

Título del Trabajo: “**Respuestas a demandas sociales ante problemáticas y accidentes ambientales. Caso de estudio: Derrame de 2,4-D en la localidad de San José de la Esquina.**”

Autores: Percudani, M. Cecilia; Stoeff Belkenoff, Ivana; Vittori, Santiago; Barbieri, Sofía C.; Navarro, Marcos; Orofino, M. Lucrecia; Peluso, M. Leticia; Alonso, Lucas L.

Introducción

El modelo predominante de producción agrícola en la Argentina y varios países de Sudamérica, desde la década de los 90, tiene como base principal la implementación de los avances en el campo de la biotecnología, los cuales proporcionan herramientas diseñadas con el fin de aumentar la productividad, tal como son los organismos genéticamente modificados (OGM), introduciendo en el mercado las semillas transgénicas, resistentes a distintos factores adversos para los cultivos (*Solbrig, 2004*). Se impone en consecuencia, un nuevo paquete tecnológico basado principalmente en 3 factores: las semillas de OGM mencionadas anteriormente, la práctica de siembra directa, con su maquinaria asociada, y el uso masivo de fertilizantes y plaguicidas. Dicho modelo agrícola ha llevado a un aumento en los últimos 22 años de un 120% de la superficie implantada en nuestro país (soja, maíz y trigo), mientras que se registra que el consumo de plaguicidas lo hizo en un 890%, lo cual equivale a 317 millones de litros de plaguicidas aplicados en el año 2012, aunque el rendimiento de los cultivos sólo aumentó alrededor del 50% (*Etchegoyen, 2014*).

A su vez, el alto costo de la tierra, tanto para la venta como en el arrendamiento, ha impuesto un manejo simplificado de los cultivos donde se ha intensificado el uso del suelo, disminuyendo las rotaciones, implantándose más cultivos por unidad de superficie y tiempo. Esto conlleva a la interrupción de flujos, ciclos y relaciones que se dan en la naturaleza. Dichos procesos, en el método de siembra directa, intentan ser reemplazados con el aporte de fertilizantes y plaguicidas, derivando en consecuencia en un incremento masivo en el uso de agroquímicos. Esto ha generado una serie de problemas ambientales directos e indirectos, tales como contaminación, desaparición de especies y desarrollo de resistencia a dichos compuestos en insectos y plantas silvestres, y por último, como lo indican *Rull et al. (2009)* o *Kuruganti (2013)*, entre otros investigadores, la intoxicación y muerte de seres humanos por desarrollar tareas en contacto directo con estos tóxicos, o verse expuestos a aplicaciones y/o derivas aéreas inherentes a las actividades agroproductivas desarrolladas en zonas linderas a

sus residencias (*Evaluación de la SALUD COLECTIVA SOCIO-AMBIENTAL de Monte Maíz*).

Este escenario socio-ambiental ha desencadenado muchas inquietudes y preocupaciones en las comunidades involucradas y en la población en general, generando en algunos casos conflictos sociales que demandan información científica para evaluar estrategias de resolución en un espacio de multivozes.

Frente a esta necesidad de información objetiva y accesible de parte de la sociedad, surge el Espacio Multidisciplinario de Interacción SocioAmbiental (EMISA), un Proyecto de Extensión de la Facultad de Cs. Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, formado por estudiantes, graduados y profesores investigadores, comprometidos con el rol social activo de la Universidad Pública. Cuyo objetivo principal es abordar dichas demandas sociales, mediante un trabajo articulado con las comunidades y actores involucrados, utilizando conocimientos propios de las ciencias ambientales (diseño de muestreos, análisis químico de agrotóxicos en matrices ambientales e interpretación de resultados), en un intento de generar herramientas concretas que aporten a la resolución de los conflictos socio-ambientales en cuestión.

En el presente trabajo se presentará un caso particular del trabajo realizado desde EMISA, que surgió de una demanda por parte de la comunidad a partir de un accidente en relación a la producción y transporte de agrotóxicos en zonas de gran actividad agroproductiva.

Caso de estudio:

San José de la Esquina es una pequeña localidad de la provincia de Santa Fe donde la actividad productiva predominante es el monocultivo de soja, por lo que se encuentra emplazada en medio de un amplio territorio destinado para tal uso.

El día 6 de febrero de 2014, un camión que transportaba 18 mil litros de la formulación éster del herbicida 2,4-D en estado puro volcó accidentalmente su contenido en la banquina del tramo urbano de la ruta provincial N° 92 (*Figura 1*). El camión provenía de la planta de Atanor de la ciudad cordobesa de Río Tercero. Adyacente a la zona del derrame corre, en paralelo a la ruta, un canal colector que desemboca en el río Carcarañá (*Figura 2*).



Figura 1. Ruta Provincial No.92, San José de la Esquina, Santa Fe. Banquina luego del accidente y vuelco de camión con 18 mil litros de 2,4-D.
Fuente: Roberto Sacchi.



Figura 2. Canal colector adyacente a la banquina en la zona del derrame y paralelo a la ruta, que desemboca en el río Carcarañá.
Fuente: Roberto Sacchi.

Como consecuencia del accidente se llevó a cabo un operativo de emergencia donde intervino Defensa Civil y Medio Ambiente de la provincia, además de la participación de bomberos voluntarios de San José de la Esquina y Casilda, la comuna y personal policial; realizándose distintas acciones con el objetivo de atenuar la propagación. A su vez las empresas Atenor SA y Transportes Mugas SA, responsables del accidente ocurrido, declaran ante el organismo de gestión competente haber efectuado una remoción de suelo impregnado con producto y su derivación a disposición final conforme normativas vigentes.

Dentro de las afecciones inmediatas que sufrieron los vecinos de la zona, se registraron tanto problemas dermatológicos como respiratorios. Asimismo, se observó daño sobre la vegetación de la zona, incluyendo las plantas aledañas a la zona del vuelco y al canal adyacente y árboles más alejados de la zona directamente afectada, dado que el 2,4-D es un compuesto de alta volatilidad y se dispersa fácilmente por los vientos.

Pasados largos períodos de tiempo desde el día del derrame, los vecinos continuaron percibiendo el daño que este producía en la zona y el intenso olor del químico, que según la dirección del viento, también se sentía en otros sectores del radio urbano e incluso en todo el pueblo. Su preocupación respecto del peligro asociado al derrame se sumó a la incertidumbre respecto del estado de situación y los riesgos implicados. Es así que, luego de haber efectuado reiterados reclamos ante la Secretaría de Medio Ambiente y la Comuna, sin obtener respuestas en pos de la remediación del lugar, contactaron al Espacio Multidisciplinario de Interacción Socio-Ambiental. Desde este espacio comenzamos a interiorizarnos en el tema y ponernos en contacto con los vecinos y representantes del Centro Económico (donde desarrolla sus funciones la Defensoría del Pueblo) para coordinar una evaluación ambiental

de la zona del derrame y alrededores para determinar el estado de situación después de 2 años y medio de la fecha del derrame.

En este sentido, en septiembre de 2016 se llevó a cabo un muestreo, donde se colectaron muestras de suelo de la banquina y sedimentos de fondo y aguas tanto del canal colector como del Río Carcarañá. De manera complementaria, se colectaron muestras en otros sitios de la localidad, para determinaciones de una amplia variedad de agrotóxicos, en matrices ambientales como suelo, agua subterránea y superficial y sedimentos, para permitir conocer así el estado de situación general de la localidad.

Metodología

Muestreo:

El desarrollo del mismo consistió en un reconocimiento del territorio junto a los vecinos, y un posterior diseño de muestreo participativo, definiendo así los sitios de toma de muestras. Se consideraron dos criterios principales para la selección de los sitios, considerando: por un lado el muestreo puntual en la zona afectada por el derrame de 2,4-D, y por otra parte, el estado ambiental general de la localidad respecto a la presencia de plaguicidas.

Se tomaron muestras integradas del suelo de la banquina de la ruta provincial N°92, sitio del derrame (*Figura 1*), a nivel sub-superficial: 5-7 centímetros de profundidad desde la superficie, sedimentos y aguas de la zanja próxima al mismo y agua y sedimentos de fondo del Río Carcarañá, aguas abajo del balneario. En la *Figura 3* se muestra un mapa satelital de la localidad y, marcado en él, el sitio del derrame.

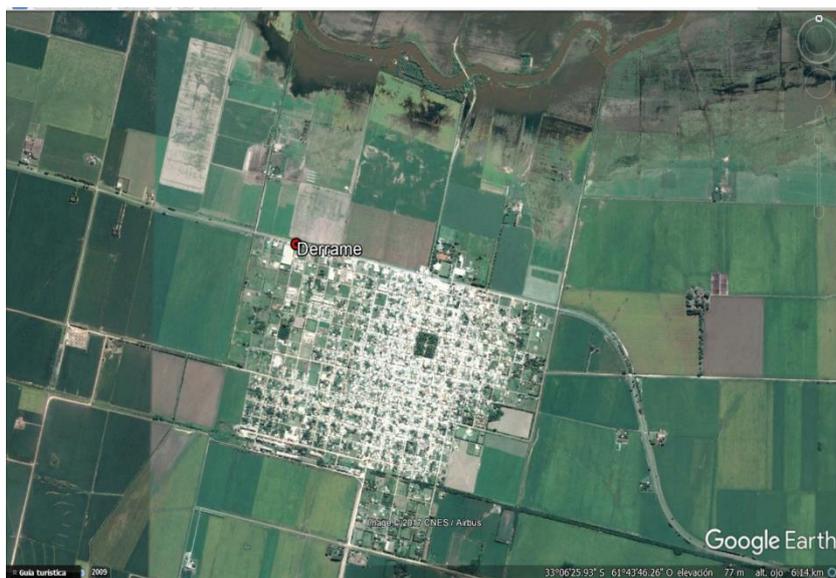


Figura 3. Mapa satelital de la ubicación geográfica del sitio de muestreo donde ocurrió el derrame. Elaboración propia, a partir del programa **Google Earth**.

A su vez, se tomaron muestras de agua de pozo y suelo en determinados sitios de la localidad (*Tabla 1*). Las muestras fueron debidamente identificadas y transportadas al laboratorio con cadena de frío y, una vez en destino, conservadas a -20 °C hasta el momento de su análisis (menos de 5 días desde el muestreo).

Tabla 1. Ubicación y nomenclatura de las muestras obtenidas por matriz ambiental: agua, suelo y sedimento.

Zona	Dirección	Rotulo
		<i>Agua</i>
Centro	Cooperativa Planta de Ósmosis Inversa (Antes de la toma) – Castellanos y Sarmiento	AQ1
Centro	Cooperativa Planta de Ósmosis Inversa (Después de la toma) - Castellanos y Sarmiento	AQ2
Centro	Agua de Pozo – Laprida y J.M.Cárcano	AQ3
Balneario	Río Carcaraña – Balneario	AQ4
Centro	Agua de Pozo – Alberdi y J.M.Cárcano	AQ5
Derrame	Canal – Ruta 92 Kilómetro 54	AQ6
		<i>Suelo</i>
Silos	Galvez y Monteagudo	SS1
Derrame	Ruta 92 Kilómetro 54	SS2
Centro	Plaza San Martín – Muestra Puntual	SS3
Centro	Plaza San Martín – Muestra Integrada	SS4
Centro	Sarmiento y Vieytes	SS5
		<i>Sedimento</i>
Derrame	Ruta 92 Kilómetro 54	SF1
Balneario	Río Carcaraña – Balneario	SF2
		<i>Material Particulado</i>
Balneario	Río Carcaraña – Balneario	MP1

Análisis químico de las muestras:

Se realizaron análisis de distintas familias químicas de plaguicidas, acorde a metodologías estandarizadas internacionalmente y validadas anteriormente por el grupo de trabajo.

- *Metodología extracción y análisis de 2,4-D:*

Las muestras de suelos y sedimentos fueron extraídas en laboratorio por técnica de Quecher, utilizando acetonitrilo (ACN) y sulfato de magnesio, según metodología adaptada de la AOAC 2007. Las muestras de aguas fueron filtradas por 0,45 micrones y analizadas de manera directa. En todos los casos los análisis se realizaron por cromatografía líquida con detección por espectrometría de masas (HPLC-MS). Para ello se utilizó un HPLC marca Agilent modelo 1100, con una columna de C18 y una mezcla de ACN y ácido fórmico 0,1 % como fase móvil. La detección se realizó con un espectrómetro de masas de cuadrupolo simple marca Agilent, modelo VL. La ionización fue por electrospray en modo negativo, operando en modo del ion selectivo (SIM) tanto de las especies desprotonadas como de los fragmentos característicos.

- *Metodología de extracción y análisis de plaguicidas (insecticidas, fungicidas y herbicidas con excepción de glifosato y 2,4-D):*

Las muestras de agua fueron procesadas por extracción líquido-líquido según las especificaciones del Método 3510C (USEPA, 1996). Los análisis se realizaron por cromatografía gaseosa con detección por espectrometría de masas (CG- MS) para lo cual se utilizó un equipo Perkin Elmer Claurus 580 MS SQ8.

- *Metodología de extracción y análisis de Glifosato:*

Las muestras de agua y sedimentos se procesaron siguiendo metodología de derivatización previa con FMOC-Cl. Los análisis se realizaron por HPLC-MS (descripta previamente para 2,4-D).

Análisis de los resultados:

Información proporcionada por el documento de la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Julio 2005. “Desarrollo de niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente correspondientes a 2,4-D”:

- Nivel Guía para agua de consumo: < 30 microgramos/L
- Nivel Guía para protección de biota acuática: 3,4 microgramos /L
- Nivel Guía para agua de riego: entre 1,1 y 0,3 microgramos/L dependiendo la tasa de riego

Además, para la interpretación de los resultados de concentraciones de 2,4-D, se tuvo en cuenta información complementaria a los niveles guía para aguas, los cuales se describen a continuación:

- Vida media en suelo: 7 días
- Vida media en aguas naturales: entre una y varias semanas
- Concentraciones en aguas superficiales registradas en Canadá: hasta 700 nanog/L (1985)
- Única medida para nuestra región Río Uruguay: <1 microgramos/L (2001)
- NOAEL ratas: 1 mg/ (Kg masa corporal /día)
- LOAEL ratas: 5 mg/ (Kg masa corporal /día)
- *factor de 100 IDA= 10 microgramos/ (Kg masa corporal /día)
- IARC: categoría 2B por ser escasa la información

El herbicida transportado y derramado a raíz de accidente de tránsito es de una peligrosidad tal que ha provocado la prohibición mundial de su uso, no siendo excepción la provincia de Santa Fe que mediante Resolución N° 135 del Ministerio de Producción de la

Pcia. de Santa Fe determinó: "Prohibir el uso y/o aplicación en todo territorio de la Provincia de Santa Fe, por cualquier medio y para cualquier tipo de cultivo, ya sea intensivo o extensivo, el producto 2,4 D en su formulación éster isobutilico".

Información toxicológica del producto comercial: Algunos estudios han demostrado que la piel humana puede absorber hasta un 80% de 2,4-D. Se considera como principal vía de exposición la piel, para lo cual solo existen estudios de efectos toxicológicos farmacocinéticos en animales de laboratorio (o humanos) que usualmente utilizan la exposición oral o incluso intravenosa, lo que no refleja la realidad (*Lars Neumeister, 2014*).

Resultados y discusión

Resultados de los análisis químicos:

Tabla 2: Concentración de los analitos presentes en las muestras.

<i>Rótulo</i>	2-4,D	Glifosato	AMPA	Atrazina	Clorpirifos	Endosulfanes	Epoxiconazol
<i>Agua µg/L</i> (microgramos/litro)							
AQ1	<LD	<LD	<LD	<LD	0,06	<LD	0,06
AQ2	--	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
AQ3	--	<LD	<LD	<LD	0,02	<LD	0,08
AQ4	--	<LD	<LD	0,6	<LD	0,02	<LD
AQ5	--	<LD	<LD	<LD	0,01	<LD	0,08
AQ6	38,9	15,0	3,9	<LD	<LD	<LD	<LD
<i>Suelo mg/Kg</i>							
SS1	--	0,025	<LD	--	--	--	--
SS2	10253	<LD	<LD	--	--	--	--
SS3	--	4,25	2,68	--	--	--	--
SS4	--	0,62	3,65	--	--	--	--
SS5	--	0,93	0,17	--	--	--	--
<i>Sedimento mg/Kg</i>							
SF1	0,02	0,047	<LD	--	--	--	--
SF2	0,60	<LD	<LD	--	--	--	--
<i>Material particulado</i> <i>µg/Kg</i>							
MP1	0,54	--	--	--	--	--	--

Se analizó en las muestras de agua, además de los analitos detallados en la *Tabla 2*, la siguiente lista de compuestos: *Metamidofos, Trifluralina, alfa-HCH, Atrazina, Diazinon, Beta-HCH, Gama-HCH, Acetoclor, Heptacloro, Metilparation, Malation, Aldrin, Clorpirifos, Paration, Pendimetalin, Heptacloro Epoxi, Fipronil, O, P'-DDE, Endosulfan I, p,p'-DDE, Dieldrin, Eldrin, o,p'-DDT, Endsulfan 2, p'p-DDD, p'p-DDT, Endosulfan sulfato, Tebuconazol, Bifentrin, Epoxiconazol, Metoxicloro, Lambda-cialotrina, Permetrina, Cipermetrina, Deltametrina, Pyraclostrobin y Azoxistrobin*; resultando para todos los casos concentraciones menores al límite de detección (LD).

Para el caso de suelos y sedimentos, sólo se evaluó la presencia del 2,4-D, glifosato y su metabolito AMPA.

En el momento del muestreo, se percibió en la zona del derrame un olor característico a agroquímicos. Por otro lado en el suelo donde se realizó el muestreo se observó que una vez removidos los primeros 5-7 centímetros de tierra color rojiza, se encontraba un horizonte de color negro con fuerte olor a agroquímicos, sobre los que se realizaron los análisis reportados anteriormente.

Las concentraciones medidas en la muestra SS2, la cual corresponde al sitio del derrame, equivalente a concentración del orden del gramo de 2,4-D en el kilo de suelo (1 gramo = 1000 miligramos = 1000000 microgramos) y dado el tiempo transcurrido, se estima que la concentración inicial en ese sitio deberían haber sido considerablemente mayores a las actuales según las tasas ambientales de degradación reportadas por la Secretaría de Recursos Hídricos de la nación para el 2,4-D en suelos de 7 días. En cuanto a valores regulatorios (en una búsqueda bibliográfica realizada por este equipo de trabajo) no se han encontrado valores de referencia a nivel nacional, sin embargo a nivel internacional se propone un valor de 100 mg/Kg para suelos (**The resources Agency, página 46*), donde se superarían en 100 veces este valor de referencia al momento del muestreo.

Según los resultados obtenidos para el sedimento de fondo del Río Carcarañá, ante la falta de límites regulatorios o normativos, el aparente alcance del 2,4-D hacia esos sedimentos y la posibilidad del uso del recurso acuático para recreación, se recomendó profundizar y ampliar estudios sobre la cuenca de este río en zonas aguas arriba y aguas abajo del derrame. Así mismo limitar la conexión de la zanja próxima al derrame con los sistemas hidrológicos que conduzcan a dicho río ya que posee concentraciones que ponen en riesgo la biota acuática y no resulta apta para riego. Por otro lado se evalúe la posibilidad de realizar estudios epidemiológicos y médicos en la población más próxima al evento.

Los resultados fueron informados a la comunidad en una instancia de devolución pública, la cual fue coordinada y difundida por la Defensoría del Pueblo de la localidad por los vecinos que llevaron adelante el reclamo.

En ese marco se realizó una nueva visita a la zona del derrame tomando una muestra “exploratoria”, a los 5 cm de profundidad, a fin de evaluar el estado a esta fecha o verificar si el compuesto 2,4-D aún estaba presente. Dicho resultado expresa un contenido de 2,4-D como ácido de 3800 mg/Kg.

Los resultados presentados anteriormente fueron incluidos en una demanda realizada por un vecino de la Localidad ante la Fiscalía de la Ciudad de Casilda. Como consecuencia

de esto y de informes presentados por la Secretaría de Medio Ambiente que mostraron disconformidad con las tareas de remediación llevadas a cabo por la empresa hasta el momento, la Defensoría del Pueblo de la provincia resolvió (*Resolución N°216 Pcia. de Santa Fe*): “recomendar a la Secretaria de Medio Ambiente exigir a las empresas responsables una nueva y urgente remediación del sitio afectado e inmediato tratamiento del canal de desagüe que desemboca en el Río Carcarañá, tomando todas las acciones que fuesen necesarias a los fines de evitar la contaminación de sus aguas y efectuar monitoreos permanentes tanto del río como del suelo que permitan tener certeza de la ausencia de sustancias tóxicas contaminantes, cuyos resultados requerimos sean informados a esta Defensoría del Pueblo. Asimismo recomendamos que se reconsidere el protocolo de acción en estos casos, diagramando un plan sistemático de actuación con controles estrictos que permitan a la autoridad de aplicación cerciorarse respecto a la contención de daños presentes y futuros. También se recomienda al Ministerio de Salud de la Provincia de Santa Fe que efectúe nuevos estudios epidemiológicos en la zona, realice un mapeo respecto a la posible incidencia de algunas enfermedades a posteriori del derrame y un relevamiento de casos afectados, pudiéndose a esos efectos celebrar convenios de cooperación con Instituciones Académicas” . Tras lo anterior, más de dos años después, se logró que el Ministerio de Medio Ambiente destine un importante monto a subsanar la situación.

Conclusiones

El estudio en cuestión tuvo un notorio impacto positivo al actuar en respuesta a la demanda social asociada y contribuir, acompañando a la denuncia de vecinos, a establecer medidas que debe tomarse para remediar la situación.

Mediante el presente trabajo se buscó enfatizar en la importancia de la demanda y el seguimiento llevado adelante por vecinos y su accionar, revalorizando su conocimiento del caso por su vivencia en el territorio, lo que les otorgó la seguridad para poseer una mirada crítica y bien fundamentada de las acciones llevadas adelante por parte de las empresas y la gestión en el tratamiento del problema.

Asimismo, considerando los resultados obtenidos, puede apreciarse la relevancia que presenta la actividad territorial por parte de una Universidad Pública, en este caso particular mediante un proyecto de extensión y respondiendo a una demanda concreta, en interacción con otros profesionales, actores vecinales de la comunidad y con Organismos de Gestión.

Como reflexión final resulta interesante hacer hincapié en el modelo productivo actual dependiente de agroquímicos. Éste no solo presenta una serie de impactos negativos sobre la salud del ambiente y la sociedad, sino que también implica una exposición a riesgos relacionados con la ocurrencia de accidentes, como el que se presenta en el presente caso de estudio, frente a los cuales no se llevan adelante de manera inmediata y eficiente planes de contingencia adecuados o suficientes, ni se realizan gestiones que garanticen remediaciones efectivas y estudios sostenidos en el tiempo sobre el estado del daño en el ambiente y las poblaciones.

Referencias

Etchegoyen M. A. (2014). Distribución de plaguicidas en aguas y sedimentos de fondo, en los principales afluentes de la cuenca del Paraguay-Paraná, Tesis de Grado. Biblioteca de la Facultad de Cs. Exactas., UNLP.

Evaluación de la SALUD COLECTIVA SOCIO-AMBIENTAL de Monte Maíz. Estudio realizado a partir de la Cátedra de Clínica Pediátrica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba.

Kuruganti K. (2013). Adverse impacts of transgenic crops/foods. A compilation of scientific references with abstracts. Coalition for a GM-Free India. 2da. Edición. India.

Lars Neumeister, (2014). Riesgos del Herbicida 2,4 D. Testbiotech, GeneWatch UK, Pesticides Action Network (PAN) Europe.

Leguizamón, A. (2013). Modifying Argentina: GM soy and socio-environmental change. Geoforum, Vol 53, p 149-160.

Rull R. P; Gunier R.; Behren J. V.; Hertz A.; Crouse V.; Buffler P. A.; Reynolds P. (2009). Residential proximity to agricultural pesticide applications and childhood acute lymphoblastic leukemia. Environmental Research, Vol 109 (7), p 891-899.

Resolución N°216 Pcia. de Santa Fe - Defensoría del Pueblo
http://www.defensoriasantafe.gob.ar/sites/default/files/adjuntos/normativas/resol_216-16_derrame_de_agroquimico_secretaria_de_m_ambiente.pdf

Solbrig O. (2004). Ventajas y desventajas de la agrobiotecnología. En: Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto. Bárcena A., Katz J., Morales C., Schaper M. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Naciones Unidas, Chile. p 33-66.