortpflanzungszeit scheint von den Hochwasserzyklen abhängig zu sein, so fallen die meisten Geburten mit dem Beginn der Trockenzeit zusammen (Best und Da Silva 1984). Im Gegensatz zu *Sotalia*, der polyandrisch veranlagt ist, hat *Inia* ein eher monogames Geschlechtssystem (Best und Da Silva 1984). Auch bei *Inia* kann das Alter anhand der Jahresschichtungen auf den Zähnen festgestellt werden. Bei einem Weibchen konnte man so feststellen, dass es 28 Jahre alt war, während Männchen in Gefangenschaft mindestens 19 Jahre alt wurden.

Wie die meisten Flußdelfine scheint *Inia* eher ein Einzelgänger zu sein, zumindest wurden die meisten der in Brasilien beobachteten Tiere alleine gesehen. Gruppen von zwei Tieren kamen ebenfalls vor, waren aber bei weitem nicht so häufig (Magnussen et al. 1980). Neuere Beobachtungen von *Inia* in Peru (Henningsson 1996) und Ecuador (Denkinger in prep.) zeigen jedoch, dass sie durchaus auch gesellig sein können, denn dort sind Sichtungen einzelner Tiere weit seltener als Sichtungen von Gruppen. Ansammlungen von 12 – 15 Tieren treten auch gelegentlich auf. Die Gruppengröße hängt zumindest teilweise vom Wasserstand und der Verfügbarkeit der Nahrung ab, so bilden diese Delfine zur Niedrigwasserzeit grössere Gruppen, da die Tiere dann die wenigen geeigneten Stellen aufsuchen (Martin 1992).

Best und da Silva (1989a) gehen davon aus, dass die ursprüngliche Verbreitung von *Inia* in den letzten Jahren nicht zurückgegangen ist, da die Ausbeutung und Habitatzerstörung im immensen Amazonas-Orinoko System bisher nicht so schnell fortgeschritten ist. Deshalb gehört *Inia* auch zu den heute am wenigsten bedrohten Flussdelfinen (Leatherwood und Reeves 1994). Dies kann sich aber in wenigen Jahren drastisch ändern. Generell gehören alle Flussdelfine zu den heute am meisten bedrohten aquatischen Säugetieren. Beifänge, und Zerstörung ihres Lebensraumes durch Rohdung und Dammbauten führen zur Isolierung von Populationen. Die Erdölindustrie führt zahlreiche Bohrungen im Regenwald durch, wodurch es immer wieder zu Verunreinigungen von Gewässern kommt, die einen Teil der Bedrohung für den Amazonasdelfin darstellen. Die Beifangraten von *Inia* in Kiemennetzen ist bisher nicht absehbar, stellt aber ein ernst zu nehmendes Problem für den Fortbestand dieser Art dar (Leatherwood and Reeves 1994). Mythos und Aberglaube der einheimischen Bevölkerung im Amazonasbecken haben *Inia* bisher vor direkter Jagd geschützt (Martin 1992; Leatherwood 1994). Jedoch wirkt sich der Aberglaube aber auch gegenteilig aus, da beispielsweise Augen und Genitalien auf den Märkten von Brasilien und auch in Ecuador als Aphrodisiakum verkauft werden.

Die fortschreitende Zerstörung der Regenwälder kann schnell zu einer akuten Gefährdung dieser Art führen, deshalb werden sie von CITES unter Anhang 2 geführt und gelten im US-ESA (United States Endangered Species Act) als gefährdete Art (Perrin 1989). In Brasilien, Peru und Bolivien sind Amazonasdelfine bereits gesetzlich geschützt, in den anderen Ländern des Amazonas- und Orinokobeckens besteht ein solcher Schutz für sie bisher jedoch nicht (Atkins 1989).

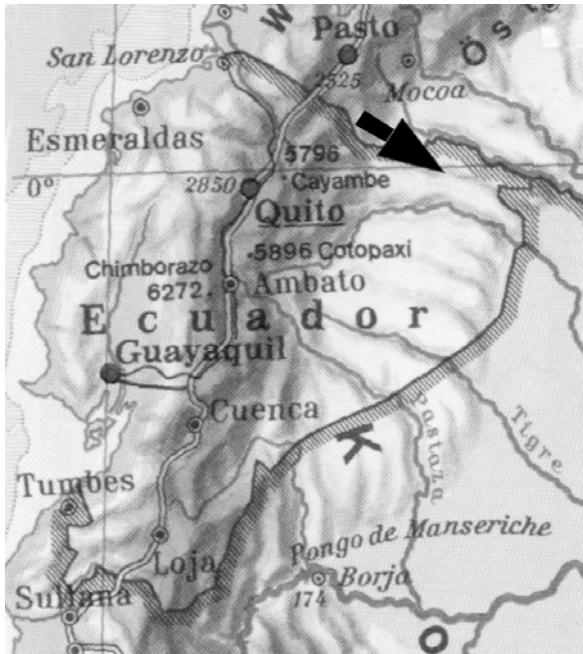
Das Cuyabeno Reservat

Abbildung 3: Karte von Ecuador mit der Situation des Cuyabeno Reservats

a) politische Hintergründe

Das Cuyabeno Reservat befindet sich in der Provinz von Sucumbios im Norden des Ecuadorianischen Amazonastieflandes, wo es an Peru und Kolumbien grenzt. Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass das Cuyabeno Reservat eine Zone hoher Biodiversität ist (EcoCiencia 1994). An aquatischen Säugetieren sind dort Otter (*Londra longicaudis*, *Pteronura brasiliensis*), die Amazonas Seekuh (*Trichechus inunguis*) und zwei Flußdelfinarten (*Inia geoffrensis*, *Sotalia fluviatilis*) anzutreffen. Auch in kultureller Hinsicht hat das Reservat einen hohen Stellenwert, es wird von drei einheimischen Indianerstämmen bewohnt, den Siona Secoyas in Puerto Bolivar, den Cofanes in Zábalo und den Quichuas in Playas de Cuyabeno und in Zancudo.

Bei seiner Gründung 1979 erstreckte sich das Reservat über 254.750 ha. Seine Geschichte ist gekennzeichnet durch die fortschreitende Zivilisation im Amazonasbecken, wodurch die Grenzen des Reservats an die Erschließung von dort vorhandenen Erdölvorkommen angepaßt werden mußten. Zu dieser Zeit befanden sich bereits zwei Ölfelder in der Nähe von Tarapoa und eine Verbindungsstraße zwischen Lago Agrio und Tarapoa innerhalb des Reservats. Die Landerschließung entlang der Straße durch Bauern schritt schnell voran. Da immer mehr Ölfelder entdeckt und durch Straßen erschlossen wurden, entstand sechs Jahre später die Diskussion, diesen Bereich im Westen aus dem Reservat auszuschließen und als Ausgleich das Reservat nach Osten hin auszudehnen. 1991 wurde das Gebiet im Osten bis zum Lagartococha, der die natürliche Grenze zu Peru darstellt, zum Schutzgebiet erklärt und in das Reservat einbezogen. Dadurch umschloß das Cuyabeno Reservat nun eine Fläche von 655.781 ha und war eines der größten Naturschutzgebiete Ecuadors. Zu dieser Zeit verlegte das Tourismusunternehmen Metropolitan Touring seine Aktivitäten vom bereits zerstörten Reservat von Limoncocha am Río Napo zum Aguarico und Lagartococha, wo sie in der Laguna Imuya eine Station errichteten.

1994 war es schließlich möglich den westlichen Teil, der aus dem Reservat ausgeschlossen werden sollte, als ein staatliches Waldschutzgebiet (Patrimonio Forestal del Estado) auszuweisen, indem nachhaltige, umweltverträgliche Forstwirtschaft erlaubt sein sollte. Durch den Ausschluß dieses Bereiches aus dem Reservat, verlor Cuyabeno 8% seiner Fläche und besteht seitdem aus 603.380 ha Primärwald, der als

Schutzgebiet ausgeschrieben ist und weite Bereiche von Überschwemmungswäldern, Hochwäldern, zahlreiche Lagunen und Flussysteme sowie Sumpfgebiete umfaßt. (Schwarzbeck et al. 1995).

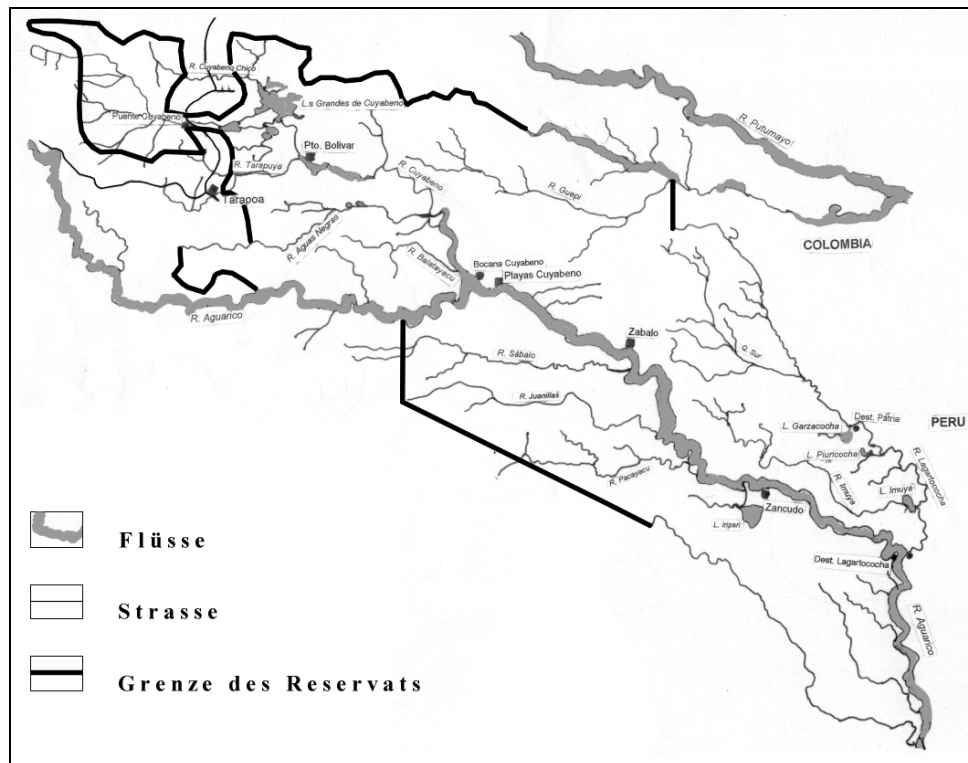


Abbildung 4: Das Cuyabeno Reservat, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno.

b) biologische Hintergründe

Das Cuyabeno Reservat (Reserva de Producción Faunística Cuyabeno) befindet sich im Norden des Ecuadorianischen Amazonastieflands oder auch Oriente genannt. Der Oriente ist Teil des oberen Amazonasbeckens, das sich von den Anden nach Osten hin ausdehnt. Die geologische Formation des Napobeckens, zu dem auch das Cuyabeno Reservat gehört, beginnt mit vulkanischem und dunkelgrauem marinem Schiefer gefolgt von glaukonitischem Sandstein, der auf eine sehr langsame Sedimentierung hinweist und dunklem Schiefer, der sich eingebettet im Sandstein befindet (Hettler et al. 1996).

Die Jahreszeiten in diesem Teil des Amazonasbeckens unterscheiden sich deutlich vom Zentralamazonas, wo die Trockenzeit von Juni bis November andauert (Aldis 1984). Im Cuyabeno Reservat hingegen beginnt die Trockenzeit im Dezember und dauert bis Mitte März. In dieser Zeit trocknet die Laguna Grande in der Regel komplett aus und der Cuyabenofluss führt nur noch im unteren Abschnitt Wasser. Der Lagartococha hingegen besitzt auch während der Trockenzeit noch reichlich Wasser, da er in seinem gesamten Verlauf sehr tief ist. Nur die angrenzenden Lagunen in diesem Flußsystem trocknen aus oder schrumpfen beträchtlich. Bis Juni füllen sich alle Gewässer im Cuyabeno Reservat wieder mit Wasser und erreichen in diesem Monat ihre höchsten Wasserstände. Die Laguna Grande zum Beispiel kann im April oder Juni einen Wasserstand von bis zu 5m in der Lagunenmitte erreichen.

Das Cuyabeno Reservat ist nicht nur gekennzeichnet durch die sehr hohe Biodiversität, sondern auch durch die Vielseitigkeit verschiedener Habitats. Neben Schwarz- und Weisswasserflüssen befinden sich dort zahlreiche Lagunensysteme, Überschwemmungswälder, Hochwälder, Sumpfgebiete und Grasslandgebiete.

Die Beobachtungen wurden vor allem im Cuyabeno- und im Lagartocochafloss durchgeführt. Beides sind Schwarzwasserflüsse, die unterschiedliche Charakteristiken aufweisen. Der einzige Weisswasserfluss im

Cuyabenoreservat ist der Aguarico, der das Reservat in seiner gesamten Länge durchfließt. Er entspringt in den Anden und mündet flussabwärts des Reservats in den Napo, der ein Zufluß des Amazonas ist.

Der Cuyabeno fließt in weiten Bereichen durch Hochwälder, wird aber von Flüssen gespeist, die durch Sumpfgebiete und Farmland (Tarapuy und Aguas Negras) sowie durch teilweise überschwemmte Wälder und Hochwälder (Balatayacu, Agua Blanca) fließen oder eben das Lagunensystem mit den Igapówäldern (s.u.) durchqueren (Cuyabeno Chico). Von den Lagunen abwärts fließt der Fluß in seiner vollen Breite durch weite Bereiche mit stacheligen Palmen (*Bactris sp.*), teilt sich dann in drei schmale Arme auf, die durch teilweise überschwemmtes Waldgebiet fließen und sich dann wieder zum Hauptarm vereinen, dessen Verlauf nun durch weite Kurven, Sandbänke, Inseln und alte Flussarme charakterisiert ist. Nach „Cabeza de Tigre“ folgt ein längerer, schmaler Bereich mit hohen Ufern und Hochwäldern. Unterhalb des Zusammenflusses mit dem Aguas Negras weitet sich der Cuyabeno erneut auf und wird durch flache Ufern, die zum großen Teil mit Büschen der Art *Genipa spruceana* (Rubiaceae), bewachsen sind, begrenzt. Die Mündung des Cuyabeno mit dem Aguarico ist gekennzeichnet durch ein Steilufer und Sandbänke.

Der Lagartococha ist landschaftlich weniger abwechslungsreich als der Cuyabeno, da er in seinem gesamten Verlauf durch teilweise überschwemmte Wälder mit buschbewachsenen Ufern und zahlreichen Lagunen mit weiten Schilfbereichen fließt. In diesem Flußsystem ist es oft nicht möglich, dem eigentlichen Flussverlauf zu folgen, da er sich meist bis in die Wälder hinein ausdehnt. Nur bei niedrigem Wasserstand während der Trockenzeit ist der eigentliche Fluss deutlich zu erkennen, der im Gegensatz zum Cuyabeno in allen Abschnitten tief ist und keine Sandbänke aufweist.

Die Lagunensysteme im Cuyabenoreservat sind einzigartig im ecuadorianischen Amazonastiefland. Die Lagunas Grandes de Cuyabeno, Piuricocha und Garzacochoa sind Schwarzwasserlagunen, die von Igapówäldern umgeben sind. Als Igapó werden solche Wälder bezeichnet, die je nach Jahreszeit von Schwarzwasserflüssen oder -Lagunen überschwemmt werden oder trocken fallen (Prance 1979). Die dominante Flora in diesen Wäldern besteht aus *Macrobium acaciifolium* (Mimosaceae), *Genipa spruceana* (Rubiaceae), und *Bactris spruceana* (Arecaceae), die in den Randbereichen der Lagune wachsen (Campos 1991). Der Bodenbewuchs von den Igapówäldern im Cuyabenoreservat besteht aus niederwüchsigen aquatischen Pflanzen, wie zum Beispiel *Myrciaria duba* (Myrtaceae), *Virola surinamensis* (Myristicaceae), *Croton cuneatus* (Euphorbiaceae) und *Pterocarpus amazonicus* (Fabaceae) (Sierra 1999).

Delfincocha und Redondococha sind Aussackungen des Cuyabeno und des Lagartococha, die durch weite Schilfgebiete (Grassland) charakterisiert sind, die in den Uferbereichen wachsen und auch inselartig über die „Lagunen“ treiben können. Diese Grassformationen können eine Höhe von bis zu 4m erreichen und bestehen nicht nur aus Gräsern, wie *Cyperus odoratus* (Cyperaceae), sondern auch aus *Montrichardia linifera* (Araceae), *Sagittaria spec* (Alismataceae) und anderen (Sierra 1999).

4. Populationen, Subpopulationen und Populationsdynamik in Bezug auf Demographische Studien von *Inia geoffrensis*

Die Definition einer Population ist die Gesamtheit der Individuen einer Art, die ein geschlossenes Areal besiedeln (Wehner und Gehring 1990). Nach der IUCN (1994) wird eine Population als die Gesamtanzahl der Individuen einer Art bezeichnet, wobei aus funktionellen und fundamentalen Gründen der unterschiedlichen Lebensweisen nur erwachsene, reproduktionsfähige Tiere in diese Zählungen eingehen. Eine genauere Definition einer Population wird von Cole (1957) gegeben, wonach eine Population eine biologische Einheit auf dem Niveau ökologischer Einbindung ist, deren Eigenschaften durch Geburtenrate, Sterberate, Geschlechterverteilung und Altersstruktur beschrieben werden.

Eine Subpopulation sind Gruppen einer Art, die geographisch getrennt voneinander leben und zwischen denen wenig genetischer Austausch, mit jährlich einem oder weniger Individuen, die sich erfolgreich in der Subpopulation vermehren, statt findet (IUCN 1994).

Da im Cuyabeno Reservat Migrationen von *Inia* vom Lagartococha zum Cuyabeno u.U. beobachtet wurden und auch die Wahrscheinlichkeit der Einwanderung von Individuen aus Bereichen außerhalb des Reservats sehr wahrscheinlich ist (siehe Kapitel 6.4/ 8.5 und Kapitel 6.5/ 8.6) werden die dort befindlichen Tiere als eine offene Population betrachtet, wobei sich die Populationsschätzungen auf die im Cuyabeno Reservat befindlichen Tiere beschränkt.

Die Beobachtung der Amazonasdelphine ist auf den kurzen Moment beschränkt, den diese Tiere an der Wasseroberfläche verbringen, wodurch einige Analysen erheblich erschwert werden. Die verschiedenen von Cole (1957) beschriebenen Eigenschaften wurden daher wie folgt behandelt:

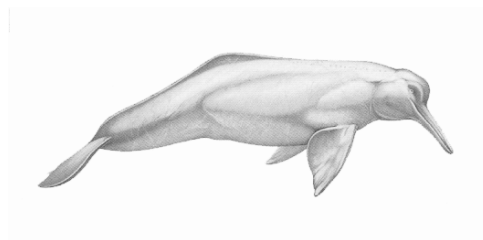
Die Geburten- und Sterberate: Während der gesamten Feldarbeit konnten keine Geburten beobachtet und keine toten Tiere gefunden werden. Die Geburtenrate konnte deshalb nur indirekt über den Anteil der Sichtung von Kälbern im Verhältnis zu erwachsenen Tieren analysiert werden (siehe Kapitel 6.5/ 8.6), während über die Sterberate keine Analyse möglich war. Um einen Hinweis auf mögliche Störungen in der Populationsstruktur oder auf die Reproduktion zu bekommen, wurden jedoch verschiedene Parameter untersucht, die die natürliche Entwicklung beeinflussen können, wie zum Beispiel die Qualität des Habitats (siehe Kapitel 6.6/8.8) oder den Bootsverkehr (siehe Kapitel 6.6/8.7).

Die Geschlechterverteilung: Die Geschlechter unterscheiden sich bei *Inia* nur geringfügig in der Größe (Best und da Silva 1989b). Das Geschlechtsorgan befindet sich in einer Hautfalte an der Unterseite und ist unsichtbar. Darüber hinaus ist das Wasser trüb mit Sichttiefen von 1-2m und macht Beobachtungen unter Wasser unmöglich. Weibchen konnten jedoch daran erkannt werden, dass sie gemeinsam und meist synchron mit Kälbern schwammen. Außerdem muss die Anzahl von Weibchen im reproduktionsfähigen Alter grösser sein als die der Kälber (siehe Kapitel 6.5/ 8.6).

Die Altersstruktur: *Inia* zeigt keine deutlichen äußeren Altersunterschiede, denn nur Kälber unterscheiden sich in ihrem Habitus von juvenilen und erwachsenen Tieren (siehe Kapitel „Social structure and group composition in Amazon river dolphins“). Die Altersklassen können nur anhand der Größe bestimmt werden. Auch die Bestimmung der Größe der Tiere ist schwierig, da nur Teile des Tieres, wie zum Beispiel das Blasloch und die Rückenfinne, gesehen werden und ganz selten das gesamte Tier an der Wasseroberfläche erscheint. Die Altersstruktur kann deshalb nur grob analysiert werden, indem man die Tiere in drei verschiedene Größenklassen einteilt (siehe Kapitel 6.5/ 8.6).

Auch die Frage nach der Populationsgröße kann nur im Hinblick auf die im Cuyabeno Reservat vorkommenden Tiere bearbeitet werden. Es ist bisher jedoch noch nicht klar, inwiefern es sich hier um eine eigene Population oder eine Teilpopulation handelt, da noch sehr wenig über das individuelle Verbreitungsgebiet und die Größe der Wanderungen dieser Tiere bekannt ist (siehe Kapitel 6.4/8.5). Kernpunkt dieser Arbeit ist daher eine allgemeine Populationsschätzung durch Zählungen der Individuen, also Schätzungen der Populationsgröße von *Inia* im Cuyabeno Reservat.

Jedoch gibt es auch hier einige Kritikpunkte in den bisher angewandten Methoden. So geht die Methode der „Strip transects“ zum Beispiel davon aus, dass alle Tiere auf dem Transekt gesehen werden (Caughley 1997). Allerdings verbringen Delfine die meiste Zeit unter Wasser, was dazu führt, dass einige Tiere auf dem Transekt übersehen werden. Bisher variieren die Methoden für Populationsschätzungen erheblich zwischen verschiedenen Forscherteams (siehe Magnussen et al. 1980, Best und da Silva 1989a, Henningsen 1998). Deshalb ist eine der Empfehlungen von Best und da Silva (1989a), Beobachtungstechniken zu entwickeln und standardisierte Richtlinien zu schaffen, um Tendenzen in der Population von *Inia* in dessen Verbreitungsgebiet zu erkennen. Ein Teil der vorliegenden Arbeit geht auf verschiedene Methoden ein und versucht diese zu verbessern (siehe Kapitel 6.2/ 8.1), anzuwenden (siehe Kapitel 6.3/ 8.3) oder neue Methoden einzuführen (siehe Kapitel 6.2/ 8.2 und Kapitel 6.3/ 8.4).



5. Allgemein angewandte Methoden

Von Mai 1996 bis Juni 1999 wurden in regelmäßigen Abständen 4-6 wöchige Exkursionen in das Cuyabeno Reservat durchgeführt, um Amazonasdelfine zu beobachten. Das Studiengebiet erstreckt sich über den Cuyabeno von der „Puente Cuyabeno“ bis zur Mündung mit dem Aguarico und schließt die Lagunas Grandes mit ein. Der Aguarico wurde von der Mündung mit dem Cuyabeno bis zur Mündung mit dem Lagartococha befahren, wobei diese Fahrten jedoch nicht zur gezielten Beobachtung von *Inia* genutzt wurden. Der Lagartococha wurde regelmäßig von der Mündung bis Piuricocha und nach Möglichkeit bis Garzacocha befahren.

Die Länge der Flüsse und der Transekte (Tabelle 1, Abbildung 5) wurde mit dem Flussindex bestimmt indem die tatsächliche Länge des Flusses durch die Länge der direkten Verbindung der Anfangs- und Endpunkte der zu bestimmenden Strecke geteilt wurde. Die tatsächliche Länge des Flusses wurde bestimmt, indem der Flussverlauf auf der Karte mit Hilfe eines Bindfadens gemessen wurde. Die Länge von jedem Transekt wurde dann berechnet, indem die Länge der direkten Verbindung des Anfangs- und Endpunktes mit dem Flussindex multipliziert wurde.

Tabelle 1: Länge der Flussabschnitte und Transekte

Abschnitt	Länge (in km)	Symbol des Transektes	Abschnitt des Transektes	Länge des Transektes
Bocana Cuyabeno - Bocana Río Aguas Negras	22.57	CAx	CBC - CAN	22.57
Bocana Cuyabeno - Laguna Grande	87.9	Cx	CBC - CLG	87.9
Bocana Cuyabeno - Puente Cuyabeno	111			
Bocana Lagartococha - Delfincocha	20.8	LUx	LBL - LDC	20.8
Bocana Lagartococha - Piuricocha	47.84	LOx	LDC - LPC	27.04
Bocana Lagartococha - Garzacocha	85.8	LOPx	LDC - LGC	65.0

Legende: CAN: Aguas Negras, CBC: Bocana Cuyabeno, CLG: Lagunas Grandes de Cuyabeno, LBL: Bocana Lagartococha, LDC: Lagartococha Delfincocha, LPC: Lagartococha Piuricocha, LGC: Lagartococha Garzacocha

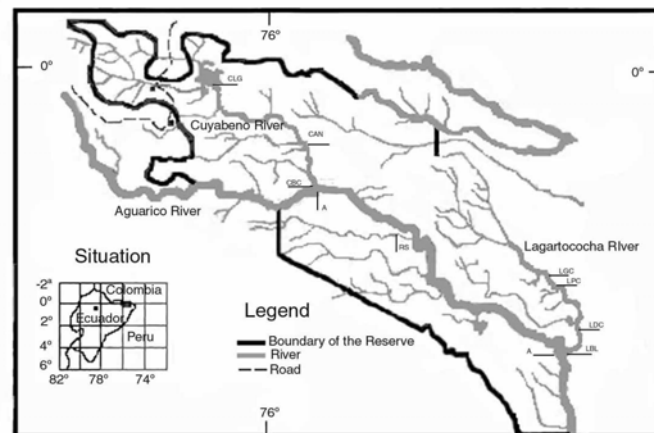


Abbildung 5: Flussabschnitte und Transekte

Legende: C/ CA/ LU/ LO/ LOP: Transekte; CBC: Cuyabeno Bocana Cuyabeno, CAN: Cuyabeno Aguas Negras; CLG: Cuyabeno Lagunas Grandes; LBL: Lagartococha Bocana Lagartococha; LDC: Lagartococha Delfincocha; LPC: Lagartococha Piuricocha; LGC: Lagartococha Garzacocha

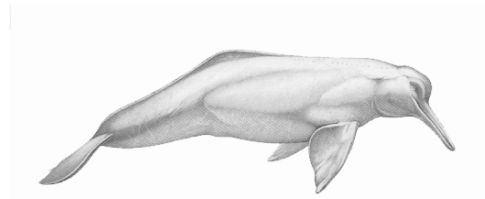
Der Wasserstand im Amazonasbecken ist stark vom täglichen Regenfall abhängig und extremen Schwankungen unterlegen, was dazu führt, dass der Wasserstand in verschiedenen Flussabschnitten unterschiedlich sein kann. Aus diesem Grund wurden für diese Studie nicht absolute Wasserstände, die über einen Pegel gemessen werden in Betracht gezogen, sondern die verschiedenen Jahreszeiten:

- Der *Übergang von der Trockenzeit in die Regenzeit (r)* mit tendentiell steigenden Wasserständen dauert von März bis Mai. In dieser Zeit füllen sich die Lagunen und das Flussbett mit Wasser von den häufigen, andauernden Regenfällen, die für diese Zeit typisch sind.
- Die *Regenzeit (h)* mit hohen Wasserständen dauert von Mai bis Juli/August und ist charakterisiert durch konstante, heftige Regenfälle. In dieser Zeit erreichen Flüsse und Lagunen ihren maximalen Wasserstand.
- Der *Übergang von der Regenzeit in die Trockenzeit (f)* ist gekennzeichnet durch langsam sinkende Wasserstände und dauert von August bis Dezember. In dieser Zeit regnet es in sehr unregelmäßigen Abständen und die Flüsse und Lagunen unterliegen täglichen extremen Wasserstandsschwankungen.
- Die *Trockenzeit (l)* dauert von Dezember bis März und ist charakterisiert durch austrocknende Lagunen und Flüsse. Während die Lagunen und der Oberlauf des Cuyabeno komplett trocken fallen, wird das Wasserbett im Lagartococha lediglich auf den Flußlauf reduziert, wobei auch hier die Lagunen erheblich schrumpfen oder ganz trocken fallen.

Beobachtungsbasis für die Untersuchungen am Amazonasdelfin war ein 12m langes Einbaumkanu mit einem 25PS Außenbordmotor. Jeweils ein Beobachter beobachtete den Fluß vor dem Kanu und einer hinter dem Kanu. Die Geschwindigkeit betrug 12.5km/h (Best und da Silva 1989a) und wurde somit an das Schwimmverhalten von *Inia* angepaßt, die bis zu 14km/h schwimmen können (Best und da Silva 1989b). Sichtung ist definiert als die Beobachtung eines Delfins oder mehrerer Delfine unabhängig von der Gruppengröße. Unter einer Wiedersichtung hingegen wird die Beobachtung eines bereits identifizierten Tieres verstanden. Bei jeder Sichtung wurde die Fahrt unterbrochen, die Gruppengröße und die Gruppenzusammensetzung in Altersklassen festgestellt und versucht möglichst alle Tiere in der Gruppe zu fotografieren. Zur Klassifizierung in Altersklassen wurde die Größe der Tiere geschätzt. Tiere bis zu 1m Länge wurden als Kälber, Exemplare von 1-2m als mittelgroße Tiere, zu denen Jungtiere und erwachsene Weibchen zählen, und Tiere mit mehr als 2m Länge als erwachsene Tiere eingeteilt.

Gelegentlich war es unmöglich die Tiere zu fotografieren, zum Beispiel wenn sie in grösseren Entfernungen auftauchten und ihr Verhalten unvorhersehbar war, dann wurde die Beobachtung nach ca. 5 Minuten abgebrochen und der Transekt fortgesetzt. Bei jeder Beobachtung wurde darauf geachtet, ob während der Beobachtungszeit neue Tiere zur Gruppe hinzukamen oder in welche Richtung Tiere abwanderten, damit Doppelzählungen vermieden werden konnten.

Mit Hilfe der Photoidentifikation können Tiere individuell erkannt werden, wenn sie Markierungen, wie Kratzer, Kerben oder Pigmentierungen am Rücken und an der Rückenfinne vorweisen. Fotografiert wurde mit einer Nikon F50 oder Nikon F3 und einem Sigma 400mm/5,6 Objektiv auf 100 oder 200 ASA Diafarbfilmern der Marke Fuji Sensia oder Kodak Ecta-chrome. Diese Methode wurde angewandt um Wanderungen, individuelle Verbreitungsgebiete, Populationsgröße und Gruppentreue festzustellen.



6. Deutsche Übersicht der englischen Version

6.1. Das Verbreitungsgebiet von *Inia geoffrensis* im Cuyabeno Reservat, Ecuador

Einleitung

Das Verbreitungsgebiet von *Inia* erstreckt sich über das gesamte Amazonas- und Orinokobecken und schließt unter anderem das Amazonastiefland Ecuadors ein (Best und da Silva 1989, Hershkovitz 1966). Im Amazonastiefland Ecuadors, dem Oriente, wurde diese Art bisher in verschiedenen größeren Flusssystemen beobachtet. Im südlichen Oriente ist *Inia* im Pastazafluss und dessen Zuflüssen, wie dem Ishpingo und dem Capahuari anzutreffen (eigene Beobachtungen). Vereinzelt Tiere wurden im Curaray gesehen (Randy Smith, pers. Mitt.), der den Yasuni Nationalpark im Süden begrenzt. Im Yasuni Nationalpark selbst kommt *Inia* im System des Napoflusses in den Zuflüssen Tiputini (Miguel Rodriguez, pers. Mitt.), dem Cononaco, dem Ishpingo und dem Yasuni vor (Felipe Campos, pers. Mitt.). Die einzigen Studien über *Inia* in Ecuador wurden im Cuyabeno Reservat im Becken des Aguarico durchgeführt. Diese Studien beschränkten sich bis 1996 auf den Unterlauf des Lagartococha und Teile des Aguarico (Herman et al. 1996, Utreras 1996). (Abbildung 6).

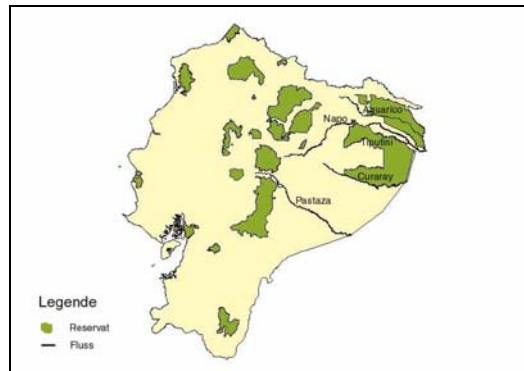


Abbildung 6: Verbreitungsgebiet von *Inia geoffrensis* in Ecuador

Im Verlauf der vorliegenden Studie von Mai 1996 bis Juli 1999 wurde das Untersuchungsgebiet innerhalb des Cuyabeno Reservats erheblich ausgedehnt und die Verbreitung von *Inia* innerhalb des Reservats genauer untersucht.

Studiengebiet und Methoden

Die Angaben über das Verbreitungsgebiet von *Inia* im Cuyabeno Reservat basieren auf eigenen Beobachtungen und auf Berichten von Einheimischen und Touristenführern. Von Mai 1996 bis Juli 1999 wurden in regelmäßigen Abständen der Aguarico, der Cuyabeno und der Lagartococha zu verschiedenen Wasserständen mit einem 12m langen Einbaumkanu und einem 25 PS Außenbordmotor (Johnson) befahren. Insgesamt wurde eine Strecke von ca. 492 Flusskilometern untersucht. Der Sábalo wurde innerhalb der Studienzeit drei mal befahren und der Cocaya bei nur einer Gelegenheit. Da der Wasserstand der Flüsse im Cuyabeno Reservat sich im Laufe des Jahres erheblich ändert, werden hier maximale Verbreitungen zur Hochwasserzeit behandelt.

Der Aguarico wurde von Chiritza bis zur Mündung in den Napo untersucht. Der Cuyabeno wurde regelmäßig auf einer Strecke von 112km von der „Puente Cuyabeno“ zur Mündung in den Aguarico befahren und an drei Gelegenheiten wurde der Oberlauf auf einer Strecke von 10km mit einem 5m langen Einbaumkanu untersucht. Die Zuflüsse des Cuyabeno wurden vom Zusammenfluß mit dem Cuyabeno so weit flußaufwärts untersucht, wie es der Verlauf des Flusses oder Hindernisse, wie umgestürzte Bäume, ermöglichten. Der Tarapy konnte auf einer Länge von 30km bis zur „Interoceanica“ bei Tarapoa

untersucht werden. Der Aguas Negras war nur auf einer Länge von 8km befahrbar, während der Balatayacu auf einer Länge von 11km untersucht werden konnte. Der Lagartococha wurde von der Mündung mit dem Aguarico bis zu den „Quebradas Sur“ und „Norte“ befahren. Beide Zuflüsse wurden so weit flussaufwärts wie möglich untersucht, die Quebrada Sur konnte bis zu 10km und die Quebrada Norte bis zu 7km flussaufwärts vom Zusammenfluß befahren werden. Darüber hinaus wurde die Laguna Imuya mehrmals und der Imuyafluss bei einer Gelegenheit auf einer Länge von ca. 10km untersucht. Der Sábalo wurde auf einer Länge von 15km und der Cocaya auf einer Strecke von 20km flussaufwärts der Mündung mit dem Aguarico befahren.

Ergebnisse

Auf den 492 untersuchten Flusskilometern erstreckt sich das Verbreitungsgebiet von *Inia* über eine Flusslänge von ca. 381 km. (Abbildung 7).

Im Verlauf des Aguaricos, dem einzigen Weiswasserfluss im Studiengebiet, kommt *Inia* vom Zusammenfluß des Aguarico mit dem Napo bis flussaufwärts zu den „Remolinos“ bei Secoya vor. In diesem Fluß halten sie sich vor allem in Mündungen von Schwarzwasserflüssen, wie Cuyabeno, Sábalo, Juanillas, Iripariy, Pacayacu und Lagartococha auf. (Abbildung 7).

In den Schwarzwasserflüssen selbst sind sie jedoch nur im Cuyabeno und im Lagartococha bis in die Oberläufe hinauf verbreitet. Im Cuyabeno erstreckt sich das Verbreitungsgebiet über eine Strecke von 122km bis oberhalb der Puente Cuyabeno, während sie im Lagartococha nur bis oberhalb von Garzacocha auf einer Gesamtlänge von 99km gesehen wurden. (Abbildung 7).

Im Sábalo, Cocaya und auch in den Zuflüssen des Cuyabeno, wie Tarapuy, Aguas Negras und Balatayacu wurde *Inia* nur im Mündungsbereich gesehen und scheint die oberen Flussabschnitte nicht oder nur selten zu nutzen. (Abbildung 7).

Diskussion

Im Aguarico konnte das Verbreitungsgebiet von *Inia* bis zu den „Remolinos“ bei Secoya bestätigt werden. Die „Remolinos“ sind riesige Strudel, die sich über die gesamte Breite des Aguarico erstrecken und Teil einer Stromschnelle sind. Womöglich ist die Strömung in der Stromschnelle so stark, dass das Vorkommen von *Inia* auf den Bereich flussabwärts dieser Stromschnelle beschränkt ist.

Das ausgedehnte Verbreitungsgebiet von *Inia* im Cuyabeno mit 122km stellt die maximale Verbreitung bei Hochwasser dar. Bei Hochwasser können die Delphine von der Mündung bis zu 122 km flussaufwärts in die Nähe des Hauses der Reservatsverwaltung „Puente Cuyabeno“ vorkommen, halten sich aber vorzugsweise im System der Lagunas Grandes de Cuyabeno auf. Während der Hochwasserzeit erstrecken sich die Lagunen über eine Fläche von ungefähr 6.000 ha, die überwiegend aus Überschwemmungswäldern mit *Macrobium akazifolium* als dominanter Baumart bestehen. Der Übergang vom Fluß zu den Lagunen ist zu dieser Zeit fließend. Die Topographie des Cuyabeno läßt eine Verbreitung von *Inia* nur zu bestimmten Jahreszeiten oder Wasserständen im gesamten Fluß zu. Der gesamte obere Bereich dieses Flusses ist gekennzeichnet durch zahlreiche Lagunen und kleine Zuflüsse mit nur geringer Tiefe. Zur Trockenzeit können die Lagunen komplett trocken fallen und der Cuyabeno selbst beschränkt sich im oberen Verlauf auf ein kleines Rinnsal. Im mittleren Flußabschnitt wechseln sich tiefe Flußabschnitte mit ausgedehnten Sandbänken ab, die in der Trockenzeit weder Delphine noch Kanus passieren lassen. Zur Trockenzeit sind sie deshalb gezwungen, sich im unteren Bereich des Cuyabeno aufzuhalten, der dann nur noch auf den letzten 10km tief genug ist.

Die Zuflüsse des Cuyabeno, wie Balatayacu und Aguas Negras sind sehr schmal, seicht und durch Bäume blockiert, weshalb *Inia* wohl nur in deren Mündungsbereich anzutreffen ist. Der Tarapuy hingegen ist ebenso breit wie der obere Verlauf des Cuyabeno oberhalb von Puerto Bolivar. Trotzdem wurden die Delphine in diesem Fluss immer nur in der Mündung gesehen und auch die Bewohner des Tarapuy haben *Inia* nie im übrigen Flussverlauf beobachtet. Ein möglicher Grund für die Abwesenheit von *Inia* könnte die Verschmutzung des Tarapuy durch die Ölfelder in dessen Oberlauf sein, die bis 1997 ihre Formationswasser direkt in den Fluß eingeleitet haben.

Die Verbreitung von *Inia* im Lagartococha ist womöglich durch die Breite des Flusses beschränkt, denn ab der Mündung der Quebradas Sur und Norte wird der Fluß sehr schmal und ist zudem von zahlreichen umgestürzten Bäumen blockiert. Auch der Imuya Fluss ist nur bis zu 5m breit und von Bäumen blockiert,

weshalb *Inia* diesen Fluß wohl nicht nutzen kann, obwohl sie regelmäßig in der Laguna Imuya anzutreffen sind. Der Flußlauf des Lagartococha ist ganzjährig tief genug, um ein Vorkommen von Amazonasdelphinen zu gewährleisten. Er ist charakterisiert durch Überschwemmungswälder, weite Bereiche, die mit Schilf überwachsen sind und Systeme von zahlreichen kleineren und größeren Lagunen.

Obwohl der Sábalo ebenso breit ist, wie der Oberlauf des Cuyabeno oder der Tarapuy kommen auch dort die Delphine nur im Mündungsbereich vor. Hier kann Umweltverschmutzung jedoch keine Rolle spielen, da dieser Fluß bisher noch von Ölfeldern unbeeinflusst ist. Das Gleiche gilt für den Curaray, in dem *Inia* nur vereinzelt den Fluß hoch schwimmt. Im Vergleich zum Cuyabeno und Lagartococha gibt es in diesen Flüssen kein Igapó oder Grassland. Der Sábalo führt ausschließlich durch Tierra Firme Wälder und besitzt nur im Oberlauf ein kleineres Lagunensystem. Der Curaray hingegen führt in weiten Bereichen durch Mauretales (Sierra 1999) oder ebenfalls Tierra Firme Wälder ohne Lagunensysteme.

Zusammenfassend kommt *Inia* im Cuyabeno Reservat hauptsächlich im Weisswasserfluss Aguarico, im Cuyabeno und im Lagartococha vor. In diesen Flüssen ist sein Vorkommen durch Stromschnellen und enge, verblockte Flüsse oder Flussarme beschränkt.

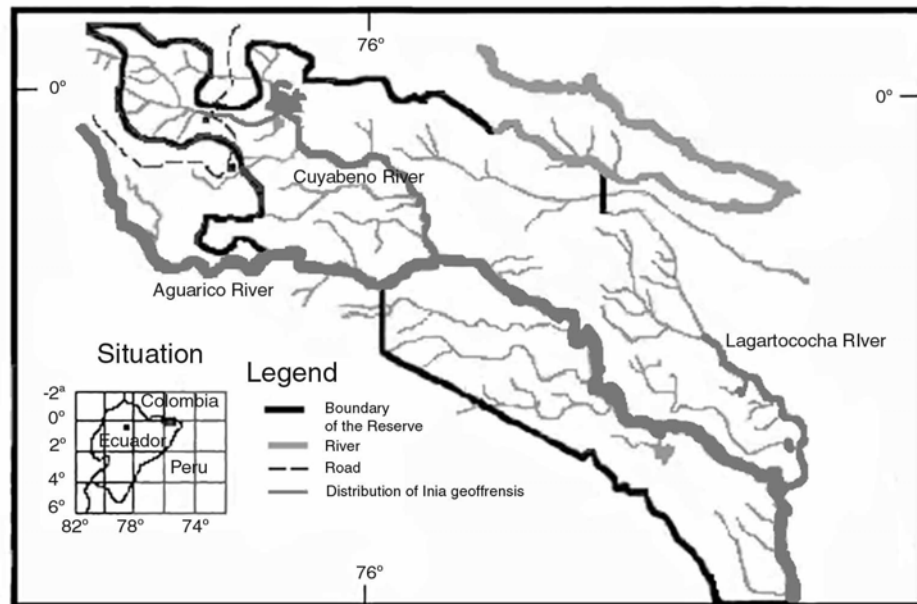


Abbildung 7: Verbreitung von *Inia geoffrensis* im Cuyabeno Reservat

6.2. *Bearbeitung neuer Methoden zur Populationschätzung von (Inia geoffrensis)*

Zur Populationschätzung von Walen und Delphinen werden bisher hauptsächlich zwei Methoden angewandt, die der „Line transects“ (Buckland et al. 1993) und der mehrfachen Sichtung fotografisch identifizierter Tiere, auch Photo ID genannt (Hammond et al. 1990). Im folgenden werden beide Methoden daraufhin analysiert, ob sie für die Beobachtung von *Inia* geeignet sind und welche Verbesserungen hinzugefügt werden müssen, um möglichst genaue Populationschätzungen zu erhalten.

a) Transekte unter Berücksichtigung der Sichtungswahrscheinlichkeit

Siehe Kapitel:

„Detection probability of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) during visual surveys in relation to water level and age class“. (Seite 56)

Einleitung

Die „Line transect“ Methode ist die bisher gängigste Methode, um Wal- und Delphinpopulationen auf offener See zu bestimmen. Da die Wetterbedingungen, die Größe und das Auftauchverhalten verschiedener Walarten die Sichtungswahrscheinlichkeit und damit die Populationschätzung erheblich beeinflussen, kann diese Methode spezifisch an die verschiedenen Arten und Wetterbedingungen angepaßt werden. Für Flussdelphine (Platanistidae), die in begrenzten Flusssystemen leben kann diese Methode jedoch nur bedingt angewandt werden, da die Breite und die Kurven des Flusses das Beobachtungsgebiet auf natürliche Weise begrenzen. Aus diesem Grund benutzen die meisten Flussdelphinforscher die „Strip transect“ -Methode (Caughley 1977). Diese Methode verlangt jedoch, dass alle auf dem Beobachtungstreifen befindlichen Tiere gezählt werden, was bei Delphinen nicht möglich ist, da sie einen Großteil ihrer Zeit unter Wasser verbringen. Hinzu kommt, dass die Tiere sich je nach Wasserstand auch außerhalb des Flussbettes aufhalten können, wenn sie zum Beispiel bei Hochwasser in überschwemmte Wälder oder Lagunen einwandern. Best und da Silva (1989a) zum Beispiel arbeiten mit korrigierten Sichtungen pro Beobachtungseinheit um *Inia* auf langen Strecken zu zählen, beschreiben aber nicht genauer auf welche Weise sie ihre Zählungen korrigieren. Um festzustellen, wieviel Tiere auf dem Beobachtungstreifen übersehen werden, wurde eine Methode entwickelt, mit der die Sichtungswahrscheinlichkeit von *Inia* in verschiedenen Altersklassen und bei verschiedenen Wasserständen bestimmt werden kann.

Methoden

Für die Bestimmung der Sichtungswahrscheinlichkeit von *Inia* wurde eine 20km lange Strecke 36 mal von der Mündung des Cuyabeno in den Aguarico bis zur Mündung des Aguas Negras in den Cuyabeno befahren. Um Sichtungswahrscheinlichkeiten auf Line Transect Surveys auf See zu bestimmen, werden zwei unabhängige Beobachtungsplattformen benutzt, von denen aus der Anteil der Tiere auf der Transektlinie bestimmt wird. Dies war mit dem 12m langen Kanu auf den Transekten für *Inia* nicht möglich wodurch auch keine Doppelsichtungen des selben Tieres ausgeschlossen werden konnten. Aus diesem Grund wurden die Transekte paarweise am selben Tag und innerhalb von 4-5 Stunden als Hin- und Rücktransekte durchgeführt, um die Anzahl der Tiere auf den Hin- und Rücktransekten miteinander zu vergleichen und festzustellen wieviel Tiere übersehen oder doppelt gezählt wurden. Außerdem wurde verglichen, wieviel adulte, mittelgroße Tiere und Kälber auf dem Hin- und auf dem Rücktransekt gesehen oder übersehen wurden. Insgesamt wurden 18 Transektpaare bearbeitet, die mehrmals zur Hochwasser-, zur Trockenzeit und bei mittlerem Wasserstand durchgeführt wurden, damit auch der Einfluß des Wasserstandes auf die Sichtungswahrscheinlichkeit untersucht werden kann.

Die Sichtungswahrscheinlichkeit wurde als Funktion von Abstand, Art des Auftauchens und der Wetterbedingung berechnet. Auf der Untersuchungsstrecke war der Fluß weniger als 50m breit, wodurch die Sichtungswahrscheinlichkeit im Verlauf dieser Strecke konstant blieb. Auch die Wetterbedingungen waren konstant und beeinflussten daher offensichtlich nicht die Sichtungswahrscheinlichkeit, wogegen der Wasserstand jedoch erheblich schwankte und eine deutliche Auswirkung auf die

Sichtungswahrscheinlichkeit haben konnte, da bei Hochwasser einige kleinere Zuflüsse für *Inia* zugänglich wurden.

Die Analyse der Gesamtzählungen auf den Transekten hat folgenden Hintergrund: Die Wahrscheinlichkeit p , dass ein sich auf dem Transekt befindliches Tier gesehen wird ist konstant. Wenn sich n Tiere in dem Flussabschnitt zu beiden Beobachtungszeiten auf den Hin- und Rücktransekten befinden, dann kann die Anzahl dieser Tiere als Binominalverteilung gesehen werden. Wenn angenommen wird, dass n auf den Hin- und Rücktransekten konstant ist, dann ist der erwartete Mittelwert \bar{x}

$$E(\bar{x}) = np$$

und die erwartete Varianz s^2 ist

$$E(s^2) = np(1 - p)$$

Daher kann p über den Mittelwert und die Varianz wie folgt ausgedrückt werden

$$p = 1 - \frac{s^2}{\bar{x}^2}$$

Folglich sind s_i^2 und \bar{x}_i^2 die Varianz und der Mittelwert von dem i ten Paar der Hin- und Rücktransekte wobei innerhalb der Paare n und p konstant sind. Definiere S und X als

$$S = \sum_i s_i^2 \quad \text{und} \quad X = \sum_i \bar{x}_i^2 \quad \text{für eine Gruppierung von Untersuchungspaaren in denen davon}$$

ausgegangen wird, dass p konstant ist, aber n zwischen den Untersuchungspaare variieren kann, dann ist die Schätzung für p gleich

$$\hat{p} = 1 - \frac{S}{X}$$

Caughley und Goddard (1972) gehen davon aus, dass in vielen Fällen p nicht konstant ist und dass jede Abweichung von p dazu führt, dass die beobachtete Varianz größer als die Binominalverteilung ist. Dies kann zu einer Abweichung der Berechnung führen indem p unterschätzt wird oder dazu, dass eine Berechnung nicht möglich ist wenn die Varianz größer ist als der Mittelwert. Sie führen einen zusätzlichen Parameter k ein, der den Abweichungskoeffizienten der Binominalverteilung darstellt ($k=1$ entspricht der Binominalverteilung) so dass

$$s^2 = k \left(\bar{x} - \frac{1}{n} \bar{x}^2 \right)$$

außerdem zeigen sie, dass es möglich ist s und k zu bestimmen, wenn die Untersuchungen auf zwei unterschiedlichen Effizienz-niveaus durchgeführt werden. Im Fall dieser Studie konnten die Untersuchungen nur auf einem Effizienz-niveau durchgeführt werden aber die Annahme, dass p konstant ist, ist für Flussdelphine um einiges wahrscheinlicher als für Wale auf See oder für terrestrische Säugetiere. Trotz allem wurde abgewogen, dass p nicht für alle Altersklassen gleich ist, da Feldbeobachtungen zu der Annahme führten, dass Kälber leichter zu beobachten sind als adulte Tiere. Außerdem trifft die Annahme, dass p konstant ist nicht zu, wenn die Tiere Seitenärme nutzen. Deshalb wurden im Rahmen dieser Studie die Untersuchungspaare in verschiedene Wasserstände (hoch, mittel und niedrig) und in verschiedene Altersklassen eingeteilt (adulte, mittelgroße Tiere und Kälber).

Wo angemessen wurde die „bootstrap“ Prozedur angewandt, um die Abweichung der errechneten p -Werte zu bestimmen. Dafür wurden nach Efron (1983) 95% Konfidenzintervalle aus dem Bootstrap Histogramm bestimmt.

Ergebnisse

Auf den 18 Transektpaaren wurden insgesamt 135 Tiere gesehen, von denen 66 auf den Hin- und 69 auf den Rücktransekten gesehen wurden (Tabelle 1 Kapitel x Seite y). Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Hin- und Rücktransekten (ttest, $p=0,78$). (Tabelle 1).

Die durchschnittliche Sichtungswahrscheinlichkeit für *Inia* ist am größten unter Niedrigwasserbedingungen mit 0,67 bei einem 95% Konfidenzintervall von 0,20-0,9. Unter Hochwasserbedingungen und bei mittlerem Wasserstand war die Varianz zu groß, um die Sichtungswahrscheinlichkeit zu bestimmen. Dafür konnte die Sichtungswahrscheinlichkeit jedoch für alle Altersklassen bestimmt werden. Kälber haben die höchste Sichtungswahrscheinlichkeit mit $p=0,76$, adulte Tiere werden mit einer Wahrscheinlichkeit von $p=0,67$ und mittelgroße Tiere mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,59 gesehen. Bootstraberechnungen konnten nur für Kälber (0,35-0,69) und für mittelgroße Tiere erstellt werden. Für adulte Tiere standen nur zwei identische Datenpunkte zur Verfügung, weshalb für diese Größenklasse keine Bootstraberechnung erstellt werden konnte. (Tabelle 3).

Tabelle 2. Sichtungen von *Inia geoffrensis* auf Hin- und Rücktransekten von der Bocana Cuyabeno nach Aguas Negras

Transekt nr.	Wasserstand	HIN				RÜCK			
		a	i	c	n	a	i	c	n
1	mittel	0	0	0	0	1	4	1	6
2	mittel	0	2	0	2	1	1	0	2
3	hoch	0	0	0	0	0	0	0	0
4	hoch	0	1	0	1	0	1	0	1
5	hoch	0	0	0	0	0	2	1	3
6	mittel	0	0	0	0	0	0	0	0
7	niedrig	0	2	2	4	0	2	1	3
8	mittel	0	0	0	0	0	0	0	0
9	hoch	0	0	0	0	0	0	0	0
10	mittel	0	0	0	0	1	1	1	3
11	hoch	1	1	1	3	0	0	0	0
12	niedrig	1	8	5	14	2	5	4	11
13	niedrig	0	5	6	11	0	5	7	12
14	niedrig	2	6	8	16	1	8	8	17
15	niedrig	0	5	6	11	1	2	3	6
16	niedrig	0	3	1	4	0	3	2	5
17	hoch	0	0	0	0	0	0	0	0
18	hoch	0	0	0	0	0	0	0	0
gesamt		4	33	29	66	7	34	28	69

Legende: a: adulte; i: mittelgrosse Tiere; c: Kälber; n: Anzahl der Tiere, die auf dem Transekt gesehen wurden

Tabelle 3. Ergebnisse der Analyse der Sichtungswahrscheinlichkeit von *Inia geoffrensis* im Cuyabenofluss

Alle Transekte bei Hochwasser und mittlerem Wasserstand						
hin	rück	x	s^2	\bar{X}	S	p
0	6	3	18	1.75	5.25	Kein Ergebnis
2	2	2	0			
0	3	1.5	4.5			
1	1	1	0			
0	3	1.5	4.5			
3	0	1.5	4.5			
Alle Transekte bei niedrigem Wasserstand						
hin	rück	x	s^2	\bar{X}	S	p
4	3	3.5	0.5	9.5	3.167	0.67 (0.20 – 0.95)
14	11	12.5	4.5			
11	12	11.5	0.5			
16	17	16.5	0.5			
11	6	8.5	12.5			
4	5	4.5	0.5			
Kälber bei niedrigem Wasserstand						
hin	rück	x	s^2	\bar{X}	S	p
2	1	1.5	0.5	4.417	1.083	0.76 (0.35 – 0.96)
5	4	4.5	0.5			
6	7	6.5	0.5			
8	8	8	0			
6	3	4.5	4.5			
1	2	1.5	0.5			
Mittलगrosse Tiere bei niedrigem Wasserstand						
hin	rück	x	s^2	\bar{X}	S	p
2	2	2	0	4.5	1.833	0.59 (0.23 – 0.92)
8	5	6.5	4.5			
5	5	5	0			
6	8	7	2			
5	2	3.5	4.5			
3	3	3	0			
Adulte Tiere bei niedrigem Wasserstand						
hin	rück	x	s^2	\bar{X}	S	p
1	2	1.5	0.5	1.5	0.5	0.67 (n/a)
2	1	1.5	0.5			

Die eingeklammerten Zahlen in der p Spalte sind 95% Bootstrapkonfidenzintervalle.

Diskussion

Es gibt zahlreiche Faktoren, die Populationsschätzungen von Amazonasdelphinen beeinflussen und daher in die Berechnung mit einbezogen werden sollten. Dazu gehören der Wasserstand und das unterschiedliche Auftauchverhalten verschiedener Altersklassen. Die Niedrigwasserperiode ist für Populationsschätzungen am Besten geeignet, da Untersuchungen bei diesem Wasserstand wenig Abweichungen voneinander aufzeigen und die Wahrscheinlichkeit ein Tier zu sichten zu dieser Zeit am größten ist. Die Tatsache, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Anzahl der gesichteten Tiere auf den Hin- und Rücktransekten gab zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit ein Tier zu sehen unabhängig

davon ist, ob eine Transekt nach flußaufwärts oder flußabwärts durchgeführt wurde. Die hohe Abweichung in der Anzahl von Tieren bei Transekten während hohem oder mittlerem Wasserstand deutet darauf hin, dass zu diesen Wasserständen nur relative Vergleiche im Vorkommen von Inia gezogen werden können und dass die Sichtungswahrscheinlichkeit zu gering ist, um Rückschlüsse auf die Populationsgröße ziehen zu können. Dieses Ergebnis ist keineswegs überraschend, da zu höheren Wasserständen auch andere Flüsse, Seitenarme und Lagunen zugänglich sind und sich weniger Tiere im Flussbett befinden.

Anhand dieser Studie, in der Zählungen von gepaarten Transekten verglichen werden, kann nicht nur die Sichtungswahrscheinlichkeit festgestellt werden, sondern auch hervorgehoben werden unter welchen Bedingungen vergleichbare Untersuchungen die besten Ergebnisse erzielen. Obwohl diese Untersuchung spezifisch für den Cuyabenofluss in Ecuador ist, können einige Aspekte auch generell übertragen werden. In vergleichbaren Flusssystemen und mit vergleichbaren Beobachtungsbasen können die in dieser Studie berechneten Sichtungswahrscheinlichkeiten auch für andere Studien angewendet werden. Darüber hinaus zeigen die hohen Abweichungen der Zählungen bei hohem und mittlerem Wasserstand, deutlich, dass es sehr schwierig ist Populationen zu schätzen, wenn Inia auch in Seitenarme und Lagunen einwandern kann.

Faktoren, die die Sichtungsmöglichkeiten von Inia direkt beeinflussen können die berechneten Wahrscheinlichkeiten verändern indem jede Abweichung im Sichtungsprozess höhere Varianz in der Anzahl der Tiere verursacht und p unterschätzt wird. Trotzdem können Abweichungen in der Sichtungswahrscheinlichkeit aufgrund individueller Verhaltensweisen der Tiere die Wahrscheinlichkeitsschätzungen auch positiv beeinflussen und zu einer Überschätzung führen. Indem die verschiedenen Altersklassen, eingeteilt nach Größenkategorie, in der Analyse extra behandelt wurden konnten diese Verhaltensunterschiede jedoch mit eingerechnet werden. Adulte Tiere zum Beispiel können schneller schwimmen und länger unter Wasser bleiben als Kälber, die kürzere Tauchintervalle haben und meist wie ein Korken an die Oberfläche springen, während adulte Tiere kaum ihr Blasloch zeigen. Diese Verhaltensbeobachtungen werden auch in der Analyse deutlich, denn für Kälber wurde die höchste Sichtungswahrscheinlichkeit errechnet.

b) Photoidentifikation

Siehe Kapitel 8.2, S. 62:

„Confidence of natural marks of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*)“.

Einleitung

Die Populationsschätzung aufgrund mehrmaliger Sichtungen ist eine weitere wichtige Methode, da sie häufig angewandt wird und die meisten Fehlerquellen in dieser Methode bekannt sind. Besonders bei Walen kann sie sehr hilfreich sein um festzustellen, ob sich eine Population erholt oder sich deren Situation verschlechtert (Hammond et al. 1990). Bisher wurde diese Methode jedoch nicht für Flussdelphine angewandt, obwohl Photo ID Studien von Yuanyu et al. (1990) zeigten, dass es auch für Flussdelphine, wie dem Baiji (*Lipotes vexilifer*) eine vielversprechende Methode für Populationsschätzungen dieser schwer zu beobachtenden Art ist. Für Inia wird die Photoidentifikation als Werkzeug für Populationsschätzungen erstmals im Rahmen dieser Studie angewandt (siehe Kapitel 8.4 „estimating the population size of naturally marked Amazon river dolphins using photo ID and capture recapture techniques“).

Für die Identifizierung werden natürliche Markierungen in der Haut der Delphine wie Kratzer, Kerben und Pigmentierungen benutzt. Eine Fehlerquelle für Populationsschätzungen über längere Zeiträume ist die Beständigkeit der Merkmale (Hammond et al. 1990). Bei Großen Tümmlern (*Tursiops truncatus*) konnten oberflächliche Kratzer 6-12 Monate verfolgt werden, während Tiefe Wunden auch noch nach 5-20 Monaten deutlich zu erkennen waren (Lockyer und Morris 1990). Die einzigen Beobachtungen über die Beständigkeit von Markierungen bei Inia stammen von Trujillo (1994), der innerhalb seiner einjährigen Studienzeit keine Veränderungen in Kerben oder Pigmentierungen feststellen konnte. Im Folgenden wird untersucht, wie lange sich verschiedenen Typen von Markierungen halten und ob Photo ID auch für Langzeituntersuchungen bei Inia angewandt werden kann.

Methode

Von Mai 1996 bis Juni 1999 wurden insgesamt 3.564 Aufnahmen von *Inia* gemacht von denen 353 für die Analyse der Beständigkeit der Markierungen verwendet werden konnten. Darüber hinaus standen einige Photos zur Verfügung, die im Februar 1993 von Andres Vallejo im Lagartococha aufgenommen wurden. Alle Bilder mit deutlichen Markierungen wurden eingescannt und mit Adobe Photoshop ausgewertet. Es wurden jeweils mehrere Markierungen benutzt, um ein Tier zu identifizieren:

- Kratzer wurden, je nachdem wie tief sie in die Haut eingedrungen sind, in zwei verschiedenen Typen eingeteilt:
 - Leichte Kratzer (sS), die meist nur oberflächliche Verletzungen darstellten und sich zu hellen Markierungen verändern können.
 - Tiefe Kratzer (dS) durchdringen die Haut und sind zunächst als blutige Wunden sichtbar, die sich dann zu oberflächlichen Kratzern verändern und nach dem Heilungsprozess als helle Veränderungen in der Pigmentierung sichtbar bleiben.
- Kerben (N) sind Einschnitte auf der Oberkannte der Finne oder dem Rücken.
- Pigmentierungen (P) sind hellere oder dunklere Flecken auf der Haut, die grau, schwarz oder rosa erscheinen können.

Um herauszufinden wie beständig die verschiedenen Typen von Markierungen sind wurde ein Index erstellt (R_i), der die Anzahl der Sichtungen einer Markierung (m) im Verhältnis zur Gesamtzahl der Tiere, die mit der jeweiligen Markierungstypen (n) gesichtet wurden, beschreibt.

$$R_i = \frac{m}{n}$$

Die Dauerhaftigkeit jedes Markierungstyps wurde anhand der Anzahl der mehrfachen Sichtungen jeder Markierung und der maximalen Dauer innerhalb der die Markierung gesehen wurde, ermittelt. Hierbei wurden nur Mehrfach-sichtungen nach einem minimalen Zeitraum von einem Monat ausgewertet. Darüber hinaus wurde jeder Kratzer, jede Kerbe und jede Pigmentierung auf Veränderungen innerhalb der Beobachtungsdauer überprüft. Dafür wurde jede Markierung einzeln behandelt unabhängig davon, ob sie mit mehreren anderen Markierungen auftrat.

Ergebnisse

Von 113 identifizierten Tieren wurden insgesamt 200 mehrfach gesehen, was bedeutet dass jedes Tier im Durchschnitt 1,77 Mal gesehen wurde. Die meisten Tiere wurden anhand von Kratzern identifiziert (63), 13 Tiere mit Kerben, 16 Tiere mit Kombinationen aus Kerben und Kratzern, Kombinationen von Pigmentierungen mit Kerben trat bei einem Tier auf und von Pigmentierungen mit Kratzern bei 14 Tieren. Nur 3 Tiere konnten nur mit Pigmentierungen identifiziert werden, wurden aber nicht mehrmals gesehen. Tiere mit Kerben wurden im Durchschnitt 2,23 mal gesehen, Kratzer 1,4 mal und Tiere mit Kombinationen 1,31 mal. (Tabelle 4).

Tabelle 4: Index für mehrfache Sichtungen verschiedener Markierungen oder Kombinationen von Markierungen bei *Inia geoffrensis*.

	Identifizierte Tiere	Kerben	Pigmentierungen	Kratzer	Kerben und Pigmentierungen	Kerben und Kratzer	Kratzer und Pigmentierungen
Insgesamt	113	13	3	63	1	16	14
Mehrfachsichtungen	200	29	0	88	0	21	11
Index für Mehrfach-sichtungen	1.77	2.23	0	1.4	0	1.31	0.79

In einem Zeitraum von 6 Jahren gingen 25% der Pigmentierungen verloren und 17,1% der leichten Kratzer während nur 2,7% der Kerben und keine tiefen Kratzer verloren gingen. (Tabelle 5).

Tabelle 5: Verlust von Markierungen bei *Inia geoffrensis* von Februar 1993 bis Juli 1999

	sS	dS	N	P
Anzahl der Markierungen	82	5	37	8
Verlorene Markierungen	14	0	1	2
% verlorener Markierungen	17.1	0	2.7	25

Legende: sS: leichte Kratzer, dS: tiefe Kratzer, N: Kerben, P: Pigmentierungen.

Kerben konnten mit 58 Monaten am längsten beobachtet werden, leichte Kratzer wurden über 55 Monate verfolgt und die längste Beobachtungsdauer von tiefen Kratzern betrug 25 Monate, während Pigmentierungen längstens über 22 Monate beobachtet wurden. Abbildung 8.2 a und b (Seite 66) zeigen deutlich die Beständigkeit dieser Markierung, die vom 8. Juli 1997 bis 19. April 1998 beobachtet werden konnte. (Tabelle 3).

Tabelle 3: Maximale Beständigkeit der Markierungen von *Inia geoffrensis* von Februar 1993 bis Juli 1999

Markierung	sS	dS	N	P
Monate	55	25	58	22

Legende: sS: leichte Kratzer, dS: tiefe Kratzer, N: Kerben, P: Pigmentierungen.

Diskussion

Um *Inia* eindeutig identifizieren zu können sind Kerben die verlässlichsten Markierungen, da sie nicht gänzlich verheilen und dadurch den höchsten Wiedersichtungsindex haben, obwohl der Wiedersichtungsindex von Kombinationen mit Kerben und Kratzern niedriger ist, als für Tiere, die nur durch Kratzer markiert sind. Da die meisten Tiere mit Kombinationen mehrerer Kratzer identifiziert wurden, sind Kratzer, bzw. Kombinationen von Kratzern, ebenfalls sehr verlässliche Markierungsmerkmale. Dadurch dass viele Kratzer bestehen bleiben, aber im Laufe der Zeit neue Kratzer hinzukommen können ist die Identifizierung durch Kratzer auch über längere Zeiträume sehr zuverlässig. Tiefe Kratzer verschwinden zwar nicht, verändern sich aber im Laufe der Zeit zu leichten Kratzern oder hellen Pigmentierungen je nach Verlauf des Wundheilungsprozesses. Die Färbung von *Inia* verändert sich von weiss oder grau in rosa je nach Aktivität (Trujillo 1994 und eigene Beobachtungen), trotzdem bleiben einige Pigmentierungsflecken bestehen. Die identifizierten Pigmentierungen wurden nur in einem Fall ein zweites mal gesehen, aber diese Pigmentierung konnte über einen Zeitraum von 22 Monaten verfolgt werden. Dies weist darauf hin, dass einige Pigmentierungen sehr dauerhaft sein können, dass aber die geringe Anzahl der Tiere mit diesen Pigmentierungen keine repräsentativen Ergebnisse zulässt.

Im Vergleich zum Wundheilungsprozess von Großen Tümmlern (*Tursiops truncatus*) in marinen Gewässern, scheinen die Wunden von Amazonasdelphinen in warmen, tropischen Flüssen langsamer zu verheilen. Lockyer und Morris (1990) konnten tiefe Kratzer nur über einen Zeitraum von 20 Monaten verfolgen, während sie bei *Inia* im Cuyabeno Reservat noch nach 55 Monaten zu sehen waren.

Verschiedene Faktoren können die Ergebnisse dieser Studie oder einer Photo ID Studie generell beeinflussen, zum Beispiel sind manche Tiere sehr scheu gegenüber den Booten, die als Beobachtungsplattform dienen, sein und deshalb schwieriger zu photographieren. Außerdem können Tiere das Untersuchungsgebiet verlassen und deshalb nicht mehrmals photographiert werden. Trotz allem bleibt deutlich, dass Kerben und Kratzer auch über längere Zeiträume hinweg gute Erkennungsmerkmale für Amazonasdelphine sind und dass bestimmte Typen von Pigmentierungen über bis zu zwei Jahre erhalten bleiben und daher für die Photoidentifikation im Hinblick auf Populationschätzungen von einem Jahr zum anderen verwendet werden können.

c) Schlussfolgerungen zur Analyse der Transektmethode und der Photoidentifikation anhand natürlicher Markierungen

Anhand der Ergebnisse dieser Studien sind Strip Transekte und die „mark recapture Methode“ anhand von Photoidentifikation natürlich markierter Tiere für Populationschätzungen von *Inia* anwendbar, wenn bestimmte Parameter berücksichtigt werden:

Bei der Strip Transekt Methode:

- Sollten nur Niedrigwasserbedingungen für Populationsschätzungen verwendet werden, wenn der Fluss Verbindungen zu Lagunen oder anderen Flüssen hat
- Sollten die verschiedenen Sichtungswahrscheinlichkeiten der unterschiedlichen Alters- oder Größenklassen in Betracht gezogen werden

Bei der Photoidentifikation:

- Können Merkmale wie Kerben oder Kratzer, bzw. Kombinationen auch über längere Zeiträume verwendet werden
- Bei Pigmentierungen gibt es verschiedene Typen, die auch über einen längeren Zeitraum zuverlässig sind, während sich die Gesamtpigmentierung von *Inia* innerhalb kurzer Zeit ändern kann.

6.3 Populationsgröße und –Dynamik von *Inia geoffrensis* im Cuyabeno Reservat

Siehe Kapitel 8.3, Seite 67

„Population density and abundance estimates of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador.“

und Kapitel 8.4, Seite 74

„Estimating the population size of naturally marked Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) using photo ID and capture recapture techniques.“

Einleitung

Der Amazonasdelphin (*Inia geoffrensis*), des weiteren Inia genannt, wurde bisher in mehreren Ländern seines Verbreitungsgebietes im Orinoco und Amazonasbecken erforscht (Best and Da Silva 1989, Trujillo 1994, McGuire and Winemiller 1998, Henningsen 1998). Trotzdem existieren Populationsschätzungen oder Analysen über Populationstendenzen nur für wenige Gebiete. Für den Schutz dieser Art ist es jedoch notwendig Populationstrends in verschiedenen Regionen des Verbreitungsgebietes zu ermitteln und überwachen (Perrin et al. 1989). In Ecuador zum Beispiel wurden bisher nur zwei Studien über Inia und beide nur im Lagartocochafloss durchgeführt (Herman et al. 1996, Utreras 1996). In der vorliegenden Studie wird deshalb die Populationsgröße und die Populationsdichte in allen größeren Schwarzwasserflüssen des Cuyabeno Reservats, dem Cuyabeno und dem Lagartococha, zu verschiedenen Jahreszeiten untersucht.

Da auch in der Anwendung der Methoden bisher noch Unklarheit besteht und adäquate Methoden zur Populationsschätzung ermittelt werden müssen, werden im Folgenden zwei verschiedene Methoden, die der modifizierten Strip Transekte und der Marc Recapture Methode durch Photoidentifikation natürlich markierter Tiere, angewandt und direkt miteinander verglichen.

Methoden

Die Flüsse waren eng genug, um als Beobachtungstreifen für einen Transekt (strip transect) zu dienen. Bleibt jedoch das Kriterium, daß alle Tiere auf dem Transekt gesehen werden müssen (Caughley 1977), was für die Amazonasdelphine, die die meiste Zeit unter Wasser verbringen nicht der Fall ist. Aus diesem Grund wurde ein Faktor, der die Sichtungswahrscheinlichkeit der Delphine zu verschiedenen Wasserständen beschreibt (s.o.) in die Berechnung mit einbezogen.

Da die Sichtungswahrscheinlichkeit für die Delphine während der Trockenzeit sehr hoch ist, wurden nur die Zählungen zur Trockenzeit für die Populationsschätzungen verwendet, während die relative Populationsdichte (D^*) auf den verschiedenen Transekten für alle Jahreszeiten berechnet wurde indem die Anzahl der Tiere auf jedem Transekt (n) durch die Länge des Transekts (L_{trans}) geteilt wurde.

$$D^* = \frac{n}{L_{trans}}$$

Die Populationsgröße für jeden Transekt (N^*) wurde berechnet indem die durchschnittliche Anzahl der Tiere auf den Transekten (n), die während der Trockenzeit gezählt wurden, durch die Sichtungswahrscheinlichkeit (p) geteilt wurde.

$$N^* = \frac{n}{p}$$

Die Populationsdichte auf den verschiedenen Flussabschnitten ist dann gegeben durch die Populationsgröße (N^*) geteilt durch die Länge des Flussabschnittes (L_{trans}).

$$D = \frac{N^*}{L_{trans}}$$

Die maximale durchschnittliche Populationsdichte (D_{max}) von jedem Fluss während der Trockenzeit wurde multipliziert mit der Gesamtlänge des Flusses (L), auf der *Inia* vorkommt und gibt dann die absolute Populationsgröße (N) von *Inia* für jeden Fluss.

$$N = D_{max} \cdot L$$

Für Populationschätzungen durch mehrmalige Sichtungen (capture recapture) anhand von Photoidentifikation natürlicher Merkmale wurden nur Photos mit sehr guter Qualität verwendet. Das bedeutet, dass die Tiere deutliche Markierungen besitzen müssen, dass der Delphin das Bild ausfüllt und dass das Bild scharf genug ist. Die Populationsschätzungen wurden durchgeführt, indem Modelle für geschlossene Populationen verwendet wurden (Hammond 1986), wie zum Beispiel der modifizierte Schätzmechanismus von Bailey's (1951), der das Zwei-Stichprobenmodell von Peterson ersetzt.

$$N_1 = \frac{n_1(n_2 + 1)}{m_2 + 1}$$

Da alle Tiere zu jeder Probennahme die gleiche Wahrscheinlichkeit haben müssen, „gefangen“ bzw. fotografiert zu werden (Seber 1982), wurden für die Populationsschätzung nur die Exkursionen zur Trockenzeit im Dezember 1996 und im Dezember 1997 ausgewertet. Da zu dieser Jahreszeit die Sichtungswahrscheinlichkeit am höchsten ist (s.o.) sollte auch die Aufnahmewahrscheinlichkeit der Tiere gleich sein.

Ergebnisse

Die Populationsdichte auf den langen Transekten im Cuyabeno (C-Tranekte) von der Mündung bis zu den Lagunas Grandes im Jahr 1996 betrug 0,09 *Inias*/km Fluß während der Regen- und Trockenzeit und 0,04 Tiere während der Übergangszeit von der Regen- zur Trockenzeit. 1997 wurden während der Übergangszeit von der Trocken- zur Regenzeit keine Tiere beobachtet, während die Populationsdichte während der Regenzeit 0,01 *Inias*/km Fluß betrug. Bei fallendem Wasserstand nahm die Populationsdichte auf 0,04 *Inias*/km Fluß zu und erreichte ein Maximum während der Trockenzeit von 0,08 *Inias*/km Fluß. 1998 wurde nur zwei Transekte während der Übergangszeit- von der Trocken- zur Regenzeit durchgeführt und eine durchschnittliche Populationsdichte von 0,07 *Inias*/km Fluß errechnet. (Tabelle 8.3.2 Seite 72).

Auf den Transekten im unteren Flussabschnitt des Cuyabeno von der Mündung bis zum Aguas Negras Fluß (CA-Tranekte) wurden 1996 eine durchschnittliche Populationsdichte von 0,04 *Inias*/km Fluß während der Übergangszeit- von der Trocken- zur Regenzeit, von und von 0,47 *Inias*/km Fluß während der Trockenzeit berechnet. 1997 wurde *Inia* nur während der Übergangszeit von der Regen- zur Trockenzeit und während der Trockenzeit gesehen werden mit durchschnittlichen Populationsdichten von 0,23 und 0,36 *Inias*/km Fluß. (Tabelle 8.3.2, Seite 72).

Der obere Teil des Lagartococha war oft durch schwimmende Schilfgürtel blockiert, die ein Durchkommen unmöglich machten und konnte deshalb nicht regelmäßig befahren werden. Im Lagartococha wurden die meisten Tiere im oberen Flussabschnitt (LO-Tranekte) gesehen mit 0,09 *Inias*/km Fluß während der Trockenzeit, 0,24 *Inias*/km Fluß während der Regenzeit und 0,36 *Inias*/km Fluß während der Übergangszeit von der Regen- zur Trockenzeit. Die langen Transekte von der Laguna Imuya bis nach Garzacochoa (LOP-Tranekte) konnten 1997 nur während der Übergangszeit von der Regen- zur Trockenzeit befahren werden, auf denen eine durchschnittliche Populationsdichte von 0,18 *Inias*/km Fluß errechnet wurde und 1998 auf zwei Transekten während der Trockenzeit konnte eine durchschnittliche Populationsdichte von 0,08 *Inias*/km Fluß errechnet werden. (Tabelle 8.3.2, Seite 72).

Im unteren Abschnitt von der Mündung bis Delfincocha (LU-Tranekte) hingegen war die Populationsdichte im Vergleich zu den anderen Transekten im Cuyabeno Reservat eher stabil. 1996 zum Beispiel wurde zur Regenzeit eine durchschnittliche Populationsdichte von 0,27 *Inias*/km Fluß und zur Trockenzeit von 0,25 *Inias*/km Fluß bestimmt. 1997 betrug diese Werte 0,21 *Inias*/km Fluß während der Regenzeit, 0,26 *Inias*/km Fluß während der Übergangszeit von der Regen- zur Trockenzeit und 0,24 *Inias*/km Fluß während der Trockenzeit. (Tabelle 8.3.2, Seite 72).

Die Populationsgröße anhand der abgewandelten Strip Transekt Methode konnte für den Cuyabeno während der Trockenzeit von 1996/97 mit 79 Tieren und während der Trockenzeit von 1997/98 mit 45 Tieren bestimmt werden. Im Lagartococha konnte die Populationsgröße nur für die Trockenzeit von 1997/98 mit 12 Tieren errechnet werden, womit für 1997/98 eine im gesamten Studiengebiet

Gesamtpopulationsgröße von 65 geschätzt wird. Dieser Wert liegt nahe an dem der Mark – recapture-Methode, der für Tiere, die auf der rechten Seite der Rückenfinne identifiziert wurden bei 61,2 Tieren und liegt bei Tieren, die auf der linken Seite der Rückenfinne identifiziert wurden bei 44,57 Tieren liegt. (Tabelle 8.4.2, Seite 77).

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Unterschied in der Populationsdichte zu den verschiedenen Jahreszeiten. Generell wurden während der Regenzeit, also zur Hochwasserperiode, weniger Tiere gesehen als während der Übergangsperioden oder zur Trockenzeit. Dies wird besonders im Cuyabeno deutlich, dessen Oberlauf während der Trockenzeit austrocknen kann und die Tiere in die unteren Bereiche einwandern müssen. Zur Hochwasserzeit hingegen bevorzugen die Delphine das System der Lagunas Grandes und halten sich nur vereinzelt im Flussverlauf auf. Nichts desto Trotz ist die Populationsdichte im Cuyabeno zur Hochwasserperiode von 1996 relativ hoch. Das liegt sicherlich daran, dass die Hochwassersaison von 1996 sehr spät begann und sich die Tiere während der Beobachtungszeit im Juni noch im Fluß befanden, um zu den Lagunas Grandes zu gelangen (siehe Karte 8.3.1). 1997 füllten sich die Lagunen schon sehr früh mit Wasser, wodurch während der Beobachtungszeit nur sehr wenige Tiere auf den Transekten im Fluß gezählt werden konnten, da sie sich bereits in den Lagunen befanden.

Im Lagartococha hingegen ist über das ganze Jahr im gesamten Flussverlauf genügend Wasser vorhanden. Die zahlreichen Lagunensysteme schrumpfen zur Trockenzeit hin jedoch deutlich, wodurch auch in diesem Fluß die Populationsdichte während der Übergangsphase von der Regen zur Trockenzeit und während der Trockenzeit leicht höher ist. Wie auch im Cuyabeno scheinen die Delphine hier die oberen Flussbereiche während der Regenzeit und die unteren Flussbereiche während der Trockenzeit zu bevorzugen.

Auf den Transekten im unteren Bereich des Lagartococha wurden während des Untersuchungszeitraumes von 1996 bis 1998 mit 0,21 - 0,27 *Inia*/km Fluß insgesamt weniger Tiere gesehen als in der von Utreras (1996) durchgeführten Studie, der Populationsdichten von 0,38 und 0,44 *Inia*/km Fluß beobachten konnte. Auch während der Studienzeit von 1996 bis 1998 konnte ein leichter Rückgang der Populationsdichte beobachtet werden. Weitere Studien in anderen Bereichen des Amazonas und Orinocobeckens weisen ebenfalls sehr unterschiedliche Populationsdichten auf. So gibt es Gebiete mit einer sehr hohen Dichte von Amazonasdelphinen, wie zum Beispiel im Cinarucofluß in Venezuela mit 2,3 und 3,8 *Inia*/km Fluß (McGuire 1995) oder 1,16 *Inia*/km Fluß im Apure Fluß (Pilleri et al. 1982) oder mit einer sehr niedrigen Populationsdichte, wie zum Beispiel 0,03 *Inia*/km Fluß im Orinoco (Pilleri et al. 1982). Im Vergleich zu anderen kleineren Seitenflüssen in Peru, wie dem Samiriafluß mit Populationsdichten von 0,45 - 0,68 *Inia*/km Fluß und dem Tapichefluß mit Populationsdichten von 0,73 - 1,46 *Inia*/km Fluß (Henningsen 1998) scheint das Cuyabenoreservat relativ gering mit dem Amazonasdelphin bevölkert zu sein. Allerdings sind genaue Vergleiche bisher noch nicht möglich, da die verschiedenen Untersuchungsmethoden noch nicht aufeinander abgestimmt sind und es bisher keine Standardmethode für die Populationserschätzung von *Inia* gibt.

Was die Berechnung der Populationsgröße betrifft, so wurde die höchste Populationsgröße für den Cuyabeno während der Trockenzeit von 1996/1997 ermittelt, was sicherlich an der hohen Populationsdichte im Dezember/Januar 1996/1997 im unteren Bereich des Cuyabeno liegt, da hier die Beobachtungszeit direkt mit dem Beginn der Trockenzeit zusammenfiel (s.o.). Für das gesamte Cuyabenoreservat konnte die Populationsgröße nur anhand der Daten von der Trockenzeit 1997/1998 errechnet werden und lag deutlich unter dem 1996/1997 für den Cuyabeno ermittelten Wert. Im Vergleich zur Methode der mehrfachen Sichtungen (Peterson „capture-recapture“ Methode) unterscheidet sich die Populationsgröße, die über die Transekte ermittelt wurde jedoch nur um 1,2 Tiere mit 60 Tieren anhand der Transekte zu 61,2 Tieren, die durch die Peterson Methode mit auf der rechten Seite der Rückenfinne identifizierten Tieren, ermittelt wurden.

Für die Photo ID Methode konnten insgesamt 8% der Bilder ausgewertet werden und 24 bzw. 37 Tiere wurden anhand von Markierungen auf der linken bzw. rechten Seite identifiziert (siehe Kapitel 8.4). Im Vergleich beider ID Kataloge mit Tieren, die auf der linken oder auf der rechten Seite identifiziert wurden, wird deutlich, dass das Ergebnis unter anderem stark von der Anzahl der identifizierten Tiere abhängt. Da für den Katalog der linken Seite bisher weniger Tiere als für den Katalog der rechten Seite identifiziert werden konnten ist auch das Ergebnis dementsprechend unterschiedlich mit einer geringeren Populationsgröße von Tieren, die anhand von Markierungen auf der linken Seite identifiziert wurden. Die

Anzahl der Tiere, die durch Markierungen auf der rechten Seite identifiziert wurden entspricht jedoch mehr als der Hälfte der geschätzten Populationsgröße (s.o.) wodurch das Ergebnis dementsprechend zuverlässig wird und zeigt, dass diese Methode für die Populationsschätzung von Amazonasdelphinen sehr vielversprechend ist.

6.4 Habitatnutzung und individuelle Verbreitungsgebiete von *Inia geoffrensis* im Cuyabeno Reservat

Siehe Kapitel 8.5, Seite 79

„Habitat use and home range of Amazon River dolphins (*Inia geoffrensis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador“

Einleitung

Der Lebensraum der Amazonasdelphine (*Inia geoffrensis*) ist gekennzeichnet durch die andauernden Schwankungen im Wasserstand zu den verschiedenen Jahreszeiten, die dazu führen, dass diese Tiere gewisse Lagunen und Flußabschnitte regelmäßig verlassen müssen, um nicht in trocken fallenden Wasserbecken gefangen zu bleiben. Trotz allem sind Inias im gesamten Amazonas- und Orinocobecken verbreitet, wo sie sämtliche Lebensraumtypen bewohnen, wie zum Beispiel Flüsse, kleine Kanäle, Seitenarme, Lagunen und andere. Besonders scheinen sie aber in den Mündungsbereichen von Flüssen vorzukommen (da Silva 1986).

Über die Nutzung oder Bevorzugung bestimmter Lebensraumtypen ist bisher nur wenig bekannt und die wenigen veröffentlichten Untersuchungen beschränken sich vor allem auf Sichtungsfrequenzen von Inia in bestimmten Habitaten, wie Seen, Flüssen oder Seitenkanälen (McGuire und Winemiller 1998) oder auf Flussabschnitte mit oder ohne Kurven (Henningsen 1998). Magnussen et al. (1980) beobachteten, dass Inia tiefe, ruhige oder langsam fließende Gewässer bevorzugt. Eine genauere Einteilung in verschiedene Mikrohabitate wurde von McGuire und Winemiller (1998) gegeben, die verschiedene Uferstrukturen beschrieben, wie zum Beispiel Kies, Sandbänke, Steilufer, Felsen oder Bäume, sie geben jedoch keine Beschreibung über die Nutzung dieser Mikrohabitate anhand verschiedener Verhaltensweisen an.

Was das tägliche Aktivitätsmuster betrifft, so scheint Inia einen diurnalen Lebensrhythmus zu führen (Best und da Silva 1989a) dem auch die täglichen Wanderungen unterliegen. So konnte Layne (1958) beobachten, dass Inia morgens und nachmittags vom Fluß in die Seen einwandert. Trotzdem ist bisher wenig über die täglichen Wanderungen von Inia bekannt und von vielen Autoren werden sie als ortstreue Tiere beschrieben (Best und da Silva 1989a), die auch über mehrere Jahre hinweg im selben Gebiet bleiben. Um so mehr erstaunte die Beobachtung eines Tieres, das in Brasilien markiert und in Peru wiedergesehen wurde, nachdem es eine Strecke von rund 2000km zurückgelegt hat (Henningsen 1998).

Methoden

a) Habitatnutzung

Die Habitatnutzung von Inia wurde während der regulären Transekte ermittelt. Insgesamt wurden 516 Transekte durchgeführt, die aber nicht gleichmäßig über alle Habitatstypen verteilt werden konnten, da nicht immer alle Habitate zugänglich waren (Tabelle 8.5.1, Seite 81). Beobachtungen von Land wurden in der Bocana Cuyabeno und in Delfincocha durchgeführt. Der Beobachtungsstandpunkt in der Bocana Cuyabeno befand sich oberhalb des Zusammenflusses des Cuyabeno mit dem Aguarico zwischen 3 und 4m über der Wasseroberfläche und in Delfincocha am Abfluß von Delfincocha 2,5m über der Wasseroberfläche. In der Laguna Grande wurde stets von der Quilla, einem einheimischen Paddelboot, aus beobachtet.

Für die Verhaltensbeobachtungen konnte nur Oberflächenverhalten ausgewertet werden, da das Wasser zu trüb war, um auch einen Einblick in das Verhalten der Delphine unter Wasser zu gewähren. Die verschiedenen Verhaltenskategorien sind in Tabelle 7 aufgelistet. Die Bedeutung der verschiedenen Habitattypen für das Verhalten von Inia wurde ermittelt, indem die Anzahl der Beobachtungen des jeweiligen Verhaltens durch die Anzahl der Exkursionen in die verschiedenen Habitate geteilt wird.

Tabelle 2: Ethogramm für das Oberflächenverhalten von *Inia geoffrensis*

Verhalten	Abkürzung	Beschreibung
Kreisen (milling)	mi	Ein oder mehrere Delphine tauchen regelmäßig in unterschiedliche Richtungen auf, bleiben jedoch im gleichen begrenzten Gebiet. Dieses Verhalten tritt häufig in Zusammenhang mit Fressen auf.
Ruhen (resting)	re	Ungerichtetes, langsames Schwimmen mit regelmäßigen Auftauchabständen oder regelmäßiges ruhiges Auftauchen auf der selben Stelle ohne schnelle oder abrupte Bewegungen.
Jagen (chasing)	ch	Schnelle Bewegungen an der Oberfläche, die meist gegen das Ufer oder ein anderes Hindernis gerichtet sind, wobei häufig Fische aus dem Wasser springen.
Wandern (traveling)	tr	Gerichtetes Schwimmen mit regelmäßigem Auftauchen bei mittlerer oder schneller Geschwindigkeit.
Spielen (playing)	pl	Manipulieren von Objekten, wie Zweigen, Gras oder anderen oder Interaktionen mit anderen Tieren bei denen häufig gesprungen wird, kurze Jagdintervalle stattfinden oder taktile Interaktionen zu sehen sind.
Sozialverhalten (socializing)	so	Jegliche Interaktionen zwischen zwei oder mehreren Tieren, die alle das gleiche Verhalten zeigen und sich in einem begrenztem Gebiet befinden.
Wanderfressen (travel feeding)	tf	Gelegentliches Kreisen oder Jagen, wobei die hauptsächliche Beschäftigung Wandern bleibt.

Um die Habitatnutzung in allen Bereichen des Untersuchungsgebietes zu erfassen, wurde es in bestimmte Abschnitte eingeteilt (siehe Tabelle 8.5.3, Seite 82.), die dann wiederum den verschiedenen Habitattypen zugeordnet wurden (Tabelle 8).

Tabelle 4: Im Studiengebiet vorkommende Habitattypen

Habitat	Abkürzung	Abschnitte
Lagunen mit Igapó	LIG	CLG, LPC, LGC
Lagune oder Fluß mit Schilfbereichen	HER	LDC, LRC, LLI
Weisswasserfluß	WWR	A
Mündung von einem Schwarzwasserfluß mit einem Weisswasserfluß	RMA	CBS, RS, LBL
Breite Flußabschnitte mit Sandbänken	RWB	CCT, CPM, CPG
Breite Flußabschnitte mit Igapó	RWI	CDP, LU
Flußabschnitte mit Altärmen	ROL	CAM, CBY, CLC, LO, CPO
Schmale Flußabschnitte mit steilen Ufern	RNS	CPB, CAN

Legende: CLG: Cuyabeno Lagunas Grandes; LPC: Lagarto Piuricocha; LGC: Lagarto Garzacocha; LDC: Lagarto Delfincocha; LRC: Lagarto Redondococha; LLI: Lagarto Laguna Imuya; A: Aguarico; CBC: Cuyabeno, Bocana Cuyabeno; RS: Río Sábalo; LBL: Lagarto Bocana Lagartococha; CCT: Cuyabeno Cabeza de Tigre; CPM: Cuyabeno Puerto Montúfar; CPG: Cuyabeno Posa Grande; CDP: Cuyabeno Delfin Posa; LU: Lagartococha unterer Bereich; CAM: Cuyabeno Amarunposa; CBY: Cuyabeno Balatayacu; CLC: Cuyabeno Linococha; LO: Lagartococha oberer Bereich; CPO: Cuyabeno Posa onda; CPB: Cuyabeno Posa de la Boa Grande; CAN: Cuyabeno Aguas Negras.

b) Tagesprofil von Delfincocha

Um ein Tagesprofil über die Nutzung von Delfincocha zu erstellen, wurde diese Lagune an einem Tag im September 1997 12 Stunden lang beobachtet. Die Beobachtungszeit wurde in 24 Beobachtungseinheiten von jeweils 10 Minuten eingeteilt, die sich alle 30 Minuten wiederholten. Innerhalb der 10 Minuten wurde die Lagune intensiv überwacht und jede Oberflächenaktivität der Delphine nach der Methode des „Scan sampling“ aufgezeichnet (Martin und Bateson 1993).

Delfincocha wurde je nach Ufer oder Tiefenstrukturen in verschiedene Bereiche eingeteilt (s. Map 8.5.2, Seite 85). Bei jeder Sichtung wurden die Auftauchfrequenzen, das Verhalten (s. Ethogramm Tabelle 2, S.) und der Bereich, in dem der Delphine auftauchte vermerkt. Die Tagesaktivität wurde anhand der Verhaltensfrequenz zu jeder Beobachtungsphase im Tagesverlauf festgestellt und die Nutzung der verschiedenen Bereiche von Delfincocha ergab sich durch die Aufenthaltsfrequenzen in den jeweiligen Abschnitten. Darüberhinaus konnte die Nutzung der Bereiche über den prozentualen Anteil der verschiedenen Verhaltenskategorien in jedem Bereich bestimmt werden konnten.

c) Individuelle Verbreitungsgebiete von *Inia geoffrensis* im Cuyabeno Reservat

Für die Bestimmung des individuellen Verbreitungsgebietes einzelner Tiere wurden anhand der Photoidentifikation identifizierte Tiere verwendet, die mindestens zwei Mal und an verschiedenen Orten gesehen wurden. Dadurch wurde vermieden, dass Tiere, die mehrmals während einer Sichtung fotografiert wurden in diese Analyse eingingen.

Für die Analyse der Länge der maximalen Wanderrouten und der Länge von Kurzzeitwanderungen innerhalb von 1-3 Tagen wurden die zurückgelegten Strecken in verschiedene Klassen, wie 0-10km, 10-50km, 50-100km, 100-200km und Strecken von mehr als 200km eingeteilt. Für die Ermittlung der Länge von Tageswanderungen wurden nur Tiere verwendet, die am gleichen Tag an verschiedenen Stellen beobachtet werden.

Ergebnisse

a) Habitatnutzung

Das Vorkommen von *Inia* ist signifikant abhängig vom Habitat und von der Jahreszeit ($\chi^2 = 405$; $FG = 7$; $p < 0,1$). Zur Hochwasserzeit (h) zum Beispiel befinden sich die meisten Tiere in Lagunen mit Igapó (lig = 48 Tiere) und in Lagunen oder Flußbereichen mit Schilf (her = 37 Tiere). In den Mündungsbereichen von Schwarzwasserflüssen mit Weisswasserflüssen wurde hingegen nur 1 Tier gesehen. Bei sinkendem Wasserstand in der Übergangszeit von der Regen- zur Trockenperiode (f) dagegen wurden die meisten Tiere in Mündungsbereichen von Schwarz- und Weisswasserflüssen gesehen (rma = 142 Tiere) und knapp halb so viele Tiere in Lagunen oder Flußbereichen mit Schilf (her = 72 Tiere), während nur noch 53 Tiere in Lagunen mit Igapó gesehen wurden. Dafür nahm die Anzahl der Tiere auch in Flußabschnitten mit Seitenärlen (rol = 81 Tiere), in engen Flußabschnitten und in weiten Bereichen mit Igapó deutlich zu (rns = rwi = 24 Tiere) während in weiten Flußbereichen weniger Tiere gesehen wurden (rws = 8 Tiere). Zur Trockenzeit wurden die meisten Tiere dann in den unteren Flußabschnitten, wie in Bereichen mit Altärmen (rol = 120 Tiere) oder im Mündungsbereich (rma = 57 Tiere) gesehen. Die Anzahl der Tiere in Lagunen mit Igapó oder in Lagunen und Flußbereichen mit Schilf nahm deutlich ab (lig = 21 Tiere, her = 29 Tiere). Zu dieser Jahreszeit hält sich *Inia* nun auch mehr in den engen, als in weiten Flußbereichen auf (rns = 26 Tiere, rwb = 0 Tiere und rwi = 8 Tiere). Mit steigendem Wasserstand während der Übergangszeit von der Trocken- zur Hochwasserzeit wandern die meisten Tiere dann wieder in Lagunen oder Flußbereiche mit Schilf (her = 44) oder in Lagunen mit Igapó (lig = 20 Tiere) ein. Trotzdem bleiben auch noch einige Tiere im Mündungsbereich der Flüsse (rma = 39 Tiere) oder in Flußbereichen mit Altärmen (rol = 36 Tiere). Darüber hinaus halten sie sich zu dieser Jahreszeit häufig in weiten Flußbereichen mit Sandbänken (rwb = 4 Tiere) oder in weiten Abschnitten mit Igapó (rwi = 22 Tiere) auf. Im Aguarico, dem einzigen Weisswasserfluss wurden in der gesamten Studienzeit nur sehr wenige Tiere gesehen, bei steigendem Wasserstand jedoch wurden dort gar keine Tiere beobachtet. (Figure 8.5.1, Seite 98 - 104)

Auch das Verhalten ist hochsignifikant abhängig von den verschiedenen Lebensraumtypen (Chiquadratstest, $\chi^2 = 240$; FG = 7; $p < 0,01$ und Pearsonscher Kontingenzkoeffizient = 0,56). So sind in Lagunen oder Flußbereichen mit Schilf vor allem Verhaltensweisen zu beobachten, die mit der Nahrungsaufnahme in Verbindung gebracht werden können so wie Kreisen ($mi = 0,86$ Beobachtungen/Exkursion) oder Jagen ($ch = 0,16$ Beobachtungen/Exkursion). Weitere häufige Verhaltensweisen in diesem Habitat sind Ruhen ($re = 0,24$ Beobachtungen/Exkursion) und wandern ($tr = 0,22$ Beobachtungen/Exkursion). In Lagunen mit Igapó war Ruhen sehr häufig ($re = 0,65$ Beobachtungen/Exkursion) gefolgt von Kreisen ($mi = 0,53$ Beobachtungen/Exkursion) und wandern ($tr = 0,22$ Beobachtungen/Exkursion). Die Mündungen von Schwarzwasserflüssen mit Weisswasserflüssen sind ebenfalls charakterisiert durch Verhaltensweisen, die mit der Nahrungsaufnahme verbunden sind. So tritt Kreisen mit 0,35 Beobachtungen/Exkursion auf und Jagen mit 0,07 Beobachtungen/Exkursion. Auch Wanderfressen kann hier relativ häufig beobachtet werden ($tf = 0,2$ Beobachtungen/Exkursion) sowie wandern selbst mit 0,22 Beobachtungen/Exkursion. In engen Flußabschnitten bestand das Verhaltensrepertoire hauptsächlich aus Kreisen und Wandern mit jeweils 0,7 Beobachtungen/Exkursion. Kreisen war auch das dominante Verhalten in Flußabschnitten mit Altärmen ($mi = 0,55$ Beobachtungen/Exkursion). In diesem Lebensraumtyp trat außerdem nur noch Wandern und Wanderfressen mit jeweils 0,19 Beobachtungen/Exkursion auf. In flachen, breiten Flußabschnitten mit Sandbänken konnten nur zwei Verhaltensweisen beobachtet werden; denn dieses Habitat wurde fast ausschliesslich für Wandern (0,11 Beobachtungen/Exkursion) benutzt. In Flußbereichen mit Igapó wiederum waren mit der Nahrungsaufnahme verbundene Verhaltensweisen häufiger. Kreisen trat mit 0,23 Beobachtungen/Exkursion und Jagen mit 0,07 Beobachtungen/Exkursion auf. Fressen selbst konnte nur in Flußabschnitten mit Altärmen und im Weisswasserfluß beobachtet werden mit 0,01 und 0,06 Beobachtungen/Exkursion. Abgesehen von Kreisen ($mi = 0,17$ Beobachtungen/Exkursion) konnte im Weisswasserfluß noch Jagen ($ch = 0,06$ Beobachtungen/Exkursion) und Wandern ($tr = 0,6$ Beobachtungen/Exkursion) beobachtet werden. Spielverhalten wurde nur in Flußabschnitten oder Lagunen mit Schilf, in Lagunen mit Igapó und in den Mündungen der Schwarzwasserflüsse mit dem Weisswasserfluß beobachtet werden. (Figure 8.5.3, Seite 98 - 104).

b) Tagesprofil in Delfincocha

In der gesamten Studie über das Tagesprofil von Delfincocha konnten Inias fast während der gesamten Beobachtungszeit gesehen werden. Nur in den Morgenstunden von 7:30 Uhr bis 8:30 Uhr, von 9:30 Uhr bis 10:00 Uhr und nachmittags von 14:00 Uhr bis 15:00 Uhr wurden keine Delphine gesehen (s. Figure 8.5.5, Seite 98 - 104). Am frühen Morgen von 6:00 Uhr bis 6:40 Uhr hielten sich die Delphine vor allem in der Mitte der Lagune, im linken Schilfbereich oder im oberen flachen Bereich auf. Das gleiche Nutzungsmuster konnte von 8:30 Uhr bis 9:10 Uhr beobachtet werden. Ab 10:00 Uhr hingegen schienen die Tiere die Lagunenmitte und den Lagunenausgang zu meiden. Um 10:30 Uhr konnte nur eine Beobachtung im nördlichen Schilfbereich gemacht werden. Von 11:00 Uhr bis 11:40 Uhr hingegen wurden alle Bereiche von Delfincocha mit Ausnahme des Zuflusses genutzt. Um 12:30 Uhr tauchte *Inia* ausschliesslich im Lagunenrand in der Nähe des Schilfgürtels und im oberen flachen Bereich auf. Nur eine kurze Beobachtung konnte in der 13:00 Uhr Sitzung im Zufluss von Delfincocha gemacht werden, während *Inia* eine halbe Stunde später wieder alle Bereiche zu nutzen schien. Um 15:30 Uhr wiederum wurde ebenfalls nur eine Beobachtung, diesmal am Lagunenausgang gemacht. Von 16:00 Uhr bis 16:40 Uhr nahm die Sichtungshäufigkeit wieder zu, wobei die Delphine ausschliesslich im linken oder nördlichen Schilfbereich, sowie am Lagunenausgang auftauchten. Ab 16:30 Uhr wurden die meisten Sichtungen im oberen flachen Bereich gemacht. (Figure 8.5.6, Seite 98 - 104).

Die beobachteten Verhaltensweisen in den verschiedenen Abschnitten von Delfincocha unterschieden sich signifikant voneinander ($\chi^2 = 26$, FG = 3, $p < 0,1$). Im oberen flachen Bereich (shal) wurde überwiegend Kreisen beobachtet ($mi = 50\%$). Im südlichen Schilfsektor (sher) trat Kreisen ebenso häufig auf, wie Ruhen ($mi = re = 26,1\%$), ansonsten war dieser Bereich vor allem durch Wandern gekennzeichnet ($tr = 39\%$). Die Mitte der Lagune (cent) wurde überwiegend für Ruhen ($re = 56,3\%$) oder Wandern ($tr = 43,8\%$) genutzt, während im rechten Schilfbereich (rher) Wandern mit 40% der Beobachtungen auftrat und das Ruhen überwiegend durch Kreisen ($mi = 53,3\%$) ersetzt wurde. Wandern war das häufigste Verhalten, das im Eingang (eff; $tr = 57,1\%$) und im Ausgang (aff; $tr = 55,6\%$) von Delfincocha beobachtet werden konnte. Jagen konnte vor allem im oberen flachen Bereich, (sha; $ch = 10\%$), im Ausgang von Delfincocha (aff; $ch = 11,1\%$) oder im südlichen Schilfbereich (sher; $ch = 8,7\%$) beobachtet werden. (Figure 8.5.8, Seite 98 - 104).

c) Individuelle Verbreitungsgebiete

Anhand der Analyse beider ID Kataloge, der rechten und der linken Seite der Rückenfinne, wurden die meisten Tiere innerhalb von 0-50km oder innerhalb einer Distanz von 100-150km wiedergesichtet (jeweils 37% des linken ID Katalogs und 38% des rechten ID Katalogs). Nur 16% der Tiere, die anhand der linken und 7% der Tiere, die anhand der rechten Seite identifiziert wurden, wanderten mehr als 200km. Auch innerhalb der Bereiche von 50-100km und von 150-200km wurden nur sehr wenige Tiere mehrmals gesichtet. (Figure 8.5.9, Seite 98 - 104).

Die Tiere, die innerhalb kurzer Zeitintervalle, bis zu 3 Tagen, mehrmals gesichtet wurden wiesen maximale Wanderungen von 27km auf. Von den 6 Tieren, die innerhalb von 1 Tag wiedergesichtet wurden, hielten sich 5 in einem Bereich 10-15km auf und eines schien in einem 5km Radius zu bleiben. Innerhalb von 2 Tagen wurden ebenfalls 6 Tiere wiedergesichtet, von denen sich drei in einem 5km Radius aufhielten, eines in einem Abstand von 5-10km und zwei in einem Bereich von mehr als 20km wiedergesehen wurden. Innerhalb von einem 3 Tagesabstand wurden 4 Tiere mehrmals gesichtet, wobei 2 innerhalb eines 5km Bereichs, 1 Tier innerhalb von 10-15km und eines über eine Strecke von mehr als 20km gewandert war. (Table 8.5.8, Seite 98 - 104)

Diskussion

a) Habitatnutzung

Im Cuyabeno Reservat scheint *Inia* die Schwarzwasserflüsse dem Weisswasserfluß vorzuziehen, obwohl Best und da Silva (1989a) gegenteiliges in Brasilien beobachtet haben und das vermehrte Vorkommen von *Inia* in Weisswasserflüssen in Brasilien mit der höheren Produktivität dieser Flüsse begründen. Immerhin können 36 der 45 von Best und da Silva (1984) beschriebenen Beutefische von *Inia* auch in den Schwarzwasserflüssen des Reservats gefunden werden, wo diese Arten Lagunen und Kanäle bevorzugen (Barriga pers. Mitt.). Nach den Beobachtungen von Best und da Silva (1989a) in Brasilien und von Henningsen (1998) in Peru, bevorzugt *Inia* vor allem Mündungen von Schwarzwasserflüssen mit Weisswasserflüssen. Im Cuyabeno Reservat hingegen zeigen die Beobachtungen deutlich, dass *Inia* vor allem in Lagunen mit Igapó oder Fluß- und Lagunenbereichen mit Schilf vorkommt sobald ein ausreichend hoher Wasserstand diese Gebiete zugänglich macht. Dies ist deutlich an der Verbreitung von *Inia* zu den verschiedenen Jahreszeiten zu sehen. Zur Hochwasserzeit zum Beispiel sind sie in den Lagunen und Schilfgebieten sehr häufig und in den Mündungsbereichen sehr selten. Auch Best und da Silva (1989b) können bestätigen dass *Inia* während der Hochwasserzeit in überschwemmten Wäldern und Schilfgebieten häufig ist. Auch bei sinkendem Wasserstand scheint *Inia* so lange wie möglich in oder in der Nähe von Lagunen zu bleiben und zieht erst bei niedrigem Wasserstand in die unteren, tieferen Flußbereiche, um dann bei steigendem Wasserstand wieder zu den Lagunen und Schilfgebieten zurückzukehren. Dieses Verhalten zeigt deutlich, dass diese Delphine im Cuyabeno Reservat Lagunen und Schilfgebiete anderen Lebensraumtypen vorziehen, was sicherlich auch an der Verbreitung der Fische liegt, die nach Barriga (pers. Mitt.) schattige, geschützte Bereiche aufsuchen, wie sie in den Igapówäldern und Schilfgebieten zu finden sind.

Die Verhaltensanalyse kann dies durch die verschiedenen Verhaltensweisen, die in verschiedenen Habitaten beobachtet werden unterstützen. So treten einige Verhaltensweisen, wie Ruhen, Fressen oder Spielen nicht in allen Habitaten auf. Nichts desto Trotz kann Kreisen, das ebenfalls mit der Nahrungsaufnahme in Verbindung gebracht werden kann, in allen Habitattypen beobachtet werden. Da *Inia* sich von einem großen Artenspektrum von Fischen ernährt, kann diese Delphinart eben auch sämtliche Habitattypen erschließen (Best und da Silva 1989b). Es wurden jedoch sehr wenige Beobachtungen von mit Fressen assoziiertem Verhalten in breiten Flußabschnitten mit Sandbänken gemacht, obwohl McGuire und Winemiller (1998) Fressen gerade in unmittelbarer Nähe von Sandbänken beobachten konnten. Spielverhalten kann einen Hinweis auf die Qualität des Habitats geben, da Tiere nur dann spielen, wenn alle biologischen Bedürfnisse befriedigt sind (Loizos 1966, Fagen 1981). Im Fall von *Inia* im Cuyabeno Reservat wären Schilfgebiete, Lagunen mit Igapó, Flußabschnitte mit Altärmen und die Mündungsbereiche solche Habitate, die den Delphinen Spielen ermöglichen.

b) Tagesprofil in Delfincocha

Das Nutzungsmuster der verschiedenen Abschnitte von Delfincocha zeigt deutlich, dass die Delphine zu verschiedenen Tageszeiten auch verschiedene Bereiche mit verschiedenen Charakteristiken nutzen. Dies lässt sich sicher durch die unterschiedlichen Bedürfnisse und Verhaltensmuster im Tagesverlauf erklären. In den frühen Morgenstunden zum Beispiel waren die Delphinen überwiegend beim Ruhen oder Wandern, wofür die Mitte der Lagune besonders geeignet zu sein scheint, da dieser Bereich durch die große Tiefe möglicherweise mehr Raum und Sicherheit vor den Mohrenkaimanen (*Melanosuchus niger*) gewährt, die gerade in Delfincocha sehr häufig sind und mögliche Feinde für Inia darstellen (Best und da Silva 1989b). Am späten Vormittag und während der Mittagstunden hielten sich die Delphine mehr in den flachen und in den Randbereichen der Lagune auf, wo sie vor allem mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt waren. Viele Fische suchen zu dieser Zeit Schutz vor der Sonne und möglichen Verfolgern und ziehen sich besonders in die Schilfbereiche zurück (Barriga pers. Mitt.), was das Fressen der Delphine dort erklärt. Beim Fressen sind die Tiere aktiver und bewegen sich in größerem Rahmen, was auch die Nutzung mehrerer Bereiche zu diesen Tageszeiten erklärt. Henningsen (1998) konnte in Peru ein ähnliches Verhaltensmuster beobachten, indem Inia dort in den frühen Morgenstunden ruhte oder wanderte und erst gegen Mittag aktiver wurde und auch mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt war.

c) Individuelle Verbreitungsgebiete

Die meisten in Cuyabeno beobachteten Tiere scheinen ein Verbreitungsgebiet von 0-50km oder von 100-150km zu haben. Da die meisten Tiere in einem Bereich von 0-50 km wiedergesichtet wurden scheint es, dass sie eher größere Abschnitte in einem Fluß bewohnen und bestätigt die Theorie von Best und da Silva (1989a) dass sich die individuellen Verbreitungsgebiete überlappen, da die beobachteten Flußabschnitte im Cuyabeno und im Lagartocoche nur um die 80km betragen und auf diesen Abschnitten jeweils mehrere Gruppen gesehen wurden. Andererseits wurden auch sehr viele Tiere im Bereich von 100-150km wiedergesehen, was durch den Austausch von Tieren zwischen dem Cuyabeno und dem Lagartocoche erklärt werden kann, denn sie müssen mindestens 100km zurücklegen um von dem einen Flußsystem zum anderen zu gelangen. Ob diese Wanderungen saisonal bedingt sind konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Es ist auch möglich, dass das individuelle Verbreitungsgebiet von Inia erheblich größer als 50 oder 100km ist, da auch relativ viele Tiere in einer Entfernung von mehr als 200km wiedergesehen wurden. Zudem wurde ein in Brasilien markierter Inia rund 2000km oberhalb der Markierungsstelle in Peru von Henningsen (1998) wieder gesichtet, was ebenfalls auf ein sehr großes individuelles Verbreitungsgebiet oder zumindest auf ausgedehnte Wanderungen dieser Delphinart hindeutet.

Die Tageswanderungen oder Wanderungen innerhalb weniger Tage zeigen deutlich, dass Inia sich längere Zeit in einem Gebiet aufhält, da diese Wanderungen auf um die 20km beschränkt zu sein scheinen. Der Datensatz für diese Analysen ist jedoch nicht besonders umfangreich, deshalb können diese Ergebnisse jedoch nur als Hinweise gewertet werden. Von den Tieren, die mehrmals an einem oder bis zu drei Tagen gesehen wurden, blieben die meisten in der Nähe von Delfincocha, was wiederum zeigt, dass dieses Habitat für Inia im Cuyabeno Reservat von sehr großer Bedeutung ist.

6.5 Sozialstruktur von *Inia geoffrensis*

siehe Kapitel 8.6, Seite 105

„Social structure and group composition of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in Ecuador“.

Einleitung

Alle Wale und Delphine sind in gewisser Hinsicht sozial lebende Tiere, wobei der soziale Zusammenhalt und das Sozialsystem innerhalb der verschiedenen Arten stark variiert. Zum einen gibt es Delphinverbände von mehreren hundert Tieren, die auf hoher See leben und zum anderen Arten, wie die Flußdelphinartigen, die in kleineren Gruppen von bis zu 10 Tieren vorkommen (Martin 1991). *Inia* gilt sogar als Einzelgänger der gelegentlich Gruppen mit anderen Arten, wie dem Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) oder mit Riesenottern (*Pteronura brasiliensis*) bilden kann, um gemeinsam Fische zu jagen (Best und da Silva 1989b).

Über das Sozialsystem von *Inia* gibt es bisher nur sehr wenig Information und selbst die existierenden Berichte über Gruppengröße und -zusammensetzung in verschiedenen Gebieten sind sehr unterschiedlich. Best und da Silva (1989b) und Martin (1991) zum Beispiel haben in ihrem Studiengebiet in Brasilien meist Gruppen von 1-2 Tieren gesehen und konnten größere Ansammlungen von bis zu 20 Tieren nur in seltenen Fällen und auch nur für kurze Zeit beobachten. In Venezuela konnten McGuire und Winemiller (1998) durchschnittliche Gruppengrößen von 2 Tieren beobachten, während Henningsen (1998) in Peru nur 2% Einzeltiere sah und meist Gruppen von 3 oder 4 Tieren begegnete. Diese Beobachtungen weisen auch weiterhin nicht darauf hin ob *Inia* nun tatsächlich ein Einzelgänger ist oder einer sozialen Organisation, wie zum Beispiel einem reproduktiven sozialen System oder einem komplexen sozialen System unterliegt, wie sie von Eisenberg (1981) beschrieben wurden. Um dies heraus zu finden ist es notwendig mehr über die Beständigkeit der Gruppen zu erfahren. Deshalb wird in der folgenden Studie unter anderem der Aspekt der Gruppentreue untersucht.

Methoden

Für die Analyse der Sozialstruktur wurden sämtliche Sichtungen von *Inia* in Betracht gezogen. Da es sehr schwierig ist die tatsächliche Größe der Delphine zu bestimmen, wurden die Tiere in drei verschiedene Größenklassen eingeteilt (s.a. Kap. 5. „allgemein angewandte Methoden“). Tiere mit bis zu 1m Länge wurden als Kälber, Tiere mit 1-2m Länge als mittelgroße Tiere und Tier mit mehr als 2m Länge als erwachsene Tiere eingeteilt. Dabei können sich in der Klasse der mittelgroßen Tiere Jungtiere und auch erwachsene Weibchen befinden. Dass es sich hierbei tatsächlich um erwachsene Weibchen handelt liegt nahe, da diese schon mit 1,80m geschlechtsreif werden, während Männchen erst mit 1,90m die Geschlechtsreife erreichen (Best und da Silva 1984, Brownell 1984). Aus diesem Grund wurden auch mittelgroße Tiere, die gemeinsam mit einem Kalb gesehen wurde, als die Mutter des Kalbs betrachtet. Für die Einteilung wurden nicht nur die Größe der Tiere, sondern auch deren Erscheinungsbild in Betracht gezogen. Kälber sind zum Beispiel deutlich an dem kürzeren Schnabel, der dunklen Färbung und ihrem Verhalten zu erkennen, denn sie „ploppen“ wie ein Korken an die Wasseroberfläche, während die älteren Tiere ein flüssiges Auftauchverhalten zeigen. Trotz allem muss in der Einteilung mit einem Fehler von um die 20cm gerechnet werden, da es in dem trüben Wasser unmöglich ist genauere Ergebnisse zu erhalten (s.a. Kap. 8.6).

Insgesamt wurde das Sozialsystem über drei verschiedene Komponenten analysiert, der Gruppengröße, der Gruppenzusammensetzung und der Gruppentreue:

a) Gruppengröße

Die Häufigkeit verschiedener Gruppengrößen wurde über die Anzahl der Sichtungen einer Gruppengröße zur Gesamtanzahl der Sichtungen berechnet. Darüberhinaus wurden der Aguarico (10 Sichtungen), der Cuyabeno (257 Sichtungen) und der Lagartococha (249 Sichtungen) unabhängig voneinander analysiert und in verschiedene Flußabschnitte eingeteilt (s. Tabelle 8.6.1, Seite 107), um zu sehen, ob dies einen Einfluß auf die Gruppengröße hat.

b) Gruppenzusammensetzung

Die Zusammensetzung der verschiedenen Größenklassen in jeder Gruppe wurde über die Häufigkeit jeder Größenklasse in den verschiedenen Gruppen berechnet und für die verschiedenen Flüsse und innerhalb von Flußabschnitten getrennt analysiert.

c) Gruppentreue

Für die Analyse der Gruppentreue wurde mit photographisch identifizierten Tieren gearbeitet, wobei nur Tiere verwendet wurden die mindestens 2 mal und jeweils mit anderen identifizierten Tieren gesehen wurden. Dabei wurde der ID Katalog für die rechte und die linke Seite der Rückenfinne getrennt behandelt.

Ergebnisse

a) Gruppengröße

Insgesamt bestanden 34% der Sichtungen aus Einzeltieren, 30% aus Zweiergruppen und 22% aus Dreiergruppen während Gruppen mit 4 und mehr Tieren seltener waren und nur 10% der Sichtungen ausmachten. (Figure 8.6.1, Seite 114 - 120).

Über die Hälfte der Sichtungen im Aguarico waren Einzeltiere (55%) im Vergleich zu 33% Einzeltieren im Cuyabeno und 36% im Lagartococha. Zweiergruppen hingegen wurden im Aguarico selten gesehen, während sie im Lagartococha immerhin 35% und im Cuyabeno 27% der Sichtungen ausmachten. Dafür wurden Dreiergruppen wieder häufiger im Aguarico gesehen (27% der Sichtungen) und lagen im Prozentsatz sogar über dem Cuyabeno, im dem Dreiergruppen 23% der Sichtungen ausmachten und über dem Lagartococha (18% der Sichtungen). Größere Gruppen mit 4 und mehr Tieren wurden am häufigsten im Cuyabeno angetroffen (17% der Sichtungen) im Vergleich zu 11% der Sichtungen im Lagartococha und 9% der Sichtungen im Aguarico. (Figure 8.6.2, Seite 114 - 120).

Die Gruppengröße ist jedoch nicht nur von den verschiedenen Flußsystemen abhängig sondern variiert auch innerhalb der Flüsse, in den verschiedenen Sektoren oder zu verschiedenen Jahreszeiten (Figure. 8.6 3 und 4, Seite 114 - 120).

b) Gruppenzusammensetzung

Der größte Anteil aller gesichteten Tiere gehört zur Kategorie der mittelgroßen Tiere (58%), während Adulte Tiere nur 12% der Sichtungen ausmachten. Erstaunlich ist der relativ hohe Anteil an Kälbern, die immerhin 30% der gesichteten Tiere betragen. Im Cuyabeno war der Anteil von Kälbern sogar noch etwas höher mit 33% der gesichteten Tiere, betrug aber im Lagartococha immerhin noch 27% und im Aguarico 20%. Am größten war der Anteil der mittelgroßen Tiere im Lagartococha mit 61%, im Cuyabeno dagegen waren nur 35% der Tiere mittelgroß und im Aguarico 20%. Der Anteil erwachsener Tiere ist ähnlich im Cuyabeno und im Lagartococha mit jeweils 12% und 13% aller Tiere. (Figure 8.6.6 und 7, Seite 114 - 120).

Die Verteilung der Größenklassen in verschiedene Gruppengrößen im Cuyabeno und Lagrtococha unterscheidet sich deutlich voneinander. Im Cuyabeno zum Beispiel waren nur 3% der einzelnen Tiere Kälber, während im Lagartococha 25% der Tiere, die allein gesehen wurden Kälber waren. Den größten Teil der Einzelgänger stellten jedoch mittelgroße Tiere dar (85% im Cuyabeno und 67% im Lagartococha). Während im Cuyabeno die erwachsenen Tiere gleichmäßig mit um die 12% über alle Gruppengrößen verteilt sind, wurden im Lagartococha die meisten adulten Tiere in Gruppen von 3 Tieren (15%) oder von 4 Tieren als zum Beispiel in Paaren (7%) oder einzeln (9%) gesehen wurden. (Figure 8.6.9 und 10, Seite 114 - 120).

c) Gruppentreue

Anhand des ID Katalogs der rechten Seite der Rückenfinne konnten insgesamt 28 Tiere verwendet werden, die mindestens zwei mal und zusammen mit anderen identifizierten Tieren gesehen wurden und

so 77 Sichtungen mit insgesamt 124 Tieren ergaben. Für den linken ID Katalog standen 19 Tiere mit 45 Sichtungen und ebenfalls 124 Tieren zur Verfügung. Vom rechten ID Katalog wurden 11 Tiere zwei mal mit einem gleichen Gruppenmitglied gesichtet und zwei Tiere wurden mit zwei gleichen Partnern zwei mal gesehen. Das Ergebnis des linken ID Katalogs zeigt, dass insgesamt drei Tiere zwei mal mit dem gleichen Partner und ein Tier zwei mal mit drei gleichen Partnern gesehen wurden. (Table 8.6.2, Seite 114 - 120).

Diskussion

a) Gruppengröße

Obwohl *Inia* immer wieder als Einzelgänger beschrieben wird (Brownell 1984, Best und da Silva 1993), wurden im Cuyabeno Reservat mehr Gruppen als einzelne Tiere gesehen und auch der prozentuale Anteil der Einzelgänger liegt deutlich unter dem von Best und da Silva (1993) beobachteten, die zwischen 51 und 81% der Tiere einzeln gesehen haben. Nur Henningsen et al. (1995) sah noch weniger Tiere einzeln (2%). Allerdings bestanden die meisten Sichtungen im Cuyabeno Reservat aus Paaren, bei denen es sich leicht um Mutter-Kalb Paare handeln kann. Auch Henningsen et al. (1995) sahen die meisten Tiere in Paaren, wobei im Cuyabeno Reservat die meisten Kälber in 3er oder 4er Gruppen gesehen wurden, was wiederum mit Beobachtungen von Henningsen (1998) übereinstimmt. Immerhin wurden noch 25% der Kälber in Paaren gesehen, was auf eine relativ lose Bindung zwischen Mutter und Kalb, für die auch die relativ große Anzahl allein gesehener Kälber spricht, zurückzuführen sein kann. Andererseits ist es möglich, dass noch ältere „Kälber“ lange Zeit bei der Mutter bleiben was das Vorkommen von Kälbern in 3er oder sogar 4er Gruppen erklärt oder eben ein Resultat der Hilfestellung anderer Individuen bei der Jungenaufzucht sein kann.

Die Verteilung der Gruppengrößen unterscheidet sich deutlich zwischen dem Cuyabeno und dem Lagartococha. Zum Beispiel ist der prozentuale Anteil an einzelnen Tieren oder Paaren im Lagartococha deutlich größer als im Cuyabeno, während im Cuyabeno 3er Gruppen stark vertreten sind. Dieser Unterschied kann an der verschiedenen Struktur der beiden Flüsse und damit der unterschiedlichen Verteilung und dem Vorkommen von Beutefischen liegen. Die Gruppenbildung ist nicht nur ein Ergebnis von Paarbildungen oder Mutter-Kalb Verhalten, sondern ist auch sehr stark von äusseren Einflüssen abhängig (Eisenberg 1986) wie zum Beispiel der Qualität der Nahrungsquellen und deren Verteilung im Lebensraum, die sich auch deutlich auf die Gruppengröße der Jäger auswirken (Pulliam und Caraco 1987). Obwohl noch sehr wenig über das Vorkommen und die Verteilung von Fischen im Cuyabeno Reservat bekannt ist, kommen doch die meisten der von Best und da Silva (1993) für *Inia* als Beutefische beschriebenen Arten im Reservat vor (Barriga pers. Mitt.). Trotz allem ist es erstaunlich, dass gerade im Lagartococha, wo der Wasserkörper ausgedehnter ist als im Cuyabeno, weniger Gruppen sondern mehr Einzeltiere und Paare vorkommen, da gerade das Fische fangen in großen Wasserkörpern einen höheren Aufwand erfordert und eine koordinierte Jagd von mehreren Tieren in einer Gruppe fördert. Andererseits befinden sich die meisten Delphine im Cuyabeno vor allem in den Lagunas Grandes, in größeren Kurven mit Seitenarmen oder in der weiten Mündung des Cuyabeno mit dem Agaurico, während im Lagartococha in fast allen Bereichen Schilf, oder Igapówälder vorhanden sind, die unter anderem als natürliche Barriere für das Jagen von Fischen funktionieren können.

b) Gruppenzusammensetzung

Die am häufigsten vorkommende Größenklasse ist die der mittelgroßen Tiere. Dies lässt sich leicht durch das weite Spektrum verschiedener Altersgruppen, die in dieser Größenklasser vorkommen erklären, dazu gehören juvenile Tiere, subadulte Tiere, und junge erwachsene Tiere. Überraschend ist jedoch daß der Prozentsatz an Kälbern deutlich über dem der erwachsenen Tiere liegt. Dies kann zum Einen daran liegen, dass viele der über 2m großen Tiere Männchen sind, da Iniamännchen deutlich größer als Weibchen und erst mit 1,98m geschlechtsreif werden (Best und da Silva 1989a). Trotz allem ist der Anteil an Kälbern extrem hoch, kann aber sicherlich unter anderem durch einen Schätzfehler erklärt

werden, der bis zu 20cm betragen kann. Allerdings ist ein Inia mit 1,20m Länge immer noch jünger als 2 Jahre, wenn man die Geburtsgröße von ca. 80cm und eine Wachstumsrate von 2,5cm/Monat (Best und da Silva 1989b) in Betracht zieht. Selbst wenn man Tiere bis zu 2 Jahren in die Kälberklasse einrechnet, ist der Anteil immer noch sehr hoch und weist darauf hin, dass das Cuyabeno Reservat für die Fortpflanzung und Jungenaufzucht von Inia eine sehr große Rolle spielt.

In den Zuflüssen zum Aguarico, wie dem Cuyabeno und Lagartococha war der Anteil an Kälbern deutlich höher als im Aguarico selbst. Wahrscheinlich wandert Inia auch in Ecuador zum Kalben in die kleineren Seitenflüsse ein, wie dies in Peru von Henningsen (1995) beobachtet wurde. Der große Anteil adulter Tiere im Aguarico wiederum lässt vermuten, dass die adulten Tiere hauptsächlich in den großen Flüssen bleiben und zur Paarung in die kleineren Zuflüsse einwandern. Diese Theorie wird durch die hohe Anzahl mittelgroßer Tiere in den Seitenflüssen unterstützt, bei denen es sich hauptsächlich um Weibchen und deren Nachkommen handeln kann. Somit wäre das Sozialsystem von Inia mit dem der großen Tümmler vergleichbar, wo die Weibchen mit ihren Nachkommen Gruppen bilden und die Männchen, sowie auch subadulte Männchen ihre eigenen Gruppen bilden, die sich nur zur Paarung mit den Gruppen der Weibchen vermischen (Shane und Wells 1986).

Die Verteilung der verschiedenen Gruppengößen innerhalb der Größenklassen zeigt deutlich, dass alle Gruppengrößen in jeder Größenklasse vertreten sind. Einzeltiere sind zwar in allen Größenklassen selten, kommen jedoch sogar bei Kälbern vor. Obwohl die stabilste Verbindung zwischen Tieren, die von Mutter und Kind ist (Eisenberg 1986) kann es sich Inia besonders im Lagartococha erlauben die Kälber gelegentlich allein zu lassen oder sich zumindest für einige Zeit ausser Sichtweite befinden. Bei einigen Beobachtungen war jedoch das gesamte Gebiet einsichtig und wurde auch für längere Zeit (bis zu 3 Stunden) überwacht ohne ein mittelgroßes oder erwachsenes Tier in der Nähe des Kalbs zu sehen. Möglicherweise bieten Bereiche des Cuyabeno und besonders des Lagartococha genügend Sicherheit für die Kälber, so dass sie eine Zeit lang unbeaufsichtigt bleiben können. Abgesehen von den Einzelsichtungen von Kälbern scheinen sie sich jedoch mehr in Gruppen von drei oder mehr Tieren auzuhalten, was für eine sicherere Jungenaufzucht spricht, da sich die Tiere in der Überwachung der Jungen abwechseln können, Dies deutet wiederum auf ein ähnliches Sozialsystem, wie das der großen Tümmler (s.o.) hin.

c) Gruppentreue

Insgesamt ist die Datenmenge für die Analyse der Gruppentreue eher gering, zeigt jedoch dass einige Tiere mehrmals mit dem gleichen Tier oder mit mehreren gleichen Tieren gesehen wurden. Dies kann einen Hinweis darauf geben, dass Gruppen aus den gleichen Tieren bestehen oder zumindest dass die gleichen Tiere immer wieder zusammenfinden.

6.6 Anthropogener Einfluss auf das Verhalten von *Inia geoffrensis* und das Vorkommen von *Inia geoffrensis* und *Sotalia fluviatilis* im Cuyabeno Reservat

siehe Kapitel 8.7, S. 122

„Surfacing behaviour of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in relation to motor canoes“.

und Kapitel 8.8, S. 130

„Characterization of the Cuyabeno and Lagartococha River in the Cuyabeno Reserve, Ecuador.“

Einleitung

Obwohl der Amazonasdelphin (*Inia geoffrensis*) und der sympatrisch vorkommende Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) noch weit im Amazonas und Orinocobecken verbreitet sind, wurde *Inia* von der IUCN als gefährdete Art unter der Kategorie „vulnerable“ eingestuft. Dies wird unter anderem mit der schnell voranschreitenden Zerstörung der Lebensräume im Amazonas und Orinocobecken begründet. Dazu gehört vor allem die Verschmutzung der Gewässer durch Pestizide aus der Landwirtschaft, durch Quecksilber aus Goldminen und durch die große Anzahl von Beifängen (Perrin und Brownell 1989). Im Cuyabeno Reservat gibt es weder Minen, noch werden übermäßig Pestizide in der Landwirtschaft eingesetzt, auch Beifänge sind sehr selten oder existieren gar nicht. Die Bedrohungen dort können viel mehr durch die Verschmutzung der Gewässer durch die zahlreichen Ölfelder an vielen Zuflüssen des Reservats, durch Lecks in der Pipeline, die bereits mehrmals weite Fluß- und Lagunenbereiche mit Öl überdeckt haben und durch den ständig wachsenden Tourismus herführen. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Studie die Qualität des Habitats im Hinblick auf Gewässerverschmutzung und die möglichen Auswirkungen von erhöhtem Bootsverkehr auf den Wasserwegen Cuyabeno, Aguatico, und auch in zunehmendem Maße des Lagartococha, untersucht.

Bisher wurden in Ecuador nur sehr wenige Studien über die aquatischen Ökosysteme im Amazonastiefland durchgeführt. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Studie zunächst nur die verschiedenen chemischen Charakteristiken des Cuyabeno und Lagartococha miteinander verglichen um die Auswirkungen der Ölfelder oberhalb und an Zuflüssen des Cuyabeno mit einem unbelastetem Flußsystem, wie dem des Lagartococha zu vergleichen.

In den letzten 5 Jahren hat sich der Tourismus im Cuyabeno Reservat nahezu verdoppelt und jedes Jahr wächst die Anzahl der Touristenlodges. Dies führt zu einem ständig wachsenden Bootsverkehr besonders auf dem Cuyabeno. Im Cuyabeno Reservat herrscht die Ansicht, dass die Delphine von den Kanus angelockt werden, da immer wieder Tiere beobachtet wurden, die kurze Strecken hinter dem Kanu herschwimmen und springen, wenn der Motor aufgedreht wird. Zwar existieren Studien über den Einfluss von Motorenlärm und Bootsverkehr nicht für Amazonasdelphine, doch wurde in vergleichbaren Untersuchungen mit großen Tümmlern (*Tursiops truncatus*) deutlich, dass die Tiere ihr Verhalten ändern und versuchen die Boote zu vermeiden (Janik und Thompson 1996).

Methoden

a) Limnologische Charakterisierung des Lebensraums

Von Mai 1996 bis Juni 1997 wurden regelmässig der pH-Wert, die Temperatur, und die Sichttiefe mit elektronischen Handmessgeräten gemessen. Da der Cuyabeno sich in seinem Verlauf, Wasserstand und wegen der Zuflüsse bis zur Mündung hin stark verändert, wurde er in drei Abschnitte (S1 - S3, siehe Map 8.8.1, Seite 130) eingeteilt, um ihn besser charakterisieren zu können.

Vom 13. - 20. September wurde für Laboranalysen jeweils eine Wasserprobe an 16 verschiedenen Stellen im Cuyabeno Reservat genommen (siehe Map 8.8.1, Seite 130) und auf die folgenden Parameter untersucht; chemischer Sauerstoffbedarf (COB), Kupfer (Cu), Chrom (Cr), Vanadium (V), Barium (Ba) und Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Zink (Zn).

b) Einfluss des Bootsverkehrs auf *Inia geoffrensis*

Um die Auswirkungen des Bootsverkehrs auf *Inia* zu untersuchen, wurde mit 2 verschiedenen Methoden gearbeitet. Zum einen wurde während der regulären Transekte auf die Auftauchposition und Distanz von *Inia* im Verhältnis zum Kanu geachtet und zum anderen wurden gezielte Verhaltensbeobachtungen unter verschiedenen Bedingungen, wie „mit Motor“, „ohne Motor“ oder „mit vorbeifahrendem Kanu“ untersucht.

Für die Verhaltensbeobachtungen wurde unter den Bedingung mit bzw. ohne Motor jeweils 30 Minuten lang beobachtet. Nach Beendigung der Beobachtungszeit wurde jeweils 10 Minuten gewartet, um nicht einen Übergang der beiden Bedingungen in die Analyse mit einzubeziehen. Die Bedingung „mit vorbeifahrendem Kanu“ ergab sich zufällig durch Touristenkanus oder Einheimische, die gelegentlich den beobachteten Flußabschnitt durchquerten. Wenn Tiere das Beobachtungsgebiet verliessen oder neue hinzukamen, wurde die Sitzung unterbrochen, bis sich die Situation wieder „normalisiert“ hatte. Die Auswahl der zu beobachtenden Tiere geschah zufällig. Es wurden Atemfrequenzen, synchrone Auftauchfrequenzen und die Auftauchposition zur Beobachtungsplattform (dem Kanu) analysiert.

Ergebnisse

a) Limnologische Charakterisierung des Lebensraums

Die Wassertemperatur im Cuyabeno erstreckte sich während der Hochwasserzeit über 23,5°C (Sektor 3) bis 26,2°C (Sektor 2) und während der Übergangszeiten von der Regen- zur Trockenzeit über 26,6°C (Sektor 3) bis 27,45°C (Sektor 2). Die Sichttiefe ist am größten in Sektor 1 mit 1,44m während der Hochwasser- und 1,26m während der Trockenzeit und am niedrigsten im Sektor 3 mit 0,75m während der Übergangszeiten und 0,86m während der Trockenzeit. Die pH-Werte waren im Sektor 1 am niedrigsten mit pH = 4,75 während der Trockenzeit und pH = 5,01 während der Übergangszeiten. Die höchsten pH- Werte wurden in Sektor 2 mit pH = 6,00 während der Hochwasserzeit gemessen, während sie in Sektor 3 zwischen pH = 5,27 zur Trockenzeit und pH = 5,82 während der Hochwasserzeit betragen. Wie auch der pH-Wert war die Leitfähigkeit, am höchsten in Sektor 2 während der Niedrigwasserzeit (TDS = 61,6 µS/cm), auch in Sektor 3 war sie noch relativ hoch mit TDS = 47,38 µS/cm während der Trockenzeit und TDS = 31,69 µS/cm während der Übergangszeiten. Zur Hochwasserzeit wurden in Sektor 2 und 3 die gleichen Leitfähigkeiten mit 23,89 µS/cm gemessen. Am niedrigsten war die Leitfähigkeit in Sektor 1 mit TDS = 14 µS/cm während der Trockenzeit und TDS = 16,46 µS/cm während der Hochwasserzeit. (Table 8.8.1, Seite 135 - 137).

Der Lagartococha ist mit 27,46°C während der Hochwasserzeit und 31,1°C während der Trockenzeit etwas wärmer als der Cuyabeno. Während der Hochwasserzeit betrug die Sichttiefe 1,07m. Die pH - Werte im Lagartococha sind niedriger als die im Cuyabeno gemessenen mit pH = 4,21 während der Hochwasserzeit und pH = 4,7 während der Trockenzeit. Auch die Leitfähigkeit war deutlich niedriger mit 13,9 µS/cm zur Hochwasserzeit und 20,18 µS/cm zur Trockenzeit. (Table 8.8.5, Seite 135 - 137).

Eine detaillierte Analyse chemischer Parameter im Cuyabeno zeigte, dass von allen Parametern die niedrigsten Werte in der Laguna Grande gemessen wurden, denn sie waren so niedrig, dass sie nicht nachweisbar waren. Trotzdem waren dort der pH -Wert (pH = 6,03) und die Leitfähigkeit (TDS = 21,2 µS/cm) immer noch höher als im System des Lagartococha. Obwohl der Tarapuy mehr durch die Ölindustrie beeinflusst war, als der Aguas Negras (s. Kapitel 8.8), war die Leitfähigkeit im Aguas Negras (TDS = 66,5 µS/cm) und sogar in der Mündung des Cuyabeno (TDS = 42,8 µS/cm) höher als im Tarapuy (TDS = 38 µS/cm). Was den chemischen Sauerstoffbedarf betrifft, so wurden die höchsten Werte im im Tarapuy gemessen (CSB = 64 mg/L) gefolgt vom Balatayacu (CSB = 25 mg/L), dem Aguas Negras (CSB = 12 mg/L) und der Mündung des Cuyabeno (CSB = 5 mg/L). Die Kupferwerte (Cu) hielten sich im gesamten System des Cuyabeno, mit Ausnahmen der Lagunas Grandes, im gleichen Bereich auf mit weniger als 1 µg/L, ebenso die Chromwerte (Cr) mit weniger als 5 µg/L. Vanadium (V) wurde nur in der Mündung des Cuyabeno mit weniger als 1 µg/L gefunden. Auch die Bariumwerte (Ba) waren dort am höchsten (Ba = 31 µg/L), gefolgt vom Aguas Negras (Ba = 25 µg/L) dem Tarapuy (Ba = 17 µg/L) und dem Balatayacu (Ba = 12 µg/L). Blei konnte im Balatayacu nicht nachgewiesen werden, wurde aber mit weniger als 1 µg/L in der Mündung des Cuyabeno, im Tarapuy und im Aguas Negras gefunden. Cadmium (Cd) wurde nur im Cuyabeno und im Tarapuy mit weniger als 5 µg/L gefunden, wohingegen Zink (Zn) in hohen Konzentrationen im Tarapuy (Zn = 26 µg/L) und in niedrigeren Konzentrationen in

der Mündung des Cuyabeno (Zn = 26 µg/L), im Aguas Negras (Zn = 4,3 µg/L) und im Balatayacu (Zn = 4,5 µg/L) nachgewiesen werden konnte. (Table 8.8.6, Seite 135 - 137).

Im Sábalo konnte keines der untersuchten Elemente und auch kein chemischer Sauerstoffbedarf nachgewiesen werden. Allerdings waren die Leitfähigkeit (TDS = 31 µS/cm) und der pH-Wert (pH = 7,08) relativ hoch für Schwarzwasserflüsse. (Table 8.8.6, Seite 135 - 137).

Der Lagartococha scheint ebenfalls wenig von den untersuchten Elementen beeinflusst zu sein. Im Oberlauf konnte der chemische Sauerstoffbedarf, Kupfer, Chrom, Barium und Zink nur in der Quebrada Norte (LQN) nachgewiesen werden (CSB = 18 mg/L; Cu <1 µg/L; Cr <0,5 µg/L; Ba = 12 µg/L; Zn = 5,7 µg/L), trotzdem war dort die Leitfähigkeit am niedrigsten vom gesamten Lagartococha (TDS = 7,26 µS/cm). Insgesamt ist die Leitfähigkeit im Lagartococha sehr niedrig mit den höchsten Werten in Delfincocha (TDS = 14 µS/cm), wo auch andere Elemente gefunden werden konnten. So war zum Beispiel der chemische Sauerstoffbedarf in dieser Lagune relativ hoch (CSB = 66 mg/L). Kupfer wurde mit weniger als 1 µg/L und Chrom mit weniger als 0,5 µg/L gefunden, wohingegen die Bariumwerte vergleichsweise hoch waren (Ba = 14 µg/L). Der gleiche Wert konnte innerhalb dieses Gewässersystems nur noch in der Laguna Imuya gefunden werden. Auch die Zinkwerte waren für den Lagartococha relativ hoch in Delfincocha (Zn 6,7 µg/L). (Table 8.8.6, Seite 135 - 137).

Im Imuyafuß konnten die meisten dieser Parameter nicht oberhalb der Probennahmestelle IMA nachgewiesen werden. Auch hier war eine relativ hohe Leitfähigkeit messbar (TDS = 19,7 µS/cm), nahm aber zur Laguna Imuya hin ab (TDS = 16,9 µS/cm). Auch der chemische Sauerstoffbedarf war im Imuyafuß größer als in der Lagune (CSB = 19 mg/L vs. 17 mg/L). Kupfer und Chrom wurden mit weniger als 1 µg/L oder 0,5 µg/L gefunden, doch die Bariumwerte waren wiederum relativ hoch (Ba = 19 µg/L), während Zink nur wenig niedriger war mit 8 µg/L in der Laguna Imuya und 2,5 µg/L im Imuyafuß. (Table 8.8.6, Seite 135 - 137).

Die höchsten Werte dieser Parameter im Cuyabeno Reservat konnten im Aguarico gemessen werden. Sogar Elemente, wie Kupfer und Chrom wurden in Konzentrationen von 3,6 µg/L und 0,6 µg/L nachgewiesen. Vanadium, das bisher nur in der Mündung des Cuyabeno gemessen werden konnte erschien mit einer Konzentration von 4,8 µg/L und Barium erreichte sogar 48 µg/L, während Blei mit 2,7 µg/L und Cadmium mit 0,5 µg/L nachgewiesen wurde. Nur für Zink wurden in diesem Fluß niedrigere Werte als an anderen Probennahmestellen gemessen (Zn = 5 µg/L). Auch die Leitfähigkeit war in diesem Fluß natürlicherweise höher (TDS = 89,9 µS/cm). (Table 8.8.6, Seite 135 - 137).

b) Einfluss des Bootsverkehrs auf *Inia geoffrensis*

Was die Auftauchposition im Verhältnis zum Kanu betrifft, so wurden ebensoviele Tiere vor wie hinter dem Kanu gesehen. Betrachtet man jedoch die Verteilung der vor oder hinter dem Kanu auftauchenden Tiere im Hinblick auf verschiedene Abstandsklassen, so ist ein deutlicher Unterschied innerhalb der Abstandsklassen zu erkennen (Chi = 18,6; FG = 3; p < 0,01). Innerhalb von 50m zum Beispiel tauchten mehr Delfine hinter (60%) dem Kanu als vor dem Kanu auf. Zwischen 50 und 100m Abstand jedoch tauchten mehr Tiere vor dem Kanu auf (61%) und bei einem Abstand von 100 - 150m wurden wieder annähernd ebenso viele Tiere vor (58%) wie hinter dem Kanu gesehen während Tiere, die in größerer Entfernung als 150m gesichtet wurden, ausschliesslich vor dem Kanu auftauchten. (Fig. 8.7.1, Seite 127 - 128).

Die durchschnittliche Atemfrequenz war deutlich kürzer, wenn eine Gruppe von *Inia* mit laufendem Motor beobachtet wurde (Bedingung 2; 44,48 Sekunden), als wenn der Motor aus war (Bedingung 1, 50,19 Sekunden) (Wilcoxon: W = 1,5; n = 7. p < 0,05) (Diagramm 2/ Fig. 4, Kap. 8.7). Wenn ein anderes Kanu mit hoher Geschwindigkeit an der Gruppe vorbeifuhr, während ohne Motor beobachtet wurde, sank die Atemfrequenz signifikant von 39,45 Sekunden auf 42,95 Sekunden (Chi = 125,7; FG = 4; p < 0,01) ab (Fig. 8.7.5, Seite 127 - 128).

Auch das synchronisierte Auftauchverhalten der Delfine unterschied sich deutlich unter den verschiedenen Bedingungen (Bedingung 1/2: Chi = 14,47; FG = 5, p < 0,1; Bedingung 1/3 und 2/3: Chi = 45; FG = 3; p < 0,001). Am häufigsten tauchten die Delfine synchron auf, wenn der Motor an war (Bedingung 2) mit 34% synchronisiertem Auftauchen zu 30% synchronisiertem Auftauchen, wenn der Motor aus war (Bedingung 1), während sie sich bei vorbeifahrenden Kanus zu 31% synchronisierten. (Fig. 8.7.6, Seite 127 - 128).

Um die Auftauchrichtung im Verhältnis zum Kanu zu untersuchen wurden nur die Bedingungen 1 und 2 ausgewertet. Dabei tauchten die Delphine unter beiden Bedingungen meistens in einer unabhängigen Richtung zum Kanu auf. Unter Bedingung 2 tauchten die Tiere zu 26% vom Kanu weg, zu 7% zum Kanu hin und zu 68% tauchten sie unabhängig zum Kanu auf. Unter Bedingung 1 tauchten sie weniger vom Kanu weg und auch weniger in Richtung des Kanu auf als unter Bedingung 2, dafür tauchten sie insgesamt häufiger in unabhängiger Richtung zum Kanu auf. (Fig. 8.7.7, Seite 127 - 128).

Diskussion

a) Limnologische Charakterisierung des Lebensraums

Die Wassertemperaturschwankungen im Cuyabeno lassen sich sicherlich durch die unterschiedliche Sonneneinstrahlungen in den verschiedenen Flußabschnitten erklären, allerdings können die höheren Temperaturen im Sektor 2 auch auf den Einlass warmen Formationswassers von Ölfeldern im Tarapuy zurückzuführen sein. Insgesamt fügen sich weder der Cuyabeno noch der Lagartococha komplett in die von Sioli (1984) definierten Charakteristika für Schwarzwasserflüsse ein, die pH-Werte von 3,8 - 4,9 und Sichttiefen zwischen 1,3 und 2,9m voraussetzen. Die maximale Sichttiefe, die im Cuyabeno Reservat gemessen wurde betrug 1,44m und die pH-Werte erstreckten sich von 4,21 bis 6,5. Ähnliche Ergebnisse wurden jedoch auch in einer Untersuchung mehrerer Schwarzwasserflüsse im Orinoco und Amazonasbecken von Venezuela erzielt, wo pH-Werte zwischen 3,7 und 7,7 gemessen wurden (Vegas-Vilarúbia et al. 1988). Im Verlauf des Cuyabeno variiert nicht nur die Wassertemperatur, sondern auch der pH-Wert und die Leitfähigkeit. Dies kann sicherlich durch den Eintrag der Zuflüsse im Mittellauf und Unterlauf sowie durch den Aguarico im Mündungsbereich erklärt werden. Die Zuflüsse des Oberlauf haben ihren Ursprung in natürlichem Regenwald, während der Tarapuy und der Aguas Negras durch Farmland und Ölfelder fließen, wobei das Ölfeld im Oberlauf des Aguas Negras erst 1997 erschlossen wurde. Durch den Eintrag von Formationswasser wird der pH-Wert und die Leitfähigkeit erhöht, was deutlich im Verlauf des Tarapuy zu sehen war und zeigt sich in den erhöhten Werten im Mittellauf, während das Wasser im Unterlauf durch den Aguas Negras und den Balatayacu verdünnt wird, die sich noch in einem natürlichen Zustand befanden.

Die Analyse verschiedener Parameter zeigt, dass der Cuyabeno von den Abwässern der Ölfirmer beeinflusst und in seiner Charakteristik in der Leitfähigkeit und im pH-Wert verändert ist. Besonders Barium deutet auf eine Verschmutzung mit Abwässern durch die Ölindustrie hin. Von diesem Element wurden im Cuyabeno Reservat die höchsten Werte im Aguarico und im Cuyabeno gemessen. Obwohl der Lagartococha, besonders der Oberlauf des Lagartococha, noch in völlig natürlichem Zustand ist, wurde auch dort an verschiedenen Stellen Barium und Zink gefunden. Für das Vorkommen dieser Elemente im Oberlauf dieses Flusses kann es nur eine natürliche Erklärung geben. Bei den Probenahmestellen im Imuyafluß, der Imuyalagune und in Delfincocha könnten durch Probebohrungen im Oberlauf des Imuyafusses Ende der 80er Jahre diese Elemente ausgetreten sein und sich in den wenig durchströmten Lagunen angereichert haben. Die hohen Messwerte im Aguarico überraschen keineswegs, da der Aguarico bereits oberhalb des Cuyabeno Reservats Eintrag verschiedener Flüsse, wie z.B. dem Shushufindi erhält, die schon seit mehreren Jahren die Abwässer und Formationwasser mehrerer Ölfelder mit sich führen. Die Bleikonzentration im Aguarico überschreitet sogar die kanadischen Grenzwerte zum Schutz von aquatischem Leben in Süßgewässern (CREM 1987).

b) Einfluss des Bootsverkehrs auf *Inia geoffrensis*

Obwohl genauso viele Inias vor, wie hinter dem Kanu gesichtet wurden, sollte die Sichtungswahrscheinlichkeit vor dem Kanu größer sein als hinter dem Kanu, denn Tiere die hinter dem Kanu auftauchen müssten, um in jedem Fall gesehen zu werden, schneller schwimmen als das Kanu, während die Tiere vor dem Kanu auch auf der Stelle bleiben können. Die Tatsache, dass aber innerhalb von 50m Abstand mehr Tiere hinter dem Kanu gesehen wurden und zwischen 50 und 100m Abstand vor dem Kanu, kann als Vermeidung des Kanus gedeutet werden. Möglicherweise bleiben die Tiere länger unter Wasser, um nicht unmittelbar vor dem Kanu aufzutauchen, und müssen dann aber sobald das Kanu vorbeigefahren ist Luft holen und tauchen hinten deshalb überwiegend innerhalb kurzer Abstände auf. Auch Evans et al. (1992) konnten bei Großen Tümmlern (*Tursiops truncatus*) verlängerte Tauchgänge in Anwesenheit von Booten beobachten.

Das Verhalten von *Inia* scheint ebenfalls von der Anwesenheit motorbetriebener Boote beeinflusst zu sein, denn sie zeigen längere Atemintervalle, während sie ungestört sind als unter dem Einfluss von

Motorengeräusch, allerdings konnten auch hier verlängerte Tauchgänge beobachtet werden, während ein Kanu vorbeifuhr. Die kürzeren Atemfrequenzen unter andauerndem Motorengeräusch kann bereits auf eine Stresssituation hinweisen. Auch der höhere Anteil synchronisiertem Auftauchens kann ein Hinweis auf Stress sein, der die Tiere zusammentreibt, um ihnen möglicherweise mehr Sicherheit zu geben. Die Tatsache, dass die Tiere jedoch vermehrt auf das Kanu zuschwimmen, wenn der Motor an ist kann durch Neugier, oder Absicherung der Umgebung erklärt werden. Es ist jedoch deutlich, dass die Tiere ohne Motorengeräusch das Kanu ignorieren und mehr ihrem natürlichen Verhalten folgen.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser beiden Studien zeigen, dass das Cuyabeno Reservat den Amazonasdelphinen keinen völlig unbelasteten natürlichen Lebensraum mehr geben kann. Die Verschmutzung der Gewässer kann sich nicht nur auf eine Verschiebung des Artenspektrums in den Flüssen und Lagunen auswirken und somit indirekten Einfluss auf die Ernährung der Delphine nehmen, sondern auch direkt deren Gesundheitszustand beeinflussen. Eine alternative Nutzung des Reservats mit Ökotourismus beeinflusst ebenfalls das natürliche Verhalten von *Inia* und der damit verbundene erhöhte Bootsverkehr auf den Flüssen setzt sicherlich nicht nur die Flussdelphine unter Stress, sondern kann auch andere vom Aussterben bedrohte Arten wie die Amazonasseeekuh (*Trichechus inunguis*) gefährden.

6.7 Status und Empfehlungen zum Management für Flussdelphine und ihren Lebensraum im Cuyabeno Reservat in Ecuador.

siehe Kapitel 8.9, S. 138

„Status of the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) and the Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador“.

Einleitung

Nach Aussagen der indianischen Bewohner des Cuyabeno Reservats waren der Amazonasdelphin (*Inia geoffrensis*) und der Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) dort weit verbreitet. Die Indianer nennen den Tucuxi den „delfin gris“ (grauer Delphin) und unterscheiden ihn nicht nur in Form und Farbe von Inia, sondern auch im Verhalten. Sotalias sind insgesamt aktiver als Inias, denn sie springen viel, schwimmen schnell und folgen den Kanus, wohingegen Inias größer sind, eher scheu zu sein scheinen, fast nie springen und langsam schwimmen. Ihren und eigenen Beobachtungen zu Folge wurden seit 1990 keine Sotalias mehr in der Laguna Grande gesehen, obwohl sie dort bis dahin ebenso häufig waren wie Inia. Leider wurden bis 1990 keine systematischen Beobachtungen von Flußdelphinen in Ecuador durchgeführt, die Änderungen in der Verbreitung belegen könnten.

Die erste den Flußdelphinen gewidmete Studie in Ecuador wurde 1992 von Herman et al. (1996) unternommen, die damals zwar zahlreiche Inia aber nur zwei Sotalia registrieren konnten. Erst ab 1996 wurde eine langfristige Untersuchung der Flußdelphine im gesamten Cuyabeno Reservat durchgeführt, doch auch während dieser Studie wurde Sotalia nur 2 mal gesehen und niemals in den Lagunas Grandes de Cuyabeno. Es ist hier wichtig zu erwähnen, dass von 1984 bis 1990 mehrere Ölteppiche den Cuyabeno und die Lagunas Grandes bedeckten.

Methode

Die Informationen über die Verbreitung der Flußdelphine im Cuyabeno Reservat bis 1996 stammen in erster Linie aus Interviews der indianischen Bevölkerung, der Parkranger und von Biologen. Ausserdem wurden zufällige Beobachtungen von Sotalia hinzugezogen, die Felipe Campos, ein Biologe, während seiner Feldsaison von 1984 - 1990 notierte.

Ergebnisse

a) Sichtungen von *Sotalia fluviatilis*

Den einheimischen Indianern und Biologen zufolge wurde Sotalia bis Ende der 1980er Jahre regelmässig in den Lagunas Grandes angetroffen und war ebenso häufig zu sehen wie Inia. Zu dieser Zeit wurde Sotalia auch regelmässig im Aguarico und im Lagartococha angetroffen (Pallares pers. Mitt.). Seit 1990 verschwand diese Delphinart jedoch von den Lagunas Grandes und wurde nur noch selten im Aguarico und seinen Zuflüssen gesehen. Von 1984 - 1990 verbrachte Felipe Campos jährlich mehrere Monate in den Lagunas Grandes und konnte regelmässig Sotalia in den Lagunen beobachten. In einer Aufzeichnung vom 20. Mai 1988 beschreibt er das Verhalten von 3 Sotalia, die 20 Minuten lang um das Kanu herumsprangen. In einer weiteren Aufzeichnung hielten sich 3 Tiere 1 Stunde und 10 Minuten in der Nähe des Kanus auf. Ab 1990 besuchte Felipe Campos die Lagunen mehrmals jährlich und zu allen Jahreszeiten und konnte bei keiner dieser Exkursionen Sotalia beobachten. 1992 sah Lorenzo von Fersen 2 Sotalia in der Mündung des Cuyabeno zum Aguarico und erst am 25. September 1997 wurde wieder eine Gruppe mit 3 Individuen im Cuyabeno Reservat gesichtet, die sich längere Zeit in der Mündung des Lagartococha mit dem Aguarico aufhielten und gemeinsam mit 5 Inia jagten. Eine Woche später wurden 2 Sotalia in der Mündung des Cuyabeno gesehen, wo sie wiederum mit einem Inia jagten. Dort hielten sie sich bis zum 5. Oktober auf. Eines der Tiere konnte in der Mündung des Lagartococha identifiziert werden und wurde in der Mündung des Cuyabeno am 2. Oktober anhand von Photoidentifikation wiedererkannt.

b) Sichtungen und Populationsdichte von *Inia geoffrensis*

Im Vergleich zu *Sotalia* wurde *Inia* regelmässig im Cuyabeno einschliesslich der Lagunas Grandes und dem Lagartococha beobachtet.

Die durchschnittliche Populationsdichte von *Inia* im Cuyabeno war 1996 mit 0,06 *Inia*/Flußkilometer (SD 0,07) am niedrigsten und nahm 1997 auf 0,21 *Inia*/Flußkilometer (SD = 0,22) zu, um 1998 dann auf 0,15 *Inia*/Flußkilometer (SD = 0,17) abzunehmen. Im Lagartococha waren solche extremen Schwankungen in der Populationsdichte nicht zu vermerken, so wurde 1996 eine durchschnittliche Populationsdichte von 0,27 *Inia*/Flußkilometer (SD = 0,13), 1997 von 0,23 *Inia*/Flußkilometer (SD = 0,14) und 1998 von 0,21 *Inia*/Flußkilometer (SD = 0,14) errechnet. (Fig. 8.9.1).

Diskussion

Nach da Silva (1983) scheint *Sotalia* weite, offene Lebensräume zu bevorzugen und vermeidet Habitate, deren Zugang eng und schwierig ist. Um zu den Lagunas Grandes zu gelangen müssen die Delphine einen engen verblockten Flußabschnitt durchqueren. Dennoch war auch *Sotalia* in diesen Lagunen häufig, was zeigt, dass *Sotalias* auch solche Flußabschnitte passieren und in Lagunen mit Igapówäldern vorkommen können. Dass *Sotalia* mit *Inia* gemeinsam lebt (Best und da Silva 1989) konnte durch die beiden Beobachtungen im September 1997 bestätigt werden, denn die *Sotalias* wurden stets mit einem oder mehreren *Inias* gesehen und scheinen sich sogar in ihrem Jagdverhalten zu koordinieren. Zumindest schien es, dass der *Inia*, der in der Mündung des Cuyabeno mit den *Sotalias* beobachtet wurde, von deren Fischfang profitierte, denn er wartete stets in der Grenzströmung auf die beiden *Sotalias*, die den Fisch dorthin trieben. Nach Barriga (pers. Mitt.) werden die Fische kurzzeitig betäubt, wenn sie von Weisswasser ins Schwarzwasser schwimmen, bis sie sich an die neue chemische Zusammensetzung des anderen Flusses gewöhnt haben. Somit sind die Fische gerade in der Grenzströmung eine leichte Beute.

Während *Sotalia* nach den Ölkatastrophen bis 1990 nicht mehr in den Lagunas Grandes und nur sehr selten in den anderen Flußsystemen des Cuyabeno Reservats gesehen wurde, blieb dieser Lebensraum für *Inia* weiterhin von großer Bedeutung (s. Kap. 6.4). Betrachtet man allerdings die Populationsdichte von *Inia* im Cuyabeno und im Lagartococha, so ist deutlich zu sehen, dass die durchschnittliche Populationsdichte jedes Jahr in Cuyabeno niedriger ist als im Lagartococha. Auch ist der Cuyabeno größeren Schwankungen unterlegen, was schon an der sehr hohen Standardabweichung bei der Berechnung der Populationsdichte zu sehen ist. Zum Einen kann dies an der Verschmutzung des Cuyabeno durch die Ölindustrie liegen und zum Anderen werden diese Schwankungen sicherlich auch durch die Struktur und die jahreszeitlichen Wechsel dieses Flusses erklärt (s. Kap. 6.3 und 6.4). Obwohl die Populationsdichte im Lagartococha über die Jahre hinweg stabiler als im Cuyabeno ist, kann doch ein leichter Rückgang von 1996 bis 1998 beobachtet werden. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Ergebnisse mit denen von Utreras (1996) vergleicht, der in seiner Studie 1994 unter Anwendung einer vergleichbaren Methode Populationsdichten von 0,38 *Inia*/Flußkilometer bis 0,44 *Inia*/Flußkilometer geschätzt hat.

Geht man davon aus, dass weder *Inia* noch *Sotalia* im Cuyabeno Reservat gejagt wurden und dass es auch keine intensive, sondern nur Subsistenzfischerei der Indianer gibt durch die keine Beifänge von Flussdelphinen entstehen, so ist es schwierig den Rückgang der *Inia*population und das Verschwinden von *Sotalia* aus dem Cuyabeno Reservat zu erklären. Selbst wenn der Rückgang der *Inia*population natürlich bedingt sein kann, ist es dennoch wichtig die negativen Auswirkungen der menschlichen Eingriffe in die Ökosysteme des Cuyabeno Reservats zu berücksichtigen. Schon Geraci und St Aubin (1980) erwähnten, dass die Ölförderung im peruanischen und im ecuadorianischen Amazonasbecken eine ernsthafte Bedrohung für die Flora und Fauna in diesem Bereich darstellen kann. Besonders im Fall der aquatischen Säugetiere ist es verständlich dass gerade sie unter Verschmutzungen mit Öl leiden, wenn man bedenkt, dass die Lagunas Grandes, die besonders durch den Unfall von 1990 betroffen waren, bei dem 44.000 Gallonen Rohöl ausliefen, ein wichtiger Lebensraum für die Delphine sind. Leider gibt es keine Information darüber inwiefern sich diese Katastrophen auf die aquatische Fauna ausgewirkt haben, aber es ist bekannt, dass das Öl gesundheitliche Schäden, wie Atembeschwerden, Hautkrankheiten und Sauerstoffmangel in der Wassersäule hervorruft (Hettler et al. 1996). Mit Beginn der Untersuchung über die Flussdelphine wurden regelmässig Wassermessungen durchgeführt, die gerade im Cuyabeno auf eine Verschmutzung mit Abwassern aus der Ölindustrie, wie zum Beispiel Formationswasser hindeuten (s. Kap. 6.6 und 8.8). Der Einlass von Formationswassern kann drastische Auswirkungen auf die Süßwasserfauna und Flora haben und kann als natürliche Barriere für Fischwanderungen und für andere

Organismen funktionieren (Hettler et al. 1996). Daher ist es möglich, dass diese Form von Verunreinigung der Gewässer bereits Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Fauna im Cuyabeno und in den Lagunas Grandes hatte und somit verantwortlich für das Verschwinden von *Sotalia* und den Rückgang der *Inia*-Population ist. Dazu kommt noch, dass *Sotalia* gerade nach den zahlreichen Ölfällen aus dem Reservat verschwunden ist. Da Flussdelphine an der Spitze der Nahrungskette stehen können sie als Bioindikatoren für Änderungen in der Nahrungskette in Betracht gezogen werden und zeigen somit im Fall von *Inia* und *Sotalia* eine Schädigung des Ökosystems im Cuyabeno Reservat an.

Empfehlungen zum Management von Flussdelphinen im Cuyabeno Reservat

Gegen die Gefährdung der Fauna durch, von der Ölindustrie verursachte Umweltverschmutzung, die auch alle Arten von aquatischen Säugetieren, wie den Fischottern (*Lontra longicaudis*), den Riesenottern (*Pteronura brasiliensis*), die Amazonassee Kuh (*Trichechus inunguis*) und die beiden Delphinarten (*Inia geoffrensis* und *Sotalia fluviatilis*) betreffen, helfen nur strengere Richtlinien und Kontrollen in der Förderung von Erdöl in so sensiblen Ökosystemen wie dem tropischen Regenwald. Ausserdem ist ein umfangreiches, unabhängiges Kontrollsystem wichtig, dass in regelmässigen Abständen die Umgebung und vor allem die Gewässer in der Nähe von Ölfeldern untersucht. Im Fall von Unfällen, wie zum Beispiel der erst kürzlich gesprengten Pipeline von Petrecuador oberhalb des Cuyabeno Reservats ist ein schnelles Einwirken zur Verhinderung von Katastrophen unbedingt erforderlich.

Der „Ökotourismus“ ist eine willkommene Einnahmequelle für das Land und die einheimische Bevölkerung. Jedoch kann er nur dem Schutz des Regenwaldes und seiner Fauna dienen, wenn strenge Richtlinien und Regulierungen, wie zum Beispiel das Verbot auf den Lagunas Grandes mit Motor zu fahren, eingehalten und kontrolliert werden. Darüberhinaus sollten in Bereichen, in denen Flussdelphine vorkommen, wie zum Beispiel den Lagunas Grandes, Delfincocha und den Mündungsbereichen Geschwindigkeitsbegrenzungen auf 10km/h eingeführt und kontrolliert werden.

7. Literaturangaben

Acevedo, A. 1991. Interactions between boats and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Enseñada De La Paz, Mexico. Aquatic Mammals. 17.3. 120-124.

Aldis, J. 1984. „Seasonal Igapó“ forests Central Amazonian blackwater rivers and their terrestrial arthropod fauna. In Sioli (Eds.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae, Vol. 56. H.J. Dumont.

Bailey, N.T.J. 1951. On estimating the size of mobile populations from capture-recapture data. Biometrika 38: 293-306.

Best, R.C. and V.M.F. Da Silva. 1984. Preliminary Analysis of Reproductive Parameters of the Boto, *Inia geoffrensis*, and the Tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in the Amazon River System. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 6). Pp. 361-369.

Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989a. Biology, Status and Conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco River Basin. In: Biology and Conservation of the River dolphins. Eds.: W.F: Perrin, R.L. Brownell Jr.; Zhou Kaiya and Liu Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No 3. Pp.: 23 – 33.

Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989b. Amazon river dolphin, Boto *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). In: S.H. Ridgeway and R. Harrison (Eds.). Handbook of Marine Mammals, Vol. 4: River dolphins and the larger toothed whales. Academic Press London. Pp. 1-23.

Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1993. *Inia geoffrensis*. Mammalian Species No. 426, pp. 1-8. Published by the American Society of mammalogists.

Brownell, R.L. 1984. Review of Reproduction in Platanistid Dolphins. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 6). Pp. 149-158.

Campos, P.F. 1991. Preferencias de hábitat, aspectos reproductivos y comportamiento de canto como factores determinantes en la territorialidad de *Callicebus torquatus*, en la Amazonía ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Departamento de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Caldwell, M.C., D.K. Caldwell und W.E. Evans. 1966. Sounds and behaviour of captive Amazon freshwater dolphins, *Inia geoffrensis*. Los Angeles County Mus. Cont. Sci. 108, 1-24.

Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. Wiley & Sons. 235pp.

Caughley, G. and J. Goddard. 1972. Improving the estimates from inaccurate census. J. Wildl. Mgmt., 36: 135-140.

Cole, L.C. 1957. Sketches of general and comparative demography. Cold Springs. Harb. Symp., Quant. Biol., 22: 1-15.

Da Silva, V.M.F. 1983. Ecología alimentar dos golfinhos da Amazonia. M. Sc. thesis: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia. Fundacao Universidad do Amazonas, Manaus.

Da Silva, V.M.F. 1986. Separacao ecologica dos golfinhos de agua doce da Amazonia. Reunión de trabajo de expertos en Mamíferos acuáticos de America del Sur, 1st, Buenos Aires 1984, Proc., 215-227.

Denkinger, J. y E. Ortiz. 1997. Monitoréo de agua en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Informe de las investigaciones de agua del proyecto *sacha pacha* de la organización *yaqu pacha* e.V. de Mayo 1996 hasta Febrero 1997. Entregado a PROFORS (GTZ) y INEFAN.

Denkinger, J., V. Utreras und I. Araya. 1997. Demographic Studies on the Amazon River Dolphin (*Inia Geoffrensis*), in the Cuyabeno Reserve, Ecuador. Proceedings of the 10th annual conference of the European Cetacean Society (ECS) in March 1997, Stralsund, Germany.

Denkinger, J. und J. Hettler. In prep. Characterisation of the Cuyabeno and Lagartococha river system in the Cuyabeno Reserve, Ecuador.

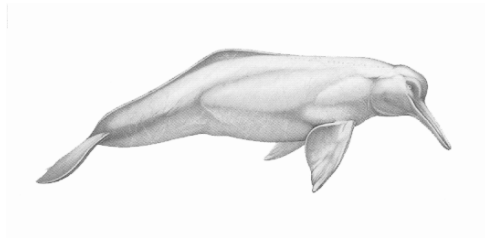
Efron, B. And Gong, G. 1983. A leisurely book at the Bootstrap, the Jackknife and Cross - Validation. American Statistician 37(1): 36-48.

- Eisenberg, J.F. 1981. The mammalian radiations. Chicago University Press.
- Eisenberg, J.F. 1986. Dolphin behaviour and cognition: Evolutionary and ecological aspects. In: Schusterman, R.J., J.A. Thomas and F.G. Wood (Eds.). Dolphin cognition and behaviour, a comparative approach. Lawrence Earlbaum Associates, publishers, New Jersey, London. Pp.: 337-346.
- Evans, P.G.H., Canwell, P.J. und E. Lewis. 1992. An experimental study on the effects of pleasure craft noise upon bottlenose dolphins in Cardigan Bay, West Wales. Proceedings of the 6th ECS (European Cetacean Society) Conference.
- Fagen, R.M. 1981. Animal play behaviour. Oxford University Press.
- Geraci, J.R. and D. St. Aubin. 1980. Offshore petroleum resource development and marine mammals: a review and research recommendation. Mar. Fish. Rev. 42, 1-2.
- Gullart, J. M. 1962. Nomenclatura Jibara-Agurana de especies de mamíferos en el alto Marañon. Biota, 4, 155-164.
- Hammond, P.S.: 1986. Estimating the size of naturally marked whale populations using capture-recapture techniques. Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 8.
- Hammond, P.S., S.A. Mizroch and G.P. Donovan. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission, Special Issue 12. Cambridge.
- Henningsen, T., K. Knickmeyer und G. Lotter. 1995. Behavioural ecology of the dolphins *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis* in the upper region of the Amazon, Peru. Proceedings of the ninth annual conference of the European Cetacean Society (ECS), Lugano, Switzerland, 9-11th February 1995.
- Henningsen, T. 1998. Zur Verbreitung, Habitatwahl und Verhaltensökologie der Delphine *Inia geoffrensis* und *Sotalia fluviatilis* im Oberlauf des Amazonas. Dissertation zur Erlangung des Dokortitels des Fachbereichs Biologie der Universität Bremen, Germany.
- Herman, L.; L. von Fersen and M. Solangi. 1996. The Bufo (*Inia geoffrensis*) in the Rio Lagarto Cocha of the Ecuadorian Amazon; Marine Mammal Science, January 1996.
- Hettler, J., B. Lehmann and Luis LeMarie Ch. 1996. Environmental problems of petroleum production in the Amazon Lowland of Ecuador. UNEP. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen Reihe A Band 183.
- Janik, V.M. und P.M. Thompson. 1996. Changes in surfacing patterns of bottlenose dolphins in response to boat traffic. Marine Mammal Science, 12(4):597-602 (October 1996).
- Kasuya, T. und T. Kajihara. 1974. Ecology of dolphins in the Orinoco and Amazon system. In Scientific expedition of La Plata and Amazonian dolphins. pp. 7-11. University of Tokyo, Freshwater dolphin expedition, Tokyo.
- Layne, J.N. 1958. Observations on freshwater dolphins in the upper Amazon. J. Mammal. 39, 1-23.
- Layne, J.N. und D.K. Caldwell. 1964. Behaviour of the Amazon dolphin, *Inia geoffrensis* (Blainville), in captivity. Zoologica 49, 81 – 108.
- Leatherwood S. und R. Reeves. 1994. River dolphins: a review of activities and plans of the Cetacean Specialist Group. Aquatic Mammals, 20.3, 137-154.
- Lockyer, C.H. and R.J. Morris. 1990. Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus*. In: P.S. Hammond, S.A. Mizroch and G.P. Donovan. Individual recognition of cetaceans: Use of photo identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission. Special Issues 12. Cambridge 1990.
- Loizos, C. 1966. Play in mammals. Symp. Zool. Soc. London. No. 18, 1-9.
- Martin, A.R. 1991. Das große Bestimmungsbuch der Wale und Delphine. Mosaik Verlag, München. Pp. 191.
- Magnusson, W.E., R.C. Best und V.M. Da Silva. 1980. Numbers and behaviour of Amazonian Dolphins *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis* in the Rio Solimoes, Brasil. Aquatic Mammals Vol. 8 no. 1 June 1980.

- McGuire, T.L. 1995. Ecology of the river dolphin, Tonina *Inia geoffrensis* in the Cinaruco river, Venezuela. Master Thesis, Texas A&M State University, College station, USA. Pp.: 103.
- McGuire, T.L. and K.O. Winemiller. 1998. Occurrence patterns, habitat associations and potential prey of the river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Cinaruco river, Venezuela. BIOTROPICA 30(4): 625-638.
- Osculati, G. 1854. Explorations of equatorial regions along the Napo and Amazon rivers. Fratelli Centenari in Milano.
- Perrin, W. F. 1989a. "Dolphins Porpoises and Whales, An Action Plan for the Conservation of Biological Diversity: 1989-1992" compiled by IUCN/ SSC Cetacean Specialist Group and the U.S. National Marine Fisheries Service, NOAA.
- Perrin, W.F. and R.L. Brownell. 1989b. Report of the workshop. In: Biology and conservation of the river dolphins. W.F. Perrin, R.L. Brownell, Z. Kaiya and L. Jiankiang (Eds.). Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No. 3.
- Prance, G.T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. Brittonia 31: 26-38.
- Pulliam, H.R. und T. Caraco. 1987. Living in groups: is there an optimal group size? In: Krebs (ed.) Behavioural ecology 2nd edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Schwarzberg, F., E. Röntgen and K.-H. Früh. 1995. Regenwaldtourismus in Lateinamerika: Das Beispiel der Reserva de Produccion Faunística Cuyabeno, Ecuador. In: Ökotourismus als Instrument des Naturschutzes? Möglichkeiten zur Erhöhung der Attraktivität von Naturschutzvorhaben. Forschungsberichte des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. Wetforum Verlag, München, Köln, London.
- Seber, G.A.F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin, London. 2nd edition, 654 pp.
- Shane, S.H. und R.S. Wells. 1986. Ecology, behaviour and social organisation of the bottlenose dolphin: a review. Marine Mammal Science 2 (1):34-36 (January 1986).
- Sierra, R. (Ed.) 1999. Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Simpson, G. G. 1945, The principles of classification and a classification of mammals. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 85, XXI + 1 – 350.
- Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography and morphology of the river courses and river types. In: H. Sioli (Ed.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae Vol. 56, H.J. Dumont (Series editor).
- Trujillo, F. 1994. The use of photo-identification to study the Amazon river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Colombian Amazon. Marine Mammal Science, 10(3): 348-353 (July 1994).
- UICN. 1994. Categorías de las listas rojas de la UICN. Preparadas por la Comisión de Supervivencia de Especies (SSC) de la UICN. 30 de Noviembre 1994.
- Utreras, V.M. 1996. Estimación de la abundancia, aspectos ecológicos y etológicos del delfín Amazonico *Inia geoffrensis geoffrensis* (Cetacea: Iniidae) en el Río Lagartococha, Amazonia Ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias de la Educación.
- Vegas-Vilarúbia, T., J. Paolini and R. Herrera. 1988. A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and Amazon basins in Venezuela. Arch. Hydrobiol. 111/4, pp. 491-506.
- Wehner, R. und W. Gehring. 1990. Zoologie. 22. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York. 816 pp.
- Würsig, B. and T.A. Jefferson. 1990. Methods of Photo-Identification for Small Cetaceans. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 12).
- Yuanyu Hua, Zhang Xianfeng, Wei Zhou and Wang Xiaoqiang. 1990. A note on the feasibility of using photo-identification techniques to study the Baiji, *Lipotes vexillifer*. In: Hammond, P.S., S.A. Mizroch and G.P. Donovan (eds.). Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission, Special Issue 12. Cambridge.

8. Englische Fassung der „Demographischen Untersuchungen am Amazonasdelphin (*Inia geoffrensis*) im Cuyabeno Reservat, Ecuador.“

**Demographic studies of the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*)
in the Cuyabeno Reserve, Ecuador**



8.1 DETECTION PROBABILITY OF AMAZON RIVER DOLPHINS (*Inia geoffrensis*) DURING VISUAL SURVEYS IN RELATION TO WATER LEVEL AND AGE CLASS.

ABSTRACT

A method to estimate the detection probability of Amazon river dolphins or Inias (*Inia geoffrensis*) was developed for visual surveys by dugout canoe of rivers in the Ecuadorian Amazon. Surveys were conducted along the Cuyabeno River in pairs of transects such that an upstream transect was immediately followed by a downstream transect covering the same section of river. River dolphins were classified into three age classes and water level within the river was also recorded. Surveys conducted at low water conditions when few tributaries would be accessible to the dolphins gave pairs of counts with sufficiently low variance to estimate a mean detection probability of 0.67 (95% CI 0.20-0.95). Surveys conducted at medium to high water levels when tributaries and adjacent lagoons were accessible to the dolphins had higher variances, suggesting these surveys are likely to give poor abundance estimates. The analysis also indicated that calves were more likely to be detected than older animals. This is consistent with behavioural observations of shorter dive times and more conspicuous surface behaviour for smaller dolphins.

INTRODUCTION

Line transect methods which model detection probabilities according to species and weather conditions are commonly used to estimate whale and dolphin populations in the open sea. For dolphins such as *Platanistidae*, who live in river systems these methods can only be applied in modified ways, as the width and the meanders of the river give a natural strip and limit the area of the river that can be surveyed. Most researchers use the strip-transect method (Caughley 1977) to count river dolphins. According to this method, it is assumed that all animals within a strip either side of the survey craft are detected. This is generally not the case for dolphins, which spend most of their time under water. Some correction factor is required to account for animals that are not detected, such as used by Best and da Silva (1989). They made long distance surveys on the Solimões River, Brazil, at a speed of 12km/h and used corrected sightings per unit effort to estimate densities of dolphins per km of river.

As not all dolphins can be spotted, a method to estimate the detection probability of Amazon River dolphins, or Inia, (*Inia geoffrensis*) of different age classes and under different water conditions was developed. This study was carried out on the Cuyabeno River inside the Cuyabeno Reserve in the northern part of the Ecuadorian Amazon Lowland, from May 1996 to June 1998.

METHODS

A 20 km stretch in the lower part of the Cuyabeno river was surveyed from the confluence with the Aguas Negras river to the confluence of the Cuyabeno with the Aguarico river (Map 8.1.1). Observations were made from a 12m dugout canoe with a 25 hp out-board motor, travelling at speeds of 10 to 15 km/h. Two observers in the canoe surveyed the river, one looking ahead and one looking behind the canoe. Having an observer looking astern as well as ahead reduces the effects of bends in the river obscuring sightings. Dolphins were classified into three classes according to estimates of their size. Animals with estimated lengths up to 1m were classified as calves, from 1m to 2m as intermediates, and larger than 2m as adults.

One aim of the surveys was to estimate the number of dolphins present in a stretch of river. This requires an estimate of the probability that a dolphin present in the river system will be detected as the canoe passes. An animal will have zero probability of being detected if it does not surface within the time that it is potentially in view or it is in a tributary river or lagoon. For animals, which do surface within view the probability of detection

will be a function of distance, type of surfacing and weather conditions. The river surveyed was typically less than 50m wide and so it is reasonable to assume that detection probability is constant across the width of the river. Most sections of the river are straight enough that a dolphin would be in view for at least one surfacing sequence. The weather conditions during surveys were also generally consistent and so weather conditions were considered unlikely to affect the probability of detection. However, the state of the river in terms of water level could have a substantial effect on detection probability since at high water levels there were many tributary systems accessible to dolphins whereas at low water levels there were very few.

These considerations require a rather different survey design to the line transect methods frequently used in the open sea, but the problem of estimating detection probability remains. A common approach at sea is to use data from two independent observation platforms to estimate the proportion of animals directly on the trackline that are detected, which is commonly referred to as $g(0)$, (Buckland *et al.*, 1993). In this study, it was not possible to have independent observers working from the same dugout canoe or to use a separate canoe following a few minutes later. Thus there were no opportunities to compare duplicate sightings of the same individual. Instead data were collected from repeated pairs of transects and the data were compared in terms of the total number of sightings on each transect.

The pairs of transects consisted of *there and back* transects from the Bocana Cuyabeno upstream to Aguas Negras and back downstream to Bocana Cuyabeno. These *there and back* transects were made during the same day within 4 to 5 hours to minimise the possibility that animals could have left the section of river surveyed, in the time between the two transects. A total of 18 transect pairs were completed during the study.

The analysis using the total counts on each transect was based on the following. Assume a constant probability p that an animal is detected given that it is present. If there are n animals in the river at the time of a survey on both the *there and back* transects, then the counts of the number of animals sighted can be regarded as coming from a binomial distribution. If n is assumed to be constant for a pair of *there and back* surveys then the expected value of the mean \bar{x} of the two counts will be

$$E(\bar{x}) = np$$

and the expected variance s^2 will be

$$E(s^2) = np(1 - p)$$

Thus p can be expressed in terms of the mean and variance as

$$p = 1 - \frac{s^2}{\bar{x}^2}$$

Let s_i^2 and \bar{x}_i^2 be the variance and mean for the i th pair of *there and back* surveys where within the pair both n and p are assumed to be constant. Define S and X as

$$S = \sum_i s_i^2 \quad \text{and} \quad X = \sum_i \bar{x}_i^2 \quad \text{for a grouping of survey pairs where } p \text{ is assumed constant but } n \text{ may be different}$$

between survey pairs, then an estimate for p is

$$\hat{p} = 1 - \frac{S}{X}$$

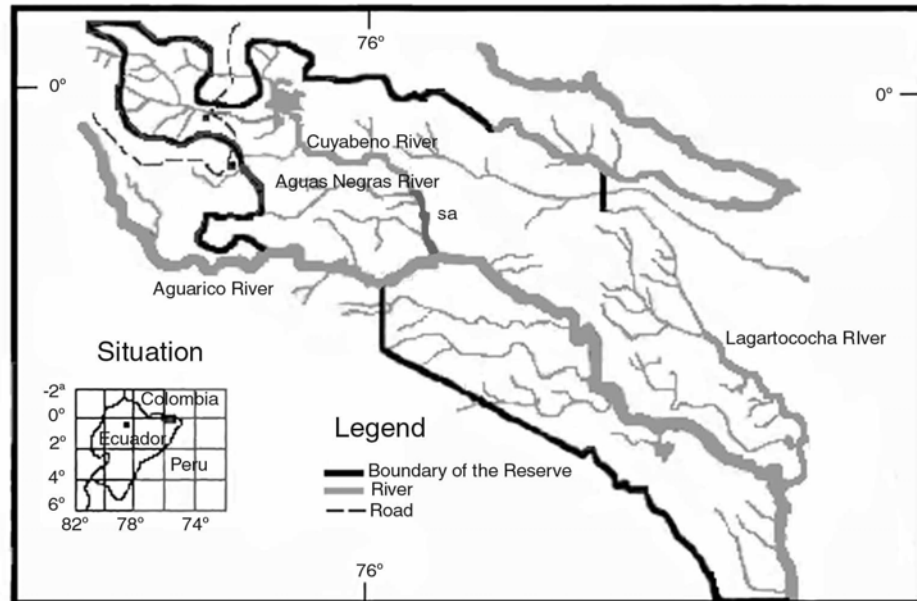
Caughley and Goddard (1972) note that the assumption of constant p is unlikely to be realistic in many cases and that any variability in p will result in an observed variance of counts greater than the binomial variance. This may either produce bias in the estimate, such that p is underestimated, or result in no estimate at all if the variance is greater than the mean. They introduce an additional parameter k which is the coefficient of deviation from the binomial variance (for $k=1$ this is simply the binomial variance) such that

$$s^2 = k \left(\bar{x} - \frac{1}{n} \bar{x}^2 \right)$$

and show that if surveys are conducted at two levels of efficiency then it is possible to solve for n and k . In the case of this study only one level of survey efficiency was possible but the assumption of constant p is more reasonable for river dolphins than for cetaceans in the open sea or terrestrial mammals. However it was hypothesised that p might not be constant for different age classes since observations in the field suggested that calves were more easily detected than adults. In addition if animals were swimming up tributaries then the assumption of constant p would not hold. For the purposes of this analysis, survey pairs were categorised

according to water level at the time of survey (high, mid, low) and age category of the sighting (calf, intermediate, adult).

Where appropriate, variance for the calculated estimates of p was estimated using the bootstrap procedure with 10,000 replications. 95% confidence intervals were estimated from the percentiles of the bootstrap histogram as suggested by Efron (1983).



Map 8.1.1: Study area (sa) for sighting probability studies in the Cuyabeno Reserve, Ecuador

RESULTS.

A total of 135 animals were seen on the 18 transect pairs. The total number of animals seen on up river transects was 66 and 69 on down river transects (Table 8.1.1). There were no significant differences between up and down river counts (ttest, $p = 0.78$).

Table 2 shows the results for all animals sighted under high to medium and under low water conditions. The mean probability p of seeing *Inia* under low water conditions is 0.67 with a 95% confidence interval of 0.20 – 0.95. Under high to medium water conditions the variance was too high to estimate the sighting probability. The condition of $X < S$ was satisfied for all age classes under low water conditions (table 2) supporting the assumption that the number of animals on each pair of transects was constant for this water level. The sighting probability for adults ($p = 0.67$) is higher than for intermediate sized animals ($p = 0.59$) with calves ($p = 0.76$) having the highest probability of being sighted. Bootstrap estimates could only be made for calves (0.35 - 0.96) and intermediates (0.23 - 0.92). For adults there were only two identical data points available, hence no bootstrap estimate could be made for this size class. (Table 8.1.2).

Table 8.1.1. Inia sightings on there and return transects from Bocana Cuyabeno to Aguas Negras

Transect nr.	Water level	UP RIVER				DOWN RIVER			
		a	i	c	n	a	i	c	n
1	Medium	0	0	0	0	1	4	1	6
2	Medium	0	2	0	2	1	1	0	2
3	High	0	0	0	0	0	0	0	0
4	High	0	1	0	1	0	1	0	1
5	High	0	0	0	0	0	2	1	3
6	Medium	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Low	0	2	2	4	0	2	1	3
8	Medium	0	0	0	0	0	0	0	0
9	High	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Medium	0	0	0	0	1	1	1	3
11	High	1	1	1	3	0	0	0	0
12	Low	1	8	5	14	2	5	4	11
13	Low	0	5	6	11	0	5	7	12
14	Low	2	6	8	16	1	8	8	17
15	Low	0	5	6	11	1	2	3	6
16	Low	0	3	1	4	0	3	2	5
17	High	0	0	0	0	0	0	0	0
18	High	0	0	0	0	0	0	0	0
total of all		4	33	29	66	7	34	28	69

Legend: *a*: adults; *i*: intermediate sized; *c*: calves; *n*: total number of animals seen on the track line

Table 8.1.2. Results of analysis to estimate the sighting probability p of Amazon River dolphins in the Cuyabeno River.

All high to medium water						
Up	Down	\bar{x}	s^2	\bar{X}	S	p
0	6	3	18	1.75	5.25	No estimate
2	2	2	0			
0	3	1.5	4.5			
1	1	1	0			
0	3	1.5	4.5			
3	0	1.5	4.5			
All low water						
Up	Down	\bar{x}	s^2	\bar{X}	S	p
4	3	3.5	0.5	9.5	3.167	0.67 (0.20 – 0.95)
14	11	12.5	4.5			
11	12	11.5	0.5			
16	17	16.5	0.5			
11	6	8.5	12.5			
4	5	4.5	0.5			
Calves low water						
Up	Down	\bar{x}	s^2	\bar{X}	S	p
2	1	1.5	0.5	4.417	1.083	0.76 (0.35 – 0.96)
5	4	4.5	0.5			
6	7	6.5	0.5			
8	8	8	0			
6	3	4.5	4.5			
1	2	1.5	0.5			
Intermediate low water						
Up	Down	\bar{x}	s^2	\bar{X}	S	p
2	2	2	0	4.5	1.833	0.59 (0.23 – 0.92)
8	5	6.5	4.5			
5	5	5	0			
6	8	7	2			
5	2	3.5	4.5			
3	3	3	0			
Adults low water						
Up	Down	\bar{x}	s^2	\bar{X}	S	p
1	2	1.5	0.5	1.5	0.5	0.67 (n/a)
2	1	1.5	0.5			

Figures in brackets in p column are 95% confidence intervals from the bootstrap percentiles.

DISCUSSION

There are various factors such as water levels and surfacing behaviour of different age or size classes, that vary and should be considered in estimates of Amazon River dolphin abundance and density. The results from surveys conducted at low water conditions are quite encouraging in terms of estimating abundance because the low variance suggests that it is reasonable to try and estimate the probability that an animal will be detected and that these probabilities are quite high. The fact that there were no significant differences in the number of animals seen on *there and back* transects suggests that the probability of detecting animals is independent of whether the survey is conducted going upstream or downstream. The analysis also suggests that for surveys at high/medium water there is a large variance in the probability that an animal will be sighted. This was expected due to the potential for animals to enter lagoons and tributaries but does indicate that surveys conducted at these times are of only limited value for comparison of relative numbers and should not be used for population estimation purposes.

The method used in this study of comparing counts from transect pairs, provides estimates of detection probabilities and also an indication of conditions when surveys are most likely to yield reliable results. Although these results are specific to the Cuyabeno river of the Cuyabeno Reserve in Ecuador there are aspects that may be applied more generally. For other river systems where it is reasonable to assume a strip transect approach, and for surveys using a similar type of craft, the detection probabilities calculated in this study may provide reasonable estimates if these cannot be calculated from the data directly. In addition, the high variance of counts at high to medium water levels emphasise the difficulties of estimating river dolphin abundance in situations where dolphins may enter small tributaries and lagoons that cannot be surveyed.

The calculated p values are subject to bias due to any factors that cause detection probability to vary. Any variation in the sighting process will tend to cause higher variance in counts and thus under estimates of p . However, variation in detection probability due to behavioural characteristics of individuals may cause estimates of p to be positively biased.

By stratifying the analysis by age categories through different size classes some of the behavioural differences have been accounted for. Adults can travel faster and make longer dives than calves for example, whereas calves surface at shorter intervals and tend to be more conspicuous when they come to the surface. This has been described as 'popping up on the water surface like a cork'. The analysis showed the expected result from observations in the field, that calves were more likely to be seen than adults.

LITERATURE CITED

- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989. Biology, Status and Conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco River Basin, In: Biology and Conservation of the River dolphins. Eds.: W.F: Perrin, R.L. Brownell Jr.; Zhou Kaiya and Liu Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No 3. Pp.: 23 – 33.
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham and J.L. Laake. 1993. Distance sampling, estimating abundance of biological populations. Chapman and Hall.
- Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. Wiley & Sons.
- Caughley, G. and J. Goddard. 1972. Improving the estimates from inaccurate census. J. Wildl. Mgmt., 36: 135-140.
- Efron, B. And Gong, G. 1983. A leisurely book at the Bootstrap, the Jackknife and Cross - Validation. American Statistician 37(1): 36-48.

8.2 CONFIDENCE OF NATURAL MARKS IN AMAZON RIVER DOLPHINS (*INIA GEOFFRENSIS*)

ABSTRACT

Natural marks of whales and dolphins are commonly used for capture recapture studies. For long-term studies, this technique can only be reliable when the marks remain throughout several years. Observations of the permanence of natural marks on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) showed that even deep wounds only remained for up to 20 months. On Amazon river dolphins, the permanence of scars, nicks and pigmentations has been observed during several years and a resighting index has been established for each type of mark. Nicks could be observed longest with 58 months scars were observed for up to 55 months and pigmentations remained for 22 months.

In general natural marks tend to remain longer on Amazon river dolphins than on marine dolphins. Possibly wound healing in warm freshwater habitats takes longer than in marine habitats. Therefore natural marks of Amazon river dolphins help to identify individuals even in a long term.

INTRODUCTION

Natural marks such as nicks, scars and pigmentations are used to identify whales and dolphins using photo identification (Hammond et al. 1990). The reliability of this technique depends on the quality of the marks and the picture, but also on the behaviour of the whale or dolphin species studied. Even though river dolphins do not show their dorsal fin as much as other whales or dolphins, photo identification is considered a worthwhile technique for studying migrations and population parameters. Even for population studies of the Baiji (*Lipotes vexillifer*) which is especially difficult to spot because of its very shy behaviour, photo identification is a useful method (Yuanyu et al. 1990).

Trujillo (1994) used nicks, scars, cuts and serrations as well as pigmentations to identify *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*. Lockyer and Morris (1990) examined wound healing and scars in bottlenose dolphins and found out that deep wounds can remain 5-20 months, while superficial scratches such as tooth rakes only remained 6-12 months. Trujillo (1994) could not observe any changes in notches or pigmentation during the one-year study period from January 1991 to January 1992. Nevertheless, no information is available about how long identifiable marks last on Amazon River dolphins called *Inia* below.

Trujillo (1994) supposed that most of the cuts are due to entanglements in fishing nets or propeller blades. In the Cuyabeno Reserve there is little boat traffic and hardly any fishing nets are set out in the rivers. Nevertheless the animals photographed in the Cuyabeno Reserve show distinctive marks, such as nicks, scratches and pigmentations. The following study is to find out about how long these marks last and how reliable they are for photo-identification use and long-term studies.

METHODS

From May 1996 to June 1999 *Inia* was observed in two black water rivers of the Cuyabeno Reserve in the North of the Ecuadorian Amazon. Photos were taken with a Nikon F3 camera and Sigma 400mm/5.6 lens on 200 and 100 ASA colour slide films (Fuji Sensia and Kodak elite). Most photos were taken from a 12m-dugout canoe with 25hp outboard motor (Johnson) and a few from shore or paddling. From 3.564 photos taken during the study period, 353 were good enough to be analysed for natural marks. During a research on black caimans (*Melanosuchus niger*) in the Lagartococha River in February 1993, Andres Vallejo took some of the pictures analysed here.

Good quality pictures were scanned with a *Minolta Quick Scan Slide scanner* and analysed with *Adobe Photoshop*. In the present study all pictures with obvious marks on both sides of the dorsal fin were used

to study their reliability. Therefore, several marks on the side or dorsal fin of an animal were used to re-identify the animals.

- *Scratches* were divided into two types of scratches according to their penetration into the skin.
 - *Slight scratches (sS)* were superficial injuries that turned into light marks.
 - *Deep scratches (dS)* penetrated the skin and were seen as bloody wounds in the first place. They could then turn into slight scratches when healing occurred and were seen as big light changes in the pigmentation of the skin, where the scratch was situated.
- *Nicks (N)* are cuts on the trailing edge of the dorsal fin or back.
- *Pigmentations (P)* are splotches of darker or lighter colour than the skin. They can be greyish to black or pink.

Sighting is defined as an observation of an animal, while re-sighting is defined as an observation of an animal that has already been identified. A re-sighting index (Ri) was established according to the number of re-sightings (m) per mark divided by the total number of animals identified with nicks, pigmentations, scars or combinations of those (n).

$$Ri = \frac{m}{n}$$

The permanence of marks was studied comparing the amount of re-sightings for each type of mark and the maximum period at which different types could be identified. Furthermore all scratches, nicks and pigmentations of each re-sighting throughout the study period were analysed separately for any changes in their appearance. Therefore any mark was treated separately discarding the fact that it appeared in combination with other marks. Only re-sightings after at least one month were considered for this comparison.

RESULTS

Of the 113 animals identified with work- numbers, 200 re-sightings were made, which results in an average of 1.77 times each animal was seen. Scars were dominant in the animals identified with 63 of the 113 animals. Only 13 animals showed nicks only and 16 animals had combinations of nicks and scars. Combinations with pigmentations occurred in 1 occasion with nicks and in 14 occasions with scars. Pigmentations alone were observed on three animals but none of them was resighted. Most marks resighted were nicks and scratches whereas animals identified with pigmentations only were never seen several times. Animals with nicks were resighted at an average of 2.23 times and animals with scars at an average of 1.4 times. Combinations of nicks and scars occurred more often than nicks only but were resighted 21 times, giving an index of 1.31. (Table 8.2.1).

Table 1: Re-sighting index of different marks or combinations of marks in *Inia geoffrensis*

	animals identified	nicks	pigmentations	scars	nicks and pigmentations	nicks and scars	scars and pigmentations
total	113	13	3	63	1	16	14
re-sightings	200	29	0	88	0	21	11
re-sighting index	1.77	2.23	0	1.4	0	1.31	0.79

Pigmentations have the highest percentage to become lost (25%) but only 8 animals with pigmentations could be used for the analysis. Most of the marks analysed were slight scratches (82). Of all slight scratches, 17% were lost while none of the 5 deep scratches was lost. Of the 37 nicks analysed only 3% disappeared during the study period. (Table 8.2.2).

Table 8.2.2: Loss of marks from February 1993 to July 1999

	sS	dS	N	P
total of marks	82	5	37	8
lost marks	14	0	1	2
% lost	17.1	0	2.7	25

Legend: *sS*: slight scratches, *dS*: deep scratches, *N*: nicks, *P*: pigmentations.

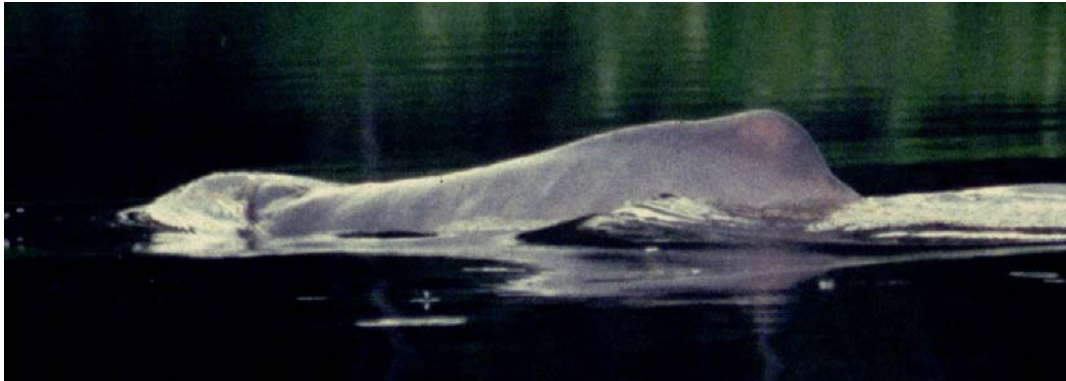
Nicks lasted longest with 58 months. Slight scratches could be followed up to 55 months, deep scratches to 25 months and pigmentations could be re-sighted during a 22 month period (see picture 1 and 2). (Table 8.2.3).

Table 8.2.3: Maximum permanence of marks from February 1993 to July 1999

marks	sS	dS	N	P
months	55	25	58	22

Legend: *sS*: slight scratches, *dS*: deep scratches, *N*: nicks, *P*: pigmentations

Picture 8.2.a was taken the 8th of July 1997 in the lower part of the Lagartococha River and the same animal was re-sighted 22 months later, the 19th of April 1998 (picture 8.2.b) in the same part of the river. The pigmentation clearly remained on the left side on the tip of the dorsal fin as well as the two slight scratches.

Picture 8.2.a: Pigmentation at *Inia geoffrensis* ID nr. L22, 08.07.1997Picture 8.2.b: Pigmentation at *Inia geoffrensis* ID nr. L22, 19.04.1998

DISCUSSION

Nicks never heal completely; therefore they appear to be the most reliable marks according to the amount of re-sightings to animals identified, even though nicks in combination with scars have a lower re-sighting index than scars only. As animals mostly have several scars, combinations of scars are fairly reliable for identification, too. Usually some of the scars remain and new scars can be added to the same animal, which makes identification more reliable throughout various years if old and new scratches can be traced. Deep scratches and nicks are reliable marks that can still be used to identify the animal after several years as they remain for a long time. Deep scratches do not disappear but turn into slight scratches or lighter pigmentations of the skin, according to the wound healing process. Amazon River dolphins can change their pigmentation and turn from grey or white to pink depending on their activity (Trujillo 1994 and own observations). Nevertheless pigmentation patches can remain. Pigmentations were only re-sighted on one occasion and do not seem to be very reliable marks for long-term photo ID studies. But some pigmentations could be re-identified up to 22 months, which means that there are some types of pigmentations, seem to be long lasting even though the amount of animals is not very representative for an analysis of the reliability of pigmentations for identification. Combinations of scars and pigmentation were far less recaptured than a combination of scars and nicks.

In comparison with wound healing and persistence of marks in bottlenose dolphins in marine water systems, wound-healing processes are slower in warm tropical freshwater systems. Lockyer and Morris (1990) found that deep scratches remained for up to 20 months whereas in this study, scratches could be traced for up to 55 months.

Factors such as boat shyness or discrete surfacing behaviour can affect the results of recapture studies. Furthermore dolphins can migrate in and out of the study area and hence only be captured on few occasions. Therefore the general result of the re-sighting index should be interpreted on the basis that both nicks and scratches are useful marks as all animals have been re-identified on at least one occasion and they last over several years.

CONCLUSIONS

Nicks and combinations of scratches are good marks for identifying Amazon river dolphins throughout a period of more than four years. Some pigmentations remain for up to two years and possibly longer. Photo-identification of natural marks is therefore a valuable tool for studying population dynamics, social structure and migrations of Amazon River dolphins on a long-term base.

LITERATURE

Hammond, P.S., S.A. Mizroch and G.P. Donovan. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission. Special Issues 12. Cambridge 1990.

Lockyer, C.H. and R.J. Morris. 1990. Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus*. In: P.S. Hammond, S.A. Mizroch and G.P. Donovan. Individual recognition of cetaceans: Use of photo identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission. Special Issues 12. Cambridge 1990.

Trujillo, F. 1994. The use of photo-identification to study the Amazon river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Colombian Amazon. *Marine Mammal Science*, 10(3): 348-353 (July 1994).

Yuanyu, H., Z. Xiangfeng, W. Zhuo and W. Xiaoqiang. 1990. A note on the feasibility of photo-identification techniques to study the Baiji, *Lipotes vexillifer*. In: Hammond, P.S., S.A. Mizroch and G.P. Donovan (eds.). 1990 Individual recognition of cetaceans: Use of photo identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission. Special Issues 12. Cambridge 1990.

8.3 POPULATION DENSITY AND ABUNDANCE ESTIMATES OF AMAZON RIVER DOLPHINS (*INIA GEOFFRENSIS*) IN THE CUYABENO RESERVE, ECUADOR.

ABSTRACT

The present study examines the population density and abundance of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in two black water rivers, the Cuyabeno and Lagartococha river, of the Cuyabeno Reserve in the northern part of the Amazon lowland in Ecuador. The two rivers have a different structure, particularly concerning their connections to lagoons or oxbow lakes and the way they are affected by rainy and dry seasons. According to season, the sighting rate for the Cuyabeno river ranges from 0.01 Inia/km river during the high water season to 0.47 Inia/km river during the low water season. In the Lagartococha river it ranges from 0.06 Inia/km river during the high water season to 0.36 Inia/km river in the dry season. Because of higher sighting probability during dry water seasons, abundance is estimated for dry seasons only. Abundance estimates for the Cuyabeno and Lagartococha river in 1997/1998 gives a total of 60 animals. Population density and abundance estimates vary from 1996/97 to 1997/98, which might be due to migrations within the Cuyabeno Reserve or to a decrease in the dolphin population due to human influence.

INTRODUCTION

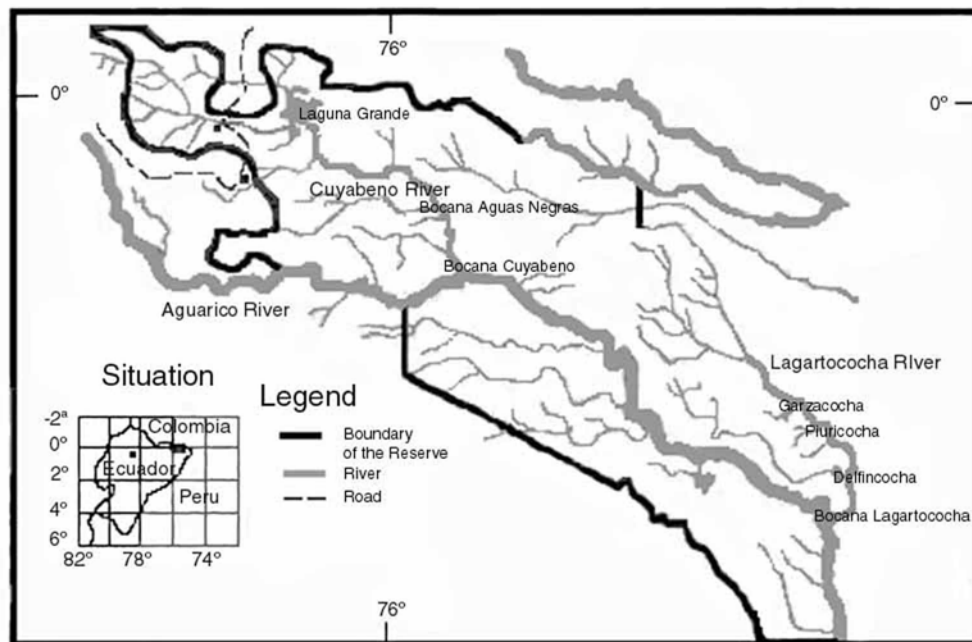
For the Amazon river dolphin or Inia (*Inia geoffrensis*) abundance estimates only exist for small portions of their range and insufficient data are available for analysis of trends in abundance. Two studies (Herman et al. 1996, Utreras 1996) have been carried out in the Ecuadorian Amazon, both of them in the Lagartococha river in the north east of the Cuyabeno Reserve in the northern part of Amazonian Ecuador. The population of dolphins situated further south in the Cuyabeno river not been studied previously. The present investigation of population density and abundance of Inia in the Cuyabeno Reserve included both the Lagartococha and the Cuyabeno river (map 8.3.1) and was carried out from May 1996 to June 1998.

Both rivers are black water rivers and tributaries of the Aguarico river. Various oxbow lakes or lagoons are found along the course of both rivers. The structure of the rivers is different mainly in the way they are affected by dry and rainy seasons. During the rainy season, when the water level is high, there are numerous lagoons in the upper course of the Cuyabeno river and all along the Lagartococha river. During the dry season, the water level falls in both rivers and the Cuyabeno may run completely dry in its upper and middle course. The Lagartococha river however is always deep enough for dolphins but some of the lagoons run dry or become smaller. This study compares the seasonal changes in dolphin distribution within the two rivers.

METHODS

The Cuyabeno river was studied from its confluence with the Aguarico river to the Lagunas Grandes 88-km upstream. The Lagartococha was surveyed from the confluence with the Aguarico River to Garzacocha 86 km upstream. The average width of both rivers is 30 m, while the depth varies according to rainfall. During the high water season the Cuyabeno River is about 5 m deep at the exit of the Laguna Grande and the Lagartococha has a depth of about 9 m upstream of Delfincocha. From the main rainy season (April to July) to the dry season (December to February) the water level can differ up to 3 m in the Cuyabeno and 4 m in the Lagartococha River. During the dry season the Cuyabeno runs almost dry in its upper parts and is

inaccessible through most of its course, whereas the Lagartococha still has sufficient water all the way up to the Quebrada Sur for both dolphins and boat traffic. The Cuyabeno river is characterised by various oxbow lakes along its course and a system of 5 big lagoons, the so called Lagunas Grandes, in its upper part. The Lagartococha flows through a huge area of inundated forests and floating meadows with numerous lagoons in the middle and upper course. (Map 8.3.1).



Map 8.3.1. Study area for population studies of Amazon River dolphins in the Cuyabeno Reserve

The lengths of the rivers and transects were determined by the river index defined as the definite measured length of the river, following its natural course on a map, divided by the straight line distance from the beginning and the end of this measured section. The length of each transect or section was then calculated multiplying the direct distance with the river index. (Table 8.3.1)

Table 8.3.1: Lengths of river sections

Section	Symbol of Transect	Length (km)
Bocana Cuyabeno - Bocana Aguas Negras	CAX	23
Bocana Cuyabeno - Laguna Grande	Cx	88
Bocana Lagartococha - Delfincocha	LUx	21
Delfincocha - Piuricocha	LOx	27
Delfincocha - Garzacocha	LOPx	65

Legend: Bocana = mouth of....

Water levels in the Amazon basin can change daily depending on rainfall or seasonal changes in rainfall and thus differ in most of the river sections according to tributaries or backwater from other rivers such as the Aguarico. Therefore water levels were not treated as absolute depth in certain river sections but divided into seasons:

- The *rising water season* (r) lasts from March to May. During this season empty lagoons and the river fill with water from the constant rainfalls that are characteristic for this period.
- The *high water season* (h) from May to July/August also with abundant rainfall. Water levels reach their maximum during this period. Rivers and lagoons extend into vast parts of the forest, which remains inundated for several weeks or months.
- During the *falling water season* (f) from August to December, rain falls irregularly and the river systems are in a constant process of falling and rising waters. Towards the end of this season the water level sinks and lagoons and inundated forests run dry.
- The *low water season* (l) from December to March is characterised by dry lagoons and oxbow lakes in the Cuyabeno and diminished lagoons in the Lagartococha river. The riverbed of the Cuyabeno river is almost dry in the upper parts whereas the Lagartococha is reduced to the riverbed and does not anymore extend into the adjacent forests.

Observations were made from a 12 m dugout canoe with a 25 hp out-board motor, travelling at a speed of 10 to 15 km/h. Two observers in the canoe surveyed the river, one looking ahead and one looking behind.

The strip transect method implies that all animals within a certain distance of the track line are seen (Caughley 1977). The rivers were sufficiently narrow that they could be treated as a strip in which the probability of detection was constant. However, as dolphins spend most of their time under water, a factor that describes the sighting probability of river dolphins at different water conditions to estimate abundance was included (Denkinger et al. in rev.). This factor p is expressed as a function of the mean (X) and the variance (S) of sightings on *there and back* transects exclusively dedicated to estimating the sighting probability.

$$\hat{p} = 1 - \frac{S}{X}$$

During low water conditions the probability of detecting *Inia* is very high and gives good population estimates whereas under high and intermediate water conditions (falling and rising water seasons) the detection probability is rather low. Therefore only results from low water conditions are used for abundance estimates of Amazon River dolphins in the Cuyabeno Reserve. Relative population density (D^*) on the different transects was considered for all water levels dividing the number of animals seen on each transect (n) by the length of the transect (L_{trans}).

$$D^* = \frac{n}{L_{trans}}$$

Abundance for each transect (N^*) was estimated by dividing the average of animals (n) counted on transects during dry water season (n) with the sighting probability (p).

$$N^* = \frac{n}{p}$$

Population density (D) of different river sections is given by the abundance (N^*) divided by the length of the transect (L_{trans}).

$$D = \frac{N^*}{L_{trans}}$$

The maximum average density (D_{max}) of each river during the low water season multiplied with the total length (L) of the river where *Inia* has been reported then gives the total abundance (N) for each river.

$$N = D_{max} \cdot L$$

RESULTS

In 1996 on transects from the mouth of the Cuyabeno river to the Lagunas Grandes (C-transects), 8 animals were seen during the high water season and an average of 7.6 animals (SD = 3.65) during the low water season. Population density was as high during the high water season as during the low water season (0.09 Inia/km river). Least animals were counted during the falling water season (4.67, SD = 4.16) with a population density of 0.03 Inia/km river. In 1997 no animals were seen during the rising water season and only an average of 1 animal (SD = 0.82) during the high water season with a population density of 0.01 Inia/km river. In the falling water season an average of 3.75 animals (SD = 3.3) was seen with a population density of 0.04 Inia/km river. Most animals were counted during the low water season with an average of 7 animals (SD = 1.41) and a population density of 0.08 Inia/km river. In 1998 only two transects were carried out. Both of them during the rising water season with an average of 6.5 animals (SD = 4.95) and a population density of 0.07 Inia/km river. (Table 8.3.2).

On transects from the mouth to Aguas Negras (CA-transects) in the lowest part of the Cuyabeno river in 1996 an average of 1.27 animals (SD = 1.72) was counted during the rising water season with a density of 0.04 Inia/km river. During the low water season an average of 10.7 animals (SD = 4.47) was seen with a population density of 0.47 Inia/km river. In 1997 no animals were seen during the rising and high water season. During the falling water season an average of 5.33 animals (SD = 1.86) and during the low water season an average of 6.14 animals (SD = 3.34) was observed. Population density was 0.23 Inia/km river during the falling water season and 0.37 Inia/km river during the low water season. (Table 8.3.2).

In the Lagartococha river most animals were encountered in the upper part of the river (LO - transects). In 1997 there was an average of 2.5 animals (SD = 0.71) during the low water season, 6.5 animals (SD = 3.7) during the high water season and 9.67 animals (SD = 5.03) during the falling water season. The respective population density was 0.09 Inia/km river for the low water season, 0.24 Inia/km river for the high water season and 0.36 Inia/km river for the falling water season. (Table 8.3.2).

As the upper part of the Lagartococha river was sometimes blocked by floating meadows, long transects from Delfincocha to Garzacocha (LOP-transects) could only be carried out during the falling water season of 1997 on 4 occasions and during the rising water season of 1998 on 2 occasions. There were more animals (11.75, SD = 0.18) during the falling water season in 1997 than during the low water season of 1998 (5.5, SD = 2.12). Population density was 0.18 Inia/km river in 1997 and 0.08 Inia/km river in 1998. (Table 8.3.2).

Population density in the lower part of the Lagartococha river (LU-transects) seems to be most stable in the Cuyabeno Reserve. The average number of animals counted in 1996 was 5.67 (SD = 2.42) and 5.33 (SD = 3.39) with the respective population density of 0.27 Inia/km river during the high water season and 0.25 Inia/km river during the low water season. In 1997 there was an average of 4.33 animals (SD = 3.27) during the high water season, 5.5 animals (SD = 2.55) during the falling water season and 5 animals during the low water season. Population density was 0.21 Inia/km river, 0.26 Inia/km river and 0.24 Inia/km river respectively. (Table 8.3.2).

Abundance estimates are higher for the Cuyabeno river (79 animals in 1996/97 and 45 animals in 1997/1998) than for the Lagartococha river (15 animals in 1997/1998). For 1997/98 a total of 60 animals is estimated to inhabit both river systems, which is less than the estimated population of the Cuyabeno river in 1996/97. (Table 8.3.3).

Table 8.3.2: Population density of Amazon river dolphins on different transects in the Cuyabeno Reserve

Season	Transect	Data	level				Grand Total
			h	f	l	r	
1996	C	Count of Date	1	3	5		9
		Average of an.	8,00	4,67	7,60		6,67
		StdDev of an.		4,16	3,65		3,64
		D*	0,09	0,05	0,09		0,08
	CA	Count of Date		22	10		32
		Average of an.		1,27	10,70		4,22
		StdDev of an.		1,72	4,47		5,25
		D*		0,06	0,47		0,18
	LU	Count of Date	6		6		12
Average of an.		5,67		5,33		5,50	
StdDev of an.		2,42		3,39		2,81	
D*		0,27		0,25		0,26	
1997	C	Count of Date	4	4	2	2	12
		Average of an.	1,00	3,75	7,00	0,00	2,75
		StdDev of an.	0,82	3,30	1,41	0,00	3,08
		D*	0,01	0,04	0,08	0,00	0,03
	CA	Count of Date	2	6	7	2	17
		Average of an.	0,00	5,33	6,14	0,00	4,41
		StdDev of an.	0,00	1,86	3,34	0,00	3,43
		D*	0,00	0,23	0,27	0,00	0,19
	LO	Count of Date	4,00	3,00	2,00		9,00
		Average of an.	6,50	9,67	2,50		6,67
		StdDev of an.	3,70	5,03	0,71		4,39
		D*	0,24	0,36	0,09	0,00	0,25
	LOP	Count of Date		4			4
		Average of an.		11,75			11,75
		StdDev of an.		3,40			3,40
		D*		0,18			0,18
LU	Count of Date	6,00	11,00	1,00		18,00	
	Average of an.	4,33	5,50	5,00		5,06	
	StdDev of an.	3,27	2,55			2,70	
	D*	0,21	0,26	0,24		0,24	
1998	C	Count of Date				2	2
		Average of an.				6,50	6,50
		StdDev of an.				4,95	4,95
		D*				0,07	0,07
	LO	Count of Date				4	4
		Average of an.				6,50	6,50
		StdDev of an.				2,38	2,38
		D*				0,24	0,24
	LOP	Count of Date				2	2
		Average of an.				5,50	5,50
		StdDev of an.				2,12	2,12
		D*				0,08	0,08
LU	Count of Date				6	6	
	Average of an.				5,17	5,17	
	StdDev of an.				3,31	3,31	
	D*				0,25	0,25	

Legend: D* = relative population density.

Table 8.3.3 Abundance estimates of *Inia geoffrensis* in the Cuyabeno Reserve

Dry season	Cuyabeno river	Lagartococha river	All Cuyabeno Reserve
1996 / 1997	79 animals		
1997 / 1998	45 animals	15 animals	60 animals

DISCUSSION

The variation of population density and abundance observed might depend on two factors: the water level and the abundance and migrations of fish. Unfortunately no studies on the abundance and migration of fish have so far been carried out the Cuyabeno or Lagartococha river, therefore the results can only be discussed on the basis of water level.

The difference in the population density during the high water season in 1996 and 1997 in the Cuyabeno river might be explained by the late beginning of the rainy season and hence high water season in 1996 and the early high water season in 1997. During the high water season in 1996 *Inia* was just about to migrate from the Aguarico and the lower parts of the Cuyabeno river to the lagoons which explains the relatively high density on the long transects. In the high water season of 1997 the lagoons filled very fast and very early, therefore most *Inia* were possibly already in the lagoons and only few animals stayed in the river. The lagoons fell almost dry during the falling water season of 1997 and then filled again before the low water season started. For this reason *Inia* was seen more frequently in the river in 1997 than in 1996, where they could stay in the lagoons almost until the dry season began. The relative high population density on long transects during the rising water season in 1998 can thus be compared with the results of the high water season in 1996, where *Inia* migrated from the lower parts of the Cuyabeno river to the lagoons.

The low water level in the lagoons is also reflected in the result of transects from the mouth to Aguas Negras in the lower part of the river. Because *Inia* avoided the low water in the lagoons and the upper part of the river, they migrated to the lower parts very early in 1997. This is shown in the density of *Inia* during the falling water season in this part of the river that is 4 times higher in 1997 than in 1996. The situation during the low water season can be explained by a migration of the *Inia* population from the upper parts and lagoons to the lower parts of the Cuyabeno river, when the upper river system run dry. As most of the dolphins already migrated during the falling water season in 1997, density during the low water season is lower in 1997 than in 1996. The whole population did possibly not stay in the lower part of the Cuyabeno river but migrated into the Aguarico river. In 1997 the migration into the Aguarico river already started during the falling water season whereas *Inia* in 1996 just came down from the upper parts and possibly started to leave the Cuyabeno river later in the low water season.

The situation encountered in the Lagartococha river is very different from the Cuyabeno river, as there is always sufficient water in the river throughout the year. Therefore density in the lower part (LU-transects) remains stable throughout the year and from one year to another. Still there is a higher density during the falling water season than during the high water season on LO-transects in the upper part of the Lagartococha river. In this part of the river there are numerous lagoons where dolphins can stay during the high water season. The water body decreases during the falling water season and dolphins possibly stay more in the river. In the lower part of the Lagartococha river (LU-transects), there are only three small lagoons and dolphins rather stay in the river, what makes population estimates easier throughout the year. In the Cinarucu River, a tributary to the Orinoco in Venezuela, Mc Guire and Winemiller (1998) also observed dolphins more frequently during the falling than during the rising water period.

Population densities of 0.21 to 0.27 *Inia*/km river from LU-transects of the present study from 1996 to 1998 are lower than those measured by Utreras (1996) in 1994 with 0.38 *Inia*/km river (low water season) and 0.44 *Inia*/km river (high water season). Whether there is a decline in the population can only be determined through ongoing surveys during several years. Even though there was no significant decline during the study

period, population density in 1997 and 1998 was less than in 1996. Other studies have showed that density of the Amazon River dolphin varies a lot throughout the Amazon and Orinoco basin. There seem to be areas with very low density such as 0.03 Inia/km river in the Orinoco and 1.16 Inia/km river in the Apure River (Pilleri et al. 1982). The Cinaruco river in Venezuela showed a high population density, with 2.3 to 3.8 Inia/km river at rising and falling water levels (Mc Guire 1995). In the Amazon River, population density ranges from 1.7 Inia/km river in the upper part on the border of Peru and Colombia (Layne 1958) over 0.19 Inia/km river in the mid Amazon (Magnussen et al. 1980), to 0.22 Inia/km river from Manaus to Peru (Best and Da Silva 1989). Studies in smaller sidestreams in Peru showed population densities with 0.45 to 0.68 Inia/km river in the Samiria river and 0.73 to 1.46 Inia/km river in the Tapiche river (Henningsen 1998). In comparison to all these studies densities in the Cuyabeno and Lagartococha seem to be rather low for sidestreams. Still comparisons are difficult to make due to the fact that few of these studies are long term studies and the methodology is not standardised. Henningsen who made various transects during one year at different water levels used a travelling speed of 4–6 km/h what might result in different counts then the method used for the present study. Possibly more animals are missed travelling at a speed of 10–15 km/h as used in the present study and by Best and Da Silva (1989) but thereby double counts are avoided as Inia travels with a speed of 2.4 to 5.1 km/h and bursts up to 22.5 km/h (Best and Da Silva 1993).

According to the abundance estimates, abundance was higher in the Cuyabeno River during the dry season in 1996/97, This is probably due to the high density of Inia in the lower part of the Cuyabeno river during the low water season of 1996. These estimates are maximum estimates as abundance was calculated through maximum densities. For abundance estimates of the whole population in the Cuyabeno Reserve in 1997/98 these estimates seem to be rather low, as abundance in the Cuyabeno river in 1996/97 is higher than abundance in both rivers in 1997/98. This might be a result of the lower maximum densities in the lower part of the Cuyabeno river during the dry season of 1997/98.

It is still unclear whether changes in abundance from one year to another are due to a decrease in the population size or if Amazon River dolphins rather have open populations with migrations to other river systems. For the Cuyabeno river it seems obvious that not all dolphins stay in the river year around but migrate into the Aguatico and Lagartococha river. Although population density seems to be more stable in the Lagartococha than in the Cuyabeno river, this population is not necessarily formed by the same individuals and migrations to the Cuyabeno river were proven by identified animals seen on both rivers. Twelve of 50 identified animals have been seen in both the Cuyabeno and Lagartococha river system, which are about one hundred kilometres apart.

LITERATURE CITED

- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989. Biology, Status and Conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco River Basin, In: Biology and Conservation of the River dolphins. Eds.: W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr.; Zhou Kaiya and Liu Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No 3. Pp.: 23 – 33.
- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1993. *Inia geoffrensis*. Mammalian Species No. 426, pp. 1-8. Published by the American Society of Mammalogists.
- Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. Wiley & Sons. 234 pp.
- Denkinger, J.; R. Leaper and M. Scheidat. In rev. Detection probability of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) during visual surveys in relation to water level and age class. Marine Mammal Science.
- Henningsen, T. 1998. Zur Verbreitung, Habitatwahl und Verhaltensökologie der Delphine *Inia geoffrensis* und *Sotalia fluviatilis* im Oberlauf des Amazonas. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs Biologie der Universität Bremen. 139 pp. In German.
- Herman, L., L. von Fersen and M. Solangi. 1996. The bufeo *Inia geoffrensis* in the Rio Lagartococha of the Ecuadorian Amazon. Marine Mammal Science. Vol. 12. No. 1. Pp. 118 – 125.

- Layne, J.N. 1958. Observations on freshwater dolphins in the upper Amazon. *Journal of Mammalogy* 39(1): 1-22.
- Magnussen, W.E., R.C. Best and V.M. Da Silva. 1980. Numbers and behaviour of Amazon dolphins, *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*, in the Rio Solimões, Brasil. *Aquatic Mammal Science* 8(1):27-32.
- Mc Guire, T. 1995. Ecology of the river dolphin, Tonina *Inia geoffrensis* in the Cinaruco river, Venezuela. Master Thesis, Texas A&M State University, College Station, USA. Pp.: 103.
- Mc Guire, T. and K.O. Winemiller. 1998. Occurrence patterns, habitat associations and potential prey of the river dolphin, *Inia geoffrensis* in the Cinaruco river, Venezuela. *Biotropica* 30(4): 625-638.
- Pilleri, G., G. Marcuzzi and O. Pilleri. 1982. Speciation in the Platanistoidae: systematic, zoogeographical and ecological observations on recent species. *Investigations on Cetacea* 8: 11-76.
- Utreras, V.M. 1996. Estimación de la abundancia, aspectos ecológicos y etológicos del delfín Amazonico *Inia geoffrensis geoffrensis* (Cetacea: Iniidae) en el Río Lagartococha, Amazonia Ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias de la Educación.

8.4 ESTIMATING THE POPULATION SIZE OF NATURALLY MARKED AMAZON RIVER DOLPHINS (*INIA GEOFFRENSIS*) USING PHOTO ID AND CAPTURE-RECAPTURE TECHNIQUES.

ABSTRACT

Photo-identification is considered a valuable tool to study whales and dolphins. Even though capture-recapture techniques using naturally marked animals are commonly used for population estimates of cetaceans, Amazon river dolphins are so far studied with the strip transect method only.

From May 1996 to July 1999 *Inia geoffrensis* was photographed in the Cuyabeno Reserve in the northern Amazon lowland of Ecuador. A total of 3.564 pictures were analysed for natural marks on the left and on the right side of the dorsal fin. Two different ID catalogues were established with 26 animals identified by the left and 36 by the right side of the dorsal fin. From the dry season of 1996 to 1997, abundance was estimated using the capture recapture method and Bailey's modified estimator with a total of 44.6 animals according to the left and 61.2 animals according to the right side. This study shows that capture recapture techniques are a promising tool to study abundance and population dynamics of Amazon river dolphins.

INTRODUCTION

The Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*), called "Inia" below, has been studied in several countries of the Orinoco and Amazon river basin in South America (Best and Da Silva 1989, Trujillo 1994, McGuire and Winemiller 1998, Henningsen 1998). For the conservation of Amazon river dolphins, suitable survey techniques should be established and trends in populations in different regions of the distribution should be monitored (Perrin et al. 1989). So far, population estimates are based on the strip transect method (Best and Da Silva 1989, Henningsen 1998). Capture-recapture techniques with photoidentification data are commonly used to estimate the population size of cetacean populations (Hammond et al. 1990) but have not yet been applied to Amazon river dolphins.

Natural marks such as nicks, scars and pigmentations are used to identify whales and dolphins using photo identification (Hammond et al. 1990). Trujillo (1994) used nicks, scars and pigmentations to identify *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*. He found out that photo identification is a promising technique to study social structure and migrations of both *Inia* and *Sotalia*. McGuire and Winemiller (1998) used resightings to create a chronological location map for individuals. A study on the Baiji (*Lipotes vexillifer*) by Hua Yuanyu et al. (1990) showed that these animals have distinctive marks but are very hard to photograph because of their small size and shy behaviour. Nevertheless they consider photoidentification a valuable method for population studies.

METHOD

The study was carried out from May 1996 to July 1999. The study area includes approximately 300 river kilometres and lagoons extending from the Lagunas de Cuyabeno down the Cuyabeno river to the Aguarico river, down the Aguarico river to the mouth of the Lagartococha river and the Lagartococha river from the mouth to Garzacocha, 90 km upstream.

Photos were taken with a Nikon F3 35 mm camera and a Sigma 400mm/5.6 lense on 200 and 100 ASA color slide films (Fuji Sensia and Kodak elite). Most photos were taken from a 12m dugout canoe with 25hp outboard motor and a few from shore or paddling in a smaller dugout canoe. Out of 3.564 pictures, 353 were of sufficient quality to be analysed for natural marks.

The pictures were scanned with a Minolta Quick Scan slide scanner and analysed with Adobe Photoshop. All pictures were analysed for different marks such as nicks, scratches, pigmentations or combinations of these.

The following marks were used:

- Scratches were divided into two types of scratches according to their penetration into the skin.
 - Slight scratches (*sS*) were superficial injuries in the skin.
 - Deep scratches (*dS*) penetrated the skin and were seen in the first place as bloody wounds. They could then turn into slight scratches and were then seen as light changes in the pigmentation of the skin.
- Nicks (*N*) are cuts on the trailing edge of the dorsal fin or back.
- Pigmentations (*P*) are splotches of darker or lighter colour of the skin. They can be greyish to black or pink.

Only pictures of very good quality according to recognizability of marks, size of the dolphin in the frame and good focus were classified into ID numbers and used for population estimates. As sample size was too small for open population models, population estimates are calculated using closed population models (Hammond 1986) such as the Bailey's (1951) modified estimator for sampling with replacement of the Petersen two sample model.

$$N_1 = \frac{n_1(n_2 + 1)}{m_2 + 1}$$

As all animals should have equal "catchability" at all sampling units used for the estimate (Seber 1982), only excursions during the low water season in December 1996 and 1997 are used. Sighting possibility is highest during the low water season (Denkinger et al. in rev.) and hence the possibility of capturing animals with photos should be the same.

RESULTS

A total of 293 pictures were classified into work numbers, 122 of which from the left side and 171 from the right side of the dorsal fin. 108 animals were identified and classified into work numbers, 47 for marks on the left side of the dorsal fin and 61 for marks on the right side. Altogether 208 pictures were considered to have sufficient quality for ID pictures, 82 of which from the left side of the dorsal fin and 126 from the right side. Out of these pictures 62 animals could be distinguished, 26 animals were identified for the left side and 36 for the right side of the dorsal fin.

Table 8.4.1 shows the number of animals captured and photo-identified at each excursion with resightings and the accumulative number of identified animals during the study period from May 1996 to July 1999.

Most animals were captured during low or falling water season from September to May. From the fourth excursion in November 1996 previously identified animals were always recaptured with exception of one excursion in June 1998, where only one animal marked on the right side of the dorsal fin was captured and no identified animals were re-sighted.

With each excursion more animals were identified and classified with ID numbers. More animals could be identified according to marks on the right side of the dorsal fin, than according to marks on the left side. From December 1997 very few further animals were identified. For the left side of the dorsal fin no more new animals were found whereas for the right side the number of identified animals increased by one more from 35 to 36 June 98. (Figure 8.4.1).

Petersen estimates using Baileys modified estimator gives a population size of $N_{\text{left}}=44.57$ for the animals identified by the left side of the dorsal fin and $N_{\text{right}}=61.20$ of animals identified by the right side of the dorsal fin. (Table 8.4.2).

Table 8.4.1: Capture of marked animals, resightings and accumulative ID numbers during the study period from May 1996 to July 1999.

excursion	marked animals		resightings		accumulative IDnrs.	
	left	right	left	right	left	right
May-96	1	3	0	0	1	3
Jun-96	1	0	0	0	2	3
Sep-96	1	6	0	0	3	8
Nov-96	7	7	2	1	8	12
Dec-96	10	15	1	5	12	17
Jan-97	6	8	1	2	14	21
May-97	13	20	3	4	20	27
Sep-97	15	23	10	10	22	32
Nov-97	4	6	3	6	23	32
Dec-97	14	15	6	9	25	35
Apr-98	8	17	5	10	26	35
Jun-98	0	1	0	0	26	36
Jul-99	2	5	2	5	26	36

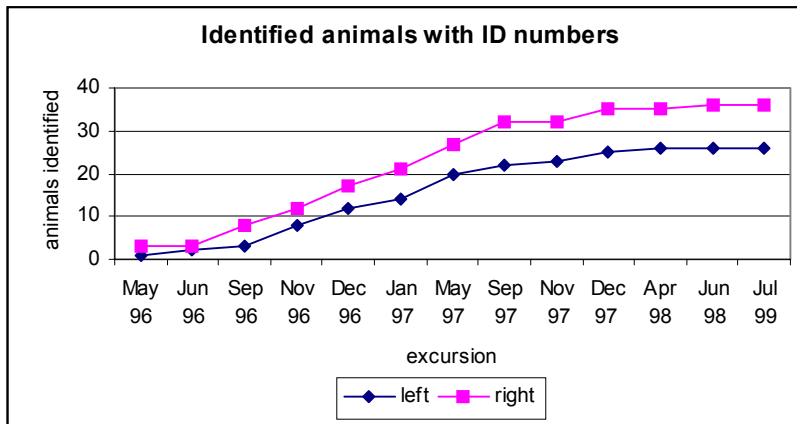


Figure 8.4.1. Identified animals during the study period

Table 8.4.2: Population estimates for *Inia geoffrensis* in the Cuyabeno Reserve

Baileys modified estimator	Left side dorsal fin	Right side dorsal fin
Population estimate (N _i)	44.57	61.20

DISCUSSION:

The efficiency of taking ID pictures of *Inia* is rather low with 1.5% (McGuire and Winemiller 1998) and 11% (Trujillo 1994) of identifiable pictures from all images taken. Nevertheless it is possible to identify animals with this method. McGuire and Winemiller (1998) could identify 6 animals in the course of 8 months and Trujillo (1994) 20 animals in a 2-year study period. In the present study, efficiency was about 8% of good enough pictures within a 3-year study period. The fact that a total of 26 and 36 animals could be identified for their left or right side of the dorsal fin represents a promising result for capture-recapture studies.

During the first three excursions from May to September 1996, the researcher was still not familiar with the shy behaviour of *Inia* and only a few animals could be identified. From December 1997 only a few more animals were identified, which may show that the number of identified animals is getting close to the actual population size. Another reason can be that fewer animals were seen during the excursions of June 1998 and July 1999, as it was high water season.

The fact that animals are easiest to capture during the low water season indicates that only data from this season should be used for population estimates. Sighting possibility is highest and catch ability of individuals is almost equal.

The abundance estimate for the right side of the dorsal fin with 61.2 is very close to the abundance estimate obtained from strip transects with 60 animals (Denkinger in prep.) meanwhile the estimate obtained from pictures of the left side of the dorsal fin is 44.5 animals. As there were more pictures available for the right than for the left side of the dorsal fin it seems obvious that the result is more accurate, the more pictures that are used. Besides, both results, the ones from strip transects and from capture recapture techniques, seem to be fairly exact estimates, which means that in this study about half of the population could be identified within three years.

Nevertheless there are some affects that might violate capture-recapture estimates for the Amazon river dolphin:

the population studied is probably not closed as animals were observed migrating between the Cuyabeno and Lagartococha river and can possibly migrate to the Aguarico and Napo river system. One *Inia* has been identified in Brazil and was seen again in Peru about 2000 km upstream the Amazon river (Henningsen 1998). This indicates that *Inia* can migrate through long distances. Population therefore was estimated with Baileys modified estimator, which tolerates migrations in the population (Bailey 1951). According to work numbers, as many animals were identified as estimated with Baileys modified estimator. All the same, it is almost impossible to identify an entire population of animals that are as difficult to capture as Amazon river dolphins. Immigrations into the Cuyabeno Reserve can explain the high amount of animals identified with work numbers.

Probably *Inia* populations are not demographically closed. But very little is yet known about the social system of *Inia*. Some researchers speculate that *Inia* is monogamous (Best and Da Silva 1984) while others observed multi male aggregations (Beltrán and Trujillo 1993). In the Cuyabeno Reserve only a few animals of more than 2 m lengths were seen during the study period, which suggests that the population mainly consists of females and offsprings with males joining the group during mating periods, as described for bottlenose dolphins (Wells 1992).

The permanence of marks is another questionable aspect of mark recapture techniques. Nevertheless, most of the marks could be observed for at least 22 months (Denkinger in prep.), and thus, the loss of marks should not have a significant impact on abundance estimates of Amazon River dolphins from one year to another.

In conclusion, the mark recapture method with Bailey's modified estimator is a valuable method for abundance estimates of Amazon River dolphins. The limiting factors for this method are the amount of pictures taken and the season when the data is sampled, which is recommended to be the dry season.

LITERATURE

- Bailey, N.T.J. 1951. On estimating the size of mobile populations from capture-recapture data. *Biometrika* 38: 293-306.
- Beltrán and Trujillo, F. 1993. Mating behaviour of the fresh water dolphin *Inia geoffrensis* (de Balinville 1817), in an Orinoco tributary of Colombia. In Abstracts from the 10th biennial conference on the biology of marine mammals, Nov. 11-15. Society of Marine Mammalogy, Galveston, Texas.
- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1984. Preliminary analysis of reproductive parameters of the boto, *Inia geoffrensis* and the tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in the Amazon River system. In W.F. Perrin, R.L. Brownell, Jr., and D.P. DeMaster (Eds.). Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 6, pp. 361-369. Cambridge, England.
- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989. Biology, Status and Conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco River Basin, In: Biology and Conservation of the River dolphins. Eds.: W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr.; Zhou Kaiya and Liu Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No 3. Pp.: 23 – 33.
- Denkinger, J., R. Leaper and M. Scheidat. In rev. Detection probability of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) during visual surveys. *Marine Mammal Science*.
- Denkinger, J. R. Leaper and M. Scheidat. In prep. Abundance estimates and population density of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador.
- Hammond, P.S: 1986. Estimating the size of naturally marked whale populations using capture-recapture techniques. Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 8.
- Hammond, P.S., S.A. Mizroch and G.P. Donovan. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission, Special Issue 12. Cambridge.
- Hua Yuanyu, Zhang Xianfeng, Wei Zhou and Wang Xiaoqiang. 1990. A note on the feasibility of using photo-identification techniques to study the Baiji, *Lipotes vexillifer*. In: Hammond, P.S., S.A. Mizroch and G.P. Donovan (eds.). Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission, Special Issue 12. Cambridge.
- Henningsen, T. 1998. Zur Verbreitung, Habitatwahl und Verhaltensoekologie der Delphine *Inia geoffrensis* und *Sotalia fluviatilis* im Oberlauf des Amazonas. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs Biologie der Universitaet Bremen. Germany.
- McGuire, T.L. and K.O. Winemiller. 1998. Occurrence patterns, habitat associations and potential prey of the river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Cinaruco river, Venezuela. *BIOTROPICA* 30A(4):625-638.
- Perrin, W.F., R.L. Jr Brownell, K. Zhou, and J. Liu. 1989. Biology and Conservation of the River Dolphins. Occ. Pap. IUCN SSC No. 3:v + 173 pp.
- Seber, G.A.F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin, London. 2nd edition, 654 pp.
- Trujillo, F. 1994. The use of photoidentification to study the Amazon river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Colombian Amazon. *Marine Mammal Science*, 10(3): 348-353 (July 1994).
- Wells, R.S. 1992. The marine mammals of Sarasota Bay. Sarasota Bay National Estuary Program 1992 Framework For Action.

8.5 HABITAT USE AND HOME RANGE OF AMAZON RIVER DOLPHINS (*INIA GEOFFRENSIS*) IN THE CUYABENO RESERVE, ECUADOR

ABSTRACT

The Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) is abundant in a high variety of habitats in the Amazon and Orinoco river basin. These tropical river systems are affected by constant changes in the water level and different seasons to which *Inia* has to adapt its movement patterns. These circumstances affect the use of different types of habitat. However, the present study shows, that there are habitat preferences of *Inia* in the Cuyabeno Reserve as animals were seen more frequently in grasslands and lagoons with Igapó, while the mouth of blackwater rivers were used during the falling and low water season only. Calves were most frequent in grasslands than in other habitats, which shows that grasslands are important breeding areas. To obtain a more detailed idea about the use of different habitats, the behavioural repertoire and frequency was analysed for each type of habitat. The behaviour differed significantly in different habitats and was most diverse in grasslands, lagoons with Igapó and in the mouth of rivers. Wide sectors of the rivers were rather avoided or only used for travelling during the transient water seasons. Even though, *Inia* is thought to remain in the same area, one individual travelled from Brazil to Peru over a distance of more than 2000km. The home range of *Inia* in the Cuyabeno Reserve seems to extend to 150 km or more as many animals were re-sighted within a 150 km distance. Daily and short term movements; however, seem to be restricted to 20 to 30 km.

INTRODUCTION

The habitat of the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) is characterized by constantly changing water levels during different seasons. For their own survival, they have to leave areas such as lagoons and shallow parts of the river that might run dry during the summer months. Nevertheless, Amazon river dolphins are distributed in all types of micro habitats, rivers, small channels, lakes etc. and they seem to concentrate at the mouths of rivers (da Silva 1986). The Cuyabeno Reserve has a high variety of habitats in the aquatic system and therefore represents a good study area concerning habitat use and habitat preferences of *Inia*. There are systems of blackwater rivers, blackwater lagoons grasslands and whitewater rivers.

So far investigations on habitat use are restricted to the amount or frequency of dolphins seen in different habitats such as lagoons, rivers and side channels (McGuire and Winemiller 1998) or to river sections with or without curves (Henningsen 1998). McGuire and Winemiller (1998) also distinguished different shoreline habitats such as shrub, sandbank, cutbank, rock and tree and calculated dolphin frequencies according to observations. Pilleri and Gehr (1977) observed that *Inia* prefer to live in the lake like reaches of the river and that they prefer to stay near shady banks, where the river is deeper and the water is calm. According to observations made on surveys, Magnussen et al. (1980) confirmed that *Inia* prefers deep, calm, or slowly moving water. Habitat use according to behavioural activities of the dolphins in different types of habitat can give a clearer idea about why they prefer different habitats. Nevertheless, no information about habitat use according to behavioural observations is available.

Little is known about daily activities of *Inia*, but there is evidence that they have diurnal patterns (Best and da Silva 1989). Layne (1958) reported that *Inia* near Leticia in Colombia moved from the rivers into the lakes from daybreak to 9.00 h and again at 15.00 h –16.00 h, while Best and da Silva (1989a) could observe a predominance of similar feeding activity. In the present study, daily activity patterns were studied in Delfincocha, which presents characteristics of a lagoon and river. It is surrounded by floating meadows with small parts of Igapó and possesses one deep part with little current and one shallow part without current.

The home range of *Inia* is still unsure. Marking experiments of *Inia* in the central Amazon have shown that they are apparently sedentary (Best and da Silva 1989a). Area extent of Amazon river dolphins is not known, but individuals may remain in the same area for over a year (Best and da Silva 1989b). Best and

da Silva (1989a) also state that longer distance migrations are not likely. Nevertheless, one individual migrated 2000 km from close by Tefé in Brazil to the río Samirias in Perú (Henningsen 1998).

STUDY AREA

The study area is situated in the Cuyabeno Faunistic Reserve in the province of Sucumbios in the north east of the Ecuadorian Amazon and forms part of the Aguarico river system. Apart from the Aguarico, a whitewater river, there are two blackwater rivers included in the study area: the Cuyabeno and the Lagartococha rivers. The Cuyabeno river was studied on a length of 89 km including the system of the Lagunas Grandes. The Lagartococha river was studied from the mouth to Garzacocha on an 87 km stretch. The Aguarico was surveyed during the 98 km journeys from the Cuyabeno to the Lagartococha river. As the Aguarico river regularly splits up into sidearms and because of waves caused by the relatively strong current, sighting probability of *Inia* is low. Therefore sightings of *Inia* on these transects were treated as incidental sightings. The Cuyabeno river passes through tierra firme forest, while the Lagartococha area is characterized by Igapó and grasslands. There are numerous lagoons and oxbow lakes in both rivers.

The seasons in this part of the Amazon basin are different to the central Amazon, where the dry season occurs from June to November (Aldis 1984). In the Cuyabeno Reserve, the dry season begins in December and lasts until March, when the rainy season begins. The Laguna Grande runs completely dry during the dry season from December to February whereas the Cuyabeno river runs almost dry in its upper parts and still has sufficient water in the lower 20 km. In the Lagartococha river system, neither the river nor Piuricocha or Garzacocha run completely dry. By June all lagoons and rivers are at their maximum water levels. During the high water season, the Laguna Grande can reach a maximum water level of 5 m in April/June (Campos 1991). There are no measurements of maximum depth available for these two lagoons during the high water season. The rising and falling water seasons are characterized by extreme changes of the water level. Even during the rising water season, the Cuyabeno river can still run dry for short periods. The same can occur in the falling water season, when heavy rainfalls may result in almost maximum water levels in the river and lagoons for short periods. The Cuyabeno river in particular is affected by these changes.

The lagoon systems of the Cuyabeno Reserve are unique in the Ecuadorian Amazon. The Laguna Grande de Cuyabeno, Piuricocha and Garzacocha are blackwater lagoons surrounded by seasonal Igapó. Igapó is a periodically inundated forest, flooded by regular annual cycles of blackwater rivers (Prance 1979). The predominant species are *Macrolobium acaciifolium* (Mimosaceae), *Genipa spruceana* (Rubiaceae) and *Bactris spruceana* (Arecaceae), which are growing in the periphery of the lagoon (Campos 1991). The undergrowth of this forest is formed by *Myrciaria dubia* (Myrtaceae), *Virola surinamensis* (Myristicaceae), *Croton cunneatus* (Euphorbiaceae) and *Pterocarpus amazonicus* (Fabaceae) (Sierra 1999).

Delfincocha and Redondococha are characterized by grasslands, which are herbaceous formations that can reach up to 4 m heights. Grasslands grow in the margins of transparent blackwater lagoons, which are rich in organic material. The predominant flora is characterized by *Montrichardia linifera* (Araceae), *Cyperus odoratus* (Cyperaceae), *Sagittaria sp.* (Alismataceae), *Ludwigia octovalvis* (Onagraceae) and *Pontederia rotundifolia* (Pontederiaceae) (Sierra 1999).

METHODS

a) Habitat use in the Cuyabeno Reserve

From May 1996 to May 1998 a total of 516 surveys were carried out in the Cuyabeno Reserve. As not all habitats have equal accessibility throughout the year, survey effort differed in each habitat (table 8.5.1). All surveys in the rivers and lagoons of the Lagartococha river were carried out from a 12-m dugout canoe with 25 HP outboard motor with exception of some observations in the mouth of the Cuyabeno river, which were made from shore. All surveys in the Lagunas Grandes de Cuyabeno were carried out in a 4-m dugout canoe (quilla) paddling and observations about daily activity patterns in Delfincocha were made from shore, 2.5 m above the water surface.

Table 8.5.1: Number of surveys carried out in each habitat

Habitat	HER	LIG	RMA	RNS	ROL	RWB	RWI	WWR
# surveys	58	66	110	75	101	27	61	18

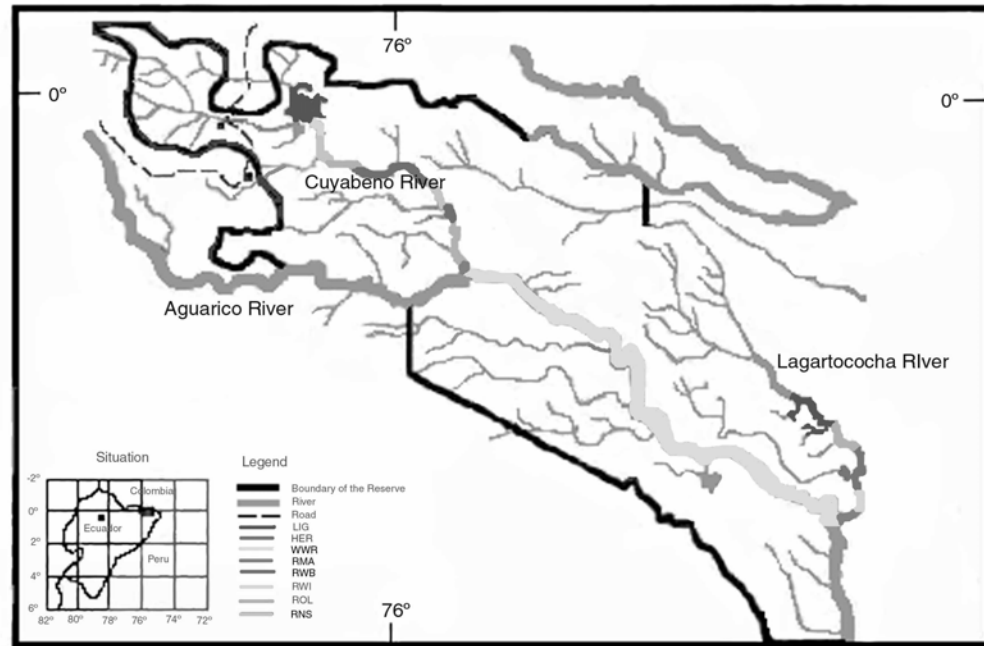
Legend: *HER*: grassland, *LIG*: Lagoons with Igapó, *RMA*: mouth of a blackwater river with a white water river, *RNS*: narrow part of the river with steep shores, *ROL*: river with oxbow lakes, *RWB*: wide part of the river with beaches, *RWI*, wide part of the river with Igapó, *WWR*: white water river.

For all sightings, the number of dolphins in each group, the number of calves in each sighting and the behaviour was noted. A group was defined as two or more animals seen within a 100 m range, involved in the same activities or interacting with each other. Animals with one-meter length or less, a short beak and clumsy surfacing behaviours were defined as calves. As the visibility in the water was maximum one meter, only surface behaviours could be observed. These were classified into different categories (table 8.5.2).

Table 8.5.2: Ethogram for surface behaviour of *Inia geoffrensis*

BEHAVIOUR	CODE	DEFINITION
milling	mi	One or more dolphins are surfacing regularly and in different directions in the same area. This behaviour is often correlated with feeding.
resting	re	Non directional swimming with regular surfacing intervals at a slow speed. Or surfacing on more or less the same spot without any abrupt or fast movement.
chasing	ch	Fast movements on the surface mostly directed to the shore or against bushes, meanwhile fishes are jumping on the surface.
travelling	tr	Directional swimming with regular surfacing intervals and at a moderate speed.
playing	pl	Manipulation of objects, such as branches, grass and others or interactions with other animals including breaches, bursts of chasing and short tactile interactions.
socializing	so	Any interaction of two or more animals that are involved into the same general behaviour within a limited area
travel feeding	tf	Occasional milling or chasing behaviour, while the mean activity is travelling

Along the course of transects, the study area was divided into different sectors according to their characteristics (table 8.5.3, map 8.5.1). These sectors were then summarized into different types of habitats (table 8.5.4, map 8.5.1).



Map 8.5.1: Distribution of different types of habitat in the Cuyabeno Reserve, Ecuador

Table 8.5.3: Description of different sectors in the study area

SECTOR	CODE	DESCRIPTION
Cuyabeno Laguna Grande	CLG	System of several blackwater lagoons and vast parts of Igapó
Cuyabeno Delfin Posa	CDP	Wide part of the river with several big curves, igapó and spiny palm trees (<i>Bactris sp.</i>).
Cuyabeno Puerto Bolívar	CBP	The river divides into two to three different streams, which are all very narrow with high shores and a lot of tree trunks in the riverbed.
Cuyabeno Posa Onda	CPO	Wide, winding part with several beaches and oxbow lakes.
Cuyabeno Cabeza de Tigre	CCT	Wide winding part of the river with many beaches and sandy shores and several shallow areas.
Cuyabeno Aguas Negras	CAN	Straight part of the river with few curves and high shores on both sides.
Cuyabeno Posa de la Boa Grande	CPG	Wide part of the river, with sandy beaches on one side and high shores on the other side, and big curves that form deep lagoons.
Cuyabeno Amaranuposa	CAM	Shallower part with small oxbow lakes, sandy beaches on one side and high shores on the other side of the river.
Cuyabeno Balatayacu	CBY	Wide winding part of the river with sandy and steep shores, beaches and big curves. The mouth of the Balatayacu river forms a lagoon.

Cuyabeno Linococha	CLC	Wide part of the river with huge curves and bushy shores with <i>Genipa spruceana</i> as predominant vegetation.
Cuyabeno Bocana Cuyabeno	CBC	Narrow part of the river with steep shores, which open up into a 200 m wide mouth, where the blackwater of the Cuyabeno is joining the whitewater of the Aguarico river. There are sandy beaches on one side and in front of the mouth of the Cuyabeno river.
Aguarico	A	Whitewater river with islands, beaches and an average width of approximately 300 m.
Sábalo river	RS	Blackwater river, which passes through tierra firme forest. Observations were only made in the mouth of the Sábalo river to the Aguarico river.
Lagartococha Bocana Lagarto	LBL	Mouth of the Lagartococha river, where the blackwater of the Lagartococha joins the whitewater of the Aguarico. The mouth is about 30 m wide and deep with steep shores on both sides.
Lagartococha lower part	LU	Steep shores and shores with spiny palm trees (<i>Bactris sp.</i> , <i>Astrocarium sp.</i>) limit the Lagartococha river in its lower course.
Lagartococha Delfincocha	LDC	The Lagartococha river opens up into several small lagoons with floating meadows, which also limit the river on both sides. The lagoon Delfincocha is kidney shaped with one deep and one shallow part. The Lagartococha river passes the lagoon in the eastern tip.
Lagartococha Laguna Imuya	LLI	The Lagartococha river passes the Laguna Imuya without any direct links to the lagoon, besides the channel between the Laguna Imuya and Delfincocha. In this area, the river is bordered by floating meadows and some parts of Igapó. The Laguna Imuya itself has similar characteristics as Delfincocha with some parts of floating meadows, Igapó and some floating islands in and around the lagoon.
Lagartococha Redondococha	LRC	Redondococha is situated upstream from Delfincocha. As the name indicates, it is a round lagoon with a diameter of about 800 m. The Lagartococha river crosses the lagoon in its southern tip. Redondococha is shallow in most parts. The deepest part is where the river crosses it. Before and after Redondococha the Lagartococha river passes dense areas of floating meadows.
Lagartococha upper course	LO	The upper course of the Lagartococha from Redondococha to Piuricocha is characterized by steep shores and some floating meadows.
Lagartococha Piuricocha	LPC	Piuricocha is a U-shaped lagoon with one exit to the Lagartococha river. It is surrounded by Igapó. The Lagartococha river close to Piuricocha is characterized by numerous lagoons on both sides of the river and varzea.
Lagartococha Garzacocha	LGC	From Piuricocha to Garzacocha, the Lagartococha river is bordered by steep shores and bushes that reach into the river. It is quite narrow. Garzacocha itself is a big lagoon with Igapó.

Table 8.5.4: Habitat systems present in the study area (see picture 1-8)

HABITAT	CODE	SECTORS
Lagoons with Igapó	LIG	CLG, LPC, LGC
Lagoons or river with grassland	HER	LDC, LRC, LLI
Whitewater river	WWR	A
Blackwater river mouth with whitewater river	RMA	CBC, RS, LBL
River wide parts and beaches	RWB	CCT, CPM, CPG
River wide parts and Igapó	RWI	CDP, LU

River with oxbow lakes	ROL	CAM, CBY, CLC, LO, CPO
River narrow parts with steep shores	RNS	CPB, CAN

Legend: *CLG*: Cuyabeno Lagunas Grandes; *LPC*: Lagarto Piuricocha; *LGC*: Lagarto Garzacocha; *LDC*: Lagarto Delfincocha; *LRC*: Lagarto Redondococha; *LLI*: Lagarto Laguna Imuya; *A*: Aguarico; *CBC*: Cuyabeno Bocana Cuyabeno; *RS*: Río Sábalo; *LBL*: Lagarto Bocana Lagarto; *CCT*: Cuyabeno Cabeza de Tigre; *CPM*: Cuyabeno Puerto Montúfar; *CPG*: Cuyabeno Posa Grande; *CDP*: Cuyabeno Delfin Posa; *LU*: Lagarto lower section; *CAM*: Cuyabeno Amarún Posa; *CBY*: Cuyabeno Balatayacu; *CLC*: Cuyabeno Linococha; *LO*: Lagarto upper section; *CPO*: Cuyabeno Posa Onda; *CPB*: Cuyabeno Posa de la Boa Grande; *CAN*: Cuyabeno Aguas Negras.

The number of observations, number of animals, average group size, presence of calves and the frequency of different behavioural categories in the different habitats was analysed according to the effort with which each habitat was observed.

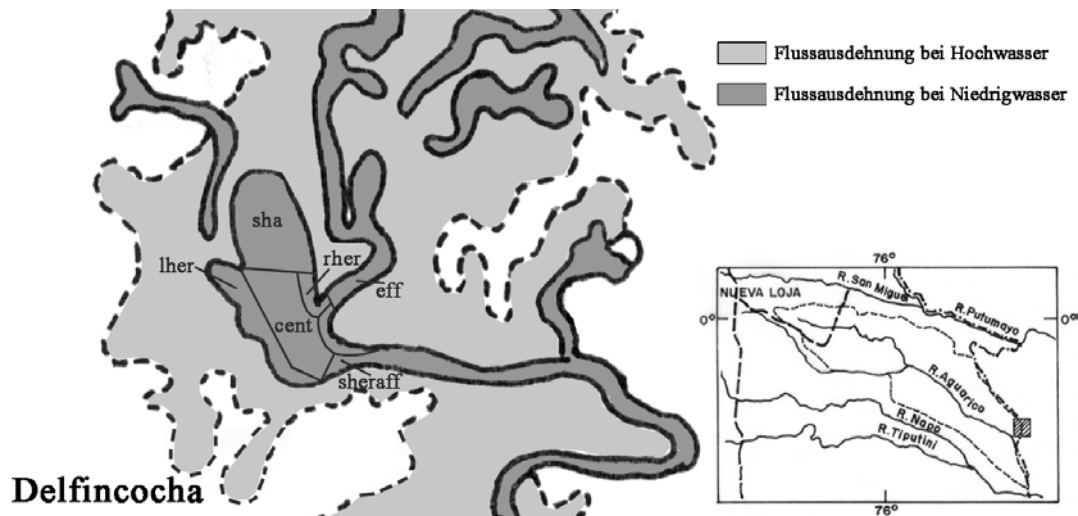
The habitat use depending on different seasons was analysed using the percentage of how many animals were seen at each season to the total of animals seen in the habitat. The behaviour was analysed by the frequency of each behaviour in each habitat.

To determine migrations between the Cuyabeno and the Lagartococha river, photographically identified individuals seen in both rivers were used. Photos were taken with a Nikon F50 and Nikon F3 Camera with Sigma 400 mm lens on 100 and 200 ASA slide films. For analysis the pictures were scanned with a Minolta Quick Scan slide scanner and processed in Adobe Photoshop.

b) Comprehensive daily profile of Delfincocha

A comprehensive profile of one day in Delfincocha was established during a 12 hour survey in September 1997. The Survey was carried out from shore 1.5 m above water level using scan sampling (Martin and Bateson 1993). Each of the 24 scans lasted 10 minutes and was repeated every 20 minutes. Delfincocha was split into 6 different sectors (see map 8.5.2). The upper part (*shal*) is the shallowest one with a depth of about 3 m during high and 1.5 m during the low water season. This sector is connected to the Laguna Imuya by a channel that is blocked by floating meadows and floating islands on the surface. Nevertheless, dolphins can pass underneath the islands and floating meadows. The left sector of the lagoon (*sher*) is characterized by floating meadow, which border the lagoon. The centre (*cent*) is up to 9 m deep and the right side of the lagoon (*rher*) is characterized by floating meadows and some inundated trees. Through the right sector passes the Lagartococha river in another sector that is the effluent (*eff*), passes floating meadows and leaves the lagoon in the lower centre. The effluent is about 35 m wide and 4 m to 7 m deep according to season and is bordered by Igapó and patches of floating meadows. The affluent (*aff*) is about 55 m wide, 4 m to 7 m deep and bordered by floating meadows.

For every sighting, surfacing frequency, behaviour and the sector where the animal surfaced were noted. The frequency of all surfacings in different sectors during 12 hours was examined by the amount of surfacings in each sector divided by the total amount of surfacings during the scan. A daily activity pattern was established by the behavioural frequencies throughout the day. To examine the use of each sector, the percentage of each behavioural category in the different sectors was analysed.



Map 8.5.2: Sectors in Delfincocha

Legend: *sher*; southern sector of the lagoon; *cent*: centre; *rher*: right herbazal area; *lher*; left herbazal area; *eff*: effluent; *aff*: affluent.

c) Home range

Individually identified animals observed in several parts of the study area determined home range. Only animals that could definitely be identified with an ID number and that were seen at least twice and at different days were considered for this study to avoid double counts at one single sighting.

Potos were taken with a Nikon F3 and Sigma 400 mm lens on 200 ASA colour slide films. Pictures were scanned with a Minolta Quick Scan Slide Scanner and analysed in Adobe Photoshop. A total of 56 animals were assigned an ID number. Two different catalogues were used to improve the reliability of this study, the left and the right side dorsal fin catalogue. 20 animals were used for the left and 29 for the right side of the dorsal fin. Three animals were identified on both sides.

Maximum travel distances and travel distances within short time intervals of 1 to 3 days were examined. The maximum distance of the river sections an identified animal was seen gave maximum travel distances. Maximum distances were classified into distance groups such as 0 -10 km, 10 -50 km, 50 - 100 km, 100 - 200 km and more than 200 km. Travel distances within one day were only analysed for animals identified at different sites.

Table 8.5.5: Lengths of river sections for home range studies

Section	Length (km)
CLG - CBC	88
CDP - CBC	82
CPG - CBC	63
CAN - CBC	23
CBG - CBC	21
CAM - CBC	17
CBY - CBC	11
CLC - CBC	3
LQL - LBL	96
LGC - LBL	86
LPO - LBL	58
LPC - LBL	48
LCC - LBL	42

LLO - LBC	35
LRC - LBL	25
LLI - LBL	23
LDC - LBL	21
LU - LBL	10
CBC - RS	36
CBC - LBL	98

Legend: *CBC*: Cuyabeno Bocana Cuyabeno; *CLG*: Cuyabeno Lagunas Grandes; *CDP*: Cuyabeno Delfin Posa; *CPG*: Cuyabeno Posa Grande; *CAN*: Cuyabeno Aguas Negras; *CPB*: Cuyabeno Posa de la Boa Grande; *CAM*: Cuyabeno Amarún Posa; *CBY*: Cuyabeno Balatayacu; *CLC*: Cuyabeno Linococha; *LBL*: Lagarto Bocana Lagarto; *LQL*: Lagarto Quebrada Lagarto; *LGC*: Lagarto Garzacocha; *LPO*: Lagarto upper Piuricocha; *LPC*: Lagarto Piuricocha; *LCC*: Lagarto C Cocha; *LLO*: Lagarto upper section; *LRC*: Lagarto Redondococha; *LLI*: Lagarto Laguna Imuya; *LDC*: Lagarto Delfincocha; *LU*: Lagarto lower section; *RS*: Río Sábalo.

RESULTS

a) Habitat use in the Cuyabeno Reserve

Most observations were made in grassland areas (1.6 observations/effort) with most animals (4.02 animals/effort) and the highest amount of calves (1.03 animals/effort) seen. In habitats where the river is connected to oxbow lakes, 2.59 animals/effort were observed with 0.96 calves/effort. Lagoons with Igapó also show a high number of animals seen per unit of effort (2.2 animals/effort) and 0.61 calves/effort, while in the mouth of blackwater rivers with whitewater rivers only 0.75 observations/effort were made with 1.57 animals and 0.35 calves/effort. Least observations were made in habitats where the river is shallow with beaches (0.15 observations/effort): only 0.37 animals/effort and 0.07 calves/effort were seen in this area. (Table 8.5.6).

The amount of animals seen depends significantly on the habitat and the season ($\chi^2 = 405$, $FG = 7$, $p < 0.1$). During the high water season most animals were seen in lagoons with Igapó ($LIG = 48$) and lagoons or river sections with Grassland ($HER = 37$). Apart from narrow parts of the river, where no animals were seen at all, least animals were seen in the mouth of blackwater rivers to whitewater rivers ($RMA = 1$). (Figure 8.5.1).

During the falling water season, however, most animals were seen in the mouth of blackwater rivers to whitewater rivers ($RMA = 142$), while 72 animals were seen in grasslands and only 53 in lagoons with Igapó. As for the mouth of the river, the amount of animals in river areas with oxbow lakes (ROL) also increased to 81 animals. In the narrow parts of the rivers (RNS) and in river parts with Igapó (RWI), there were 24 observations of animals and in wide parts of the river (RWB) the amount of animals seen decreased to 8. (Figure 8.5.1).

In the low water season, most animals were seen in areas of the river with oxbow lakes ($ROL = 120$) or in the mouth of blackwater rivers ($RMA = 57$). The amount of animals seen in grasslands (HER) and in lagoons with Igapó (LIG) decreased to 29 and 21 respectively. Animals seemed to stay rather in deep, narrow parts of the river ($rns = 26$) than in the wide shallow parts ($RWB = 0$; $RWI = 8$). (Figure 8.5.1).

With the rising water season, most of the animals got back to grasslands ($HER = 44$) and to lagoons with Igapó ($LIG = 20$). Nevertheless, many animals stayed in the mouth of the river ($RMA = 39$) or in areas with oxbow lakes ($ROL = 36$). In wide parts of the river with Igapó (RWI) 22 animals were observed and in wide parts of the river with beaches (RWB) only 4 animals were seen, whereas in deep and narrow areas (RNS) only 1 animal was sighted during the study period. (Figure 8.5.1).

In the whitewater river, Aguarico, only a few animals were seen throughout the season and no animals were seen during the rising water season. (Figure 8.5.1).

Even though, group size does not necessarily depend on the habitat: most of the groups with 3 or more animals were seen in grasslands (HER : $GS_3 = 0.43/\text{effort}$; $GS_4 = 0.07/\text{effort}$; $GS_{\geq 5} = 0.19/\text{effort}$) or in areas of the river with oxbow lakes ($GS_3 = 0.24/\text{effort}$; $GS_4 = 0.13/\text{effort}$; $GS_{\geq 5} = 0.09/\text{effort}$). Group size was smallest in wide parts of the river with beaches (RWB) and in narrow parts of the river (RNS). (Figure 8.5.2).

The behaviour is highly significant depending on the habitat (Chi Square test, $\chi^2 = 240$, $FG = 7$; $p < 0.01$, Pearson's Coefficient of Contingency = 0.56). (Table 8.5.7). The predominant activity of *Inia* in grasslands was behaviours related to feeding such as milling ($mi = 0.86$ observations/effort) or chasing ($ch = 0.16$ observations/effort). Other behaviours frequently observed in this habitat were resting (0.24 observations/effort) and travelling ($tr = 0.29$ observations/effort). In lagoons with Igapó, resting was very frequent ($re = 0.65$ observations/effort) followed by milling ($mi = 0.53$ observations/effort) and travelling ($tr = 0.22$ observations/effort). The mouth of blackwater rivers are characterized by behaviours related to feeding such as milling ($mi = 0.35$ observations/effort) or chasing ($ch = 0.07$ observations/effort) or travel feeding ($tf = 0.2$ observations/effort) and behaviours related to travelling ($tr = 0.22$ observations/effort) and travel feeding. In narrow parts of the river, mainly travelling and milling was observed ($tr/mi = 0.7$ observations/effort). Milling was also the main activity of *Inia* in areas of the river with oxbow lakes ($mi = 0.55$ observations/effort). Besides in this habitat *Inia* was travelling ($tr = 0.19$ observations/effort) and travel feeding ($tf = 0.19$ observations/effort). Only two different behaviours were observed in shallow river habitats with beaches. Travelling was predominant with 0.11 observations/effort and milling occurred in 0.04 observations/effort. In river areas with Igapó, behaviours related to feeding were observed more frequently such as milling with 0.23 observations/effort and chasing with 0.07 observations/effort. Habitats with oxbow lakes and whitewater rivers were the only habitats, where definite feeding could be observed ($rol: fe = 0.01$ observations/effort; $wwr: fe = 0.06$ observations/effort). Apart from milling ($mi = 0.17$ observations/effort), whitewater rivers were mainly used for chasing (0.06 observations/effort) or travelling (0.6 observations/effort). Play behaviour was only observed in herbazales, lagoons with Igapó and in the mouth of blackwater rivers. (Figure 8.5.3).

The behaviour also depends significantly on the season (Chi = 96, $FG = 7$, $p < 0.1$). Of all behaviour categories, milling was most frequently observed during all seasons mostly during the low water season ($mi = 34$ observations) and least during the rising water season. Apart from milling, behaviours related to feeding such as chasing could be observed most frequently during the falling water season ($fe = 14$ observations) and least during the high water season ($fe = 3$ observations). Travel feeding was most frequent during the falling and low water season with 29 and 24 observations respectively but was only observed in 8 occasions during the high and rising water season. During the falling and rising water seasons, travelling was observed most frequently ($tr = 40$ observations and $tr = 22$ observations) and occurred least during the high water season ($tr = 8$ observations). Resting was never observed during the high water season and only on few occasions during the low ($re = 4$ observations) and rising water season ($re = 2$ observations), but occurred frequently during the falling water season ($re = 18$ observations). Feeding, play behaviour and socializing were observed on very few occasions only. Feeding was never observed during the rising water season and only once during the high, falling and low water season. Play behaviour was mostly observed during the falling water season ($pl = 3$ observations) and only once during the high water season. Socializing could be observed only once during the falling and once during the rising water season. (Figure 8.5.4).

Table 8.5.7 shows the behavioural frequencies during the four seasons in each habitat. As milling forms the predominant behaviour in all habitats and throughout most of the seasons, in the following section more emphasis will be placed on the other behaviours.

Grasslands are characterized by behaviours related to feeding. As in the other habitats, milling is the predominant behaviour. The high water season comes along with 7.1% of chasing, travel feeding and playing. During the falling water season, this habitat seems to be important for resting, as resting behaviour was observed during 27.3% from all observations. Travelling was also relatively frequent during this season and occurred in 18.2% of the observations. Play behaviour was observed occasionally with 2.3% of all observations. The low water season is mainly characterized by travel feeding (13.3%). Chasing, resting and travel feeding occurs in 6.7% of the observations. During the low water season, travelling (27.3%) and chasing (18.2%) were very frequent. Resting, travel feeding and socializing could be observed in 4.6% of the observations. (Table 8.5.7).

In lagoons with Igapó, travelling and travel feeding could be observed frequently during all seasons. During the high water season, travel feeding took place in 20% and travelling in 15% of the observations. During this season, chasing was highest with 10% of the observations. During the falling water season, travel feeding increased to 30.4% and travelling to 17.4% of the observations. No chasing was observed but feeding could be seen in 4.35% of the observations as well as play behaviour. Resting could also be seen in 8.7% of the observations. During the low water season, however, apart from milling only travelling (22.2%) and travel feeding (11.1%) were observed. (Table 8.5.7).

During the high water season, in the mouth of blackwater rivers, 100% of the observations consisted of travelling. During the falling water season however, milling was again the predominant behaviour with

55.6% of the observations. Travelling was observed in 29.2% of the observations. In this habitat, chasing was most frequent during the falling water season. Play behaviour could be observed in 2% and resting in 8.3% of the observations. (Table 8.5.7).

In narrow, deep parts of the river (*rns*) no observations were made during the high water season and only travelling was observed during the rising water season. During the falling water season, only behaviours related to feeding were observed: milling comprised 55.6% of the observations, travel feeding 33.3% and chasing 11.1%. In the low water season travel feeding declined to 10.5% but *Inia* was observed travelling in 15.8% of the observations. Chasing increased to 15.8% and even resting was observed during 5.26% of the observations. (Table 8.5.7).

River sections with oxbow lakes were mainly characterised by travel feeding, which formed a great part of the behavioural repertoire especially during the high water season ($tf = 42.9\%$). The only other behaviour observed during the high water season is travelling with 14.3%. In the falling water season, however, travel feeding declined to 23.1% and was replaced by travelling ($tr = 20.5\%$), resting ($re = 5.13\%$), playing and chasing, each of which occurred in 2.6% of the observations. In the low water season, milling formed more than half of the behaviours observed ($mi = 57.7\%$). Travel feeding increased to 28.8% of the observations and travelling declined to 7.69%, while chasing and feeding could only be observed occasionally ($ch = 3.85\%$ and $fe = 1.92\%$). The main behaviour shown during the rising water season is travelling ($tr = 46.2\%$) while milling only occurred in 38.5% of the observations and travel feeding in 15.4%. (Table 8.5.7).

Very few behaviours could be observed in wide parts of the river with beaches (*rwb*). During the high and rising water season, *Inia* was only seen travelling ($tr = 100\%$) while during the falling water season, 50% of the observations consisted of milling and 50% of travelling. No observations were made during the low water season. (Table 8.5.7).

Wide sections of the river with Igapó were mainly used for alimentation as during the high water season, milling consisted of 90% of the behaviours observed and travelling of 10% only. In the falling water season, however, milling and travelling were observed in one third of the observations ($mi = 33.3\%$, $tr = 33.3\%$) while chasing was as frequent as during the rising water season ($ch = 22.2\%$). In the low water season, only milling, travel feeding and travelling were observed, all of them in 33.3% of the observations. In the rising water season, chasing (22.2%) and travel feeding (22.2%) seem to replace part of the milling behaviour (11.1%), while travelling was predominant with 44.4% of the observations. (Table 8.5.7).

During the high water season in whitewater rivers, only feeding and milling was observed with 50% both, while during the falling water season chasing, milling and travelling was seen in 33.3% of the observations each. The only behaviour seen in the low water season is milling. No observations could be made during the rising water season. (Table 8.5.7).

b) Comprehensive daily profile of Delfincocha

During a 12 hours observation, animals were seen in Delfincocha during most of the day. From 6.00 h to 6.40 h 2 animals were seen and 1 animal from 7.00 h to 7.10 h. From 7.30 h to 8.30 h no animals were in the study area but from 8.30 h to 9.10 h there were 2 *Inia*. Again from 9.30 h to 10.00 h there were no animals and from 10.00 h to 11.40 h *Inia* was present with 2 animals or 3 animals from 10.30 h to 10.40 h. In the 12.00 h session, there were no animals, but in the 12.30 h scan there were 2 animals. 1 animal was seen in the 13.00 h scan and 3 animals in the 13.30 h scan. From 14.00 h to 15.00 h no animals were seen at all but from 15.00 h to the end of the survey at 17.40 h, *Inia* was constantly in Delfincocha. From 15.00 h to 16.10 h there was 1 animal, during the 16.00 h scan, there were 2 animals, during the 16.30 h scan 3 animals and from 17.00 h until the end of the survey again there was 1 animal in Delfincocha. (Figure 8.5.5).

In the early morning hours from 6.00 h to 6.40 h, dolphins remained in the central, southern and northern part of the lagoon or in the affluent. Surfacing frequency was highest in the centre ($surf = 0,67$). At 7.00 h animals were only seen in the effluent. From 8.30 h to 9.10 h *Inia* surfaced in the centre of the lagoon in the left sector or in the shallow area. During the following sightings at 10.00 h *Inia* seemed to avoid the centre and the affluent. At 10.30 h only one surfacing could be observed in the northern herbazal area. From 11.00 h to 11.40 h *Inia* used all sectors of Delfincocha with exception of the effluent. At 12.30 h *Inia* was seen in the borders of the lagoon with floating meadows and in the upper shallow part.

Surfacing frequency was highest in the northern herbazal sector ($surf = 0.33$). At 13.00 h only one surfacing was seen in the effluent. At 13.30 h, *Inia* surfaced in all sectors with exception of the upper shallow part. Surfacing frequency was highest in the affluent ($surf = 0.4$). At 15.00 h only one surfacing was observed in the affluent and at 15.30 h one surfacing was seen in the southern herbazal sector. From 16.00 to 16.40, surfacing activity increased but *Inia* surfaced only in the left and northern herbazal areas or in the affluent at 16.30 h. At 17.00 h one surfacing was seen on the upper shallow sector and at 17.30 most surfacings occurred in this area, while the surfacing frequency in the northern herbazal area was 0.2. (Figure 8.5.6).

Figure 8.5.7 shows the daily behavioural profile of *Inia* in Delfincocha. Of all behavioural categories (see Table 3), only chasing, milling, resting and travelling were observed. Chasing only occurred around midday from 10.00 h to 12.40 h with maximum frequencies at 12.30 h ($ch = 0.11$). Milling was observed around midday during the scans of 10.00 h, 10.30 h, 11.30 h, and 12.30 h with a maximum frequency at 10.00 h of 0.7 ch/ surfacings. Milling was also observed during the 13.30 h scan with 0.1 ch/ surfacings and at 17.30 h with 0.8 ch/ surfacings. Resting mainly occurred during the early morning hours and in the late afternoon. Frequencies were highest during the 16.30 h scan with 0.5 re/surfacings and during the 7.00 h scan with 0.33 re/surfacings. During the midday scans from 10.00 h to 13.30 h, resting occurred less and maximum frequencies around midday were 0.17 re/surfacings during the 10.30 h and 11.30 h scan. The travelling pattern was similar to the resting pattern, but maximum travelling frequencies occurred during the scans around midday with 0.7 re/ surfacings during the 13.00 h scan, 0.58 tr/ surfacings during the 11.30 h scan and 0.56 re/ surfacings during the 12.30 h scan.

The distribution of behavioural categories was significantly different in all sectors ($\chi^2 = 26$, $FG = 3$, $p < 0.1$). In the upper shallow part (*shal*) the main behaviour observed was milling, with 50% of all surfacings. The southern herbazal (*sher*) sector was mainly characterized by travelling ($tr = 39\%$) but milling and resting were relatively frequent as well ($mi = re = 26.1\%$). The centre (*cent*) was mostly used for resting (56.3%) or *Inia* was seen travelling (43.8%). In the right herbazal sector (*rher*) milling was the predominant behaviour (53.3%) while travelling occurred in 40% of the surfacings. Travelling was predominant in the effluent (*eff*; 57.1%) and in the affluent (*aff*; 55.6%). Chasing mostly occurred in the shallow upper part (*sha*) of Delfincocha (10%), in the affluent (*aff*; 11.1%) or in the southern herbazal (*sher*) sector (8.7%). (Figure 8.5.8).

c) Home range

According to the analysis of both ID catalogues, most animals travelled between 0 -50 km and 100 – 150 km (37% left side dorsal fin and 38% right side dorsal fin). 16% (left side dorsal fin) and 7% (right side dorsal fin for each distance category) of the animals migrated through 200 km or more, while 5% of the animals identified with the left side of the dorsal fin were seen within a 50 – 100 km and 150 – 200 km range. Results of the right fin catalogue differed slightly to the results of the left dorsal fin with 10% of the animals migrating within 50 – 100 km and 7% within 150 – 200 km. (Figure 8.5.9).

Within short time intervals, animals never travelled further than 27 km (in a three day interval). 5 of the 6 animals observed travelled within 10 – 15 km and only 1 stayed within a 5 km range. Within a 2 day interval, 3 of 6 animals observed stayed within a 5 km range, while 1 was seen within 5 – 10 km and 2 at a range of more than 20 km. Results of animals observed within 3 days showed that 2 of the 4 animals observed stayed within 0 - 5 km, 1 was seen within 10 – 15 km and another 1 at more than 20 km distance from each sighting. (Table 8.5.8).

DISCUSSION

a) Habitat use

More animals were seen in blackwater rivers than in whitewater rivers. Even though, Best and da Silva (1989a) observed that population density is higher in whitewater than in blackwater rivers as primary production in blackwater rivers is low and hence there are fewer fish to prey upon. Nevertheless, 36 of the 45 prey species of *Inia* according to Best and da Silva (1984) can be found in blackwater rivers of the Cuyabeno Reserve, where they prefer lagoons and canyons (Barriga pers. com.). Additionally there are 5 more species in the Reserve which might possibly be part of the diet of *Inia* such as *Hoploerythrinus uritoeriatus* (Erithrinidae), *Psectrogaster* sp. And *Potamorhina alta amazonica* (Curinatidae),

Pygocentrus sp. (Serrasalminidae) and *Leporinus ef. fridericii* (Anostomidae) (Barriga pers. com.). Despite of observations from Best and da Silva (1989a) and Henningsen (1998), that *Inia* prefers the mouth of rivers, in the Cuyabeno Reserve, fewer animals were seen in the mouth than in grasslands and lagoons. According to the amount of observations and animals seen in grasslands, this area seems to be especially important for *Inia*. The high number of calves in relation to animals seen in this habitat indicates that grasslands may form breeding areas. Lagoons with Igapó, however, seem to be another important habitat considering the number of animals and the amount of calves seen.

The seasonal distribution of *Inia* in the Cuyabeno Reserve confirms seasonal migrations according to flooding cycles as suspected by Best and da Silva (1989b). The distribution also shows, that during the high water season these animals prefer lagoons and grasslands and are very rare in the mouth of blackwater rivers with whitewater rivers. Still, Best and da Silva (1989a) state that during the flood season *Inia* utilizes flooded forests and grasslands. In this season, most fish species migrate to the lagoons, grasslands and Igapó where they can find shelter (Barriga pers. com.). During the falling water season, *Inia* seems to remain as long as possible in the lagoons or grasslands. Nevertheless many animals already migrate to the lower parts of the river, which can be seen in the high amount of animals sighted in the mouth of the blackwater rivers. In the low water season, the lagoons with Igapó in the Cuyabeno river can run completely dry and only the ones of the Lagartococha river may remain with sufficient water. Hence, the animals observed in lagoons with Igapó during the low water season were exclusively found in the Lagartococha river system, while in the Cuyabeno river they have to migrate to the lower parts, characterized by oxbow lakes and the mouth of the river. With rising water levels, *Inia* migrates back to the lagoons and grasslands, although some animals stay in the mouth and areas with oxbow lakes. In contrast to observations by McGuire and Winemiller (1998), who observed *Inia* frequently in shallow parts of the river with beaches, in the Cuyabeno Reserve, they rather seem to avoid these habitats. This is possibly due to the fact that during the falling and low water season, these areas can run completely dry and they might become trapped.

The correlation of group size to different types of habitat may suggest that in areas with grasslands or oxbow lakes groups are bigger, but it was just there where more animals were seen that might result in the higher amount of bigger groups. Nevertheless group size is not dependent on the habitat but is significantly dependent on the season (Denking in prep.).

Different habitats are used in different ways as the behaviour varies significantly with the habitat. The fact that milling is the behaviour most frequently observed in all habitats, may be due to the characteristics of this behaviour, which can be correlated to feeding but in a rather relaxed way. As very often several animals were seen together while milling, this behaviour can also have a social component. Behaviours correlated with feeding occur in all habitats, indicating that *Inia* appears to find food everywhere. This is probably due to the wide variety of prey fish (Best and da Silva 1989a). Only in wide areas of the river with beaches very few observations of feeding behaviour were made even though on several occasions McGuire and Winemiller (1998) found *Inia* feeding on beaches. In the Cuyabeno Reserve, the dolphins do not really use this habitat, which can be seen in the high amount of travelling. Possibly, wide shallow areas of the river are too dangerous as the water level can change very fast from one day to the next and in the flood season fish might prefer habitats where it is easier for them to find shelter such as flooded forests or grasslands. Socializing and playing or resting were only observed in grasslands, lagoons with Igapó, river sections with oxbow lakes or in the mouth of black water rivers. Play behaviour only occurs when the animal is free from physiological needs such as hunger, cold, heat, sleep or sexual needs (Loizos 1966, Fagen 1981). Therefore play behaviour is a good indicator of the quality of the habitat. This means that grasslands, lagoons with Igapó, the mouth of blackwater rivers and river sections with oxbow lakes in the Cuyabeno Reserve provide habitats where *Inia* can easily satisfy its biological needs.

During the falling water season, the water body begins to decrease and fish become more concentrated in the rivers and lagoons. During this season therefore most of the behaviours observed were related to feeding. Nevertheless, the greatest dietary diversity is encountered during the flood season, when the fish are dispersed throughout the floodplain and are harder to catch, meaning that *Inia* must feed unselectively at this time (Best and da Silva 1989b). Play behaviour was only observed during the high and falling water season. This indicates that dolphins were mostly able to satisfy their needs even though fish are more concentrated during the low water season but fish diversity is higher during the high water season. Still, resting was never observed during the high water season but during all other seasons. As fish are most abundant in the high water season, food is always available but harder to catch because of the huge water bodies. The dolphins thus have to move more and may not have much time to spend on resting. On the other hand, milling, which is also a rather relaxing behaviour, was most frequent during the high

water season and resting was then highest during the falling water season. During the transitory seasons, the dolphins had to spend much of their time travelling as then the water level could sink or rise for one or more meters within a single day. During these seasons it is possibly most dangerous that dolphins may become trapped.

In grassland areas almost all types of behaviour are present throughout the seasons with some variation in feeding-related and resting behaviours. This shows that grasslands are used in the same manner throughout the year. The grasslands in the study area are only slightly affected by seasonal changes of the water level as the Lagartococha river is generally deep enough even during the low water season.

In lagoons with Igapó the behavioural repertoire varies from season to season. It is only during the transient seasons that behaviours not related to feeding or travelling could be observed. During the falling water season, for example, the percentage of play behaviour was higher than in any other habitats or seasons. Therefore, lagoons with Igapó represent an almost ideal habitat for the dolphins. Travelling was highest during the low water season, as the lagoons begin to dry and the remaining dolphins have to migrate downstream. In the high water season, fish is hard to catch and a great deal of effort has to be dedicated to alimentionation.

The mouth of blackwater rivers seem to be most successful for dolphins during the falling water season, when most behaviours could be observed including play and resting. During the low water season most behaviours observed in this habitat were related to feeding and 3.9 % to socializing. Especially in the mouth of blackwater rivers where the black water joins the white water, feeding was very common. Possibly fish are easier to capture in the borderline as the water chemistry changes abruptly and the fish have to adapt to different water conditions. In the rising and low water seasons fish migrates to the lower parts of the Cuyabeno river (native Indians pers. com.) and possibly to the Lagartococha river and are very concentrated, which explains the high amount of feeding-related behaviours. It is at this point that dolphins aggregate and interact. From the rising to the high water season the behaviour changes to travelling behaviour as the dolphins begin to migrate to the lagoons and fish becomes harder to catch in the mouth and lower parts of the river.

Narrow sections of the river seem to be interesting for the dolphins only during the falling and low water season. Especially in the low water season, food seems to be so abundant for them that they can even afford to rest.

The same for river sections with oxbow lakes, where a variety of behaviour can be observed during the falling and low water season, while during the rising and high water season the behavioural tendency goes to travelling. In the falling water season even play and resting can be observed in these sections, which indicates that the dolphins find good conditions in these habitats.

As already mentioned above, wide river sections with beaches are not actually used to satisfy the biological needs of *Inia* as in these areas dolphins almost exclusively travel. Wide river sections with Igapó however are used for alimentionation even though the percentage of travelling observed in this habitat is high.

In whitewater rivers the sample size is rather small and therefore the results for this habitat are not very representative instead showing only tendencies. These tendencies indicate that *Inia* feeds in whitewater rivers almost year round with exception of the rising water season, where no observations were made.

b) Comprehensive daily profile of Delfincocha

Contrary to Layne's (1958) observations of *Inia* moving from the rivers to the lagoons from daybreak to 9.00 h and again from 16.00 h - 18.00 h, in Delfincocha dolphins were seen during almost all hours of the day. This indicates that this lagoon presents an important habitat for *Inia*. Dolphins were no longer than 1.5 hours absent from the study area, which occurred in the morning, midday and early afternoon. This may indicate that they have not been far away. Nevertheless, it was not possible to identify the animals during this survey, and the possibility that there were different animals rather than one single group is relatively high as group size changed considerably.

The surfacing pattern in different sectors of Delfincocha clearly shows that *Inia* preferred different sectors during different hours of the day. This is possibly due to the distinctive characteristics of each sector, which is supported by the daily behaviour patterns and the significant difference in the behavioural use of each sector. In the early morning, for example resting and travelling were the only behavioural categories

observed. In the late morning and around midday, the shallow upper sector and the herbazal sectors were frequented as well as the effluent. This coincides with behaviours related to feeding such as chasing and milling, which mainly occurred in the shallow sector and in sectors with herbazal as well as in the effluent. During this time of the day, *Inia* also travelled more, which resulted in the use of several sectors. Henningsen (1998) made similar observations on the behaviour of *Inia* in Peru where the animals spent most of the early morning hours with resting and travelling and behaviours related to feeding increased toward the late afternoon and evening hours

The significant difference in the behaviour observed at different sectors is also a result of the diverse structure of Delfincocha. Resting occurred mainly in the central part of the lagoon, where it is deepest. Therefore, the central part was most frequented in the early morning. Possibly the central part of the lagoon is safest in terms of predators such as the black caiman (*Melanosuchus niger*). This species is very abundant around Delfincocha and in all the Lagartococha area (Lagarto means caiman). Although, they do not seem to be natural predators, black caimans are potential predators of *Inia* (Best and da Silva 1989b). On one occasion a black caiman was seen attacking a group of *Inia* with a small calf in the Imuya Lagoon (Araya pers. com.). Feeding, however, needs habitats with borders where *Inia* can chase the fish against a limit such as floating meadows or shallow parts of the lagoon. Therefore behaviours correlated to feeding never occurred in the centre of the lagoon but along the borders where there are floating meadows or in the upper shallow part. Another reason is that during the day fish shelters from sunlight in the shadow of the floating meadows and trees (Barriga pers. com.). As the affluent and effluent are also bordered by floating meadows feeding also occurs in these sectors. Nevertheless, travelling is the most frequent behaviour in the affluent and effluent as was observed during the studies on the habitat use where travelling mostly occurred in the river and less in the lagoons, which also shows that the home range of *Inia* exceeds the size and facilities of Delfincocha.

c) Home range

Most of the animals observed in the Cuyabeno Reserve show a home range of either 0 -50 km or 100 – 150 km. As each river was surveyed on a stretch of about 80 km, dolphins seem to rather stay in an extended river section than in all the river, which explains the high number of dolphins resighted within 0-50 km. Hence overlapping of home ranges as suspected by Best and da Silva (1989a) seems to be very possible. The high number of animals seen within a 100 – 150 km range is due to the migrations within the Cuyabeno and Lagartococha river where they have to travel at least 100 km. This migration may be due to the seasonal flood cycle and the fact that the Cuyabeno river runs dry in most of its course during the dry season. However, there was no evidence in seasonal migrations within these two rivers (Denkinger unpublished data). Hence it may also be the case that *Inia* tends to have a home range of 150 km or more, which is supported by the relatively high percentage of animals seen within more than 200 km and the individual that travelled from Brazil to Peru observed by Henningsen (1998).

Daily and short-term movements seem to be restricted to around 20 km or less even though Henningsen (1998) could observe 2 *Inia* following his boat along 44 km. The fact that during one day more animals were seen within 10 – 15 km than within 1 – 5 km may give an idea about the dolphin's daily activity range. Even though in the course of 2 or three days, half of the animals observed stayed within the same area. This area mostly was Delfincocha, which seems to be an important habitat for this species as already discussed above.

LITERATURE

- Aldis, J. 1984. "Seasonal igapó" forests of Central Amazonian blackwater rivers and their terrestrial arthropod fauna. In Sioli (Eds.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae, Vol. 56. H.J. Dumont.
- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1984. The aquatic mammals and reptiles of the Amazon. In: Sioli, H. (Eds.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae, Vol. 56. H.J. Dumont.
- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989a. Biology, Status and Conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco River Basin, In: Biology and Conservation of the River dolphins. Eds.: W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr.; Zhou Kaiya and Liu Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No 3. Pp.: 23 – 33.

- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989b. Amazon river dolphin, Boto *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). In: S.H. Ridgeway and R. Harrison (Eds.). Handbook of Marine Mammals, Vol. 4: River dolphins and the larger toothed whales. Academic Press London. Pp. 1-23.
- Campos, P.F. 1991. Preferencias de hábitat, aspectos reproductivos y comportamiento de canto como factores determinantes en la territorialidad de *Callicebus torquatus*, en la Amazonía ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Departamento de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador
- Denkinger, J. In prep. Social structure and group composition of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in Ecuador.
- Fagen, R.M. 1981. Animal Play Behaviour. Oxford University Press.
- Henningsen, T. 1998. Zur Verbreitung, Habitatwahl und Verhaltensökologie der Delphine *Inia geoffrensis* und *Sotalia fluviatilis* im Oberlauf des Amazonas. Dissertation zur Erlangung des Doktorgades des Fachbereichs Biologie der Universität Bremen, Germany.
- Layne, J.N. 1958. Observations on freshwater dolphins in the upper Amazon. J. Mammal. 39, 1-23.
- Loizos, C. 1966. Play in mammals. Symp. Zool. Soc. London. No. 18, 1-9.
- Magnussen, W.E., R.C. Best and V.M.F. da Silva. 1980. Numbers and behaviour of Amazon dolphins, *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*, in the Rio Solimões, Brasil. Aquat. Mamm., 8(1): 27-32.
- Martin, P. and P. Bateson. 1993. Measuring behaviour. Cambridge.
- McGuire, T.L. and K.O. Winemiller. 1998. Occurrence patterns, habitat associations and potential prey of the river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Cinaruco river, Venezuela. BIOTROPICA 30(4): 625-638.
- Pilleri, G. and M. Gühr. 1977. Observations on the Bolivian (*Inia boliviensis* d'Orbigny, 1834) and the Amazonian Bufo (*Inia geoffrensis* de Blainville, 1817) with description of a new subspecies (*Inia geoffrensis humboldtiana*). Investigations on CETACEA. Vol. 8. Pp. 11-76.
- Prance, G.T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. Brittonia 31: 26-38.
- Sierra, R. (Ed.) 1999. Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Habitats in the Cuyabeno Reserve



Picture 1: Lagoon with Igapó, Lagunas Grandes de Cuyabeno, during the high water season



Picture 2: Lagoon with Igapó, Lagunas Grandes de Cuyabeno, during the low water season



Picture 3: Grassland, Herbazales, Delfincocha



Picture 4: White water river, Aguarico river



Picture 5: Mouth of black water river with white water river, Lagartococha/ Aguarico



Picture 6: Wide river section with beaches, Aguarico river



Picture 7: Wide river section with Igapó, Lagartococha river



Picture 8: Narrow river section, Cuyabeno river

Table 8.5.6: # of observations, animals and calves in relation to effort.

Habitat	her	lig	rma	rns	rol	rwb	rwi	wwr
effort	58	66	110	75	101	27	61	18
# obs	93	57	82	25	104	4	30	6
# an	233	145	173	64	262	10	55	14
# calfs	60	40	39	24	97	2	20	2
obs/effort	1,60	0,86	0,75	0,33	1,03	0,15	0,49	0,33
an/obs	2,51	2,54	2,11	2,56	2,52	2,50	1,83	2,33
an/effort	4,02	2,20	1,57	0,85	2,59	0,37	0,90	0,78
calfs/an	0,26	0,28	0,23	0,38	0,37	0,20	0,36	0,14
calfs/obs	0,65	0,70	0,48	0,96	0,93	0,50	0,67	0,33
calfs/effort	1,03	0,61	0,35	0,32	0,96	0,07	0,33	0,11

Legend: *her*: herbazal areas/ grasslands; *lig*: lagoons with Igapó, *rma*: river mouth; *rns*: narrow river sections; *rwb*: wide river sections with beaches; *rwi*: wide river sections with Igapó; *wwr*: white water river

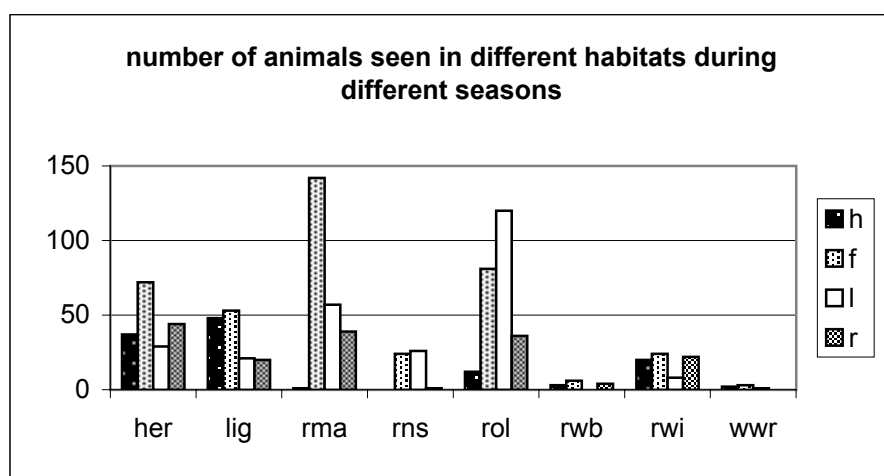


Figure 8.5.1.

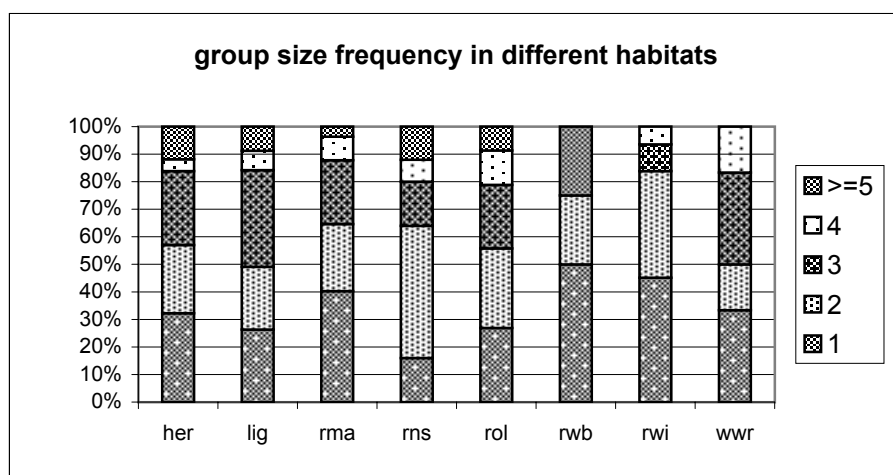


Figure 8.5.2.

Legend: *her*: herbazales; *lig*: Lagoons with Igapó; *rma*: mouth of blackwater river with whitewater river; *rns*: river narrow sections; *rol*: river with oxbow lakes; *rwb*: river wide sections with beaches; *rwi*: river wide sections with Igapó; *wwr*: whitewater river.

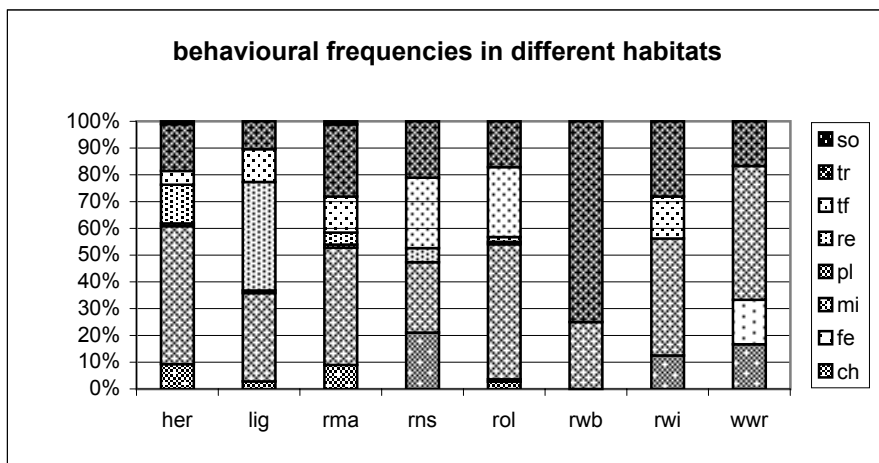


Figure 8.5.3.

Legend: *her*: herbazales; *lig*: Lagoons with Igapó; *rma*: mouth of blackwater river with whitewater river; *rns*: river narrow sections; *rol*: river with oxbow lakes; *rwb*: river wide sections with beaches; *rwi*: river wide sections with Igapó; *wvr*: whitewater river. *so*: socialising; *tr*: travelling; *tf*: travel feeding; *re*: resting; *pl*: playing; *mi*: milling; *fe*: feeding; *ch*: chasing.

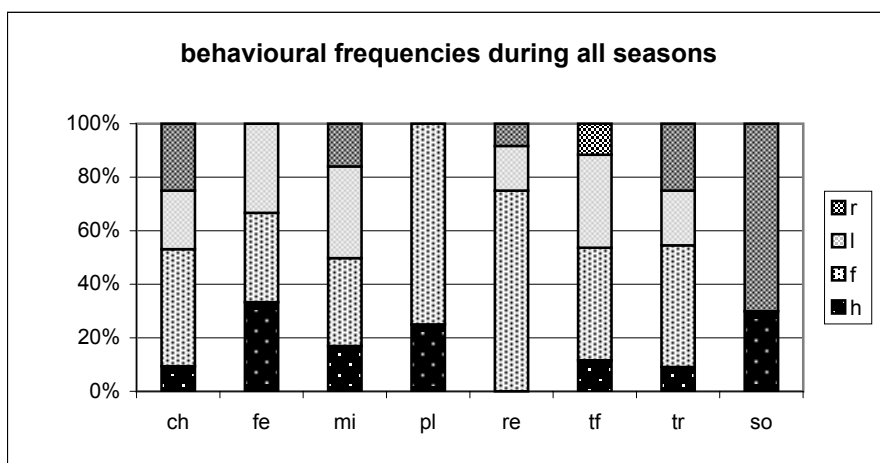


Figure 8.5.4.

Legend: *ch*: chasing; *fe*: feeding; *mi*: milling; *pl*: playing; *re*: resting; *tf*: travel feeding; *tr*: travelling; *so*: socialising.

Table 8.5.7: % of behavioural frequencies according to habitat and season

her	f	h	l	r
ch	6,82	7,14	6,67	18,2
fe	0	0	0	0
mi	43,2	78,6	66,7	40,9
pl	2,27	0	0	0
re	27,3	0	6,67	4,55
tf	2,27	7,14	13,3	4,55
tr	18,2	7,14	6,67	27,3
so	0	0	0	4,55

lig	f	h	l	r
ch	0	10	0	6,67
fe	4,35	0	0	0
mi	34,8	55	66,7	66,7
pl	4,35	0	0	0
re	8,7	0	0	6,67
tf	30,4	20	11,1	6,67
tr	17,4	15	22,2	13,3
so	0	0	0	0
rma	f	h	l	r
ch	12,5	0	3,85	7,14
fe	0	0	0	0
mi	31,3	0	57,7	64,3
pl	2,08	0	0	0
re	8,33	0	0	0
tf	16,7	0	7,69	14,3
tr	29,2	100	26,9	14,3
so	0	0	3,85	0
rns	f	h	l	r
ch	11,1	0	15,8	0
fe	0	0	0	0
mi	55,6	0	52,6	0
pl	0	0	0	0
re	0	0	5,26	0
tf	33,3	0	10,5	0
tr	0	0	15,8	100
so	0	0	0	0
rns	f	h	l	r
ch	2,56	0	3,85	0
fe	0	0	1,92	0
mi	46,2	42,9	57,7	38,5
pl	2,56	0	0	0
re	5,13	0	0	0
tf	23,1	42,9	28,8	15,4
tr	20,5	14,3	7,69	46,2
so	0	0	0	0
rwb	f	h	l	r
ch	0	0	0	0
fe	0	0	0	0
mi	50	0	0	0
pl	0	0	0	0
re	0	0	0	0
tf	0	0	0	0
tr	50	100	0	100
so	0	0	0	0

rwi	f	h	l	r
ch	22,2	0	0	22,2
fe	0	0	0	0
mi	33,3	90	33,3	11,1
pl	0	0	0	0
re	0	0	0	0
tf	11,1	0	33,3	22,2
tr	33,3	10	33,3	44,4
so	0	0	0	0

wwr	f	h	l	r
ch	33,3	0	0	0
fe	0	50	0	0
mi	33,3	50	100	0
pl	0	0	0	0
re	0	0	0	0
tf	0	0	0	0
tr	33,3	0	0	0
so	0	0	0	0

Legend: *ch*: chasing; *fe*: feeding; *mi*: milling; *pl*: playing; *re*: resting; *tf*: travel feeding; *tr*: travelling; *so*: socialising.

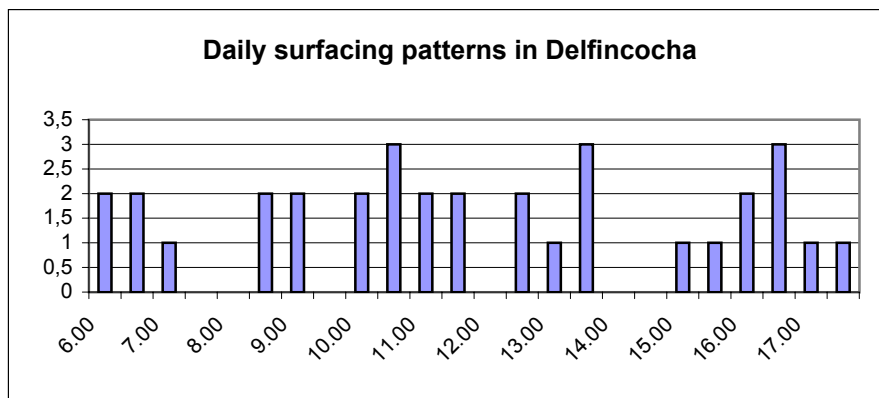


Figure 8.5.5.

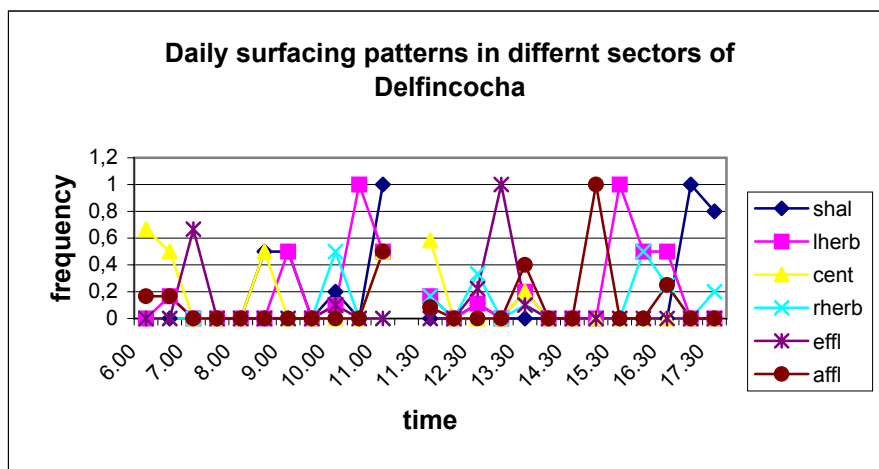


Figure 8.5.6.

Legend: *shal*: shallow sector; *lherb*: left herbazal sector; *cent*: centre; *rherb*: right herbazal sector; *effl*: effluent; *affl*: affluent.

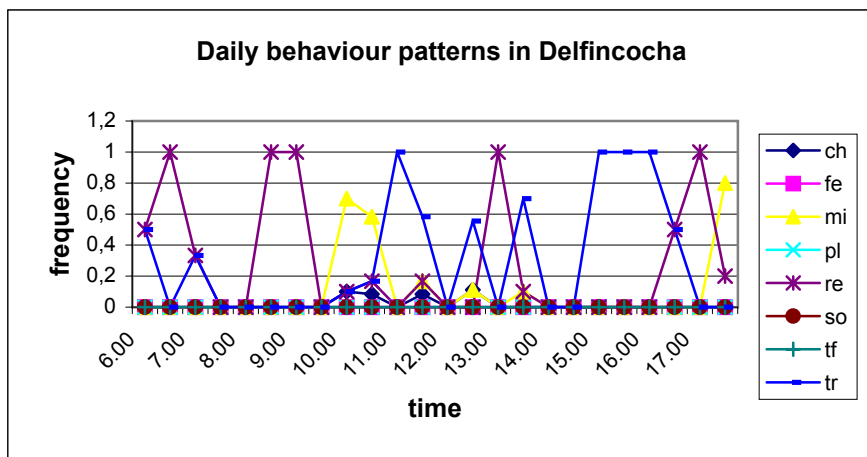


Figure 8.5.7.

Legend: *ch*: chasing; *fe*: feeding; *mi*: milling; *pl*: playing; *re*: resting; *tf*: travel feeding; *tr*: travelling, *so*: socialising.

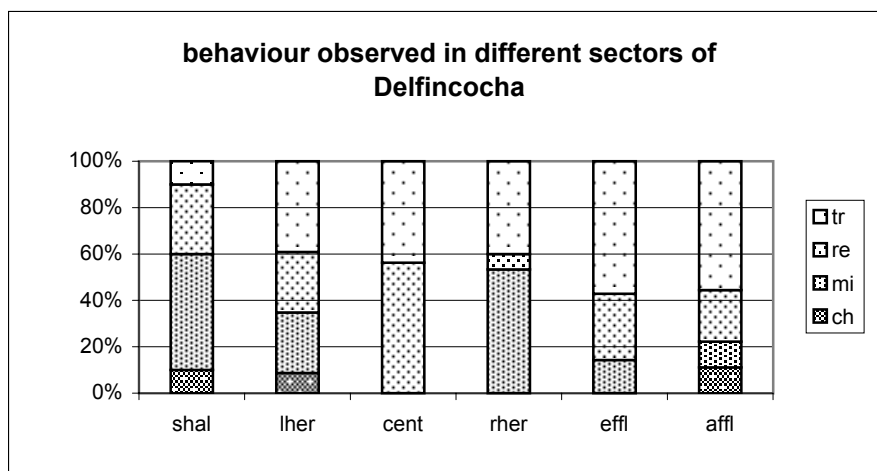


Figure 8.5.8.

Legend: *shal*: shallow sector; *lherb*: left herbazal sector; *cent*: centre; *rherb*: right herbazal sector; *effl*: effluent; *affl*: affluent; *tr*: travelling; *re*: resting; *mi*: milling; *ch*: chasing.

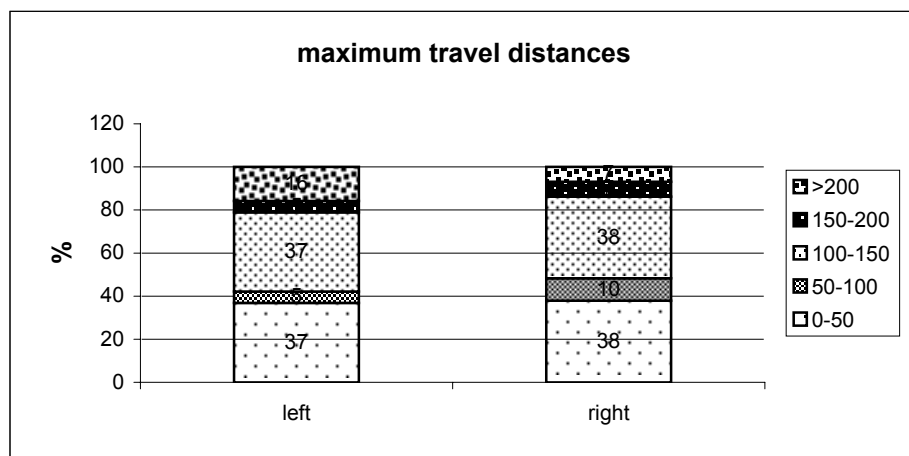


Figure 8.5.9.

Table 8.5.8: travelling distances in short time intervals

	n	distance in km				
		0-5	5-10	10-15	15-20	>20
1 day	6	1		5		
2 days	6	3	1			2
3 days	4	2		1		1

8.6 SOCIAL STRUCTURE AND GROUP COMPOSITION OF AMAZON RIVER DOLPHINS (*INIA GEOFFRENSIS*) IN ECUADOR

INTRODUCTION

Terrestrial mammals such as elephants, higher primates, and larger carnivores all exhibit attributes in common with the delphinid cetaceans such as extended intersocial groupings (Eisenberg 1981). All cetaceans are, to some extent, social animals but the degree of socialisation depends from species to species. On one hand there are river dolphins, which seem to have a rather low degree of socialisation and form groups of up to ten animals. On the other hand there are pelagic dolphin species with groups of up to several hundred animals (Martin 1991). Among all dolphin species, group size tends to be bigger in offshore species with groups of hundreds or thousands of animals, than in inshore species where usually groups of less than 50 animals are found (Johnson and Norris 1986). River dwellers form groups of two to thirty animals and only some riverine and inshore dolphin species are regularly seen alone (Johnson and Norris 1986). According to Best and da Silva (1989) Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) are more often solitary feeders but can form loose groups even with other species like Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and Giant otters (*Pteronura brasiliensis*) to herd and attack shoals of fish.

There are only few observations about the social structure and group size of the Amazon River dolphin. Best and da Silva (1989) and Martin (1991) mention that mostly groups of one or two animals were present in their study area in the Mamirauá Ecological Reserve in the Central Amazon of Brazil and aggregations of up to 20 dolphins occurred only for hours or days. McGuire and Winemiller (1998) found an average group size of 2 animals ranging from two to eight individuals in the Cinaruco River in Venezuela. In the Samiria, Pacaya and Tapiche River in the Peruvian Amazon, only 2 % of all *Inia* and *Sotalia* were sighted singly and most sightings consisted of pairs or small groups of three to four animals (Henningsen et al. 1995).

It is still unclear whether *Inia* is solitary or follows any social organisation such as social systems, reproductive social systems or complex social systems as described by Eisenberg (1981). Few data exists about group composition of *Inia*. While Best and da Silva (1993) observed that most groups of two animals were mother and calf pairs, Henningsen (1998) saw most of the calves with groups of three to four animals. According to these observations, the family structure of *Inia* remains unclear, as there might be mothers with a single calf only and groups of mothers, calves and elder offsprings or other members of the population.

Group fidelity is another factor, which could give an insight into *Inia*'s social organisation and show whether bonds between individuals are loose or tight. Therefore bonds within individually identified animals are examined.

In the following study different aspects of group size, group composition and group fidelity of Amazon River dolphins in the Cuyabeno Reserve, Ecuador during different seasons will be discussed.

METHODS

From May 1996 to June 1998 a study on the abundance and biology of the Amazon River dolphin was carried out in the Cuyabeno Reserve in the Amazon Lowland of Ecuador. The study area consisted of two blackwater rivers, the Cuyabeno in the Southwest and the Lagartococha in the Northeast of the reserve, where it forms a natural border with Peru. Both rivers are tributaries to the Aguarico River, which flows into the Napo River only a few kilometres downstream. The Aguarico, a whitewater river, is very large, with islands dividing the river in several arms.

The Cuyabeno river was studied on a length of 87 km from the mouth with the Aguarico River up to the Lagunas Grandes, a system of 5 lagoons. The Lagartococha was surveyed from the confluence with the Aguarico River, 80 km upstream to Garzacocha. The width of both rivers has an average of more or less 30 m and depth varies with rainfall. During the high water period the Cuyabeno has a depth of 5 m at the exit of the Laguna Grande and the Lagartococha River a depth of 9 m upstream of Delfincocha. From the main rainy season in April to July to the dry season in December to February the water level can differ up to 3 m in the Cuyabeno and 2.5 m in the Lagartococha River. During the dry season the Cuyabeno runs almost dry in its upper parts. (Table 8.6.1; Map 8.6.1).

As water level may differ from day to day, according to rainfall, different seasons were used to examine whether there is any influence on group size or group composition. Seasons were characterised as follows:

- falling water season: Transition from high to low water season which usually occurs from August to mid December. This season is characterised by few to heavy rainfalls with changing water levels from almost dry to inundated riverbeds. Neither inundations nor dry periods last for longer than a week.
- low water season: This season lasts from mid December to mid April. Due to very scarce rainfalls, most lagoons run dry and the river is reduced to a small stream.
- rising water season: From mid April to June, heavy rainfalls fill the rivers and lagoons with water. The rainfalls can stop for shorter periods what results in a loss of water in the lagoons and in the river, but the tendency rising water levels in both lagoons and rivers.
- high water season: Heavy rainfalls reach their peak and lagoons and rivers are so high, that the water surface extend into adjacent forests. This period lasts from June to August.

Observations were made from a 12 m dugout canoe with a 25 hp out-board motor, travelling at a speed of 10 to 15 km/h, from shore or from a 6 m dugout canoe, paddling. When dolphins were sighted, the canoe was stopped to determine group size and to estimate the size of all animals in the group. All dolphins visible within a 150 m range of each other and displaying similar or related behaviours were considered as one group.

The surfacing behaviour of *Inia* makes it very difficult to estimate the size of the animals, as very often they only show their blowhole and not the dorsal fin. The failure of estimating the exact size of each animal seen is considered to be high, therefore animals were classified into three rough size classes. Up to 1 m as calves (*c*), from 1 m to 2 m as intermediates (*i*) and animals larger than 2 m as adults (*a*). Intermediate animals can be juveniles or adult females rather than adult males, as females mature at a body length of 1.80 m and males mature at a body length of 1.90 m (Best and Da Silva 1984, Brownell 1984). Therefore, intermediate sized animals sighted together with calves were classified as the mother of the calf (*m*) and hence are adult animals whereas intermediate sized animals without calves are rather juveniles than adults (*i*). Apart from the size, animals were also distinguished by their appearance and behaviour. Calves have a short beak and they are mostly greyish coloured with hardly any scars on the back and when they surface, they pop up like a cork. Light pink calves were seen only occasionally. Adults are rather light grey or pink and very often covered with scratches and patches of dark and light pigmentations. Still the mistake for size estimates in the dark, turbid waters of the Cuyabeno and Lagartococha River possibly ranges about 20 cm. Nevertheless an animal that actually measures 1.20 m and is estimated as 1 m is still younger than 16 months considering a growth factor of 2.5 cm per months and a size of around 80 cm when it is born (Best and da Silva 1984, Brownell 1984). Hence, animals judged as calves are calves or young juveniles but no subadults or adults

To study the social system of *Inia*, three different aspects were analysed such as group size, group composition and group fidelity:

a) group size

The frequency for all group size sightings was calculated by the amount of sightings from each group size to the total number of sightings (10 sightings from the Aguarico, 257 from the Cuyabeno and 249 from the Lagartococha river). Group size frequency was then studied for each river section and for different seasons like high water season, falling water season, dry season and rising water season. The frequency of each group size in different river sections is calculated by the amount of sightings for each group size to total sightings in each river section.

b) group composition

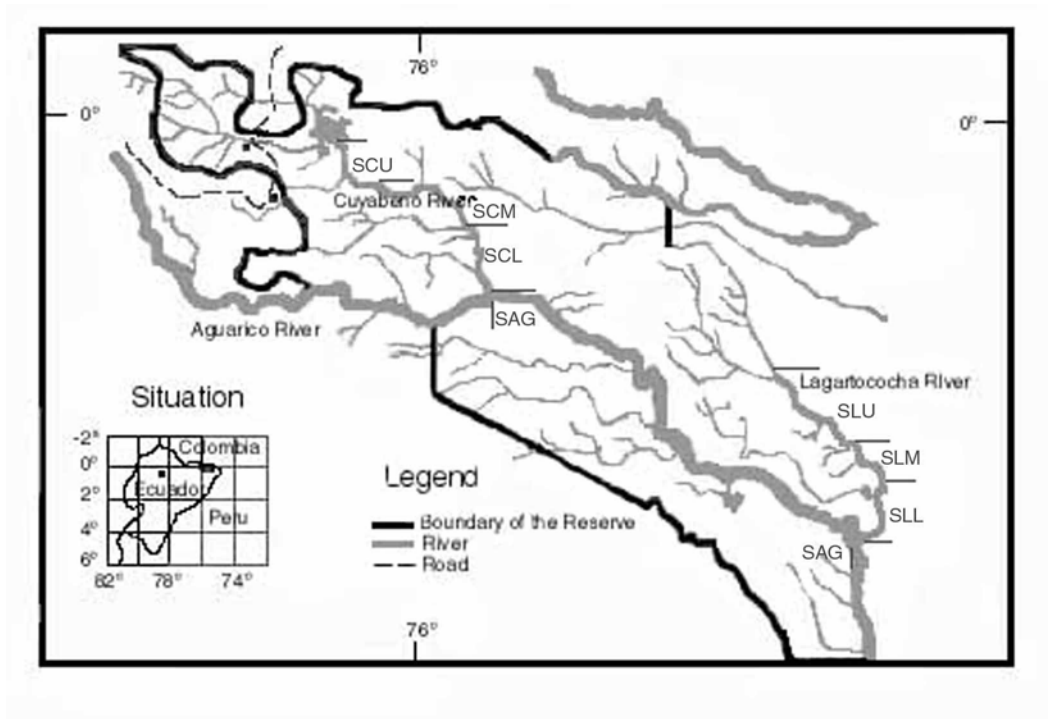
Size class composition in each group size is calculated by the frequency of each category in different groups for every river, river section and for different seasons throughout the study period from May 1996 to June 1998. A total of 8 sightings for the Aguarico, 251 sightings for the Cuyabeno and 249 sightings for the Lagartococha river were available for this analysis.

c) group fidelity

Group fidelity was examined using photographically identified individuals. Each identified individual that was seen at least on two occasions and with at least one more identified individual was included in the study. Animals identified on the left and right side of the dorsal fin were examined separately.

Table 8.6.1: Division of the study area into different river sections:

River section	Symbol	Description	Length (km)
Aguarico	SAG	From the confluence with the Cuyabeno river to the confluence with the Lagartococha river. Wide whitewater river with several smaller or bigger Islands, beaches and various smaller blackwater confluents.	100
Upper section of the Cuyabeno River	SCU	From the mouth of the Lagunas Grandes to downstream Puerto Bolivar. Rather narrow stream with one to three side arms.	23
Middle section of the Cuyabeno River	SCM	From downstream Puerto Bolivar to the confluence with the Aguas Negras River. Narrow and wide parts with old side arms and various beaches.	48
Lower section of the Cuyabeno River	SCU	From the confluence with the Aguas Negras river down to the mouth of the Cuyabeno with the Aguarico river. Most parts are wide and deep with various lagoons on both sides of the river.	17
Lagartococha upper section	SLU	From the Quebradas of the Lagartococha river to upstream Piuricocha. Rather narrow river with few big lagoons and Igapó forests in the uppermost parts.	30
Lagartococha middle section	SLM	From upstream Piuricocha to Redondococha Narrow and wide parts mostly surrounded by several lagoons, Igapó forests and floating meadows.	20
Lagartococha lower section	SLL	From Redondococha to the mouth with the Aguarico river. Rather wide, deep blackwater river with several big lagoons in the upper part. Lagoons are covered or surrounded by floating meadows and Igapó.	25



Map 8.6.1: Sections of the study area

RESULTS

a) group size

The number of *Inia* seen at each sighting differed from 1 to 9 animals. Most of them appeared in groups of two or more animals but still 34 % were single animals followed by pairs (30 %) and groups of three (22 %). Sightings of groups with four or more animals were rather rare (10 %) and groups of 6 or more animals were only seen on very few occasions. (Figure 8.6.1).

Single animals were mostly seen in the Aguarico river (55 %) and least in the Cuyabeno river (33 %). In the Lagartococha river the frequency of single animals and pairs is almost the same (36 % and 35 %) while in the Cuyabeno river pairs formed 27 % of the sightings only. Groups of three were more common in the Cuyabeno (23 %) than in the Lagartococha river (18 %) and most common in the Aguarico (27 %). Groups with four and more animals were more common in the Cuyabeno (17 %) river than in the Lagartococha (11 %) or Aguarico river (9 %). (Figure 8.6.2).

Sightings of single animals are more frequent than groups, but there are river sections where groups were more common than single animals. The lower part (SCL) and the upper part (SCU) of the Cuyabeno river and the middle part of the Lagartococha river (SLM) are some of these areas. In the upper Cuyabeno groups of three animals were most common (32 %) followed by single animal sightings (27 %) and groups of two (21 %). In the middle part of the Lagartococha (SLM) pairs (42%) were more common than single animals (35 %). In the upper part of the Lagartococha (SLU) the same amount of single dolphins and pairs were seen (33 % each). The percentage of pairs to the total number of sightings in each river section is lowest in the Aguarico (9 %), where mainly solitary animals (55 %) or groups of three (27 %) were seen. The highest frequency of groups with three animals was in the upper part of the Cuyabeno river (32 %) followed by the Aguarico. Sightings of groups bigger than four were rare in most river sections but occurred in all parts with exception of the Aguarico river. Very big groups with nine animals were only sighted in the lower part of the Cuyabeno (SCU) and of the Lagartococha river (SLL) (1 % each). (Figure 8.6.3).

Group size frequency depends highly significant on the season in both the Cuyabeno (Chi Test: Chi = 282; FG: 3; $p < 0.01$) and the Lagartococha river (Chi Test: Chi = 259; FG: 2; $p < 0.01$). In the Cuyabeno river, group size remained around 2 animals throughout most of the year but there is an increase in the average group size to the low water season end of 96 and 97, where the Cuyabeno ran dry in the upper course. After the low water season group size still remained high in the beginning of each year and then turned back to an average group size of 2 such as in 1997. In the Lagartococha river water levels do not change as drastically as in the Cuyabeno river, hence average group size remained more stable with an average of more or less two animals. Still during the low water season in 96 when the water level decreased by almost three meters, there was an average of 2.82 animals per group. (Figure 8.6.4 and 8.6.5).

b) group composition

Most of the animals sighted were intermediate sized (58 %) and the proportion of calves (30 %) was very high while adults comprise 12 % of the sightings only. In the Cuyabeno river the percentage of calves (33 %) was even higher than in the Lagartococha river (27 %) and in the Aguarico river (20 %). Most intermediate sized animals were seen in the Lagartococha river (61 %) while the percentage of intermediate sized animals in the Cuyabeno river is considerably low (35 %) in comparison to the percentage of calves in the same river. The percentage of adults, however, is similar in the Cuyabeno (12 %) and in the Lagartococha river (13 %). (Figure 8.6.6 and 8.6.7)

The proportion of group size for each size class, shows that most adults were seen with groups of three (33 %) or groups of four and more animals (29 %). Only 14 % of the adults were actually on their own and 23 % in pairs. The percentage of intermediate sized animals on their own is equal to the one of adults (19 %). The difference of group size is not very high among intermediates, slightly more animals were seen in pairs (28 %) than in groups of three (27 %) or in groups with more than four (26 %). Obviously most calves were in groups, but still 7 % were seen on their own. Groups with four or more animals represented the highest proportion of sightings (35 %) followed by groups of three (32 %) and only 25 % of the calves were seen in pairs. (Figure 8.6.8).

The distribution of different size classes into groups of the Cuyabeno river is quite different from the one of the Lagartococha river. In the Cuyabeno river for example, only 3 % of single animals sighted were calves while in the Lagartococha river 25 % of single animals were calves. Most animals sighted singly were intermediate sized with 85 % in the Cuyabeno and 67 % in the Lagartococha river. In the Cuyabeno river adults are evenly distributed through all group sizes with around 12 % in each class. In the Lagartococha river, however, more adults were seen in groups of three (15 %) and four animals (19 %) than in pairs (7 %) or singly (9%). In both rivers, intermediate sized animals form the biggest portion of each group size. (Figure 8.6.9 and 8.6.10).

In all sectors of the Cuyabeno river, single animals were mainly intermediates. Only in the lower sector (SCL) calves were seen among single animals with a proportion of 4 % seen and adults with a proportion of 12 %. All animals seen singly in the middle sector (SCM) were intermediates (100 %). No calves were seen singly in the upper part (SCU) but 8 % of the single animals seen were adults. Concerning pairs, one third of the animals were calves in SCL and SCU but no calves were seen in SCM. In SCM 25 % of the animals seen in pairs were adults, while in the other two sectors adults formed maximal 15 % (SCL). More than 40 % of the animals in groups bigger than 3 animals were calves in SCL. In SCM calves formed even 67 % of groups with 3 animals but no adults were ever seen in these groups and no groups with more than 3 animals were ever seen in SCM. In SCU more than one third of the animals seen with groups of three and more were calves and the percentage of adults was rather similar to the one in SCL with 8 to 15 %. (Figure 8.6.11 – 8.6.13).

In all sectors of the Lagartococha river calves were present in all groups and were even seen singly with 17 % of all animals sighted in the middle section (SML), 24 % in the lower section (SLL) and even 50 % in the upper section (SLU). Single adults were only seen in the lower section of the Lagartococha river (SLL). Groups with adults were present in all sectors. Only in the groups of 4 and more animals in the upper section of the Lagartococha river (SLU) no observations of adults were made. Nevertheless, percentages of adults were very low in all groups with a maximum of 22 % in groups of three in SLM and groups of four in SLL. (Figure 8.6.14 – 8.6.16).

The frequency of different size classes depends highly significant from the season in all rivers (ChiTest: Chi_{Cuyabeno} = 604.4; FG: 3; $p < 0.01$; Chi_{Lagartococha} = 451.97; FG: 3; $p < 0.01$; Chi_{Aguarico} = 16.06; FG: 2; $p < 0.01$). In the Aguarico river there were only adults seen in the high water season of 1996, while in the low water season, adults comprised only 25 % of the sightings. Most animals seen during the low water season of 1996 were intermediate sized (50 %) and 25 % of the sightings were calves. In the high water season of 1997 no adults were seen at all but 67 % of intermediate sized animals and 33% of calves. In the falling water season, however, 33 % of the sightings were adults, 50 % intermediates and 17 % calves. (Figure 8.6.17).

The situation on the Cuyabeno river is slightly different with 18 % of adults, 52 % of intermediates and 30 % of calves during the high water season of 1996. With the falling water season of 1996 the amount of adults increased to 56 % of the sightings and the amount of calves increased to 32 % of the sightings while intermediates were seen in 12 % of the sightings only. In the low water season, the amount of calves increased again to 47 % of the sightings and the amount of intermediates to 44 % of the sightings, while adults decreased to 9 %. During the following high water season, there were fewer calves (32 %) and fewer adults (7 %), while the amount of intermediates increased to 62 %. In the falling water season of 1997, however, there were only 3 % of intermediates and 38 % of calves while most of the animals seen were adults (59 %). During the following low water season the amount of adults decreased again to 5 % while most of the animals seen were intermediates (69 %) and calves consisted of 27 % of the animals seen. This situation remained for the rising water season of 1998 with 23 % of calves, 60 % of intermediates and 17 % of adults. (Figure 8.6.18).

Fewer adults were seen in the Lagartococha river than in the Cuyabeno river. In the high water season of 1996 there were only 18 % of adults while intermediates formed 44 % and calves 38 % of the animals seen. During the low water season of 1996/97, the situation of the adults remained stable but intermediates increased to 57 % and calves decreased to 25 % of the animals seen. During the high water season of 1997 less adults were seen (6 %) while both the percentage of intermediates (66 %) and of calves (27 %) increased. In the falling water season again there were more adults (12 %) and the amount of intermediates decreased to 62 % while the percentage of calves remained stable. In the low water season of 1997 the amount of adults decreased again to 5 % and intermediates increased to 62 % while the percentage of calves still remained stable. During the rising water season of 1998 calves decreased to 16 % while intermediates increased to 72 % and adults to 12 % of the animals seen. (Figure 8.6.19).

c) group fidelity

For the right side of the dorsal fin 28 animals were re-identified on at least one occasion. These 28 animals were sighted altogether 77 times together with a total of 124 animals. 11 animals were seen together with the same animal twice and 2 animals were seen together with the same two animals on 2 occasions. (Table 8.6.2).

For the left side of the dorsal fin there were 19 animals re-identified on at least one occasion with a total of 45 sightings and 124 animals seen during these sightings. Altogether there are 3 animals seen together with the same animal on two occasions and one animal seen together with 3 animals on two occasions. (Table 8.6.2).

DISCUSSION

a) group size

Even though *Inia* is considered to be a solitary animal (Brownell 1984, Best and da Silva 1993), in the Cuyabeno Reserve sightings of groups were more frequent than single animals. Single animals were only seen in 34 % of the sightings what coincides perfectly with 34 % of single animals observed by Utreras (1996) in the lower Lagartococha river in 1994. Best and da Silva on the other hand observed 51 – 81 % of *Inia* in Brazil on their own and 12 - 26 % in pairs. In Peru, Henningsen et al. (1995) sighted only 2 % of all *Inia* singly. Most of the sightings with more than one animal were pairs and can possibly be mother calf pairs, but also groups of three animals were frequent. Henningsen et al. (1995) had similar results from their study area with more than 60 % of all *Inias* sighted in pairs. Most calves were seen in groups of 3-4 animals, which might be due to older offsprings that remain with the mother even though there is another calf. This coincides with observations by Henningsen (1998). Nevertheless 25 % of the calves were seen in pairs, which could be a result of either loose bonding in the groups or a mother with no elder offspring.

There is a difference in the distribution of group size in different rivers; nevertheless, group size does not significantly depend on the habitat (Denkinger in prep.). The Lagartococha for example seems to be important for pairs. The frequency of seeing pairs and single animals in the Cuyabeno is not as high as in the Lagartococha river but groups of three are more commonly seen in the Cuyabeno river. This difference can be due to the different structure of the rivers and hence to the availability of prey. The formation of flocks, schools, herds, and colonies is not necessarily a result of pair bonding or the maternal neonatal relationship, but rather a formation from outside recruitment (Eisenberg 1986). Resource quality and spatial variance interact to influence group size in a diversity of consumer species (Pulliam and Caraco 1987). Still little is known about the ecology of Amazon fish (Gery 1984).

Probably fish distribution in river systems is quite different from open ocean habitats. *Inia* is known to feed on about 43 fish species of 19 families, according to a study in the mid-Amazon (Best and da Silva 1993). Among those are piranhas (Serrasalminidae), pacus (*Myleus sp.*), characins (*Curimatidae*), catfish (*Phractocephalus hemiliopterus*), river turtle (*Podocnemis sextuberculata*) and crab (*Poppiana argentiniana*). Some of these like catfish live on the bottom (Gery 1984) whilst others are pelagic or littoral. Some live in shoals in the pelagic parts of the rivers or lagoons and others solitarily next to the shore in flooded forests. Even though nothing is known about fish distribution in the Cuyabeno Reserve, fish can be more dispersed in bigger than in smaller water bodies. Bigger groups of *Inia* will be more efficient to find and catch fish in areas where there are huge lagoons and deep, wide rivers.

Not all river sections seem to be adequate for the appearance of groups. Areas where there are numerous lagoons such as the lower part and the upper part of the Cuyabeno river or the middle and upper section of the Lagartococha river seem to be a good place for groups of mostly two or three animals. In these rather vast water bodies living in groups can possibly facilitate hunting as observed in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), which catch fish co-operating in groups (Bel'kovich 1978, Shane and Wells 1986). Groups of this species can count up to several hundred animals and are temporal combinations of several subgroups or pods with about 20 individuals (Shane and Wells, 1986). Big groups of *Inia* with 6 and more animals, however, are rather seen in sectors close to the Aguarico like the lower parts of the Lagartococha and Cuyabeno river but never in the Aguarico itself where a group of four was the biggest group ever seen. These big groups may have their reason in decreasing water levels, when *Inia* has to leave the upper parts of blackwater rivers in order to not get trapped while the river runs dry.

Group size also seems to be influenced by the water level. McGuire and Winemiller (1998) observed that group size depended on the season with lowest group size during falling water levels and increasing group size between low and rising water periods. Large groups of up to 9 animals were seen in both, the Cuyabeno and the Lagartococha river when the long dry season starts in December. At this time of the year, dolphins come down from the upper parts of the Cuyabeno river, stay in the lower parts of the Cuyabeno for a couple of days and then possibly migrate to other rivers. While smaller groups remain in the lower Cuyabeno. After the long dry season from December to February/ March dolphins migrate into the upper parts of the river where again they disperse and single animals, pairs or groups of three are common. Similar observations could be made in pinnipeds where social organisation varies considerably depending on the time of year (Riedmann 1990).

b) group composition

Obviously most of the animals seen were of intermediate size as this is the class where a variety of age classes occur such as older or bigger juveniles, sub-adults, younger female adults and young male adults. Still it is surprising that the proportion of calves is higher than the one of adults. It is possible that most of the adults seen were mature males as first, males grow bigger than females and second males reach sexual maturity at a body length of approximately 1.98m (Best and da Silva 1989). As most of the body of *Inia* is submerged, even when breathing, size estimates are very difficult. But even with an estimated error of 20cm, animals judged as calves are definitely younger than 2 years. Nevertheless, this can give a reason for the high percentage of calves. The fact that every third animal seen was a calf or a youngster with less than 2 years gives an idea of the high reproductive rate of *Inia* in the Cuyabeno Reserve. The fact that 30% of the animals sighted are calves with maximum 2 years old, means that minimum 30% of the animals are mothers. This leads to the assumption that the percentage of reproductively active females is possibly about 45% considering that *Inia* can reproduce every two years (Brownell 1984).

The percentage of calves was higher in the tributaries, Cuyabeno and Lagartococha than in the Aguarico river. Probably these two rivers play an important role for raising calves. Henningsen et al. (1995) observed that *Inia* moved inside the tributaries of the Amazon, Marañon and Ucayali rivers during calving seasons. Especially the Cuyabeno river has a high percentage of calves. The high percentage of adults in the Aguarico river suggests that adults, which are possibly males in most of the cases, would rather stay in the Aguarico river and migrate into the blackwater tributaries for breeding. The fact that percentages of intermediate sized animals were highest in the blackwater rivers than in the Aguarico river also supports this theory as it is possible that many of the animals classified as intermediate are adult females. This would coincide with the social system of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota: females form groups with their offsprings, subadults form their own groups and mature males form bonds and only join the females for breeding (Shane and Wells 1986). Long term studies on bottlenose dolphins showed that young dolphins remained with their mothers at least for the first three to six years and then joined subadult groups (Wells 1992). This can be another explanation for the high percentage of calves and intermediate sized animals in all group sizes, as offsprings from *Inia* as well might stay together with their mothers for several years.

The percentage of single animals is very low in all size classes, even calves were seen on their own. The most cohesive unit in a mammal society is that composed of a mother and her young but in long lived-species this grouping can be expanded into a unit of several age classes of young (Eisenberg 1986). The situation for *Inia* calves seems to be different. They appear to have rather light bonds with their mothers as they can be left alone for an uncertain time. Whether or not their parents or other relatives were close is uncertain, but some of these calves were seen alone for up to two hours even in narrow parts of the river where their parents cannot hide in adjacent lagoons. This behaviour is probably only possible in areas where there is not much risk for the animals. Even though on one occasion a black caiman has been observed attacking a group of three *Inia* with one calf (Araya pers. com). Apart from the few single calves, calves mostly stay with groups of three and more animals and only one fourth was seen in pairs. These results indicate that *Inia* forms bonds with several animals. Whether the *Inia* social system is alike the bottlenose dolphin social system according to Shane and Wells (1986) or not will remain unclear until males and females can be distinguished what was impossible so far.

In the Lagartococha and in the Cuyabeno river the proportion of age or size classes seems to be fairly similar for groups but for single animals there is an obvious difference concerning calves and intermediate sized animals. Why calves might be seen on their own is already explained above. However, 3 % of single animals in the Cuyabeno river were calves, while in the Lagartococha river 25 % of the single animals were calves. Concerning predators, there is probably more danger in the Lagartococha than in the Cuyabeno river. In the Lagartococha river there are far more black caimans (*Melanosuchus niger*) than in the Cuyabeno river. Lagarto means caiman in the language of the natives and the river Lagartococha was named for a good reason as caimans are very abundant in this river. In the Cuyabeno river there is more human traffic than in the Lagartococha river but native Indians did never hunt dolphins as they form part of their mythology. Nevertheless, noise produced by outboard motors does affect the behaviour of *Inia* (Denkinger et al. in prep.) and may also affect the abundance of single calves. The Lagartococha river gives access to various small lagoons while in the Cuyabeno river there are only oxbow lakes and the Lagunas Grandes in the upper part. Hence the possibility that calves were seen on their own but their parents might have been close is higher in the rather open river bed of the Lagartococha. Having a closer look on the group composition in different river sections of both rivers may help to give more explanations to the question of the high percentage of single calves in the Lagartococha river.

c) group fidelity

Several *Inia* could be identified in one single group on few occasions only, therefore the results of this study can not be seen as definite results. However, there are several animals, which were seen together on up to three occasions. This may indicate that animals stay together with the same animals or at least live within the same range with the same individuals and join occasionally.

CONCLUSIONS

All cetaceans are social animals but Amazon river dolphins so far are suggested to be rather solitary. Observations in Peru however, show that most *Inia* appear to live in groups with three or more animals. In the Cuyabeno Reserve, the situation is similar to Peru as most *Inia* were seen in groups of two or more animals and only 34% on their own. Group size depends on the river system, the river section and the season. In blackwater rivers there were bigger groups than in the whitewater river and groups were also bigger during the low water season than during the high, falling and rising water season. The fact that most calves were seen in groups with three or four animals and only 25% of the calves were seen in pairs and the distribution of adults in different group size categories as well as the distribution of adults versus calves and intermediate sized animals in different river suggests a social structure similar to bottlenose dolphins. There are groups of females and offsprings, other groups of subadults and groups of adult males. Nevertheless this theory of social structure needs to be confirmed by the distribution of females and males in the groups and size classes. As some calves were seen on their own, group structure does not seem to be closed.

Finally, the Cuyabeno Reserve and especially the Cuyabeno and Lagartococha rivers seem to be important areas for breeding and child raising, as the percentage of calves is extremely high in comparison to other areas.

LITERATURE

- Bel'kovich, V.M. 1978; Herd structure, hunting and play; Bottlenose dolphins in the Black Sea. pp 17-77. In *Dolphin Societies* (Eds. K. Pryor & K.S. Norris). University of California Press, Berkeley, Los Angeles, Oxford.
- Best, R.C. and V.M.F. Da Silva. 1984. Preliminary Analysis of Reproductive Parameters of the Boutu, *Inia geoffrensis*, and the Tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in the Amazon River System. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 6). Pp. 361-369.
- Best, R.C. and V.M.F. Da Silva. 1989. Amazon River dolphin, *Inia Inia geoffrensis* (de Blainville 1987). In: S. Leatherwood; S.H. Ridgeway and R. Harrison (eds.) Handbook of Marine Mammals. Vol. 4 River dolphins and the larger toothed whales. Academic Press limited. London. Pp. 1-23
- Best, R.C. and V.M.F. Da Silva. 1993. *Inia geoffrensis*. Mammalian Species. No. 426, pp. 1-8.
- Brownell, R.L. 1984. Review of Reproduction in Platanistid Dolphins. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 6). Pp. 149-158.
- Da Silva, V.M.F. and A.R. Martin. 1995. Studies on the *Inia*, *Inia geoffrensis*, in the Brazilian Amazon. In: Abstracts the 11th biennial conference of the biology of marine mammals. Dec. 14. -18. Society for Marine Mammology, Orlando, Florida.
- Denkinger, J. In prep. Habitat use and home range of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in the Cuyabeno Reserve.
- Denkinger, J.; P.F. Campos and J. Carlström. 1998. Surfacing behaviour of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in relation to motor canoes. Abstracts of the 1st World Marine Mammal Science Conference, Monaco, April 1998.
- EcoCiencia, 1994, Parques Nacionales y otras áreas protegidas del Ecuador, una esperanza para el futuro.
- Eisenberg, J.F. 1981. The mammalian radiations. Chicago: University of Chicago Press.
- Eisenberg, J.F. 1986. Dolphin behaviour and cognition: Evolutionary and ecological aspects. In: Schusterman, R.J., J.A. Thomas and F.G. Wood (eds.): Dolphin cognition and behaviour a comparative approach. Lawrence Earlbaum Associates, publishers, New Jersey, London. Pp: 337-346.
- Fittkau, E.J. et al. 1975. Productivity, biomass, and population dynamics in amazonian water bodies. In: Tropical Ecological Systems, trends in terrestrial and aquatic research. Eds.: B. Golley and E. Medina. Springer Verlag, Heidelberg, New York.
- Gery, J. 1984. The fishes of the Amazon. In: Sioli, H. (ed.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Pp: 353-370.
- Henningsen, T., K. Knickmeier and G. Lotter. 1995. Behavioural ecology of the dolphins *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis* in the upper region of the Amazon, Peru. Proceedings of the ninth annual conference of the European Cetacean Society, Lugano Switzerland, 9-11 February 1995.
- Herman, L., L. von Fersen and M. Solangi. 1996. The Bufeo (*Inia geoffrensis*) in the Rio Lagarto Cocha of the Ecuadorian Amazon. Marine Mammal Science, 12(1): 118-125.
- Johnson, C.M. and K.S. Norris. 1986. Delphinid social organization and social behaviour. In: Schusterman, R.J., J.A. Thomas and F.G. Wood (eds.): Dolphin cognition and behaviour a comparative approach. Lawrence Earlbaum Associates, publishers, New Jersey, London. Pp: 337-346.
- Leatherwood, S., T. A. Jefferson and Marc A. Webber. 1993. Marine Mammals of the World, FAO Species Identification Guide, United Nations Programme, Food and Agriculture Organisation of the United Nations 1993.
- McGuire, T.L. and K.O. Winemiller. 1998. Occurrence patterns, habitat associations and potential prey of the river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Cinaruco river, Venezuela. BIOTROPICA 30(4): 625-638.
- Pillari, G. And M. Gühr. 1977. Observations on the Bolivian (*Inia boliviensis* d'Orbigny, 1834) and the Amazonian Bufeo (*Inia geoffrensis* de Blainville, 1817) with description of a new subspecies (*Inia geoffrensis humboldtiana*). Investigations on CETACEA. Vol. 8. Pp. 11-76.

Pulliam, H.R. and T. Caraco. 1987. Living in groups: is there an optimal group size?. In: Krebs (ed.) Behavioural ecology 2nd edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Riedmann, M. 1990. The pinnipeds, seals, sea lions and walruses. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, Oxford. 439 pp.

Shane, S.H. and R.S. Wells. 1986. Ecology, behaviour and social organisation of the bottlenose dolphin: a review, Marine Mammal Science, 2 (1):34-36 (January 1986)

Sioli, H. 1984. The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae, Vol. 56. Dumont.

Utreras, V. 1996. Biología y ecología del Bufo (*Inia geoffrensis*) en el Río Lagarto Cocha, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, Ecuador. Master thesis. Pontificia Universidad Católica, Quito, Ecuador.

Wells, R. 1992 The marine mammals of Sarasota Bay. Sarasota Bay National Estuary Program, 1992 Framework for Action.

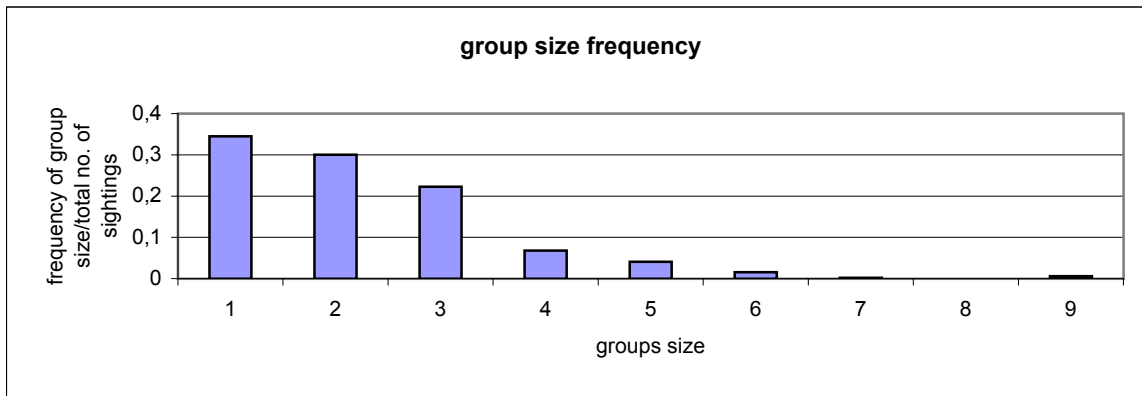


Fig. 8.6.1

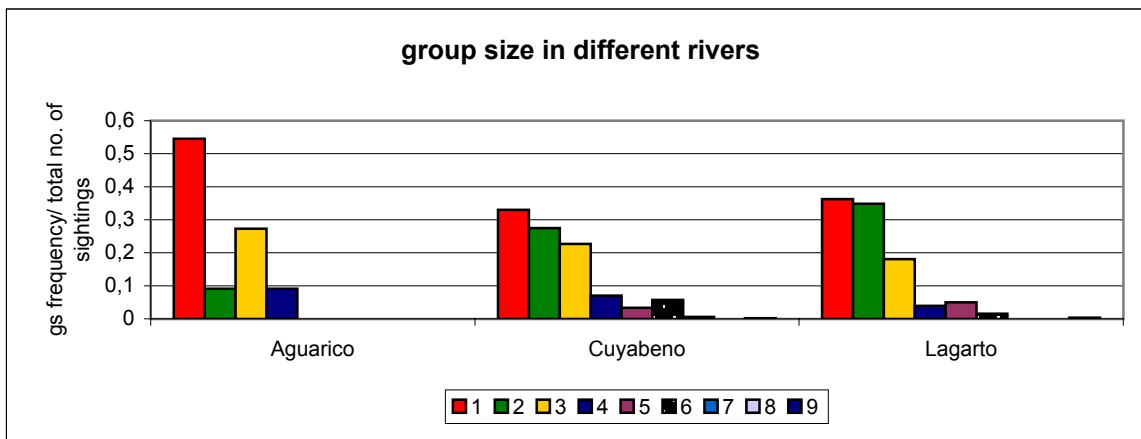


Fig. 8.6.2

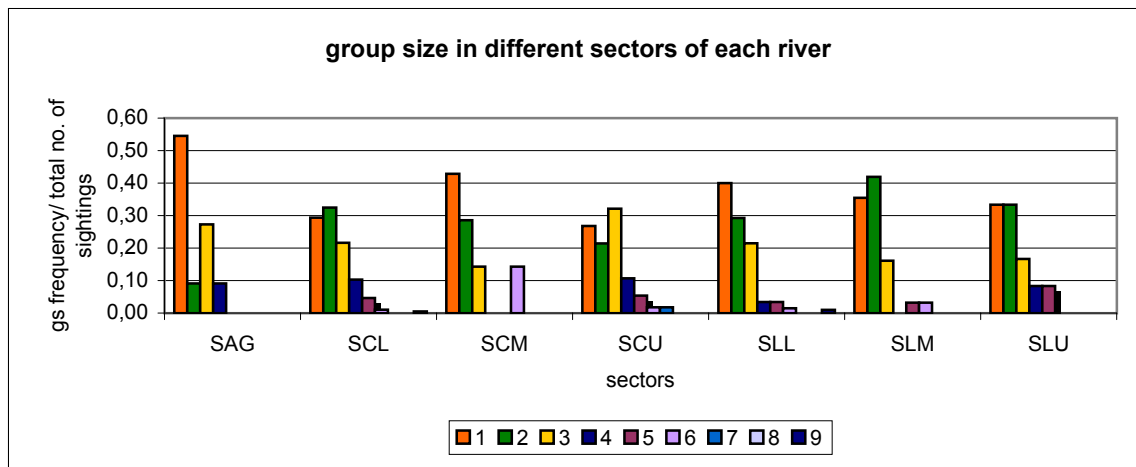


Fig. 8.6.3

Legend: SAG: sector Aguarico, SCL: Cuyabeno lower sector, SCM: Cuyabeno middle sector; SCU: Cuyabeno upper sector, SLL: Lagartococha lower sector, SLM: Lagartococha middle sector; SLU: Lagartococha upper sector.

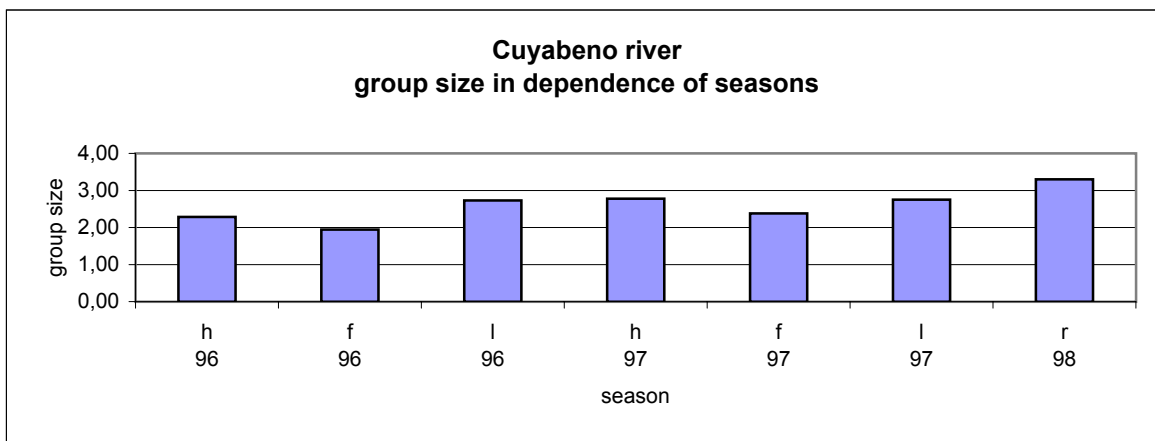


Fig. 8.6.4

Legend: h: high water season; f: falling water season; l: low water season; r: rising water season

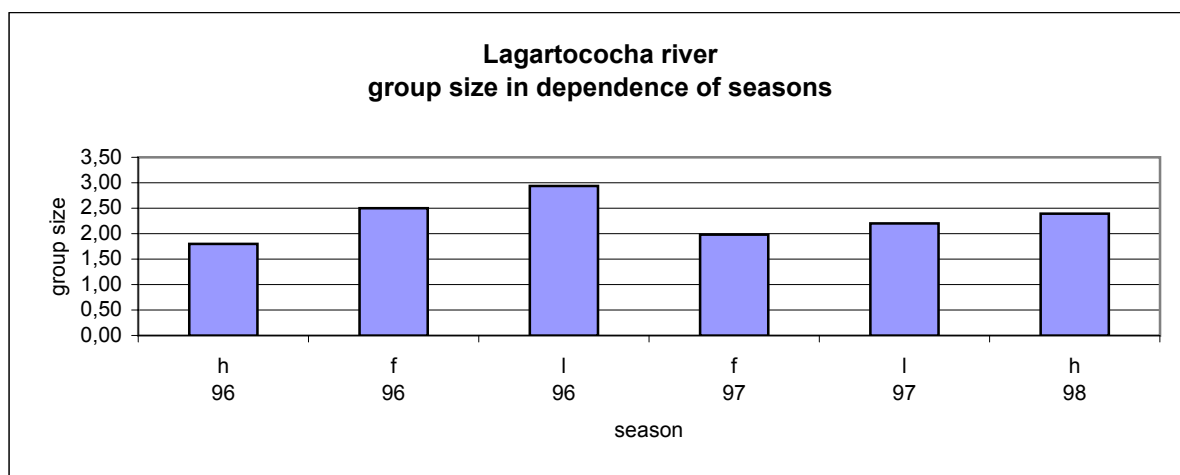


Fig. 8.6.5

Legend: h: high water season; f: falling water season; l: low water season; r: rising water season

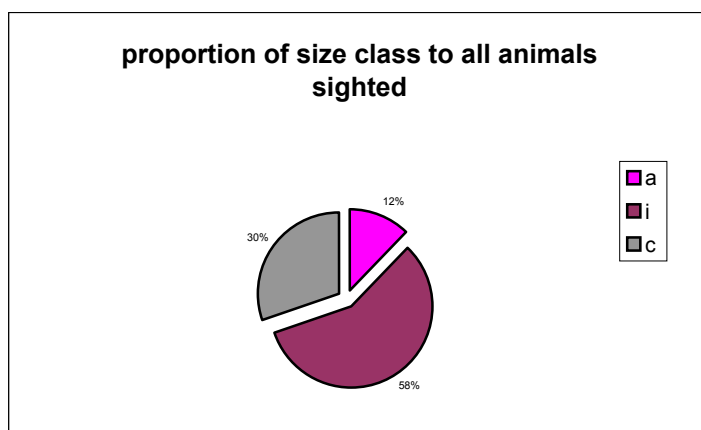


Fig. 8.6.6

Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

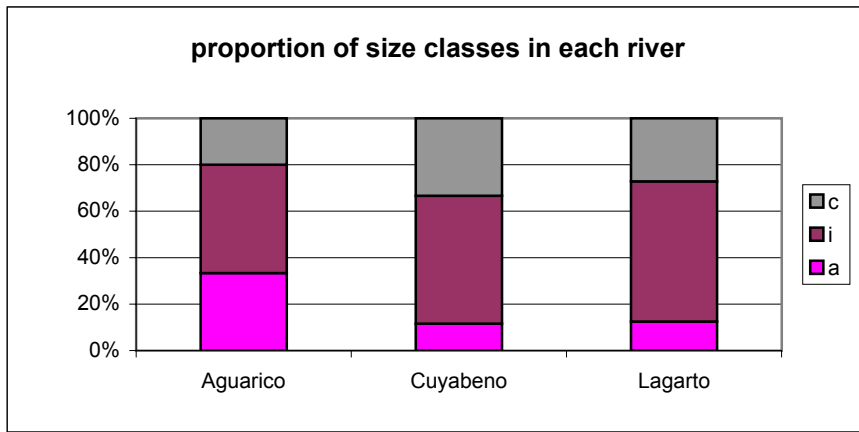


Fig. 8.6.7
 Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

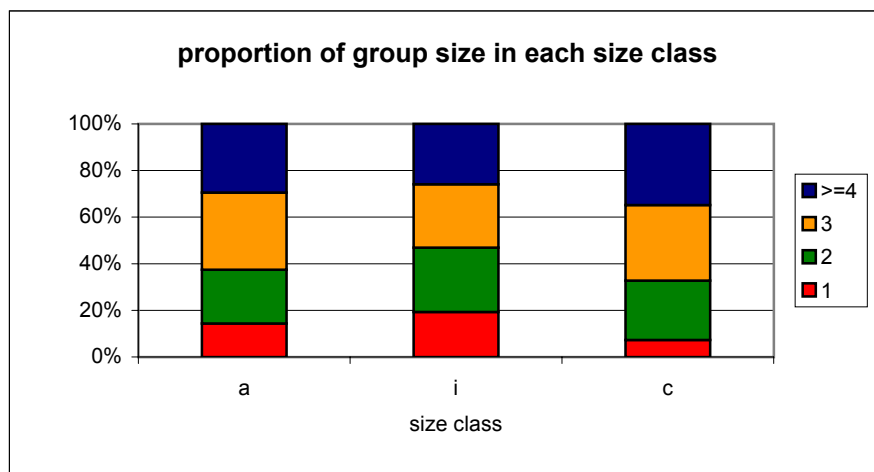


Fig. 8.6.8
 Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf



Fig. 8.6.9
 Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

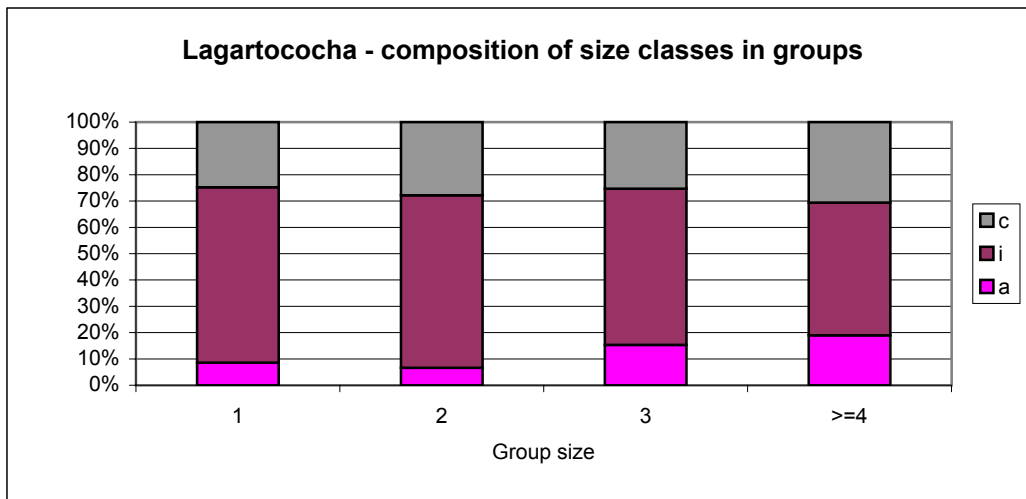


Fig. 8.6.10
 Legend: *a* : adult; *i* : intermediate; *c* : calf

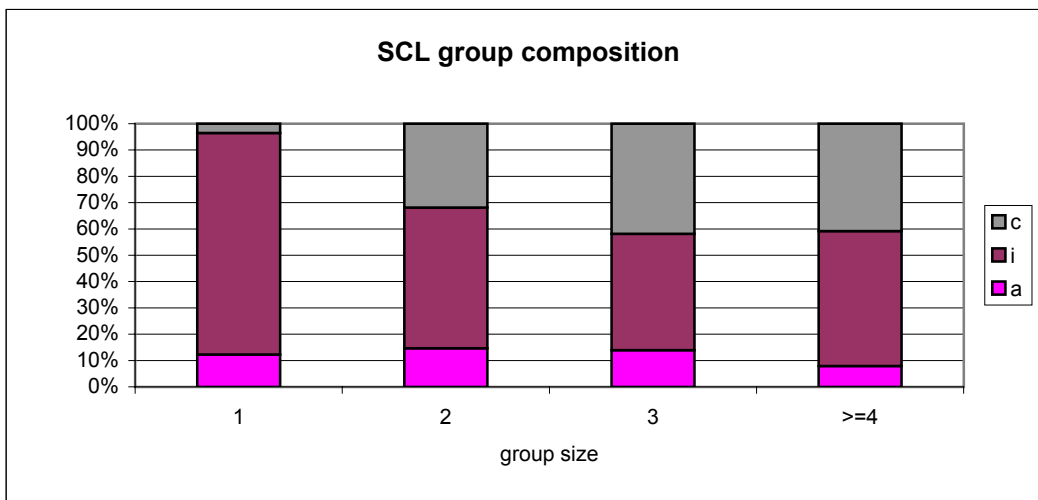


Fig. 8.6.11
 Legend: *a* : adult; *i* : intermediate; *c* : calf

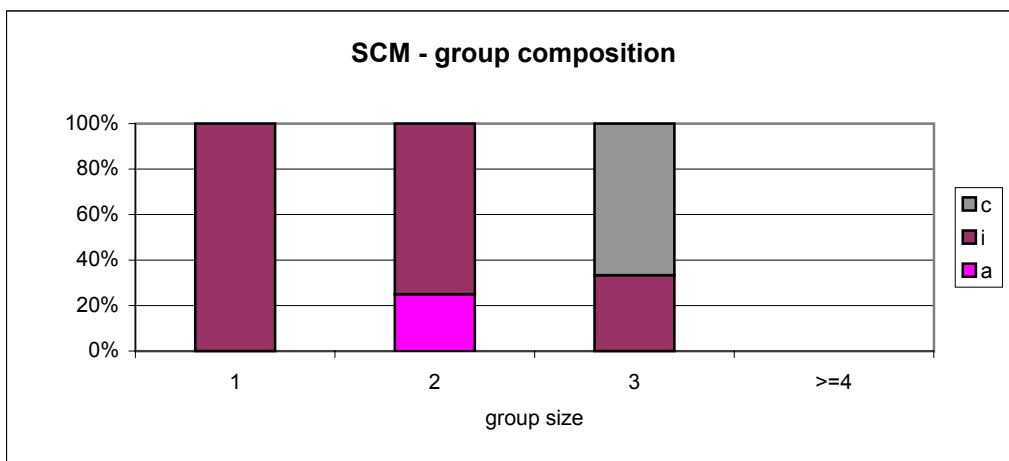


Fig. 8.6.12
 Legend: *a* : adult; *i* : intermediate; *c* : calf

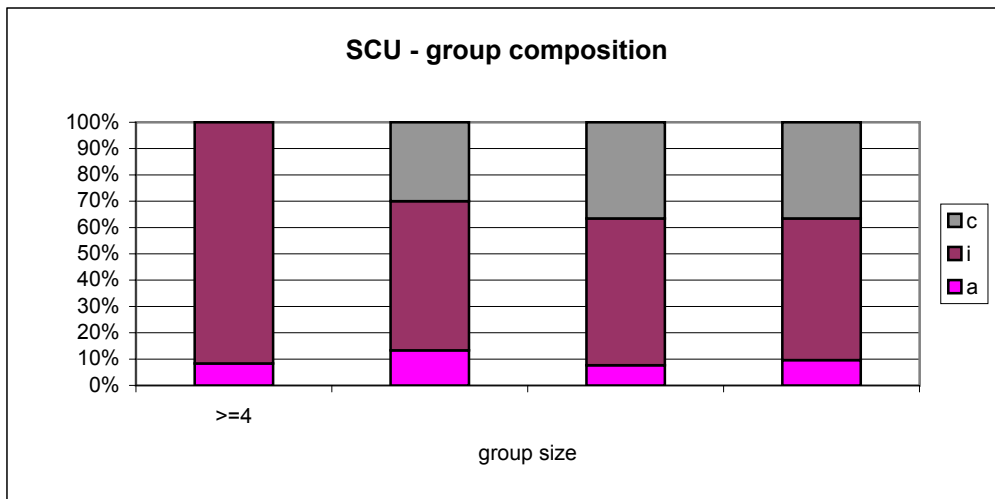


Fig. 8.6.13
 Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

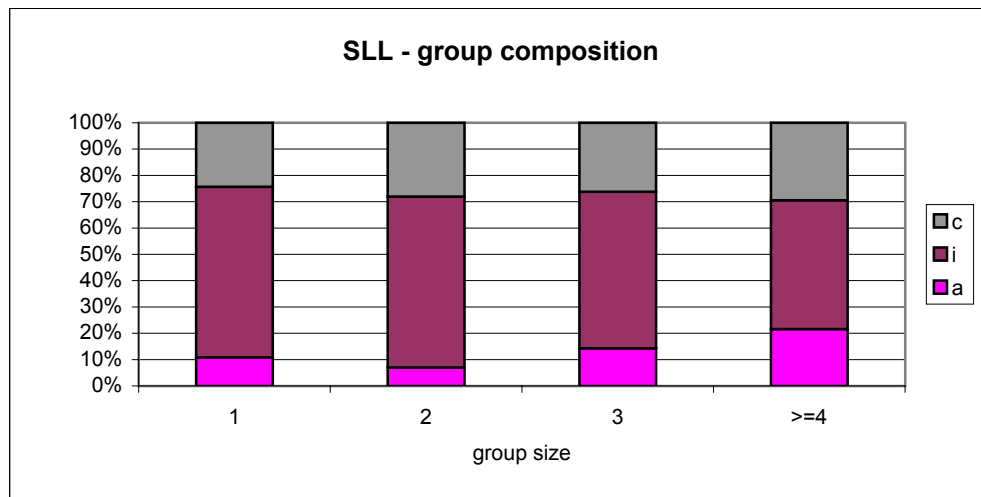


Fig. 8.6.14
 Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

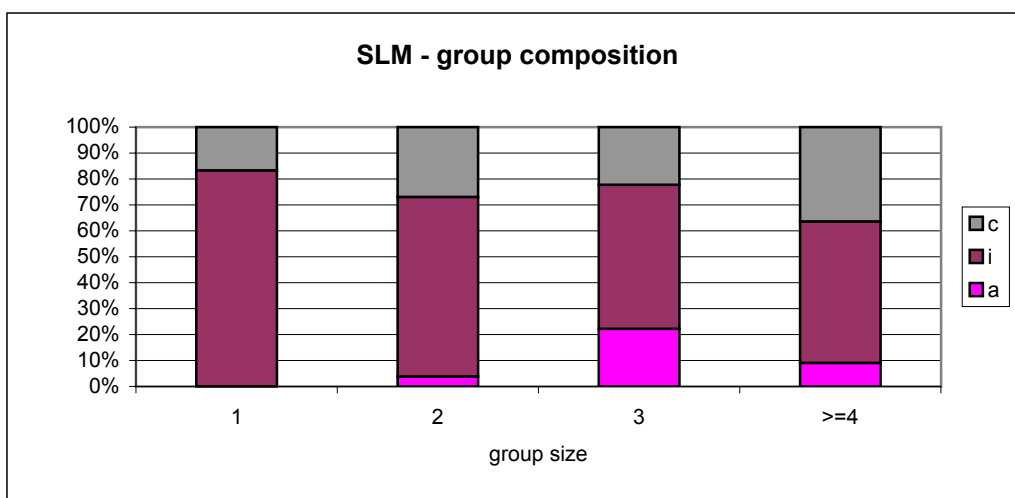


Fig. 8.6.15
 Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf



Fig. 8.6.16

Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

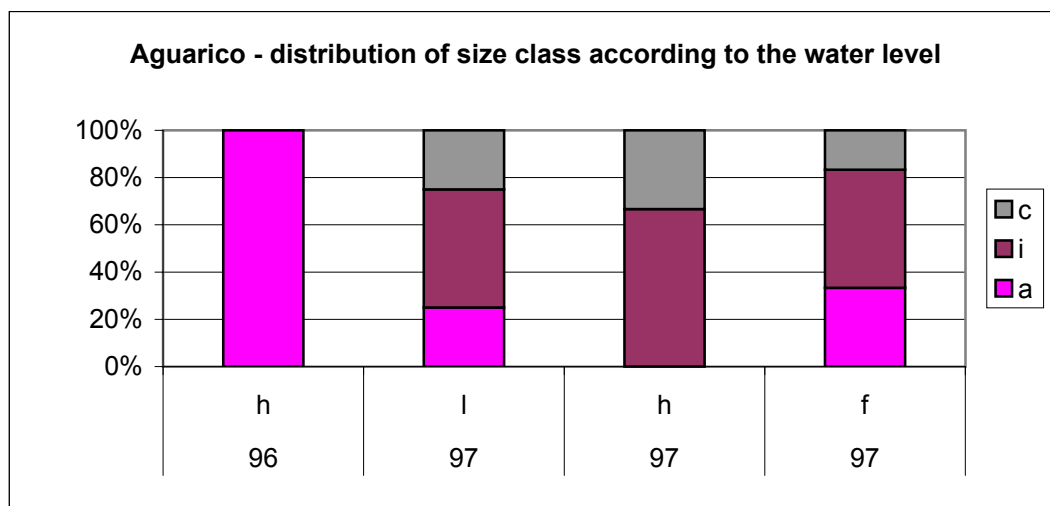


Fig. 8.6.17

Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

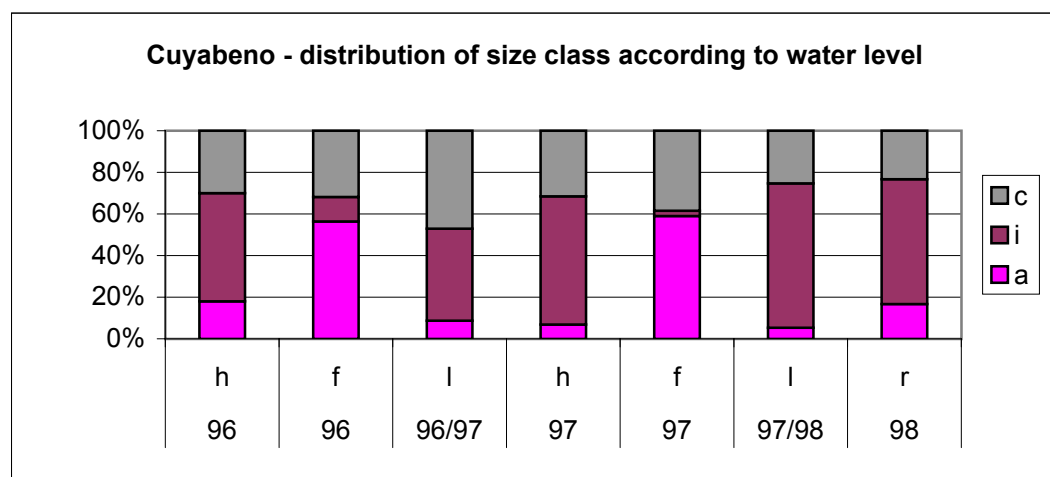


Fig. 8.6.18

Legend: a : adult; i : intermediate; c : calf

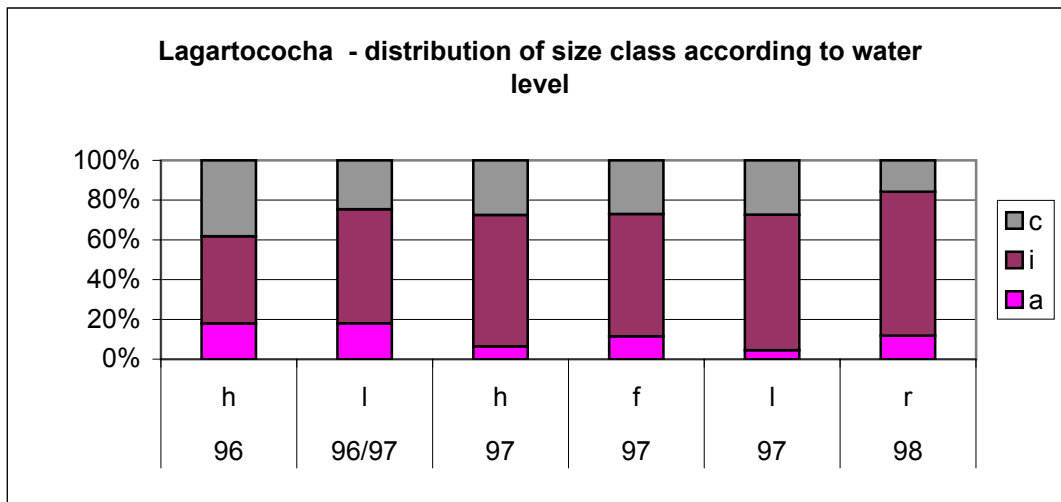


Fig. 8.6.19

Legend: *a* : adult; *i* : intermediate; *c* : calf

Table 8.6.2: group fidelity

fin left WN	sightings	members	fidelity (pairs)
LN02	2	9	0
LN06	2	7	0
LNS01	2	3	1
LNS02	2	3	0
LNS04	2	7	0
LNS07	2	8	0
LS02	2	3	0
LS03	2	8	0
LS08	2	4	0
LS10	4	14	0
LS11	4	7	3
LS12	3	7	2
LS13	3	12	1
LS17	2	5	0
LS18	2	3	0
LS22	3	3	0
LS23	2	7	0
LS24	2	3	0
LSP02	2	11	0
19 animals	45	124	7

fin right WN	sightings	members	fidelity (pairs)
RN01	2	6	0
RS01	3	13	0
RS14	4	19	1
RSP01	3	9	0
RS05	2	4	0
RN02	2	13	1
RN03	5	18	2
RN03			
RS07	2	4	0
RS10	3	9	0
RN04	3	18	1
RS06	2	6	0
RS12	2	5	0
RNS02	3	17	1
RNS03	2	7	0
RS16	2	7	0
RN05	3	10	1
RNS05	3	10	1
RN06	3	6	0
RS19	5	22	1
RS21	2	6	0
RSP05	2	7	1
RSP06	3	13	2
RSP06			
RS22	3	3	0
RS26	2	5	0
RS28	2	12	1
RNS08	3	12	0
RN07	4	9	1
RS32	2	9	1
28 animals	77	279	15

8.7 SURFACING BEHAVIOUR OF AMAZON RIVER DOLPHINS (*INIA GEOFFRENSIS*) IN RELATION TO MOTOR CANOES

INTRODUCTION

The Cuyabeno Faunistic Reserve in the northern part of the Ecuadorian Amazon lowland is one of the most important places for tourism in Ecuador (INEFAN, 1997). The Cuyabeno Reserve also represents some of the most important habitats for Amazon River dolphins or Inia (*Inia geoffrensis*) (Denkinger in prep.). Tour operators as well as the native population are using canoes with outboard motors of 15 to 65 HP. Nowadays in the Lagunas Grandes de Cuyabeno, tourism increased in a way that there are about 14 canoes passing the lagoons and the river several times a day.

Tour guides and native Indians claim that motorized canoes attract dolphins. Indeed some of the animals follow canoes and stay close for a couple of minutes. Utreras (1996) made similar observations and interpreted the behaviour of some Inias following the canoe as curiosity for the air bubbles produced by the propeller. Pilleri and Gehr (1977) mention that canoes did not disturb the animals but characterise Inia as a rather shy creature that would remain under water and change direction to surface at a distance of 100 m from the boat when followed. Specific studies on the influence of boat traffic on River dolphins do not exist for the Amazon River dolphin. In the Yangtze River, traffic is so high, that the noise of the engines may be harmful to the Baiji (*Lipotes vexillifer*) (Peixun and Yuanyu, 1989). Marine whales and dolphins react to boat traffic with short-term reactions such as an increase in swimming speed, spatial avoidance and changes in diving behaviour (Janik and Thompson 1996). Pilleri and Gehr (1977) also observed behavioural changes of Inia even though they did not interpret their observations as effects caused by the boat.

This study analysis the impact of boat traffic on Inia using the surfacing position of Inia in relation to the canoe, respiration frequency, synchronised surfacings, surfacing distance and surfacing direction as indicators to changes in their behaviour.

METHOD

Two different methods were used to find out possible effects of the presence of canoes on Amazon river dolphins:

- a) The surfacing position and distance of the dolphin in regard to a canoe during transects while travelling at a speed of 10 - 15km/h.
- b) Behavioural observations of the dolphins under two different conditions; with and without motor.

- a) Surfacing position in reference to the canoe during transects

175 transects were carried out in the Cuyabeno Reserve from May 1996 to July 1998, 83 transects in the Cuyabeno River and 92 in the Lagartococha River. A 12 m dugout canoe with 25 HP outboard motor was used, travelling at a speed between 10 and 15 km/h. The river was surveyed in front and behind the canoe. During each encounter, the distance of the first sighting, the swimming direction of the dolphins in regard to the boat, group size and group composition was registered.

Two black water rivers of the Cuyabeno Reserve were used for strip transect surveys:

- The Cuyabeno River was studied on an 89 km stretch from the Lagunas Grandes de Cuyabeno to the mouth with the Aguarico river. The width of this river varies between 20 and 50 m. Two indigenous communities live along this river with a total of 200 inhabitants each. Tourism is carried out mainly in the upper parts of the river and on a weekly base in the lower part. Three to eight canoes travel along the 30 km in the upper parts of the river from Puerto Bolivar to the

entrance of the Reserve, Puente Cuyabeno daily. Five to eight canoes a week travel along the lower parts of this river.

- The Lagartococha River was surveyed on a stretch of 80 km from the mouth with the Aguarico River to Garzacocha. It passes through vast parts of flooded forests and along numerous lagoons. The riverbed itself varies from a width of 30 to 100 m. There are no settlements along this river, but four military camps are situated close to the mouth and close by Garzacocha. Tourists visit this area only occasionally once or twice a week and the soldiers use small canoes without motor.

Distances of dolphins to the canoe were estimated in 10m-classes and then analysed in 50 m-classes. A total of 192 sightings from both rivers were analysed and a comparison of the Cuyabeno and Lagartococha river was made.

b) Behaviour of *Inia* in absence and presence of motorized canoes

The influence of the presence of motorised canoes on *Inia* was studied during 10 days during the low water season close to the mouth of the Cuyabeno river. A total of 7 sessions were analysed comparing respiration rate, surfacing distance from the canoe, surfacing direction and synchronised surfacings of *Inia* under two different conditions:

Condition 1: Observations of *Inia* without motor either from shore or from the canoe attached to shore. (30minutes)

Condition 2: Observations of *Inia* with running motor in neutral or with idle speed, while the canoe is floating or attached to shore. (30 minutes)

Condition 3: Canoes incidentally passing the focal group with moderate or fast speed. These observations were made from the canoe that was used as observation platform while observing the group under condition 1 or 2.

As observations depended on the moving patterns of *Inia*, standard conditions like 30 minutes observations of condition 1 and 2 could not always be maintained. When animals moved out of sight or more animals were coming into the study area and group size increased, data collection was becoming too difficult and observations were stopped until the situation returned to standard. The choice of the group was incidentally. It is very likely that groups of *Inia* are instable therefore; the animals studied probably changed from one session from another and even during one session.

To reveal if there is a difference in the average duration from one respiration to another (respiration rate) in the presence or absence of a motoring canoe, session 1 and 2 were compared using the Wilcoxon test. Occasionally canoes from tourist companies and native Indians were passing the group studied (condition 3). As these situations were not standardised, the average respiration rate within 5 minutes before and five minutes after the canoe has passed was compared to see if these canoes had an impact on the respiration behaviour of *Inia*.

During one session it was possible to observe the behaviour of a mother calf pair. For both mother and calf, average respiration rates of both conditions were taken in 5-minute intervals. The mother calf pair could be observed for 100min. altogether: 40min. in condition 1, 55min. in condition 2 and 5 minutes in condition 3.

Synchronised surfacings were used as an indication of how synchronised a group is and calculated by synchronised surfacings divided by the total number of surfacings. The average surfacing distance was calculated by the sum of all distances under one condition divided by the number of surfacings at each condition. Surfacing direction was determined by *Inia* swimming to the boat, the beak pointing to the boat, from the boat with the beak pointing away from the boat or indifferent swimming in a more or less parallel line to the boat.

RESULTS

a) Surfacing position in reference to the canoe during transects

As many of the 192 dolphins sighted in both rivers were seen in front of the canoe as behind the canoe but the surfacing position in regard to the canoe depended significantly on the distance at which the dolphin was seen first (Chi: 18,6; FG: 3; $p < 1\%$). Within a distance of 50m from the canoe, dolphins were more frequently seen behind than in the front of the canoe (72 of 120 sightings, 60%). At a distance of 50 to 100m, 30 of 49 sightings were made in the front of the canoe (61%), and at a distance of 100 to 150m 7 of 12 dolphins were seen in the front (58%). Beyond 150m all of the 11 sightings were made in the front of the canoe. (Figure 8.7.1).

Having a look on each of the rivers surveyed, there is a slight difference in the surfacing position under different distance classes of the 80 dolphins sighted in the Cuyabeno River. More dolphins were seen behind (44) than in front of the canoe (36). Only within a distance of 50m, dolphins were seen more frequently in the back (62%) than in the front (38%). From a distance of 50 to 100m and beyond 150m most of the sightings were made in front of the canoe, whereas from 100 to 150m four out of six sightings were made in the back. (Figure 8.7.2).

In the Lagartococha River a total of 109 sightings were made with almost the same number of animals seen in the front (57) and in the back (52). In this river, the position of the first sighting depended significantly on the distance, at which the dolphin was seen (Chi: 11,47; FG: 3; $p < 1\%$). Aswell as in the Cuyabeno, sightings closer to the canoe within 50m, were rather made behind the canoe (38 of 65 sightings). Animals, that were first detected beyond 50m distance to the canoe, were mostly seen in front of the canoe. (Figure 8.7.3).

No significant difference could be found, comparing group size with sighting position according to the distance of the canoe. But the tendency that sightings within the 50m range are more frequent behind than in front of the canoe does exist for groups of up to 3 animals (27 vs. 13 at single animals; 20 vs. 9 in pairs of two; 15 vs. 13 in groups of three). All sightings further away then 50m were more frequent in front of the canoe then behind the canoe. Groups of four or more animals were rather seen in front of the canoe in all distance classes even within the 50m range (12 in front, 10 behind). (Figure 8.7.4).

b) Behaviour of *Inia* in absence and presence of motorised canoes

Average respiration rate was significantly shorter (44.48 seconds) while observing the group with motor (condition 2) than during observations without motor (50.19 seconds) (Wilcoxon: $W=1.5$, $n=7$, $p < 0.05$) (figure 4). Respiration rate under condition one increased significantly after a canoe passed the group from 39.45 seconds before the canoe appeared to 42.95 after the canoe has passed (Chi = 125.7, FG=4, $p < 0.001$) (figure 8.7.5).

Synchronous surfacings were significantly different under different conditions (Condition 1-2: Chi= 14.47; FG.=5, $p < 0.1$; condition 1-3 and 2-3: Chi= 45, FG=3; $p < 0.001$). They were most frequent when the motor was on (condition 2) with 34 % of synchronised surfacings per total surfacings and lowest when no motor was on (30% synchronised surfacings condition 1). While canoes were passing the group, dolphins synchronised their surfacings to 31% of total surfacings. (Figure 8.7.6).

A total of 753 surfacings were utilised from condition 1 and a total of 562 surfacings from condition 2. Most of the dolphins were surfacing at an indifferent direction in regard to the canoe. During condition 2 141 surfacings were directed swimming away from the canoe (25%), 0,07 to the canoe and 0,68 were indifferent. Under condition 1 most of the sightings were indifferent as in all other conditions but least of the surfacings were directed away from the boat. Still sighting frequency directed to the boat was higher under condition 2 then under condition 1. A comparison of all conditions with chi-square test revealed that the only significant difference in surfacing directions could be found comparing condition 1 and 3 (FG 2; Chi = 41.43, $p < 0.001$). (Figure 8.7.7).

Observations of a mother calf pair showed, that the calf generally has shorter surfacing intervals than the mother with around 30 seconds throughout the observation. During the first ten minutes under condition 1, the mother was breathing every 33 to 43 seconds. While a canoe passed, she stayed under water for 75 seconds (condition 3) and was then breathing every 40 to 60 seconds for the next 20 minutes under condition 1. The calves respiration rate stayed more or less the same until the very beginning of condition 2,, where it and the mother stayed under water for an average of 42 seconds during the first five minutes

and for an average of 72 seconds during the next five minutes while the mother kept the old breathing rhythm. The mother's respiration rate increased then up to an average 75 seconds but got back less than a minute for the 35 minutes, where the condition changed from 2 to 1 and again to condition 2. After five minutes in condition 2 she stayed under water for up to 100 seconds while the calves breathing rate increased only slightly to 42 seconds. (Figure 8.7.8).

DISCUSSION

a) Surfacing position in reference to the canoe during transects

Even though as many animals were sighted in front and behind the canoe, the possibility of seeing *Inia* should be higher in front of the canoe than behind. The canoe moves with a speed of 10 to 15 km/h that is faster than the regular movement of *Inia* when they are travelling (Best and da Silva 1989). In order to be detected, dolphins that are actually behind of the observer would have to travel faster than the canoe, meanwhile dolphins that are in front of the observer can remain on the same spot or travel slower than the canoe.

Nevertheless within 50m distance more animals were seen behind the canoe than in front of the canoe and beyond 50m more animals were seen in the front of the canoe. River dolphins usually stay under water for 50 to 60 seconds. Travelling with an average speed of 12.5 km/h the canoe can pass about 173 to 208m in 50 to 60 seconds. Considering the distance from one bend to another, the possible sighting distance differs between 150 and 500 m in most parts of the rivers. The possibility of seeing dolphins is relatively high with an yearly average 0.23 *Inia*/km river in the Cuyabeno and 0.28 *Inia*/km river in the Lagartococha (Denkinger 1998). These factors do probably not influence the fact that in a closer range of 50m significantly more dolphins were seen behind as still the chance of spotting dolphins should be higher in front than behind the canoe.

The surfacing behaviour of *Inia* seems to respond to the presence of the canoe with prolonged dives until the canoe has passed and then come up just behind. The significantly higher amount of surfacings behind the canoe within 50m also confirms this behaviour. Dolphins probably hear the canoe from a certain distance, which explains why the amount of surfacings in front of the canoe at distances further away than 50m is significantly higher than behind the canoe. During studies of the influence of underwater noise from different types of boats on the diving behaviour of bottlenose dolphins in Cardigan Bay, Evans et al. (1992) found out that dolphins made longer dives if the sound source was 150 to 300m away. This observation also supports the possibility of avoidance behaviour in the case of *Inia*, as most sightings in front of the canoe were further away than 50m.

In the Lagartococha River the sighting position differed significantly from the different distance classes whereas in the Cuyabeno River only a tendency could be observed, that sightings within 50m are rather behind and sightings further away than 50m are rather in front of the canoe. As there is more boat traffic in the Cuyabeno than in the Lagartococha River, it might be that in the Cuyabeno River dolphins are more habituated to boats than in the Lagartococha River. Anyway, the tendency in the Cuyabeno River is the same as in the Lagartococha, within 50m more animals were seen behind the canoe and beyond 50m more animals were seen in front of the canoe.

b) Behaviour of *Inia* in absence and presence of motorised canoes

Inia only show a very small part of their behaviour as they spend most of their time under water and are not very active on the surface. Therefore the only insight into their behavioural repertoire can be gained by collecting information about respiration frequencies, surfacing distances and swimming directions on the surface.

While not being disturbed, *Inia* has longer breathing intervals than while there is a running motor close by. Janik and Thompson (1996) observed an increase of surfacings while a whale watching boat followed bottlenose dolphins in the Moray Firth. Shorter dives in the presence of a running motor that does not move and stays on more or less the same spot for up to 30 minutes can be a result of an increase in stress and hence higher respiration frequencies. On the other hand, *Inia* made longer dives just after a canoe was passing the group. Bottlenose dolphins in Cardigan Bay made prolonged dives while there were ships in the study area (Evans 1992). Janik and Thompson (1996) observed less surfacings just after a

boat was passing a group of dolphins. They interpreted this behaviour either as direct avoidance of boats or as a secondary effect on the possibility that fishes would avoid the boats and the dolphins would follow the fish. This secondary effect is hard to imagine in a small, bordered habitat like a riverbed where fishes could only move upstream or downstream. The *Inia* observed made longer dives but stayed in the same area, what could rather be interpreted that they were kind of hiding under water until the canoe has passed. *Inia* possibly hear the canoe before it passes, what can result in the shorter diving intervals observed. Even though respiration rates are longer after the canoe has passed, they are still shorter than in conditions, where the dolphins are not disturbed. This may be another reason that *Inia* are put under stress in situations where canoes with running motors are present.

Synchronised surfacings occurred least when no motor was on and were most frequent, when the motor was constantly running. It might be that *Inia* tend to stay together in uncommon situations such as the noise of a running motor. Conditions with or without motor did not seem to affect the surfacing distance of *Inia* to the canoe, although they did not surface close from canoes that were passing. The same for the swimming direction, where *Inia* seem to adapt quite well, when the condition stays the same like in the presence of a canoe without motor or with motor while floating or running very slowly. Still it looks obvious that they try to avoid canoes passing their group.

Another indication for the negative impact of noise on Amazon river dolphins is that *Inia* tended to leave the area, when noisy boats came close and stayed. This was the case, when a big hotel ship (Flotell Orellana), operating in the Aguarico river anchored close to Bocana Cuyabeno with running engines and *Inia* who spent the last days in this area left.

CONCLUSIONS

Dolphins react differently on boat traffic. Some avoid boats and others are attracted and go bow riding. Observations on bottlenose dolphins in the Moray Firth show that animals changed their behaviour in the presence of boats. Some changed their swimming direction away from the boats and some changed their diving time. Others, mainly young animals, were attracted to mostly fast boats (Lütkebohle 1995). Some of these observations from bottlenose dolphins could confirm observations of the Amazon River dolphin. The general impression is that *Inia* tries to avoid canoes that are passing close with high or moderate speed and that they might become stressed by constant noise. How much the influence of increasing boat traffic in the Cuyabeno Reserve will affect the stability of *Inia* populations is still uncertain but there is some reason for concern, as there was a significant change in their surfacing behaviour in the presence of motoring canoes. If disturbances of *Inia* in the Cuyabeno shall be avoided in order to support conservation of this species, speed limits in areas where *Inia* appear frequently or when passing a group are recommended.

LITERATURE

- Best, R. C. and V. M. F. da Silva. 1989. Biology, Status and Conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco River Basin, In: Biology and Conservation of the River dolphins. Eds.: W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr.; Zhou Kaiya and Liu Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No 3. Pp.: 23 – 33.
- Denkinger, J. 1998. Estimating the abundance of Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador. Proceedings of the 1st World Marine Mammal Science Conference. Monaco January 1998.
- INEFAN (Instituto Ecuatoriano Forestal y de Areas Naturales y de Vida Sylvestre). 1997. Registro de visitantes en el año 1997. Sección Administración de Areas Naturales.
- Janik, V. and P.M. Thompson. 1996. Changes in surfacing patterns of bottlenose dolphins in response to boat traffic. Marine Mammal Science, 12(4): 597-602 (October 1996).

Lütkebohle, T. 1995. Dolphin movements and behaviour in the Kessock Channel and how these are influenced by boat traffic. Report to the Scottish Natural Heritage, Inverness. 34 pp.

Martin, P. and P. Bateson. 1993. Measuring behaviour. Cambridge Verlag 1993. 222 pp.

Peixun, C. and H. Yuanyu. 1989. Distribution, population size and protection of *Lipotes vexillifer*. In: Biology and Conservation of the River Dolphins. Eds: W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr., Z. Kaiya and L. Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Commission (SSC) No. 3.

Pilleri, G. and M. Gühr. 1977. Observations on the Bolivian (*Inia boliviensis* d'Orbigny, 1834) and the Amazonian Bufo (*Inia geoffrensis* de Blainville, 1817) with description of a new subspecies (*Inia geoffrensis humboldtiana*). Investigations on CETACEA. Vol. 8. Pp. 11-76.

UTRERAS, V.M. 1996. Estimación de la abundancia, aspectos ecológicos y etológicos del delfín Amazonico *Inia geoffrensis geoffrensis* (Cetacea: Iniidae) en el Río Lagartococha, Amazonia Ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias de la Educación.

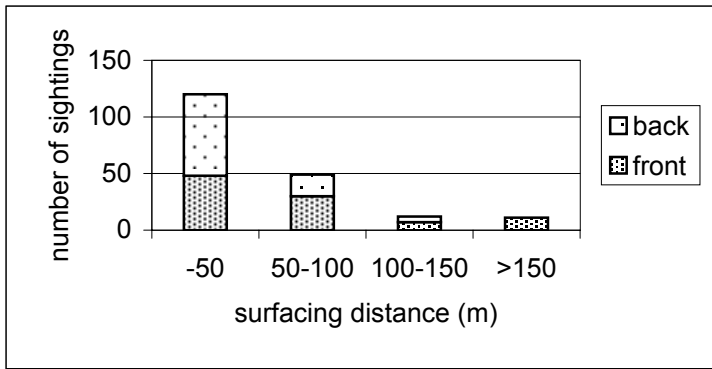


Figure 8.7.1: surfacing position of Inia within different distance classes

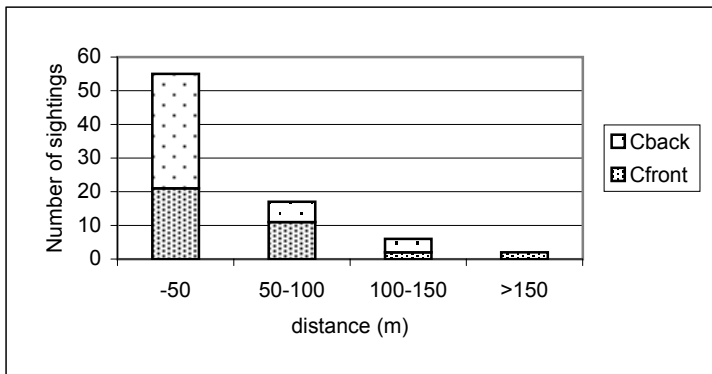


Figure 8.7.2: surfacing position of Inia within different distance classes in the Cuyabeno River

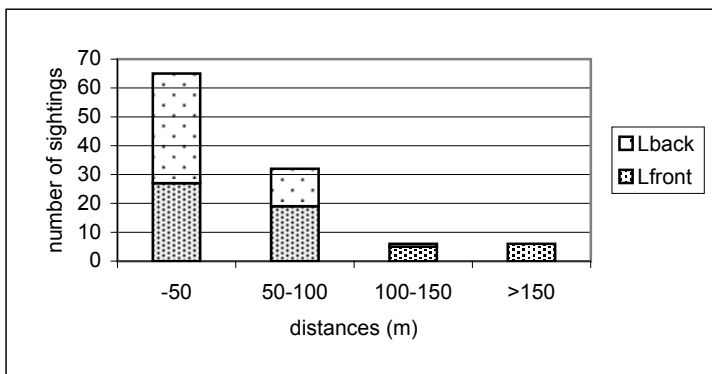


Figure 8.7.3: surfacing position of Inia within different distance classes in the Lagartococha River

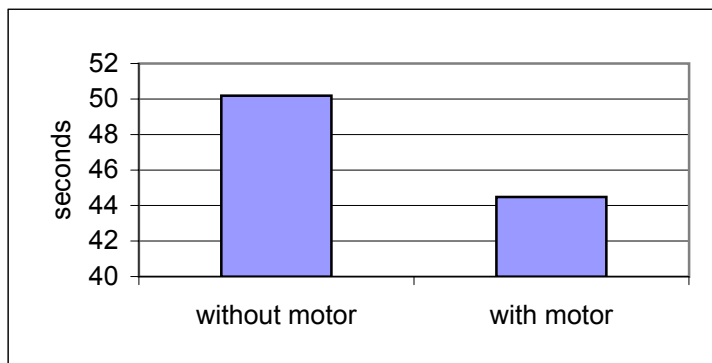


Figure 8.7.4: average respiration rate under two different conditions

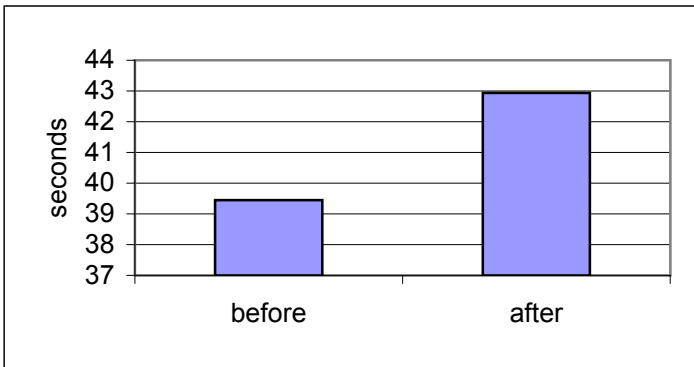


Figure 8.7.5: respiration rate before and after a canoe was passing

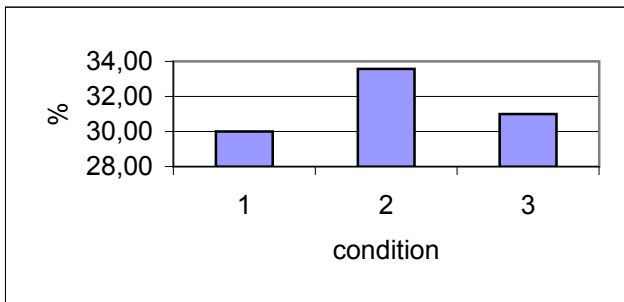


Figure 8.7.6: percentage of synchronous surfacings to total surfacings

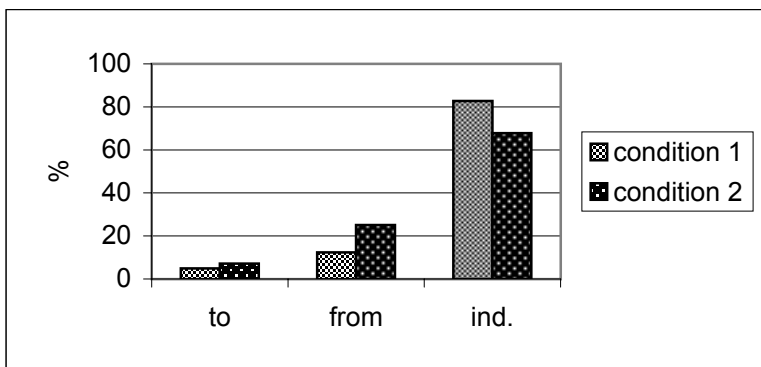


Figure 8.7.7: percentage of swimming directions in regard to the boat

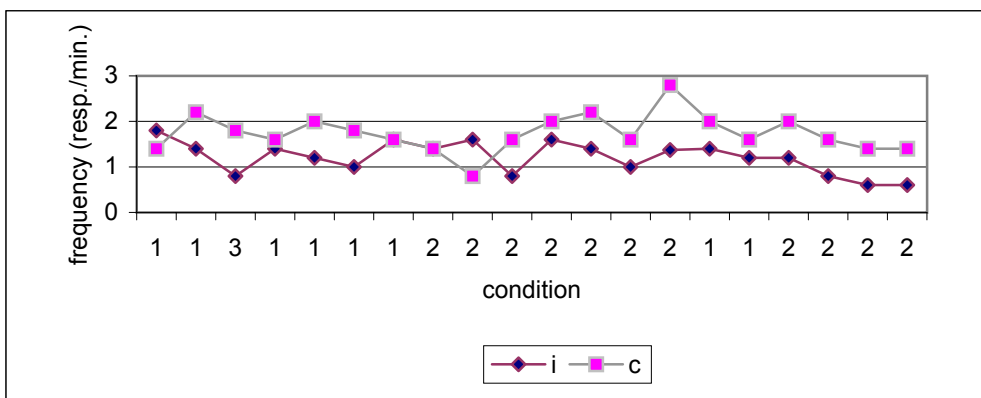


Figure 8.7.8: mother calf respiration frequency under different conditions

8.8 CHARACTERISATION OF THE CUYABENO AND LAGARTOCOCHA RIVER IN THE CUYABENO RESERVE, ECUADOR

INTRODUCTION

The first expedition to the Amazon river began in the confluence of the Napo with the Aguarico river when Don Francisco de Orellana left Quito in the high Andes in February 1541 in the search of cinnamon and the land of El Dorado (Sioli 1984). Now, the Aguarico river, a whitewater river, which originates in the Andes, is the main stream of the Cuyabeno Reserve, which is a hotspot for high biodiversity (EcoCiencia 1994).

Even though, in the Amazon region more attention has been paid to ecological studies of the aquatic systems than to terrestrial ones (Furch 1984) this is not the case for the Ecuadorian Amazon. In the Oriente there is little information available about river ecology and chemistry. Therefore a study on basic characteristics of two blackwater rivers in the Cuyabeno Reserve has been carried out along with an investigation about Amazon river dolphins (*Inia geoffrensis*).

The two blackwater rivers studied are the Cuyabeno river and the Lagartococha river, both tributaries to the Aguarico river. The Lagartococha river originates in flooded forests and swamp areas and is characterised by a complicated system of lagoons and grasslands along its course. Most the headwaters and tributaries of the Cuyabeno river pass through farmland with coffee plantations and oil fields until the river reaches the Cuyabeno Reserve. In the Reserve, this river is characterised by narrow sections passing through tierra firma forests, lagoons with Igapó and oxbow lakes in the lower course.

Even though oil-producing techniques improved to cause less environmental impact, wastewaters and formation waters still penetrate into the environment. To evaluate the impact of the oilfields along some of the tributaries to the Cuyabeno river, a comparison was made between rivers that pass through or along oilfields such as the Tarapuy and the Aguas Negras river and rivers without connections to farmland and oilfields such as the Balatayacu river, the Sábalo river or the Lagartococha river.

METHODS

From May 1996 to June 1997 conductivity, pH, water temperature, oxygen and visibility were regularly measured during the high, low and transition water seasons on different sites in the Cuyabeno Reserve (map 1). All of these values were directly analysed in the field using portable electronic equipment. Conductivity was measured with an electrode in a depth of 20 cm.

To characterize the Cuyabeno river, the river was divided into 3 sectors (map 8.8.1):

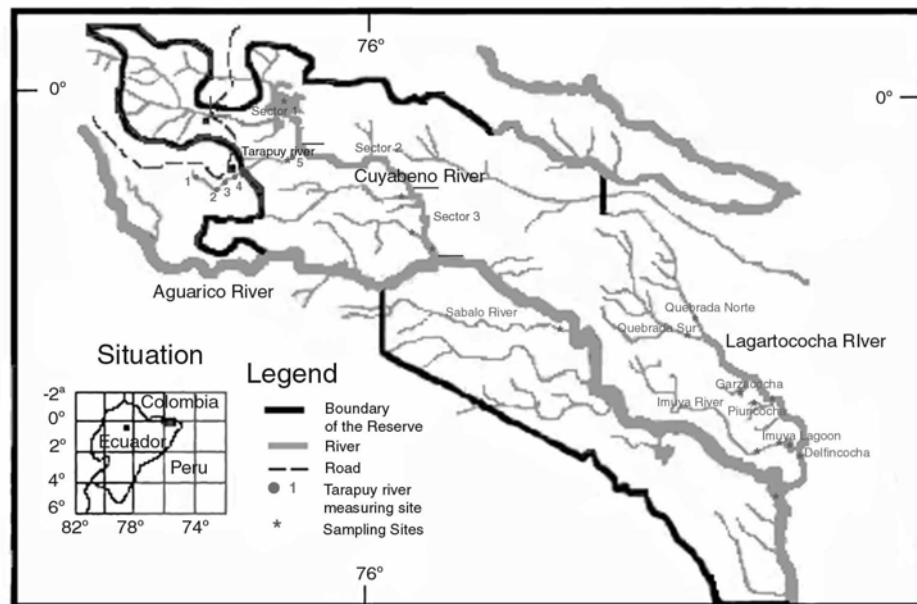
- Sector 1: Cuyabeno upper section - Puente Cuyabeno to Cuyabeno Puerto Bolívar
- Sector 2: Cuyabeno middle section – Puerto Bolívar to Cabeza de Tigre
- Sector 3: Cuyabeno lower section – Cuyabeno Cabeza de Tigre to Bocana Cuyabeno

To reveal impacts of the oil fields on the Tarapuy river, the river was sampled on 6 different sites upstream, within and downstream the oil fields (see map) from the 2nd of November 1996 to the 30th of June 1997.

During the falling water season from the 13th to the 20th of September 1997 water samples were taken on 16 different sites in the Cuyabeno and Lagartococha river system. Samples were stored in plastic bottles (Tesalia) and twice pre-washed with the sampling water before taking the sample. Conductivity, pH and

temperature were taken immediately from each sampling site using portable electronic equipment (see above). The following parameters were analysed in a laboratory:

- Chemical oxygen demand (COD) was analysed under acid digestion in the presence of dichromate oxidation subsequently measured spectro-photometrically.
- Copper (Cu), chrome (Cr), vanadium (V), barium, (Ba) and lead (Pb) were analysed by graphite furnace using nitric acid.
- Cadmium (Cd) and zinc (Zn) were analysed by flame atomic absorption.



Map 8.8.1: Measuring and sampling sites in the Cuyabeno Reserve, Ecuador

RESULTS

Water temperature in the Cuyabeno river ranged between 23.5°C (Sector 3) and 26.2 °C (sector 2) during the high water season and 26.6°C (sector 3) and 27.45°C (sector 1) during the transient water seasons. Visibility, measured with a secchi disc, was highest in the upper sector (1) with 1.44m during the high water season and 1.26m during the low water season and lowest in sector 3 with 0.75m during the transient water season and 0.86m during the low water season. The pH value was lowest in sector 1 with pH = 4.75 during the low water season and up to pH = 5.01 during the transient water season (m). PH values were highest in sector 2 with pH = 6.00 during the high water season, while in sector 3 pH ranged between pH = 5.27 during the low water season and pH = 5.82 during the high water season. Conductivity was highest in sector 2 during the low water season (TDS = 61.6µS/cm) and in sector 3 during the low (TDS = 47.38µS/cm) and transient water season (TDS = 31.69µS/cm). TDS was always lowest in sector 1 with levels of TDS = 14µS/cm during the low water season to TDS = 16.46µS/cm during the high water season. During the high water season in sector 2 and 3, however, TDS was the same with 23.89µS/cm. (Table 8.8.1).

In the Tarapuy River water temperature during the intermediate water season (m) was 27.13°C. Visibility was measured during the low water season with 1m only. PH values were relatively high with pH = 5.3 during the low water season and pH = 6.5 during the high water season. TDS values increased dramatically from the high water season with 40.97µS to the low water season with 156.47µS. (Table 8.8.2).

In the Aguas Negras River average temperature during the transient water season (m) is 25.97°C, and visibility ranges between 0.85m during the transient water season (m) and 1.18m during the low water season. PH values in the Aguas Negras River were slightly lower than in the Tarapuy River with exception of the low water season with a value of pH = 5.63 in the Aguas Negras River versus pH = 5.3 in the Tarapuy River. However, pH values decreased from the high water season with pH = 6.13 to the transient water season with pH = 5.68 towards the low water season. During the transient and low water season TDS was lower than in the Tarapuy River (TDS = 44.07µS/cm and TDS = 94.75/cm) while during the high water season TDS was even higher than in the Tarapuy River (TDS = 48.56µS/cm). (Table 8.8.3).

The situation in the Balatayacu River is different from the Aguas Negras and Tarapuy River with lower temperatures (25.26°C during the intermediate water season) and a higher visibility during the intermediate water season with 1.43m but lower visibility during the low water season with 0.83m. Concerning pH levels, values are always lower than in the Tarapuy and Aguas Negras River ranging from pH = 5.49 during the transient water season to pH = 5.98 during the high water season. The same for TDS which has lowest values during the intermediate water season (TDS = 23.10µS/cm) and highest values during the low water season (TDS = 51.94µS/cm). (Table 8.8.4).

The Lagartococha River is warmer than the Cuyabeno River with 27.46°C during the high water season and 31.1°C during the low water season. Visibility was 1.07m during the high water season. In comparison to the Cuyabeno and its confluents, pH values in the Lagartococha River are considerably lower with pH = 4.21 during the high water season and pH = 4.7 during the low water season. TDS ranged between 13.9µS/cm during the high water season and 20.18µS/cm during the low water season. (Table 8.8.5).

Conductivity (TDS) measurements along the Tarapuy River showed that upstream from Tarapoa conductivity in the Tarapuy River was fairly low with 27µS/cm during the high and transient water season and 33µS/cm during the low water season. In Tarapoa it increased to 138µS/cm and 372µS/cm during the high and low water season respectively. Beyond Campo San José conductivity increased a little but still was far above TDS levels upstream from Tarapoa with TDS = 209µS/cm during the high water season, TDS = 159µS/cm during the transient water season and TDS = 335µS/cm during the low water season. When entering the Reserve, the Tarapuy River still carried high levels of TDS with 159µS/cm during the high and transient water season. Towards the mouth of the Tarapuy with the Cuyabeno River, TDS decreases to 49µS/cm during the high water season, 68µS/cm during the transient water season and 161µS/cm during the low water season. (Figure 8.8.1).

Similar results could be obtained measuring pH values in these sites, where highest pH values were found inside Campo Tarapoa with pH levels ranging from pH = 8.5 during the transient water season to pH = 8.9 during the high water season. Lowest pH levels were measured in the mouth of the Tarapuy with the Cuyabeno River with pH = 5.4 during the transient water season and pH = 5.8 during the high and low water season and upstream Tarapoa with pH = 5.8 during the high water season and pH = 6.0 during the transient and low water season. (Figure 8.8.2).

Concerning a more detailed analysis of some chemical parameters, in the Cuyabeno river system the Lagunas Grandes had lowest values of all chemical elements determined in this study as none of them could be detected. Nevertheless, pH (6.03) and conductivity (TDS = 21µS/cm) were still higher than in the lagoons of the Lagartococha river system. Even though, the Tarapuy River used to be more affected by petroleum exploiting activities than the Aguas Negras River, conductivity was higher in the Aguas Negras River (TDS = 66.5µS/cm) than in the Tarapuy River (TDS = 38µS/cm). Even the mouth of the Cuyabeno River showed higher conductivity than the Tarapuy River (TDS = 42.8µS/cm), while lowest conductivity was measured in the Balatayacu River (TDS = 22.9µS/cm). Concerning the chemical oxygen demand (COD) the Tarapuy River showed highest values with COD = 64µg/L followed by the Balatayacu River (COD = 25µg/L), the Aguas negras River (COD = 12µg/L) and the mouth of the Cuyabeno river (COD = 5µg/L). Copper (Cu) levels were about the same in all the Cuyabeno river system with less than 1µg/L, the same for chrome (Cr) with less than 0.5µg/L. Vanadium (V) could only be found in the mouth of the Cuyabeno River with less than 1µg/L. Barium levels were highest in the mouth of the Cuyabeno river (Ba = 31µg/L) and in the Aguas Negras River (Ba = 25µg/L) while in the Tarapuy River only 17µg/L could be found and 12µg/L in the Balatayacu River. Lead (Pb) could not be defined in the Balatayacu River and was less than 1µg/L in the mouth of the Cuyabeno, the Aguas Negras and the Tarapuy River. In the Cuyabeno River system cadmium, (Cd) could only be found in the mouth of the Cuyabeno River and in the Tarapuy River with less than 5µg/L. Zinc was more frequent and appeared in highest concentrations in the Tarapuy River (Zn = 26µg/L). In the mouth of the Cuyabeno

River there were still concentrations of zinc with $7\mu\text{g/L}$ and in the Aguas Negras and Balatayacu River concentrations of $4.3\mu\text{g/L}$ and $4.5\mu\text{g/L}$ were found respectively. (Table 8.8.6).

In the Sábalo River none of the elements examined could be defined neither does COD. Conductivity in this river was $31.2\mu\text{S/cm}$ and pH was relatively high for blackwater rivers with $\text{pH} = 7.08$. (Table 8.8.6).

The Lagartococha River system seems to be less affected by the elements searched for. In the upper course, chemical oxygen demand, copper, chrome, barium and zinc could only be found in the Quebrada Norte (LQN) with $\text{COD} = 18\text{ mg/L}$, $\text{Cu} < 1\mu\text{g/L}$, $\text{Cr} < 0.5\mu\text{g/L}$, $\text{Ba} = 12\mu\text{g/L}$, and $\text{Zn} = 5.7\mu\text{g/L}$. Nevertheless, of all the Lagartococha river system conductivity was lowest in the Quebrada Norte ($\text{TDS} = 7.26\mu\text{S/cm}$). However, in comparison to the other river systems, conductivity in the Lagartococha river system is relatively low at all sites measured with highest TDS values found in Delfincocha ($\text{TDS} = 14\mu\text{S/cm}$). It is also in Delfincocha where some of the other parameters could be found. COD for example was highest of all sampling sites ($\text{COD} = 66\text{mg/L}$). Copper (Cu) was found with less than $1\mu\text{g/L}$ and chrome (Cr) with less than $0.5\mu\text{g/L}$. Barium (Ba), however, was relatively high in comparison to other sites of this river system ($\text{Ba} = 14\mu\text{g/L}$) the same value could be found in the Laguna Imuya. For the Lagartococha river system zinc (Zn) values were also highest in Delfincocha with $\text{Zn} = 6.7\mu\text{g/L}$. (Table 8.8.6).

In the Imuya river system and lagoon, most of the parameters examined could not be defined upstream on site IMA in the Imuya River. Nevertheless, conductivity in the Imuya system was highest at IMA with $\text{TDS} = 19.7\mu\text{S/cm}$ and decreased towards the Laguna Imuya to $16.9\mu\text{S/cm}$. COD was higher in the Imuya River (IMb) with 19mg/L than in the Imuya lagoon ($\text{COD} = 17\text{mg/l}$). Copper (Cu) and chrome (Cr) were found with less than $1\mu\text{g/L}$ and less than $0.5\mu\text{g/L}$ respectively while barium (Ba) was relatively high in comparison to the Lagartococha river system with $19\mu\text{g/L}$ in IMb. Zinc (Zn) was slightly lower and with $8\mu\text{g/L}$ in the Imuya lagoon and $2.5\mu\text{g/L}$ in the Imuya river. (Table 8.8.6).

Of all parameters measured, highest values were found in the Aguarico River. Even Elements such as copper (Cu) and chrome (Cr) that were beyond $1\mu\text{g/L}$ or $0.5\mu\text{g/L}$ respectively were relatively high in this river, copper for example was found with a concentration of $3.6\mu\text{g/L}$ and chrome with $0.6\mu\text{g/L}$. Vanadium (Vd) that was only found in the mouth of the Cuyabeno River appeared with a concentration of $4.8\mu\text{g/L}$, barium (Ba) reached $48\mu\text{g/L}$ while lead was found with $2.7\mu\text{g/L}$ and cadmium (Cd) with less than $0.5\mu\text{g/L}$. Only zinc was found in higher concentrations on the other sampling sites but still had a concentration of $5\mu\text{g/L}$ in the Aguarico River. Conductivity was obviously highest with $\text{TDS} = 89.9\mu\text{S/cm}$. (Table 8.8.6).

DISCUSSION

Water temperature varies according to depth, exposure to sunlight and current but can also be increased by the discharge of formation waters (Kimerling 1989), which are often spilled in nearby streams. Therefore water temperatures can also indicate an input of formation waters into streams and may explain higher temperatures in the low water season than during the high water season. Nevertheless, water temperature does also increase with the exposure to sunlight, which rather affects smaller water bodies during low water levels than during high waterlevels. However, most of the streams pass through dense forest. The relatively high water temperature in sector 2 of the Cuyabeno river can also be due to the input of wastewaters of Campo Mariann in the upper course of the Tarapuy river as the Tarapuy river also has higher water temperatures than the Aguas Negras and the Balatayacu river. The high water temperatures in the Lagartococha river, however, are due to the open and vast character of this river which passes through shady forests in few sectors only.

Neither the Cuyabeno and its tributaries nor the Lagartococha River completely fit into the characteristics of blackwater rivers as defined by Sioli (1984) with a pH of 3.8-4.9 and transparencies of 1.3-2.9m. Maximum transparency measured in the rivers of the Cuyabeno Reserve was 1.44m and pH ranged from 4.21 to 6.5. Similar results were obtained in a study about several blackwater rivers from the Orinoco and Amazon basin in Venezuela, where pH ranged between 3.7 and 7.7 (Vegas-Vilarrúbia et al. 1988). In the Cuyabeno River chemical parameters even vary throughout the course of the river. This is possibly due to different characteristics of the tributaries in the upper and middle course and the impact of the Aguarico River in the lower course. While the tributaries of the upper course originate in pristine rainforest and pass only few kilometres of cultivated land, the Tarapuy River and the upper course and

tributaries to the Aguas Negras River mostly pass farmland and oil production facilities. This can also explain the lower pH levels and conductivity in the upper course and the high pH level and conductivity in the middle course of the Cuyabeno River. Especially the middle course is influenced by the Tarapuy River which takes a high amount of wastewaters from the oil production facilities, from Tarapoa and from farmland. In the lower course of the Cuyabeno River these wastewaters are diluted by the Aguas Negras and the Tarapuy River which are both in a rather natural situation. However, the forest in the upper course of the Aguas Negras River is diminishing due to farmers and oil producing activities since the beginning of 1997. Nevertheless the Balatayacu River is still untouched.

The development of the area around the Tarapuy and the Aguas Negras River also explains the extremely high values of TDS and pH in the Tarapuy and the relatively high values of these parameters in the Aguas Negras River.

Measurements of conductivity and pH along the course of the Tarapuy River clearly shows the influence of oil producing facilities as both conductivity and pH were lowest upstream Tarapoa and the oil fields and highest within and just after the oilfields. Towards the mouth of the Tarapuy River both values decreased. Within and just after the oilfields pH values even turned into alkaline values which is possibly due to the high salinity in formation waters.

The analysis of chemical parameters in the different river systems of the Cuyabeno Reserve clearly shows that the Cuyabeno river system is strongly affected by oil producing activities and the farms of the upper course of some of the affluents. In comparison to the Sábalo and Lagartococha river systems, values of the parameters sampled were not defined or lower than in the Cuyabeno River. However, some of the parameters in the Lagartococha river system, such as Barium (Ba) or Zinc show relatively high values in comparison to other black water rivers. In the rio Negro for example, Furch (1984) found 8.1 µg/L g/L Ba and 4.1 µg/L of zinc only while on four sites of the Lagartococha river values were definitely higher of both Barium and Zinc and even in the Cuyabeno river system. The same occurred with Zinc (Zn), where values were higher on the four sites in the Lagartococha river system and in all the Cuyabeno river system with exception of the Laguna Grande.

The origin of parameters such as Barium and Zinc in the Lagartococha river system is unclear as there was no human impact in the upper course so far. Nevertheless, values of Barium and Zinc in the Quebrada Norte (LQN) were relatively high in comparison to other sectors or rivers. The occurrence of these elements in the Imuya river (IMa), the Laguna Imuya (LLI) and downstream of the Laguna Imuya (LDC) may be a result of exploration drilling in the 1980ies.

The Aguarico river system shows highest results of all of the parameters sampled, and exceed even measurements of the Solimoes river (Furch 1984). Most of the parameters measured are characteristic for formation waters and wastewater discharge. The Aguarico takes wastewaters from several oil fields such as Shushufindi and from towns such as Lago Agrio and Shushufindi which explains these high values.

To summarize, the Cuyabeno river system and the Aguarico River are obviously affected by human activities while the Sábalo and the Lagartococha river still remain in rather natural conditions. Long term effects of the contaminants on the fauna are not revealed in this study. However, one dolphin species, the Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) disappeared from the Cuyabeno Reserve, which may indicate a disfunction in the ecosystem (Denkinger et al. in rev.).

LITERATURE

Denkinger, J., P.F. Campos and L. von Fersen. In rev. Status of the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) and the Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador. Journal of Cetacean Research and Management.

EcoCiencia 1994. EcoCiencia, 1994, Parques Nacionales y otras areas protegidas del Ecuador, una esperanza para el futuro.

Furch, K. 1984. Water chemistry of the Amazon basin: The distribution of chemical elements among freshwaters.

Hettler, J., B. Lehmann and L. LeMarie Ch. 1996. Environmental problems of petroleum production in the Amazon Lowland of Ecuador. UNEP. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen Reihe A Band

183. In: H. Sioli (Ed.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae Vol. 56, H.J. Dumont (Series editor).

Kimerling, J. 1989. Ölpest im Regenwald, Erdoelfoerderung im Oriente. Rettet den Regenwald e.V.

Sioli, H. 1984. Introduction: History of the Amazon and of research of Amazonian waters and landscapes. In: H. Sioli (Ed.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae Vol. 56, H.J. Dumont (Series editor).

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography and morphology of the river courses and river typers. In: H. Sioli (Ed.) The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologicae Vol. 56, H.J. Dumont (Series editor).

Vegas-Vilarúbia, T., J. Paolini and R. Herrera. 1988. A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and Amazon basins in Venezuela. Arch. Hydrobiol. 111/4, pp. 491-506.

Table 8.8.1: Characterisation of the Cuyabeno River

season	Temp. (°C)		Visibility (m)		pH		TDS (µS/cm)		DO (ppm)	
	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD
Sector 1										
h	25,50	0,00	1,44	0,51	5,00	0,00	16,46	0,00	2,60	0,42
m	27,45	2,30			5,01	0,29	14,70	4,68	2,84	1,60
l			1,26	0,30	4,75	0,07	14,00	6,60		
sector 2										
h	26,20	2,40	1,25		6,00		23,89		4,85	0,49
m										
l							61,60			
Sector 3										
h	23,50				5,82	0,16	23,89		5,10	
m	26,63	1,03	0,75	0,14	5,55	0,21	31,69	10,74	5,08	0,66
l			0,86	0,19	5,27	0,15	47,38	17,63		

Table 8.8.2: Characterisation of the Tarapuy River

season	Temp. (°C)		Visibility (m)		pH		TDS (µS/cm)		DO (ppm)	
	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD
h					6,50		40,97	6,55	46,73	3,19
m	27,13	2,61			5,83	0,34	62,87	23,49	4,73	0,32
l			1,00		5,63	0,38	156,47	158,84		

Table 8.8.3: Characterisation of the Aguas Negras River

season	Temp. (°C)		Visibility (m)		pH		TDS (µS/cm)		DO (ppm)	
	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD
h					6,13	0,40	48,56	39,09	52,39	28,82
m	25,97	0,96	0,85	0,30	5,68	0,34	44,07	24,52	4,67	0,90
l			1,18	0,47	5,63	0,38	94,75	45,15		

Table 8.8.4: Characterisation of the Balatayacu River

season	Temp.		Visibility (m)		pH		TDS (µS/cm)		DO (ppm)	
	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD
h					5,98	0,39	36,23	17,34	48,14	18,10
m	25,26	0,99	1,43	0,60	5,49	0,23	23,10	5,68	4,28	0,45
l			0,83	0,22	5,61	0,67	51,94	36,05		

Table 8.8.5: Characterisation of the Lagartococha River

season	Temperature		Visibility (m)		pH		TDS (µS/cm)		DO (ppm)	
	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD	av	SD
h	27,46	2,69	1,07	0,38	4,21	0,34	13,90	3,85	0,97	1,08
m	31,10	0,00			4,70	0,00	20,18	3,01	1,65	0,21

Table 8.8.6: Chemical parameters in the Aguarico river system in the Cuyabeno Reserve

Date	Site	Temp (°C)	pH	TDS (µS/cm)	CSB (mg/L)	Cu (µg/L)	Cr (µg/L)	V (µg/L)	Ba (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Zn (µg/L)
13.9.97	CLG	26,80	6,03	21,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
14.9.97	CAN	28,00	7,40	66,50	12,00	<1	<0,5	n.d.	25,00	<1	n.d.	4,30
14.9.97	TY	26,00	7,10	38,00	64,00	<1	<0,5	n.d.	17,00	<1	<0,5	26,00
14.9.97	CBY	25,40	6,70	22,90	25,00	<1	<0,5	n.d.	12,00	n.d.	n.d.	4,5
15.9.97	CBC	28,10	7,26	42,80	5,00	<1	<0,5	<1	31,00	<1	0,5	7,00
16.9.97	RS	25,80	7,08	31,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
19.9.97	LPC	26,40	5,71	9,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
19.9.97	LPO	30,10	5,71	10,60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
20.9.97	LLI	27,50	6,50	16,90	17,00	<1	<0,5	n.d.	14,00	n.d.	n.d.	3
20.9.97	IMa	26,00	6,73	19,70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
23.9.97	IMb	25,90	6,60	19,10	19,00	<1	<0,5	n.d.	19,00	n.d.	n.d.	2,50
24.9.97	LDC	27,50	6,50	14,00	66,00	<1	<0,5	n.d.	14,00	n.d.	n.d.	6,7
26.9.97	LGC	31,80	4,97	12,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
27.9.97	LQZ	24,60	6,36	10,90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
27.9.97	LQN	26,30	7,26	8,70	18,00	<1	<0,5	n.d.	12,00	n.d.	n.d.	5,70
23.9.97	ALC	27,80	7,94	89,90	12,00	3,60	0,60	4,80	48,00	2,70	<0,5	5,00

Legend: CLG: Cuyabeno Laguna Grande; CAN: Aguas Negras; TY: Tarapuy; CBY: Balatayacu; CBC: Bocana Cuyabeno; RS: Sábalo river; LPC: Lagarto Piuricocha; LPO: Lagarto upstream Piuricocha; LLI: Laguna Imuya; IMa: Imuya river site a; IMb: Imuya river site b; ALC: Aguarico close to the Lagartococha river; LDC: Lagartococha Delfincocha; LGC: Lagartococha Garzacocha; LQZ: Lagartococha Quebrada central; LQN: Lagartococha Quebrada North.

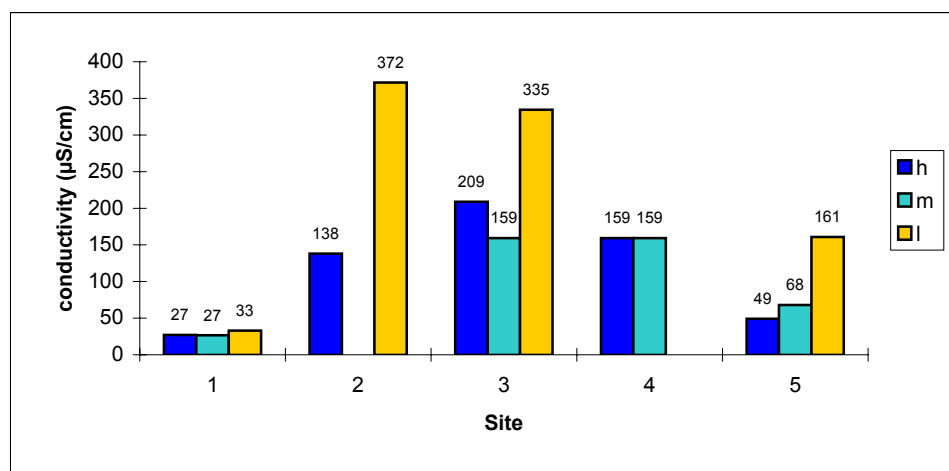


Figure 8.8.1: TDS values in the Tarapuy River in dependence of season
Tatap: Tarapuya in Tarapoa, *TA:* Tarapuya downstream of Tarapoa, *TASJ:* Tarapuya Campo San José, *TAO:* Tarapuy entering the Cuyabeno Reserve, *TY:* Tarapuy Bocana.

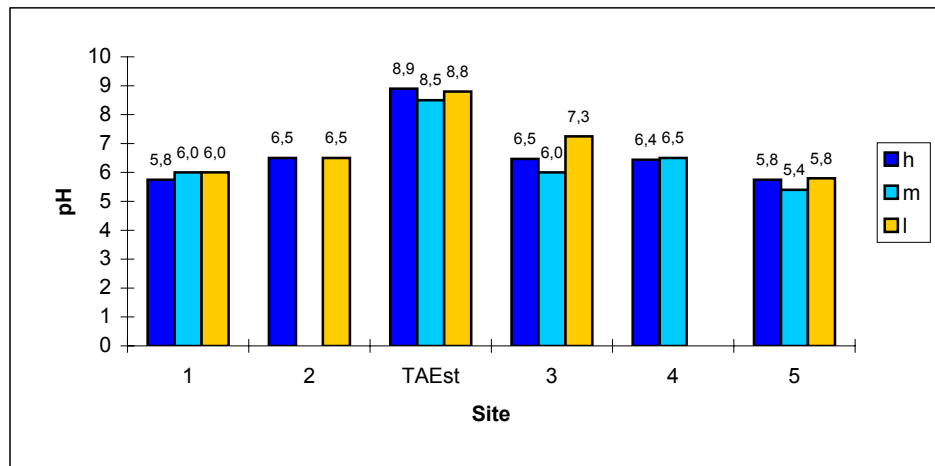


Figure 8.8.2: pH-values in the Tarapuy river in dependence of season

Tatap: Tarapuya in Tarapoa, *TA:* Tarapuya downstream of Tarapoa, *TAEst.:* Estación Tarapoa 1, *TASJ:* Tarapuya Campo San José, *TAO:* Tarapuy entering the Cuyabeo Reserve, *TY:* Tarapuy Bocana.

8.9 STATUS OF THE BUFEO (*INIA GEOFFRENSIS*) AND THE TUCUXI (*SOTALIA FLUVIATILIS*) IN THE CUYABENO RESERVE, ECUADOR

ABSTRACT

The Amazon River dolphin (*Inia geoffrensis*) and the South American river dolphin (*Sotalia fluviatilis*) used to be abundant in the Cuyabeno Reserve in the North East of the Amazon lowland in Ecuador. Both species were frequently seen in the Aguarico river and the Lagunas Grandes de Cuyabeno, which are situated in the upper part of the Cuyabeno river, a small black water tributary of the Aguarico river. To reach the Lagunas Grandes, which is surrounded by flooded forests, the dolphins have to pass narrow parts of the river blocked by tree trunks. Since 1990, *Sotalia* disappeared from the Lagunas Grandes and was rarely seen in the other rivers of the Reserve. Population density of *Inia* in the Cuyabeno and Lagartococha river has been monitored from 1996 to 1998. In both rivers population density has been declining during the study period. As there is no direct nor indirect take of *Inia* in the Reserve, the contamination of the Cuyabeno and Aguarico river due to oil spills and waste waters of the oil fields along tributaries of the Cuyabeno and Aguarico river seem to have negative effects on the dolphin population. Further studies about population dynamics of river dolphins and investigations about the fauna of the rivers in the Cuyabeno Reserve are urgently needed.

INTRODUCTION

According to Best & DaSilva (1989) the Bufeo or Amazon River Dolphin (*Inia geoffrensis*), is the most widely distributed freshwater dolphin in the Amazon/Orinoco basin and enters Ecuador through the Rio Napo and Rio Tigre. The Tucuxi or South American river dolphin (*Sotalia fluviatilis*), the only sympatric dolphin species, occur in Ecuador in the Napo, Coca, Pastaza and Bobonaza rivers.

According to natives both species, the Bufeo, further referred to as *Inia*, and the Tucuxi, further referred to as *Sotalia*, have been abundant in the Cuyabeno Reserve, which is situated in the north east of Ecuador and extends over 655,781 hectares of pristine rainforest. The native Indians of the Reserve always identify *Sotalia* as “el delfin gris” (the grey dolphin). Not only the colour and body shape of this species is being described as different from *Inia*, the natives also recognise a different behavioural pattern. *Sotalia* show more aerial behaviours and swim quite fast. The Bufeo, how they call *Inia* in this area, is rather shy, hardly ever jumps, swims slowly and is much bigger than the *Sotalia*. According to reports from native people and own surveys since 1990 no more *Sotalia* were seen in the Lagunas Grandes de Cuyabeno where they used to be as abundant as *Inia*.

The Cuyabeno Reserve always has been confronted with serious problems of oil exploiting activities on numerous confluents of the Cuyabeno River (EcoCiencia 1994).

Unfortunately only few systematic observations about the population status of river dolphins in Ecuador have been carried out until 1990. It is important to remind that the Cuyabeno Reserve suffered from 1984 to 1990 in several occasions the negative impact of oil spills.

The first investigation was carried out by Herman et al. in 1992 (Herman et al., 1996). Even if the authors have registered a relative high number of *Inias* in the Cuyabeno Reserve, mainly in the Rio Lagartococha, they could record only two *Sotalias*. In 1994 and 1995, Utreras (1996) studied population density and ecological aspects of *Inia* in the Lagartococha river. Since May 1996, the distribution and population tendencies of Amazonian river dolphins in the Cuyabeno Reserve were studied in the Lagartococha and Cuyabeno river. During this three-year period, numerous *Inia* could be observed but only on two occasions *Sotalia* was sighted.

The status, population tendencies and possible threats of *Inia* and *Sotalia* will be discussed in this article.

METHODS

Preliminary data concerning the presence of both species of dolphins in the study area were obtained by interviewing natives, biologists and park rangers. From May 1996 to December 1998 the Cuyabeno river was studied from the confluence with the Aguarico river up to the Lagunas Grandes 88-km upstream. The second river, the Lagartococha, was surveyed from the confluence with the Aguarico river to Garzacocha 86 km upstream.

Observations were made from a 12m dugout canoe with a 25 hp out-board motor, travelling at a speed of 10 to 15 km/h. Two observers in a canoe surveyed the river, one looking ahead and one looking behind. All together 74 transects were carried out in the Cuyabeno river and 55 in the Lagartococha river.

Maximum population density was calculated by the maximum average number of animals per kilometre of river surveyed seen on all transects for each river.

RESULTS

Sightings of *Sotalia fluviatilis*

According to the information of native inhabitants and biologists, *Sotalia* was commonly seen in the Lagunas Grandes de Cuyabeno until the late eighties. Most of them confirm that until this period *Sotalias* were as common as *Inia*. Until the late eighties, *Sotalia* was also common in the Aguarico and Lagartococha river (Pallares pers. com.). In the early nineties however *Sotalia* has disappeared from the Lagunas Grandes and on only few occasions this species was seen in the Aguarico river and tributaries.

From 1984 to 1990 one of the authors (F. Campos.) spent several months each year in and around the Lagunas Grandes. During this period sightings of *Sotalia* were frequent. From 1990 to 2000 less excursions were made to this area but the Lagunas Grandes were visited during all seasons and no single *Sotalia* was seen. The first exhaustive observation of *Sotalia fluviatilis* in the Lagunas Grandes was described by Campos (unpublished) the 20th of May 1988. On this occasion three individuals were seen jumping around the canoe. One of the animals was obviously smaller than the other two. The observation lasted 20 minutes. A second observation was made the 22nd of May 1988. Two individuals were jumping around the canoe for 1 hour and 10 minutes and came as close as 3m. The size of both animals was estimated with 1.20 m and 1.80 m.

In 1992, L. von Fersen sighted two *Sotalia* at the confluence of the Cuyabeno with the Aguarico river.

On the 25th of September 1997 three *Sotalia* were observed in the Aguarico river close by the mouth with the Lagartococha river. One of the individuals was definitely smaller than the other two. They were chasing fish together with a group of 5 *Inia*. This observation lasted from 10:12 AM to 10:45 AM. At the same day, from 11:24 AM to 11:32 AM only one of the *Sotalias* remained chasing fish together with 2 *Inia* in the same area.

From the 29th of September 1997 to the 3rd of October 1997 two *Sotalia* could be observed in the mouth of the Cuyabeno with the Aguarico river. Observations were made from 6:00 AM to 6:00 PM. One of the animals could be identified in the mouth of the Lagartococha river the 25th of September 1997 and re-identified in the mouth of the Cuyabeno river the 2nd of October 1997. Most of the time the two *Sotalia* spent travelling about 200 m up the Aguarico river and then swimming with high speed towards the mouth of the Cuyabeno river. At this point the black water of the Cuyabeno joins the white water of the Aguarico river. Just in the middle of the borderline one *Inia* was milling around until the two *Sotalia* reached the borderline. Then all three of them were chasing fish. This behaviour was repeated several times during most of the day. The 2nd and the

3rd of October 1998, two *Sotalia* and one *Inia* were only seen in the mouth of the Cuyabeno river in the afternoon. Near the mouth of the Cuyabeno river (600 m upstream), one single *Sotalia* was seen the 4th of October 1998. The 5th of October 1998 one native Indian observed two *Sotalia* travelling downstream in the Aguarico river. Since then no more sightings of *Sotalia* were made.

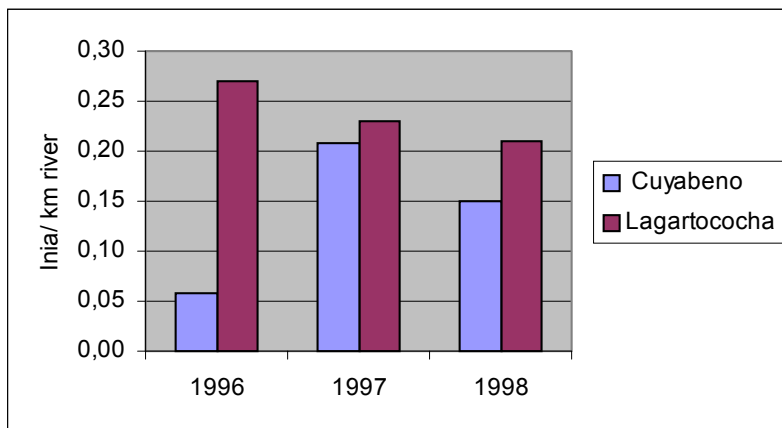


Figure 8.9.1: Average population density of *Inia geoffrensis* in the Cuyabeno Reserve

Sightings and population density of *Inia geoffrensis*

Compared to *Sotalia*, the other dolphin species *Inia* have been registered regularly in the Cuyabeno river including lagoons and in the Lagartococha river.

Average population density of *Inia* in the Cuyabeno river was lowest in 1996 with 0.06 individuals/km of river (SD = 0.07). In 1997, this value increased to 0.21 individuals/km of river (SD = 0.22). Finally in 1998 it decreased again to 0.15 individuals/km of river (SD = 0.17).

Regarding the Lagartococha river the results do not show such fluctuations. The average population density seems more stable with 0.27 individuals/km of river in 1996 (SD = 0.13), 0.23 individuals/km of river in 1997 (SD = 0.14) and 0.21 individuals/km of river in 1998 (SD = 0.14). (See Fig. 8.9.1.)

DISCUSSION

Both species, *Inia* and *Sotalia*, were frequently seen in the Lagunas Grandes de Cuyabeno until 1990. Since 1990, no more sightings of *Sotalia* have been registered in this area. Herman et al. (1996) saw only two *Sotalia* in 1992 in the mouth of the Cuyabeno river. Da Silva (1983) states that *Sotalia* do not seem to penetrate into habitats with difficult access and prefer open waters. However, the former abundance of *Sotalia* in the Lagunas Grandes indicates that it also occurs in narrow water bodies and areas with flooded forests. In order to reach the lagoons the animals need to pass some narrow areas of the Cuyabeno river.

Sotalia is almost completely sympatric with *Inia* (Best and Da Silva 1989). This can be confirmed by the two observations of *Sotalia* in the Lagartococha and in the Cuyabeno river. In both cases, *Sotalia* was seen together with *Inia*. During the five days two *Sotalias* remained in the mouth of the Cuyabeno river, it seemed that they were hunting together or at least, that *Inia* took advantage of those two *Sotalia*. The *Inia* was possibly waiting in the mouth of the Cuyabeno river to receive fish that the two *Sotalia* were chasing right to this area. According to Ramiro Barriga (pers. com.) fish gets stunned when it changes from white to black water due to significant pH and salinity changes, facilitating the capture of the prey by the dolphins.

The fact that one *Sotalia* was identified in both rivers indicates that this individual belongs possibly to one single group which was sighted in the Lagartococha and the Cuyabeno river and that split up.

Whereas *Sotalia* has never been seen again in the Lagoons since 1990 and only occasionally in the Cuyabeno and Lagartococha river, *Inia* was seen in most of these two river systems throughout the years. Average population density of *Inia* is lower in the Cuyabeno than in the Lagartococha river. The high standard deviation values indicate, that in the Cuyabeno the population density varies from one year to the other. One possible explanation can be found in the fact that the Cuyabeno river is far more affected by dry and rainy seasons than the Lagartococha river. In occasions it can turn completely dry particularly in the upper parts (including lagoons) and the dolphins have to leave these areas. In the rainy season however, the Lagunas Grandes cover a vast part of inundated forest and the dolphins remain in the lagoons rather than in the river. Estimates of population density in the Cuyabeno river range from 0.01 individuals/km of river during the rainy season to 0.47 individuals/km of river during the dry season (Denkinger in prep.). The population densities registered in this study for the Lagartococha river are lower compared to those obtained by Utreras (1996). During his study in 1994 Utreras estimated a population density of 0.38 individuals/km of river during the low water season and 0.44 individuals/km of river during the high water season in the lower part of the Lagartococha river. According to these results, the *Inia* population in the Lagartococha river and in the Cuyabeno river seems to be declining. In comparison to other areas, population density of *Inia* in the Cuyabeno Reserve is rather low for smaller sidestreams. In comparable rivers such as the Samiria and Tapiche river in Peru, Henningsen (1998) estimated population densities of 0.47 to 0.68 individuals/km of river and 0.73 to 1.47 individuals/km of river respectively.

Given the fact that *Inia* and *Sotalia* are not being killed in the Cuyabeno Reserve and that the fishing activities are rather unsubstantial, it is difficult to explain the decrease in the *Inia* population and the disappearance of *Sotalia* from most of the Reserve. Even if natural fluctuations in the population as responsible for the observed density changes can not be ruled out definitively, it is important to take into account the negative impact human activities might have. Hence, one possible explanation can be found in the effects of oil exploitation activities. Geraci and St Aubin (1980) already mentioned that oil exploration in the upper parts of the Peruvian and Ecuadorian Amazon could imply a serious threat to flora and fauna in the area. Particularly in the case of aquatic animals it is evident that the six major oil spills (1984 to 1990) in the Cuyabeno Reserve, which mainly affected the Lagunas Grandes, have had a negative impact on their populations. During the last oil spill in 1990 the area of Lagunas Grandes was covered by nearly 44,000 gallons of crude oil. Later on this mass of oil flew down the Cuyabeno river. It is important to remind that during high and intermediate water seasons the Lagunas Grandes are one of the most important habitats for river dolphins in the Reserve (Denkinger in prep.). No information is available what happened during the oil spills with the river dolphins, but impacts of oil spills on the aquatic community are causing coating, clogging of the respiratory organs and causes oxygen deficiency in the water column (Hettler et al. 1996). With the beginning of the present study in 1996, water measurements like pH, conductivity (TDS), temperature and other parameters were taken. In 1996 and 1997 one of the tributaries to the Cuyabeno river, the Tarapuy river, had a conductivity of up to 372 μS during the dry season (Denkinger and Ortiz 1997). This is almost 10 times higher than the values measured in the Aguas Negras and Balatayacu river (about 40 μS), which are both tributaries to the Cuyabeno river and show similar characteristics as the Tarapuy river. It was just in 1996 that the population density of *Inia* in the Cuyabeno river was far lower than in the following two years. Aquatic organisms like algae, invertebrates and fresh water fish are adapted to natural environments with low salinity (measured as conductivity). Formation water discharges into local streams can have a drastic impact on the fresh water community and can function as a chemical barrier, preventing the normal migrations of fish and other aquatic organisms (Hettler et al. 1996). In 1997 the Barium level with 31 $\mu\text{g/L}$ (Denkinger unpub.) measured in the lower part of the Cuyabeno river was more than twice as high as in rivers unaffected by oil-exploitation. Barium is one of the elements typically associated with formation waters (Hettler et al. 1996) and clearly shows that waste-waters from the oil camps are still spilled into tributaries of the Reserve.

According to the present results it might be reasonable to conclude that contamination from oil exploitation along some of the tributaries of the Cuyabeno river changed the abundance of fish populations and hence have an indirect negative impact on the dolphin community. Finally, *Sotalia* has almost disappeared from the Cuyabeno Reserve after the oil spills from 1984 to 1990. The population of *Inia* is declining in the Cuyabeno and Lagartococha river. As top predators, fresh water dolphins can serve as bio-indicators of their environment. In the case of the Cuyabeno Reserve, the water system of the Cuyabeno river is affected with

contaminants from oil exploitation activities and in the near future more drilling platforms are going to be build along the Cuyabeno, the Tarapuy and the Aguas Negras river. Further monitoring of the dolphin population and investigations of the fresh water fauna in the rivers of the Cuyabeno Reserve are urgently needed.

LITERATURE

Best, R.C. 1984. The aquatic mammals and reptiles of the Amazon. In: The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Edited by H. Sioli, Dr. W. Junk publishers. Dordrecht, the Netherlands. Pp 371-412.

Best, R.C. and V.M.F. da Silva. 1989. Biology, Status and Conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco River Basin, In: Biology and Conservation of the River dolphins. Eds.: W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr.; Zhou Kaiya and Liu Jiankiang. Occasional papers of the Species Survival Comission (SSC) No 3. Pp.: 23 – 33.

Da Silva, V.M.F. 1983. Ecologia alimentar dos golfinhos da Amazonia. M.Sc. thesis. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia. Fundaçao Universidade do Amazonas, Manaus.

Da Silva, V.M.F. and R.C.Best. 1994. Tucuxi *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853). In Handbook of Marine Mammals, ed. by S. Ridgway and R. Harrison, pp. 43-69. Academic Press, London.

Denkinger, J. and E. Ortiz C. 1997. Monitoréo de agua en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Informe de las investigaciones de agua del proyecto sacha pacha de la organización yaqu pacha. Intregado a PROFORS (GTZ) y INEFAN.

EcoCiencia. 1994. Parques Nacionales y otras Areas Protejidas del Ecuador: una esperanza para el futuro. Producido en colaboracion con el Ministerio de Defensa Nacional, INEFAN y proyecto SUBIR. EcoCiencia. Quito.

Geraci, J. R. and D. St. Aubin. 1980. Offshore petroleum resource development and marine mammals: a review and research recommendation. Mar. Fish. Rev. 42, 1-12.

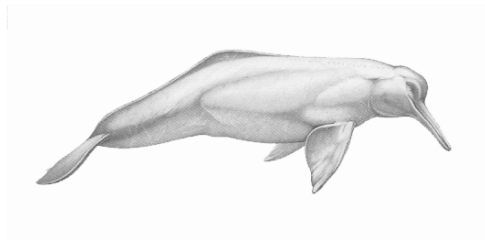
Henningsen, T. 1998. Zur Verbreitung, Habitatwahl und Verhaltensoekologie der Delphine *Inia geoffrensis* und *Sotalia fluviatilis* im Oberlauf des Amazonas. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs biologie der Universitaet Bremen.

Heman, L., L. von Fersen and M. Solangy. 1992. The bufeo (*Inia geoffrensis*) in the Rio Lagarto Cocha of the Ecaudorian Amazon. Marine Mammal Science, 12(1):118-125.

Hettler, J., B. Lehmann and L. LeMarie Ch. 1996. Environmental problems of petroleum production in the Amazon Lowland of Ecuador. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen. FU. Tu. TFH. Berlin.

9. ANHANG

Photo ID catalogue of the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) in
the Cuyabeno Reserve, Ecuador





Organización para la Conservación de Mamíferos Acuáticos en Sudamérica

Photo ID Catalogue
of
Amazon river dolphins
Inia geoffrensis
in the
Cuyabeno Reserve

Ecuador



May 1996 to July 1999

Judith Denkinger

by

Judith Denkinger



Yaqu Pacha (Organization for the Conservation of South American Aquatic Mammals),
San Gabriel y America
Urb. La Granja, Bloque 10, Dep. 12
Quito, Ecuador.
Phone: + 593 2 256089
+ 593 2 870569
e-mail: yaqupach@uio.satnet.net
yaqupach@ECNET.ec

Preface and Acknowledgements

The following ID catalogue of Amazon River dolphins in the Cuyabeno Reserve is based on a study of Lorenzo von Fersen, Lou Herman and Moby Solangi who undertook the first studies of this species in the Cuyabeno Reserve in Ecuador in 1992. As a consequence of this study the organization Yaqu Pacha was created by Lorenzo von Fersen with the aim to protect the Amazon River dolphin in Ecuador.

The actual study of this catalogue began in 1996 and since then a whole lot of people helped to make this study successful. I am especially grateful to Dr. Lorenzo von Fersen, who initiated this project and encouraged me to leave Germany and live in the Ecuadorian Amazon. In Ecuador, the Ministerio del Ambiente and the Crew of the Cuyabeno Reserve made the fieldwork possible and helped in any ways they could. I want to thank Lic. Sergio Lasso to accept this project in the Cuyabeno Reserve and Lic. Luis Borbor, Eugenio Ortiz, Gonzalo Meza, Patricio Donoso, Luis Jipa, Anibal Garzia and Victor Naranjo for their help in the field and for their hospitality in the Park Ranger Stations. I am also grateful to the numerous volunteers who helped to take notes in the field among them Susanne Thaler, Raphael Aguinda, Tasha Smith, Jakob Trachsel, Annette Kilian and Jens Denking. Andres Vallejo contributed his Inia pictures from 1993, Felipe Campos helped to scan the numerous pictures and Therese Becker reviewed the text.

This project was financed by Yaqu Pacha (Organization for the Conservation of South American Aquatic Mammals) and by a grant from the German Academic Exchange Program (DAAD). Photo Mollenkopf in Stuttgart, Germany helped to organize some of the slide films.

Introduction

The Amazon river dolphin – *Inia geoffrensis*

The Amazon river dolphin further referred to as Inia, (*Inia geoffrensis*) and four other species, the Ganges River dolphin (*Platanista gangetica*), the Indus River dolphin (*P. minor*), the Baiji (*Lipotes vexillifer*) and the Franciscana (*Pontoporia blainville*) belong to the river dolphin family (Platanistoidea). Most river dolphins are restricted to fresh water habitats and only the Franciscana can be found in marine habitats along the mouth of the La Plata River in Argentina and Brazil. The Amazon River dolphin, or Inia, can be found in all microhabitats of the Amazon and Orinoco river basins in South America.

Inia represents the largest river dolphin with males reaching an approximate length of 2.50m and body weight of 160 kg while females reach approximately 2.00m body length and a weight of 100kg. It is a robust animal with a long beak and a steep bulbous forehead, which is capable of changing shape. They have large triangular flippers, a fluke with a concave trailing edge and small eyes. The colour is grey to pink above and lighter below.



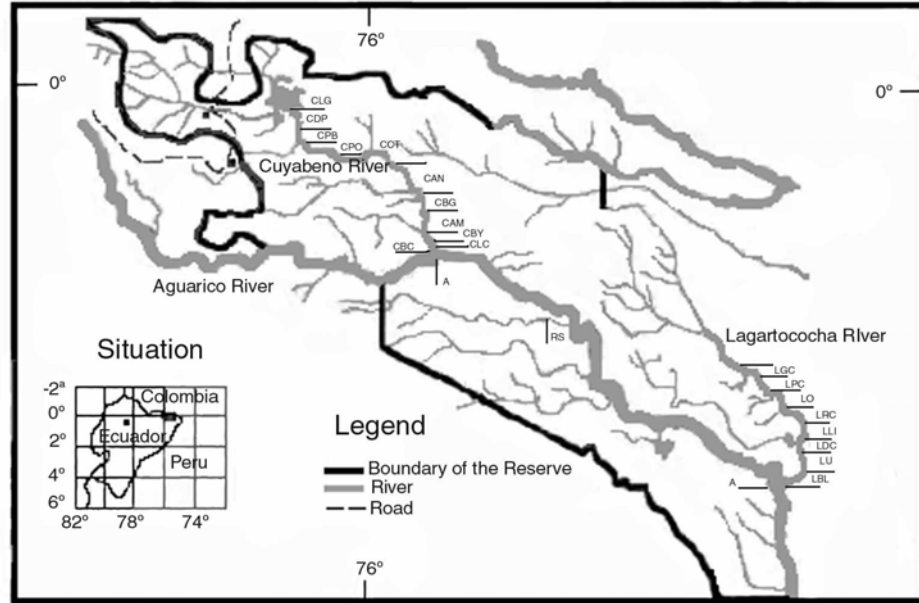
Females reach sexual maturity at a length of 1.75m while males become sexually mature, when they are 1.98m long. After a gestation period of 10-12 months Inia gives birth to a single calf, which is about 80cm long.

The IUCN status of Inia is vulnerable. They are threatened by human activities such as catches in fisheries, damming of rivers associated with hydroelectric development, deforestation and pollution from mercury and mining operations. However, they are still abundant in many parts of their range.

The Cuyabeno Reserve

The Cuyabeno Reserve is situated in the province of Sucumbios in the north east of the Ecuadorian Amazon and forms part of the Aguarico river system. Apart from the Aguarico, a whitewater river, two blackwater rivers, the Cuyabeno and the Lagartococha river, form part of the study area. The Cuyabeno river was studied on a length of 89 km including the system of the Lagunas Grandes. The Lagartococha river was studied from the mouth to Garzacocha on an 87 km stretch. The Aguarico was surveyed during the 98 km journeys from the Cuyabeno to the Lagartococha river. (Map 1). The Aguarico river is more than 300m wide along most of its course inside the Cuyabeno Reserve and frequently splits up into several sidearms. The Cuyabeno and the Lagartococha river are both tributaries to the Aguarico river and are less than 50m wide along their course. The Cuyabeno river passes through “tierra firme” forest, while

“Igapó” and grasslands characterize the Lagartococha area. Lagoons and oxbow lakes are common in both rivers.



Map 1: Division of the study area according to different sectors along the rivers

Legend: CLG: Cuyabeno Laguna Grande; CDP: C. Delfin Posa; CPB: C. Puerto Bolívar; CPO: C. Posa Onda; CCT: C. Cabeza de Tigre; CAN: C. Aguas Negras; CBG: C. Posa de la Boa Grande; CAM: C. Amaranposa; CBY: C. Balatayacu; CLC: C. Linococha; A: Aguarico river; RS: Sabalo River; LBL: Lagartococha Bocana; LU: L. Lower sector; LDC: L. Delfincocha; LLI: L. Laguna Imuya; LRC: L. Redondococha; LO: L. Upper sector; LPC: L. Piuricocha; LGC: L. Garzacocha.

Guide through the ID catalogue

All pictures included in this catalogue were taken from May 1996 to July 1999 in the Cuyabeno Reserve. Photos were taken with a Nikon F3 35-mm SCR camera with a Sigma 400mm f/5.6 telephoto lens. Colour slide film was used (Fuji Sensia ISO 200 and Kodak eliteII ISO 100). Most photos were taken from a 12m dugout canoe with 25hp outboard motor and a few from shore or paddling in a smaller dugout canoe. During the study period 3.564 pictures were taken and 353 were of sufficient quality to be analysed for natural marks. These pictures were scanned with a Minolta Quick Scan slide scanner and analysed with Adobe Photoshop. All pictures were analysed for the following marks

- Scratches were divided into two types of scratches according to their penetration into the skin.
 - Slight scratches (*sS*) were superficial injuries in the skin.
 - Deep scratches (*dS*) penetrated the skin and were seen in the first place as bloody wounds. They could then turn into slight scratches and were then seen as light changes in the pigmentation of the skin.
- Nicks (*N*) are cuts on the trailing edge of the dorsal fin or back.
- Pigmentations (*P*) are splotches of darker or lighter colour of the skin. They can be greyish to black or pink.

Marks used for the identification of each animal were highlighted to facilitate comparison with other animals. Only animals with very obvious marks or combinations of marks, which could be identified several times, were assigned ID numbers. According to the position of the marks on the right or left side of the dorsal fin ID numbers were given as R 01 to R 36 for the right side of the dorsal fin and L 01 to L 24 for the left side of the dorsal fin. In the catalogue of the right side of the dorsal fin 16 of the identified animals are possibly females (pf) and for 20 animals the sex could not be defined, whereas in the catalogue of the left side of the dorsal fin, 8 animals are possibly females and 17 animals are with unidentified sex.

As there is no apparent difference between male and female *Inia*, all animals were initially given male names. Animals swimming together with a calf were considered females and named with female names. Therefore male names represent all animals whose sex could not be defined while female names represent animals that are most likely females.

Further, animals were classified into different age classes according to their size. Animals with up to 1m length were classified as calves and animals with 1-2 m length as intermediate sized, including juveniles, sub-adults and small adult males and females. Animals exceeding 2m, length were classified as adults. Besides the sex, animals were classified into different age classes according to their size. Animals with up to 1m length were classified as calves, with 1-2 m length as intermediate sized, these include juveniles, subadults and small adult males and females and animals with more than 2, length were classified as adults

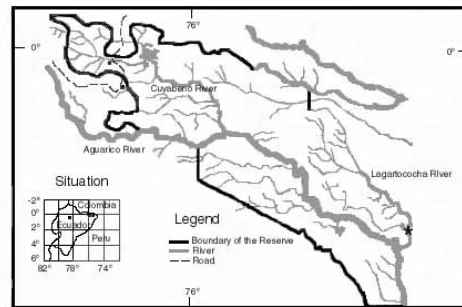
ID Catalogue

Amazon River dolphins in the Cuyabeno Reserve

Inia geoffrensis ID # R 01

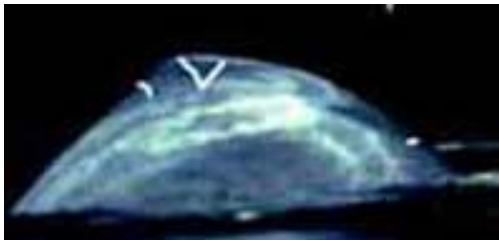


♀ Amalia
Date of first sighting: 22.05.1996
Size class: intermediate

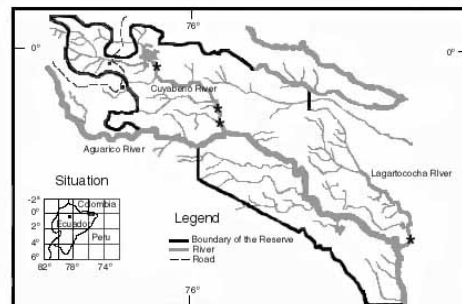


Map 2

Inia geoffrensis ID # R 02



Bodo
Date of first sighting: 20.11.1996
Size class: intermediate

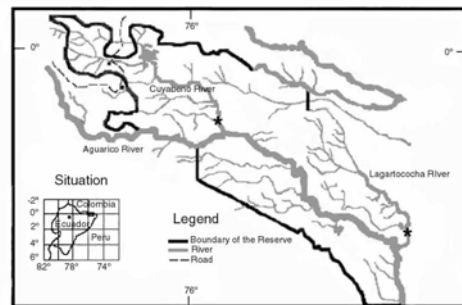


Map 3

Inia geoffrensis ID # R 03

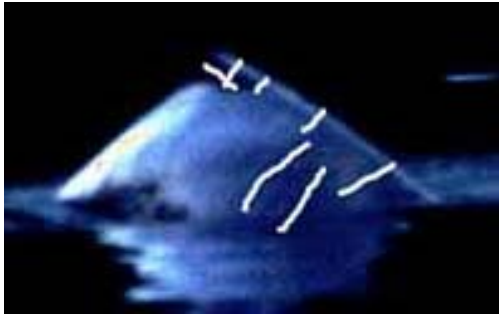


♀ Claudia
Date of first sighting: 04.01.1997
Size class: intermediate

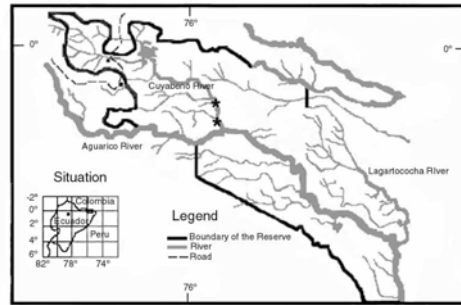


Map 4

Inia geoffrensis ID # R04



♀ Dorotea
Date of first sighting: 22.12.1996
Size class: intermediate

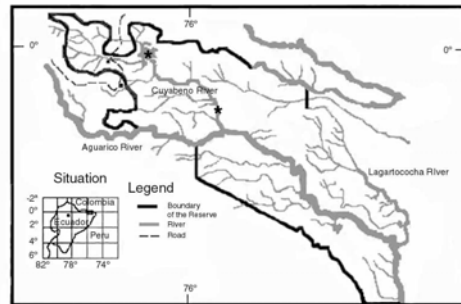


Map 5

Inia geoffrensis ID R05



Elvis
Date of first sighting: 05.01.1997
Size class: intermediate

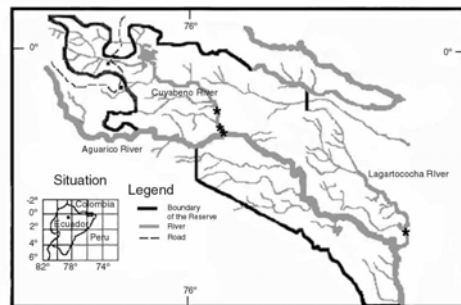


Map 6

Inia geoffrensis ID # R06



Fermin
Date of first sighting: 01.02.1993
Size class: intermediate

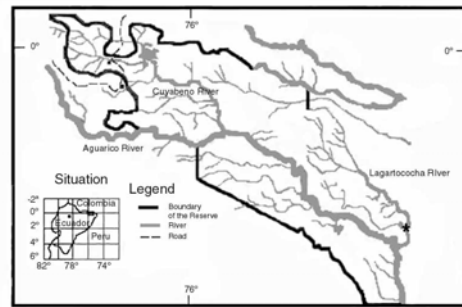


Map 7

Inia geoffrensis ID # R 07



♀ Gabriela
Date of first sighting: 30.01.1997
Size class: interemdiata

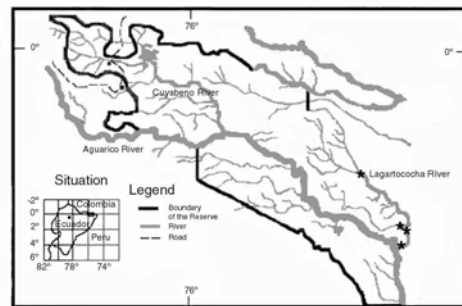


Map 8

Inia geoffrensis ID # R 08



♀ Helen
Date of first sighting: 08.06.1997
Size class: intermediate

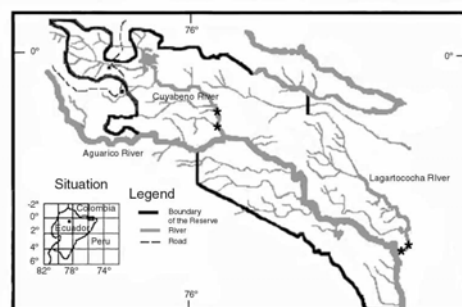


Map 9

Inia geoffrensis ID # R 09



♀ Isabel
Date of first sighting: 26.02.1997
Size class: intermediate

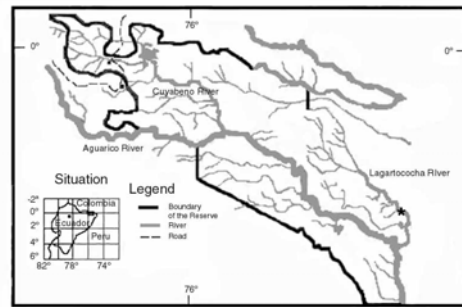


Map 10

Inia geoffrensis ID # R 10



José
Date of first sighting: 24.09.1997
Size class: ?

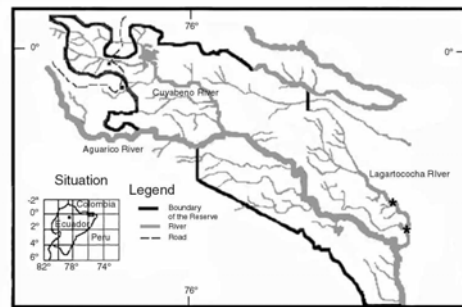


Map 11

Inia geoffrensis ID # R 11



♀ Karina
Date of first sighting: 25.09.1997
Size class: ?

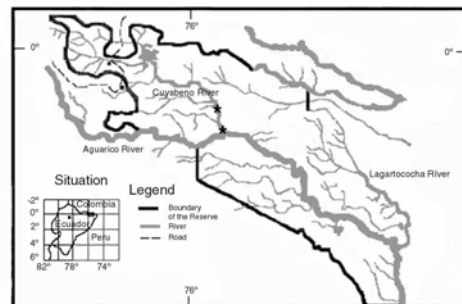


Map 12

Inia geoffrensis ID # R 12



Lorenzo
Date of first sighting: 28.09.1996
Size class: calf

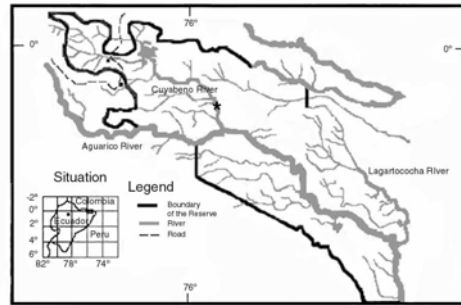


Map 13

Inia geoffrensis ID # R 13



♀ Marlene
Date of first sighting: 05.01.1998
Size class: intermediate

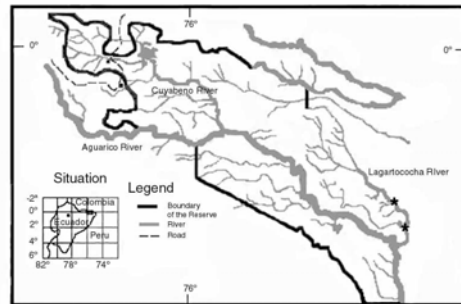


Mao 14

Inia geoffrensis ID # R 14



♀ Natalia
Date of first sighting: 28.09.1997
Size class: intermediate

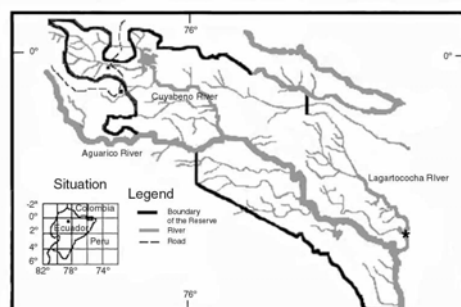


Map 15

Inia geoffrensis ID # R 15



Olafo
Date of first sighting: 18.04.1998
Size class: intermediate

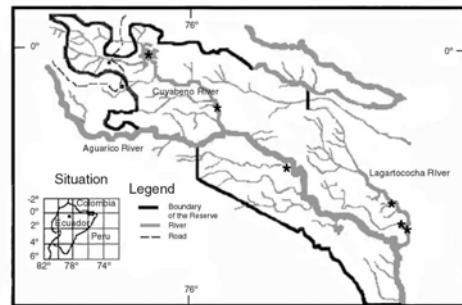


Map 16

Inia geoffrensis D # R 16



♀ Paola
Date of first sighting: 25.05.1997
Size class: calf

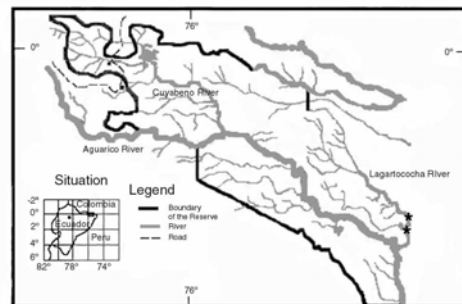


Map 17

Inia geoffrensis D # R 17



Quentin
Date of first sighting: 17.06.1998
Size class: intermediate

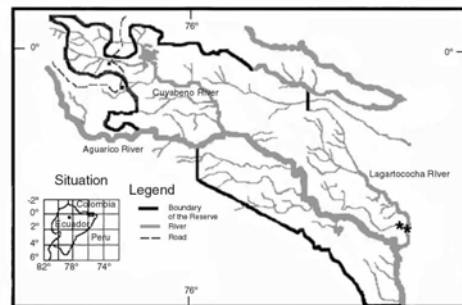


Map 18

Inia geoffrensis D # R 18



Rodrigo
Date of first sighting: 08.06.1997
Size class: intermediate

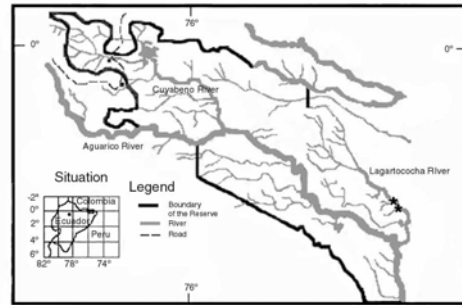


Map 19

Inia geoffrensis ID # R 19



Santiago
Date of first sighting: 08.06.1997
Size class: intermediate

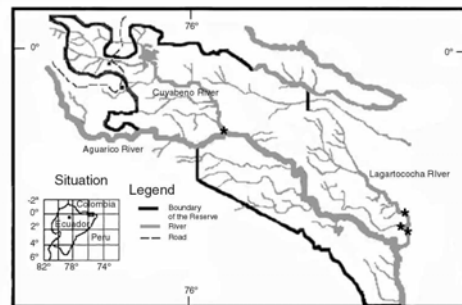


Map 20

Inia geoffrensis ID # R 20



Timoteo
Date of first sighting: 03.11.1996
Size class: interemdiate

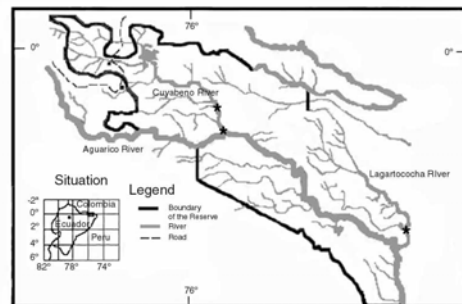


Map 21

Inia geoffrensis ID # R 21



♀ Ute
Date of first sighting: 20.11.1997
Size class: intermediate

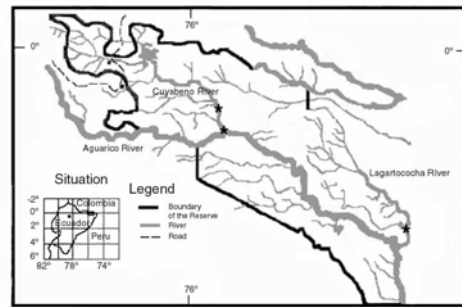


Map 22

Inia geoffrensis ID # R 22



Vincent
Date of first sighting: 22.05.1996
Size class: calf

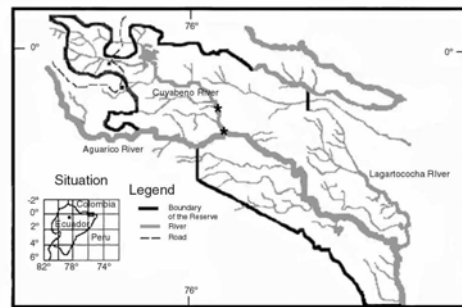


Map 23

Inia geoffrensis ID # R 23



Walther
Date of first sighting: 28.09.1996
Size class: adult



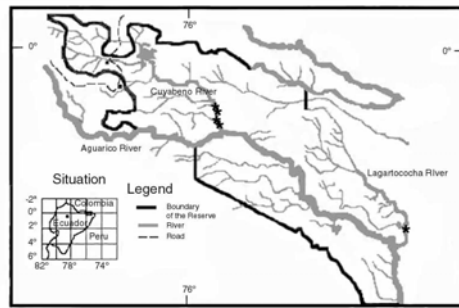
Map 24

Inia geoffrensis ID # R 24 / L 01



Xaver
Date of first sighting: 01.02.1993
Size class: ?



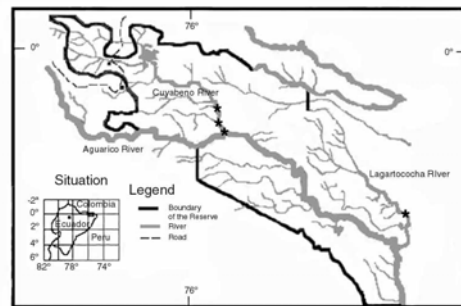


Map 25

Inia geoffrensis ID # R 25



♀ Yasmina
Date of first sighting: 28.09.1996
Size class: intermediate



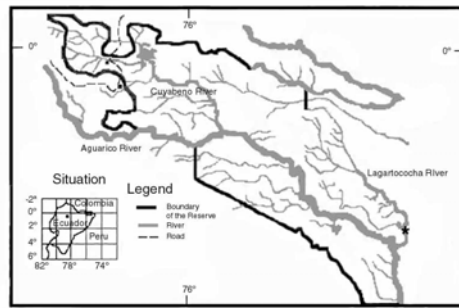
Map 26

Inia geoffrensis ID # R 26 / L o2



Zorro
Date of first sighting: 30.01.1997
Size class: intermediate



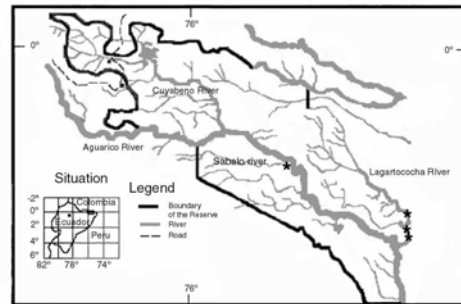


Map 27

Inia geoffrensis ID # R 27



♀ Adriana
Date of first sighting: 25.05.1997
Size class: intermediate

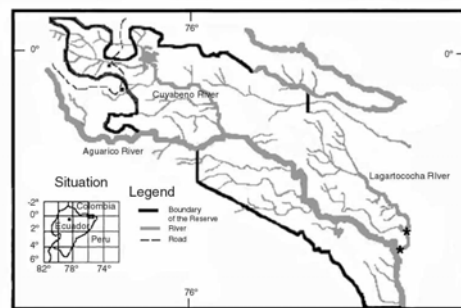


Map 28

Inia geoffrensis ID # R 28



Bodo
Date of first sighting: 30.12.1997
Size class: intermediate



Map 29

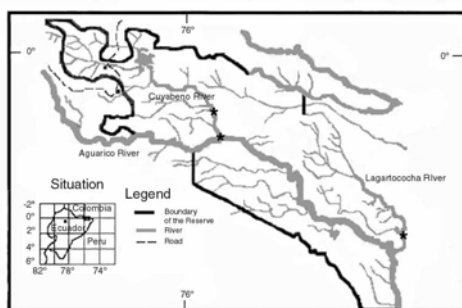
Inia geoffrensis ID # R 29



♀ Claudia

Date of first sighting: 01.02.1993

Size class: intermediate



Map 30

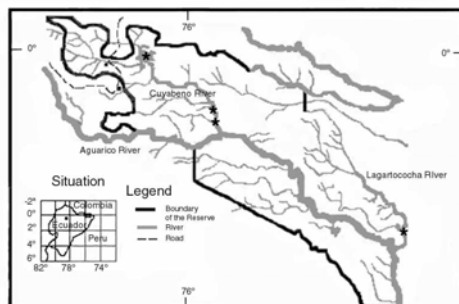
Inia geoffrensis ID # R 30



♀ Dora

Date of first sighting: 15.11.1996

Size class: intermediate

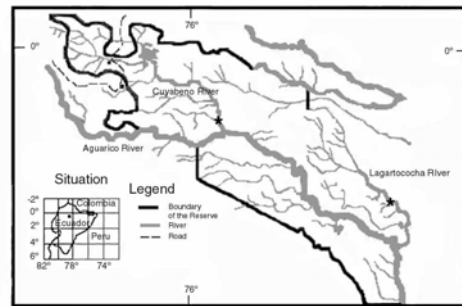


Map 31

Inia geoffrensis ID # R 31



♀ Elena
Date of first sighting: 04.01.1997
Size class: intermediate

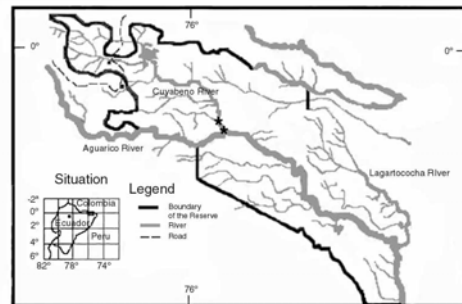


Map 32

Inia geoffrensis ID # R 32



♀ Fabiola
Date of first sighting: 06.01.1997
Size class: intermediate



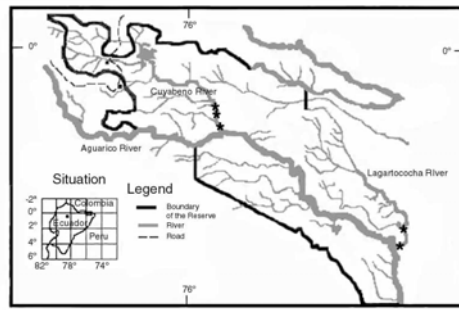
Map 33

Inia geoffrensis ID # R 33



♀ Gisela
Date of first sighting: 30.01.1997
Size class: intermediate



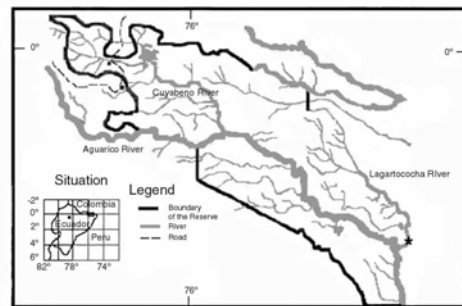


Map 34

Inia geoffrensis ID # R 34



Hanibal
Date of first sighting: 31.01.1997
Size class: ?

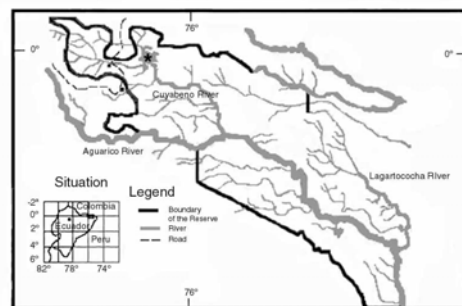


Map 35

Inia geoffrensis ID # R 35



♀ Irini
Date of first sighting: 27.06.1997
Size class: intermediate

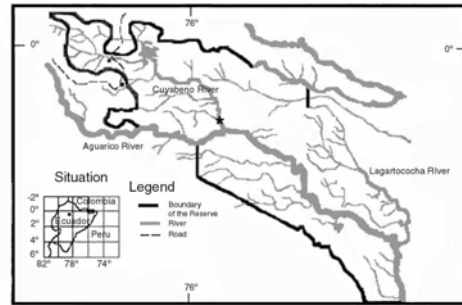


Map 36

Inia geoffrensis ID # R 36



Juan
Date of first sighting: 05.10.1997
Size class: ?

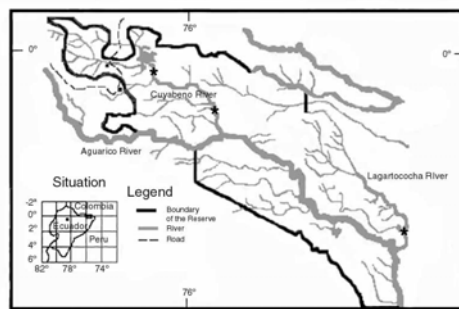


Map 37

Inia geoffrensis ID # R 37 / L03



Kai
Date of first sighting: 20.11.1996
Size class: intermediate

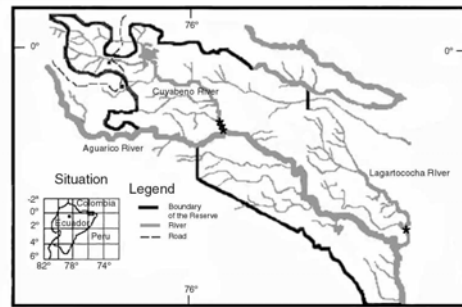


Map 38

Inia geoffrensis ID # L04



♀ Lola
Date of first sighting: 22.05.1996
Size class: intermediate

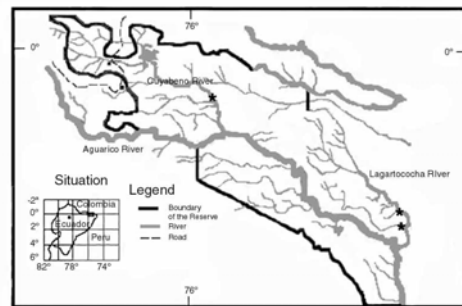


Map 39

Inia geoffrensis ID # L05



♀ Marilyn
Date of first sighting: 23.12.1996
Size class: intermediate

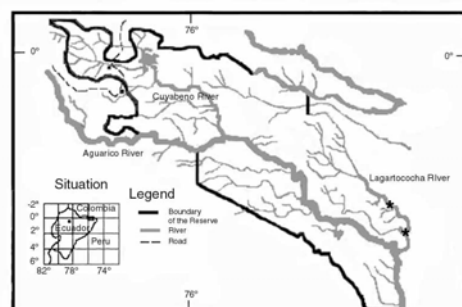


Map 40

Inia geoffrensis ID # L06



Nelson
Date of first sighting: 19.09.1997
Size class: intermediate

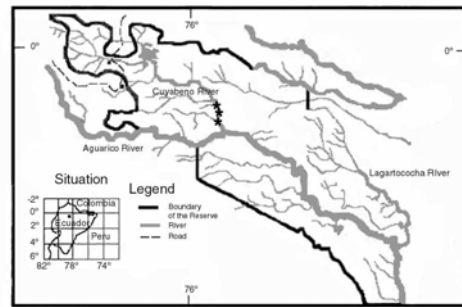


Map 41

Inia geoffrensis ID # L07



♀ Oliva
Date of first sighting: 28.11.1996
Size class: adult

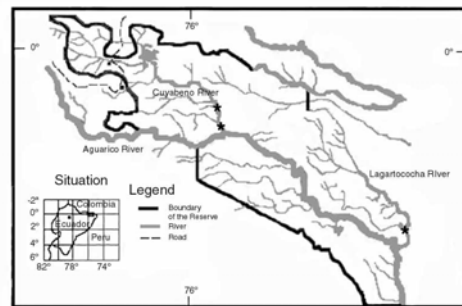


Map 42

Inia geoffrensis ID # L08



♀ Polly
Date of first sighting: 01.02.1993
Size class: intermediate

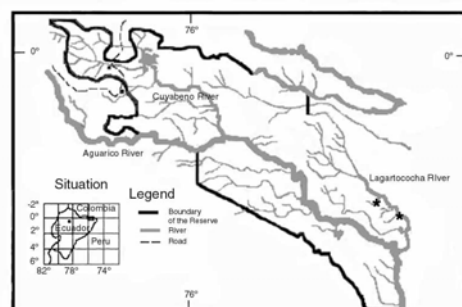


Map 43

Inia geoffrensis ID # L09



Quik
Date of first sighting: 09.06.1997
Size class: intermediate

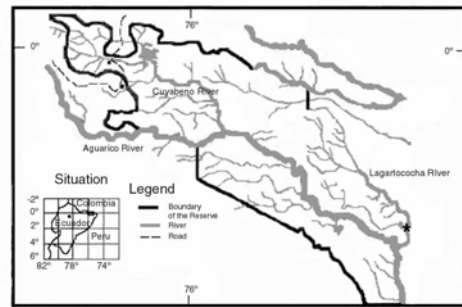


Map 44

Inia geoffrensis ID # L 10



♀ Rigoberta
Date of first sighting: 25.09.1997
Size class: ?

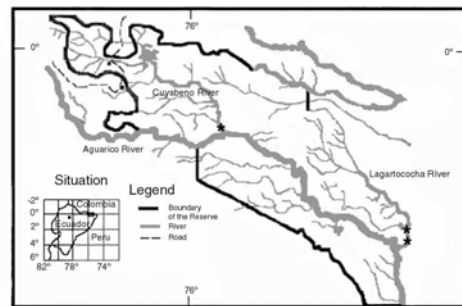


Map 45

Inia geoffrensis ID # L 11



♀ Sara
Date of first sighting: 01.02.1993
Size class: adult

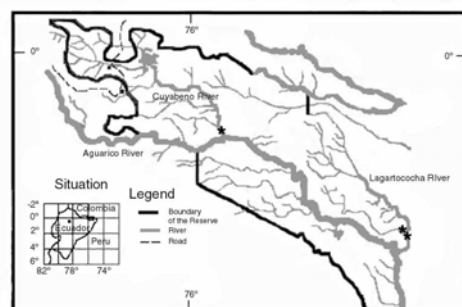


Map 46

Inia geoffrensis ID # L 12

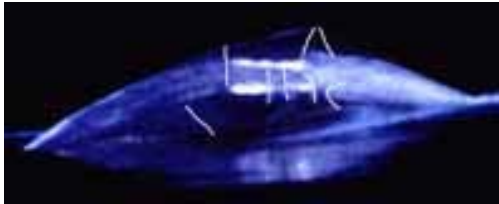


Teodoro
Date of first sighting: 06.06.1997
Size class: Intermediate

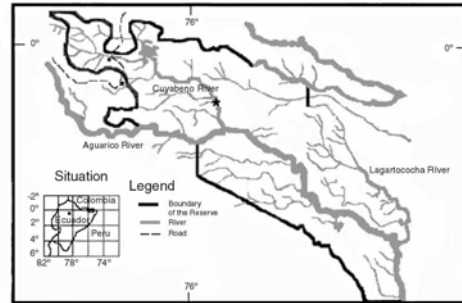


Map 47

Inia geoffrensis ID # L 13



Ulysses
Date of first sighting: 09.11.1996
Size class: intermediate

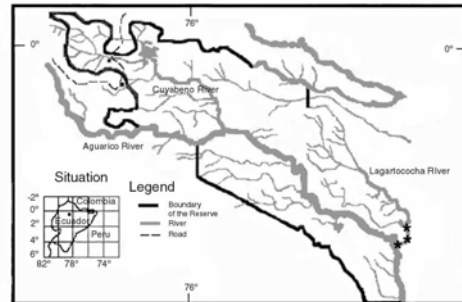


Map 48

Inia geoffrensis ID # L 14



Vladimir
Date of first sighting: 30.06.1996
Size class: intermediate

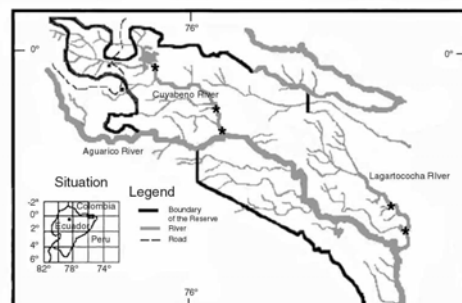


Map 49

Inia geoffrensis ID # L 15



♀ Winnie
Date of first sighting: 20.11.1996
Size class: intermediate

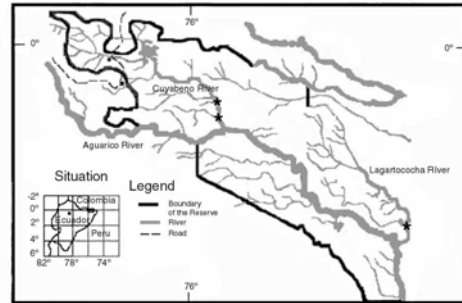


Map 50

Inia geoffrensis ID # L 16



♀ Yolanda
Date of first sighting: 01.02.1993
Size class: intermediate

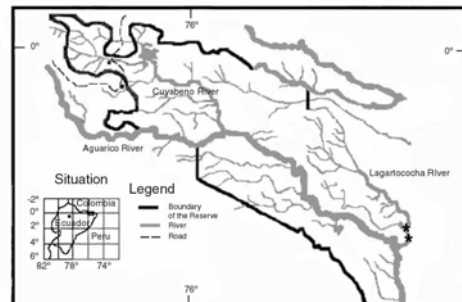


Map 51

Inia geoffrensis ID # L 17



♀ Zensi
Date of first sighting: 30.01.1997
Size class: intermediate

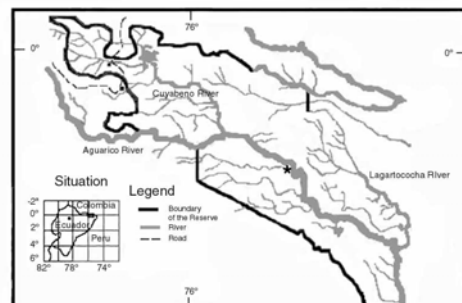


Map 52

Inia geoffrensis ID # L 18



♀ Agatha
Date of first sighting: 25.05.1997
Size class: intermediate

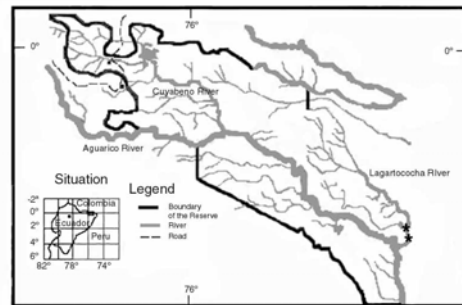


Map 53

Inia geoffrensis ID # L 19



Bernardo
Date of first sighting: 06.06.1997
Size class: intermediate

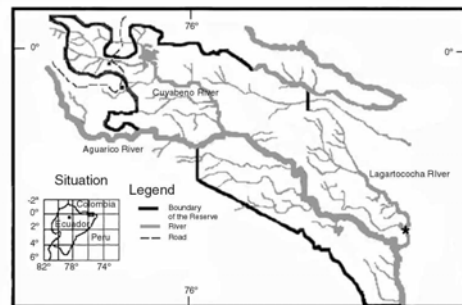


Map 54

Inia geoffrensis ID # L 20



♀ Cecilia
Date of first sighting: 09.06.1997
Size class. Intermediate

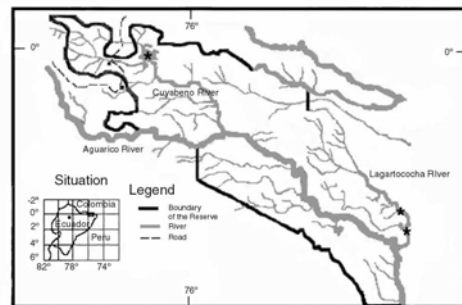


Map 55

Inia geoffrensis ID # L 21



Dagoberto
Date of first sighting: 01.02.1993
Size class: intermediate

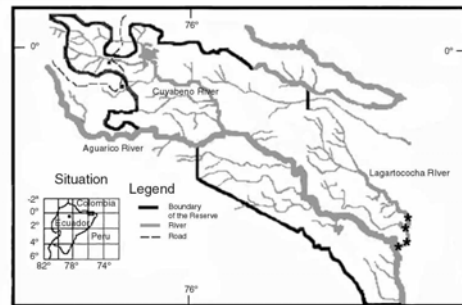


Map 56

Inia geoffrensis ID # L 22



Emilio
Date of first sighting: 08.06.1997
Size class: intermediate

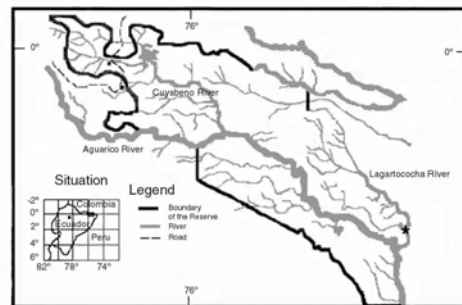


Map 57

Inia geoffrensis ID # L 23



♀ Fernanda
Date of first sighting: 09.06.1997
Size class: intermediate

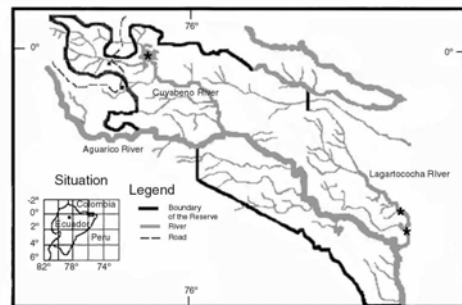


Map 58

Inia geoffrensis ID # L 24



Gustavo
Date of first sighting: 01.02.1993
Size class: intermediate



Map 59

Sighting information to the identified animals

Table 1: Sighting information to the identified animals

ID #	sex	SC	# sightings	Date	Position	Group
R 01	pf	i	1	22/05/96	LDC	3 cii
R 02	?	i	5	20/11/96	CDP	4: aiic
				04/01/97	CBY	5: iiccc
				24/01/97	CBG	4: iccc
				16/11/97	LU	1:1i
				05/01/98	CBG	6:3i3c
R 03	pf	i	2	04/01/97	CBY	5: iiccc
				18/09/97	LDC	3:1a1i1c
R 04	pf	i	3	22/12/96	CBG	3: aic
				04/01/97	CBY	3:icc
				04/01/97	CBY	5: iiccc
R 05	?	c	2	05/01/97	CAP	4: iicc
				01/06/97	CLG	6: 2a2i2c
R 06	?	i	5	01/02/93	LDC	
				27/09/96	CBC	3aic
				28/11/96	CLC	3: aic
				24/01/97	CBG	4: iccc
				09/06/97	LDC	2: 1i1c
R 07	pf	i	3	30/01/97	LDC	9: 3a4i2c
				29/09/97	LDC	2: 1i1c
				12/04/98	LDC	3:aic
R 08	?	i	4	08/06/97	LLI	6: 1a3i2c
				25/09/97	LBL	5:2a2i1c
				16/04/98	LQ	1: i
				28/07/99	LDC	3: 3i
R 09	pf	i	4	26/02/97	LBL	3:2i1c
				21/09/97	LU	2:1i1c
				14/11/97	CBY	4:1a2i1c
				26/12/97	CBG	4:4i
R 10	?		1	24/09/97	LO	4:1a2i1c
R 11	?		3	25/09/97	LDC	3:1a1i1c
				26/09/97	LPC	3:1a1i1c
				16/11/97	LDC	3:1a2i

ID #	sex	SC	# sightings	Date	Position	Group
R 12	?	c	2	28/09/96	CBC	3 aic
		c		04/10/97	CBG	5: 3i2c
R 13	pf	i	1	05/01/98	CBG	6:3i3c
R 14	pf	i	2	28/09/97	LDC	3:1a1i1c
				15/04/98	LPC	2: ic
R 15	?	i	2	18/04/98	LDC	3: 3i
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c
R 16	?	c	6	25/05/97	RS	3: 2i1c
				01/06/97	CLG	6: 2a2i2c
				08/06/97	LLI	6: 1a3i2c
				19/09/97	LPO	3:1a1i1c
				05/01/98	CBG	6:3i3c
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c
R 17	?	i	3	17/06/98	LDC	
				26/07/99	LCC	2: 2i
				28/07/99	LDC	3: 3i
R 18	?	i	2	08/06/97	LLI	6: 1a3i2c
				25/09/97	LDC	4:2a1i1c
				25/09/97	LDC	3:1a1i1c
R 19	?	i	2	08/06/97	LLO	1:i
				08/06/97	LPC	1: i
R 20	?	i	5	03/11/96	CBC	2: ai
				08/06/97	LLI	6: 1a3i2c
				08/06/97	LRC	5:3i2c
				25/09/97	LDC	3:1a1i1c
				25/09/97	LDC	3:1a1i1c
				25/09/97	LDC	3:1a1i1c
R 21	pf	i	3	20/11/97	CBC	
				05/01/98	CBG	6:3i3c
				28/07/99	LDC	3: 3i
R 22	?	c	3	22/05/96	LDC	3 cii
				01/01/97	CBC	3: aic
				04/10/97	CBG	5: 3i2c
R 23	?	a	2	28/09/96	CBC	3 aic

ID #	sex	SC	# sightings	Date	Position	Group
				05/01/98	CBG	6:3i3c
L 01	?		5	01/02/93	LDC	
R 24	?			28/11/96	CLC	3: aic
				05/10/97	CBY	3:1a1i1c
				04/01/98	CAP	3:2i1c
				05/01/98	CBG	6:3i3c
R 25	pf	i	6	28/09/96	CBC	3 aic
				05/01/97	CBY	3: icc
				05/06/97	LRC	5: 2i2c
				20/11/97	CBC	4:1i3c
				26/12/97	CBG	4:4i
				05/01/98	CBG	6:3i3c
R 26	?	i	3	30/01/97	LDC	9: 3a4i2c
L 02	?			16/11/97	LDC	3:1a2i
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c
R 27	pf	i	5	25/05/97	RS	3: 2i1c
				05/06/97	LRC	5: 2i2c
				19/09/97	LDC	3:1a1i1c
				23/09/97	LU	3:2i2c
				25/09/97	LDC	4:2a1i1c
R 28	?	i	3	30/12/97	LDC	3:2i1c
				18/04/98	LBL	3: 3i
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c
L 03	pf	i	4	01/02/93	LDC	
R 29	pf	i		23/09/96	LDC	2:ci
				05/01/97	CBC	1: i
				05/01/98	CBG	6:3i3c
R 30	pf	i	5	15/11/96	CLG	3: iic
				02/01/97	CBY	4: aiccc
				04/01/97	CBY	5: iiccc
				30/12/97	LDC	3:2i1c
				05/01/98	CBG	6:3i3c
R 31	pf	i	2	04/01/97	CBY	3: aic
				15/04/98	LPC	2: ic
R 32	pf	i	2	06/01/97	CBC	4: aicc

ID #	sex	SC	# sightings	Date	Position	Group
R 33	pf	i	7	30/01/97	LDC	9: 3a4i2c
L 04	pf	i		26/12/97	CBG	4:4i
				27/12/97	CLC	6:1a3i2c
				04/01/98	CAP	3:2i1c
				04/01/98	CLC	2:1i1c
				18/04/98	LBL	3: 3i
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c
R 34	?		1	31/01/97	LU	3: aic
R 35	pf	i	1	27/06/97	CLG	4: 2i2c
R 36			1	05/10/97	CBY	3: 1a1i1c
L 05	?	i	4	20/11/96	CDP	4: aiiic
R 37	?	i		26/12/97	CBG	4:4i
		i		19/04/98	LDC	6:2a3i1c
		i		28/07/99	LDC	3: 3i
L 06	pf	i	6	22/05/96	LDC	3 cii
				05/11/96	CBC	1: i
				01/01/97	CLC	4: iicc
				06/01/97	CBY	3: icc
				23/01/97	CLC	2: ic
				27/12/97	CLC	6:1a3i2c
L 07	pf	i	3	23/12/96	CAN	2: ic
				05/06/97	LO	1: i
				26/07/99	LLI	4: 4i
L 08	?	i	2	19/09/97	LPO	2:2i
				25/09/97	LDC	4:2a1i1c
L 09	?	a	3	28/11/96	CBY	3: aic
				04/01/98	CAP	3:2i1c
				05/01/98	CBG	6:3i3c
L 10	pf	i	6	01/02/93	LDC	
				07/10/96	CPG	6: 2a2i2c
				22/12/96	CBG	3: aic
				06/01/97	CLC	2: ic
				09/06/97	LRC	5: 3i2c
				16/11/97	LDC	3:1a2i
L 11	?	i	2	09/06/97	LO	1: 1i
				24/09/97	LGC	3:2i1c
L 12	?		1	25/09/97	LDC	3:1a1i1c

ID #	sex	SC	# sightings	Date	Position	Group
L 13	?	a	4	01/02/93	LDC	
				30/01/97	LU	4: aiii
				28/09/97	LDC	3:1a1i1c
				27/12/97	CLC	6:1a3i2c
L 14	?	i	4	06/06/97	LLI	6: 2a3i1c
				25/09/97	LDC	3:1a1i1c
				16/11/97	LDC	3:1a2i
				08/04/98	CLC	3:aic
L 15	?	i	1	09/11/96	CBG	3: iic
L 16	?	i	3	30/06/96	LDC	
				18/11/96	LBL	3: iic
				16/11/97	LLU	1:1i
L 17	pf	i	6	20/11/96	CDP	4: aiic
				19/09/97	LPC	5:3i2c
				05/01/98	CBG	6:3i3c
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c
				24/04/98	CLC	4:3i1c
				28/07/99	LDC	3: 3i
L 18	pf	i	6	01/02/93	LDC	
				22/12/96	CBG	3: aic
				04/01/97	CBC	5: iiccc
				18/09/97	LDC	3:1a1i1c
				05/10/97	CBY	3: 1a1i1c
				05/01/98	CBG	6:3i3c
L 19	?	i	4	30/01/97	LU	4: aiii
				31/01/97	LU	3: aic
				25/09/97	LDC	3:1a1i1c
				25/09/97	LDC	4:2a1i1c
				25/09/97	LDC	4:2a1i1c
				30/12/97	LDC	3:2i1c
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c
L 20	?	i	1	25/05/97	RS	3: 2i1c
L 21	?	c	2	06/06/97	LDC	6: 2a3i1c
				08/06/97	LDC	3: 2i1c
L 23	pf	i	2	09/06/97	LDC	2: 1i1c
				18/09/97	LDC	3:1a1i1c
L 24	?	i	3	01/02/93	LDC	

ID #	sex	SC	# sightings	Date	Position	Group
				02/11/96	CLG	3: aic
				26/09/97	LO	3:1a1i1c
L 25	?	i	6	08/06/97	LBL	2: 2i
				08/06/97	LU	1:i
				25/09/97	LDC	3:1a1i1c
				13/04/98	LRC	3:aic
				18/04/98	LDC	3:2a1i
				19/04/98	LDC	6:2a3i1c

Legend: pf: possibly female; ? sex unknown; SC: Size Class; CLG: Cuyabeno Laguna Grande; CDP: C. Delfin Posa; CPB: C. Puerto Bolívar; CPO: C. Posa Onda; CCT: C. Cabeza de Tigre; CAN: C. Aguas Negras; CBG: C. Posa de la Boa Grande; CAM: C. Amarunposa; CBY: C. Balatayacu; CLC: C. Linococha; A: Aguarico river; RS: Sabalo River; LBL: Lagartococha Bocana; LU: L. Lower sector; LDC: L. Delfincocha; LLI: L. Laguna Imuya; LRC: L. Redondococha; LO: L. Upper sector; LPC: L. Piuricocha; LGC: L. Garzacochoa; Group: Group size and group composition; a: adult; i: intermediate; c: calf.

