

建立气候恢复力多物种渔业的途径

Kendra A. Karr^{1*}, Valerie Miller², Eva Coronado³, Nadia C. Olivares-Bañuelos⁴,
Martha Rosales⁴, Javier Naretto⁵, Luciano Hiriart-Bertrand⁵, Camila Vargas-Fernández⁵,
Romina Alzugaray⁶, Rafael Puga⁶, Servando Valle⁶, L. P. Osman^{7,8},
Julio Chamorro Solís⁹, Marco Ide Mayorga¹⁰, Doug Rader¹¹ and Rod Fujita¹

摘要

鱼类集群生活，大多数渔业为多物种渔业，但渔业管理却主要针对单一物种。在多多物种渔业中，很多鱼种经常会被同时捕捞，而且所占比例相似。如果在渔业管理中没有充分考虑多鱼种问题，就会导致一系列的资源耗损和生态系统的改变。理想的情况是，多物种渔业管理争取使有价值的特定种群产生良好的产量，并避免捕捞活动对海洋生态系统的不利影响。此外，多物种渔业管理应该增强生态系统的恢复力，以应对气候变化将引起种群生产力和分布的改变。在此，我们为实现这些目标来介绍七种所使用的工具和方法。这些来自墨西哥、古巴和智利的案例，在数据丰富程度、治理结构和管理资源方面有所不同。管理系统也处于不同的发展阶段，从完全没有管理到对单一物种的全面管理再过渡到多物种管理。虽然每个案例研究对各种分析工具和决策过程进行了描述，但一个共同的特点是都采用利益相关者参与过程以提升利益相关者的能力使多物种渔业管理的重要性被广泛认识。我们吸取这些案例的经验教训，克服当前做法的局限性（通常是单一物种捕捞限额或大空间限制），提出多物种渔业管理的方法。即利用参与式程序和数据有限的资源评估，建立种群集合，从而简化多物种恢复型渔业管理，如“鱼篮”方法。根据每个篮子的指示物种，确定渔业的绩效指标、基准点、捕捞控制规则和管理措施从而建立适应性管理的周期，提高渔业应对气候变化和其他因素影响的恢复力。

关键词：渔业管理，参与式，适应性管理，利益相关者驱动，鱼篮

引言

渔业与数亿人的营养、食物安全和生计相关，至关重要（Baringa 等人，2018；粮农组织，2020）。许多渔业是捕捞多个物种或种群（Pauly 等人，1998；Worm 等人，2009；Nakamura，2015）。许多渔场由于使用非选择性渔具导致不同生产力的多个鱼种具有相同的捕捞死亡率，可能会导致生产力较低的种群首先面临资源枯竭的风险，紧随其后，其他种群也会连续枯竭，从而减少捕捞机会（Jennings and Kaiser，1998；Branch et al.，2010），

并导致物种相互作用和整个生态系统的改变（Pauly 等，2000; Chuenpagdee 等人，2003; Christensen 和 Pauly，2004）。

目前多物种渔业的管理方式

目前有两种被使用的减少多物种渔业连续枯竭风险的管理方式。一种是针对每个捕捞鱼种设定捕捞限额(Catch limits) (Hilborn, 2017)。这个方法需要开展种群评估、监测和执法，对每个物种的捕捞限额负责。另外，多物种渔业可以针对种群集合采用单一的年度捕捞限额进行管理。随着数据的改进，可以将种群从单一年度捕捞限额管理中移除（如墨西哥湾岩礁鱼类的渔业管理计划，Farmer et al., 2016）。多物种渔业的捕捞限额可能导致海上渔获物的丢弃行为（Branch, 2009; Essington et al,2012年; Grimm等人，2012年），需要建立强有力的问责系统[如新西兰的配额管理制度（QMS）；Lock和Leslie，2007]和避免低生产力种群丢弃的措施 [如在英国和丹麦的捕捞配额管理（CQM）中利用“鱼池”（Fishpools）来转让配额，Bonzon等人，2013年]，从而避免关闭渔场。渔民可以使用选择性的渔具、空间数据和海上通信、或修改渔具躲避低生产力种群，从而减少低生产力种群的丢弃行为(Bonzon等人，2013对案例进行了汇总)。包括美国太平洋底层鱼拖网渔业（Warlick et al,2018）、不列颠哥伦比亚省底层鱼拖网渔业（Turris,2009）、丹麦中上层和底栖渔业（Christensen,2009），以及新西兰的底层鱼渔业（Lock和Leslie,2007）。当前大多数使用捕捞限额方法来防止连续枯竭的多物种渔业管理案例似乎都具有高度管理和严格的问责机制同，同时还需要大量的数据、资金、人力 和能力支持（Bonzon等人，2013年）。

多物种渔业管理的另一种方法是限制在低生产力种群密度最高的区域捕鱼，以减少连续枯竭的风险。但空间限制必须与种群分布范围尽可能的重叠才有效。为了阻止资源连续枯竭实现资源恢复的目标，必须有效地降低种群的总捕捞死亡率。但大部分海洋保护区（MPA）似乎并没有减少很多的捕捞努力量(Hilborn等人，2004)。实现多鱼种渔业管理目标而设计的空间限制的范围必须相当大（Ovando等人，2021年），在渔场内设置空间限制可以转移大量的捕捞努力，但会导致渔获产量、渔民收入、有时甚至生计的损失。其中一个案例是在美国太平洋沿岸使用岩鱼保护区（RCAs）来帮助恢复已经被过度捕捞的低生产力种群。如黑斑岩鱼（*Sebastes crameri*）、加那利岩鱼（*Sebastes pinniger*）和白鳍豚（*Sebastes paucispin*）。最终，该渔场发生了一些改变，虽然近岸的捕捞努力量减少了，但却影响了渔获产量、渔民收入以及沿岸渔民的生计(Mason et al, 2012)。

气候变化对海洋、沿海生态系统和渔业产生重大影响。不仅影响到现有的捕鱼模式，(Gattuso等人，2015年；Barange等人，2018年)，还威胁到某些地区、包括一些最脆弱的捕鱼社区对鱼类资源的获取(Ding等人，2017)。事实上，气候影响的严重程度将在未来几十年继续增加，对生态系统的影响将加剧，无论我们采取怎样的减排措施，气候变化产生的严重负面影响都已发生(IPCC，2014；Pech等人，2017；Barange等人，2018)。气候变化对渔业的影响需要新的解决方案和思维方式(如，Free等，2019；García Molinos，2020)。如果不能计划和适应这些变化，可能导致危机管理或是危机。Free等人(2020年)发现，尽管预测全球海洋渔业生产力正在下降，但实施气候适应型渔业管理改革有助于保护产量和利润，改善气候变化对生计和粮食供应的许多不利影响。因此，渔业管理者应尝试预测气候引起的单个种群分布的变化，以及在任何特定时间、任何特定地点可以利用种群组合的改变，根据这些变化制定规划，并采取适当措施减轻对渔业的影响。

这两种常规的多物种渔业管理方法都有其局限性，可能会妨碍其被广泛的使用。捕捞限额需要广泛和成本较高的渔获量计量、多种群评估和强有力的问责措施，以及可能导致不可接受的兼捕水平。空间限制需要低生产力和高生产力种群分布的数据和足够的空间分隔。此外，为了有效地进行渔业管理，空间限制必须覆盖大片区域并取代捕捞活动，产生社会和经济影响。这两种方法都不特别适合气候变化的适应性。

在世界范围内，人们对制定平衡社会、经济和生态目标的多物种渔业管理方案表现出很大兴趣(例如，Möllmann等，2014年；Voss等，2014年)，即使在面对气候变化时也是如此。多物种渔业相当普遍(May et al，1979)，而且往往是复杂的，因为可能涉及商业、手工和休闲，可以是大规模渔业，使用多种渔具类型，或者渔获物在不同的地点上岸(Salas等人，2007；Newman等人，2018)。我们回顾了拉丁美洲七个数据有限的多物种渔业案例，考虑气候变化的影响，分析了从单一鱼种到多物种管理战略的转变过程。我们主要分析了(a)渔业的一般特征和状况，(b)渔业使用的一系列工具和途径，以及(c)进一步加强渔业的可持续性和恢复力的计划。

案例1：墨西哥尤卡坦半岛的商业渔业

渔业特征

尤卡坦半岛位于墨西哥大西洋沿岸(图1)。2018年，该地区上岸渔获产量和产值约占全国的10%(CONAPESCA，2018)。商业渔业包括一个半工业化船队和一个小型船队。

半工业化船队的船长在15至25米之间，每航次捕鱼时间为15至20天；小型船队的船长为8至12米之间，每天一个航次，主要在近岸5-30公里范围作业(Fernández et al., 2011; DOF, 2018; Salas et al, 2019)。2010年到2018年间，两个船队雇用了约25,000名渔民，年平均上岸渔获量为97,000吨，年捕捞价值为1.8亿美元。近90%的渔民为小规模渔业渔民，贡献了65%的上岸量和价值。(CONAPESCA, 2018; 科罗纳多等人, 2020b)。

在墨西哥，过去五十年来，无论是从产量还是价值来看，多物种有鳍鱼渔业都是最重要的渔业，包括红石斑鱼（*Epinephelus morio*）和其他99个物种、刺龙虾（*Panulirus argus*）、红章鱼（*Octopus*玛雅）、虾和大西洋海鱼（*Xiphopenaeus kroyeri*）(Arreguín-Sánchez and Arcos-Huitrón, 2011; DOF, 2018; Salas 等人, 2019年)。2006年至2014年间，小规模船队上岸量的渔获有140种（补充表1）。

在尤卡坦半岛，像墨西哥全国一样，渔业政策是分级的。国家渔业委员会（CONAPESCA）负责整合和维护官方统计的数据库，和管理战略的实施。墨西哥官方标准（NOMs）是支持墨西哥渔业管理系统的规定（Espinoza-Tenorio等人, 2011; Galindo-Cortes等人, 2019）。渔业管理包括捕捞许可证或授予合作社和许可证持有人的捕鱼特许权、渔具规格、可捕尺寸、禁渔期、捕捞限额和配额（Espinoza-Tenorio等人, 2011; DOF, 2018）。在某些情况下，仅基于一个或几个物种的信息（表1）开展整个渔业和目标群体的管理。例如，有鳍鱼渔业包括约99个物种（补充表2），但主要法规只排他性的基于红石斑鱼（*Epinephelus morio*）（DOF, 2014; Coronado等人, 2020b）。传统上，渔业管理计划没有考虑渔获物的多鱼种属性，导致标准化的方法不能完全反映渔业的异质性。(Coronado等人, 2020b)



表1 多物种渔业的特征。墨西哥尤卡坦半岛的商业渔业，墨西哥尤卡坦州的多物种鳍鱼渔业，墨西哥锡那罗亚州多物种双壳类渔业，智利北巴塔哥尼亚土著人民考林（MCAIP）海洋滨海地区，古巴多物种鳍鱼渔业，智利的被遗忘的鱼

渔业	目标鱼种 (主要)	目标鱼种 (其他)	禁渔期	渔具	#渔民	#渔船	#规章制度
1) 墨西哥尤卡坦半岛商业渔业	红石斑鱼	140种，包括刺龙虾，红章鱼，虾，大西洋海鱼	鳍鱼类休渔（45天）	手钩，钩钩，潜水，自由潜，网等	25000	11,000 渔船的半工业化船队（5-25米）；小规模船队（8-12米）	捕捞许可证或特许权，渔具规格，法定的尺寸，休渔期，捕捞限额
2) 墨西哥尤卡坦州多物种鳍鱼渔业	红石斑鱼	40种：石斑鱼和鲷鱼	鳍鱼类休渔（59天）	延绳钓、手钩	11616	3,054 手工渔船，594 中型渔船	捕捞许可，季节性休渔，渔具限制，对红石斑鱼的规格限制
3) 墨西哥锡那罗亚州多物种双壳类渔业	双壳贝类（14个物种）	24种：鲨鱼、鳐鱼、梭子蟹、长须鲸和双壳贝类	目标鱼种休渔：巧克力贝类（2年，2019.5-022.5），牡蛎（7-11月），一种蛤蜊（7-9月）其他双壳贝（正在制定）	半自动潜水渔具，手捡拾	1,600 许可证	37 双壳贝类许可渔船	休渔期和禁渔区

4) 智利北巴塔哥尼亚土著人民考林海洋滨海地区	海藻、海胆、双壳贝类，腹足类和蟹	20 种	全年	潜水、手捡拾	58 潜水，41 渔民，301 近岸捕捞者	6 艘注册捕捞船	建议：总可捕配额，禁捕繁殖鱼类，最小渔获尺寸，禁捕过度捕捞物种，捕捞方式和渔具限制，最小收获密度，具有明确保护目标的捕捞限制区（禁捕）
5) 古巴多种鳍鱼渔业	有鳍鱼类（长须鲸，鲨鱼和鳐鱼）	150 种：龙虾，虾，海虹，海参，及其他	全年，巴塔巴诺湾笛鲷产卵聚集限制除外	围网，流刺网，笼壶，海底或表面延绳钓，钓钩	20,000 渔民	9,500 渔船，国有船队，385 艘（90%渔获），3,603 私有渔船	法定的最小规格，季节性休渔，渔具限制
6) 智利被遗忘的渔业胡安费尔南德斯群岛和德斯温特德群岛	有鳍鱼类龙虾饵料鱼	大于 50 种 43 种	5 月 15-9 月 30 日保护龙虾增殖	手钓，垂直延绳钓，鳗鱼陷阱	272 渔民	42 艘	龙虾捕捞努力相关的规定，地方产权，不能用刺网，正在制定渔业管理计划

7) 智利被遗忘的渔业 洛斯里奥斯	辐鳍鱼	6种	全年（视天气情况）	手钓	1971	65	没有任何规章，正在制定渔业管理计划
----------------------	-----	----	-----------	----	------	----	-------------------

尤卡坦半岛渔业系统面临很多挑战，包括与非法捕捞活动相关的过度捕捞（如没有遵守限额捕捞的限制，休渔期开展捕鱼活动），没管制的捕捞努力量，政府的协调监督能力低下，政府和渔业组织必须对渔业管理战略达成共识，但二者之间的沟通有限(Rosales-Raya 和 Fraga-Berdugo, 2018; Salas 等人, 2019; Coronado 等人, 2020b)。此外，由于社会经济数据缺乏、以及生物学监测和研究主要集中在少数物种（即红石斑鱼、海参、红章鱼和加勒比龙虾）导致了管理面临挑战。因此，在该地区上岸的约90%的物种没有足够的信息支持法规和管理计划的制定（Coronado等人, 2020b）。此外，联合国粮食及农业组织已经确定了气候对中大西洋西部海洋渔业的影响（Barange 等人, 2018年），一些研究机构已经开始开展评估工作（Arreguín-Sánchez, 2019; Cisneros-Mata等人, 2019）。

建立气候恢复力多物种渔业管理的工具和途径

目前正在开展尤卡坦半岛各种渔业特征的监测，包括生物数据、渔获物上岸量和社会经济信息以解决多物种渔业在次区域和社区层面面临的复杂问题。科罗纳多等人（2020b）提出了建立在上岸量和社会经济信息基础上的社区类型学，在了解当地渔业情况的基础上，根据社区的具体情况选择管理工具，并建立适应性的管理方法。该类型学根据捕捞产量、物种构成、捕捞努力量和经济特征将22个社区的小型多物种渔业划分为三组。这样分组有助于理解社区的渔业异质性及其具体状况，从而在政策制定和管理中加以考虑和明确。多物种渔业的类型学分析是一种有用的分析和规划工具，是建立气候恢复力渔业的重要组成部分(Bahri等人, 2021年)。

尤卡坦半岛的社区类型学揭示了基于单一物种管理行动的政策制定与多物种渔业的复杂性以及相关的生态、社会经济挑战相脱节（Salas等人, 2019年；科罗纳多等人, 2020b）。基于新的类型学分组，提出一些尤卡坦半岛渔业管理建议：包括改善社会合作、合作制定计划、采取积极、灵活和创新的行动推动能力建设以及政府与渔业团子直接的沟通，从而实现渔业的健康和可持续发展。加强社区内多物种渔业的特点及其对社会经济的贡献的了解，形成渔业动态的独到见解，并用于指定合适的渔业管理战略。

建立气候恢复力多物种渔业的未来工作计划

转型成为一个更具参与式的渔业管理系统，提高治理和完成当前的管理计划是一项艰巨的任务，不仅需要关键利益相关者之间的信任。还要求利益相关者获得和分享可靠的

信息，以便作出明智的决策，使其得以实施（Galindo-Cortes等人，2019）。随着有效的参与式管理系统的建立，渔业将正朝着适应气候的方向发展(Bahri et al., 2021)。

鉴于尤卡坦半岛已明确存在数据问题（Coronado 等人，2020b）。因此，提高多物种渔业恢复力的主要工作将集中在建立一个强大的数据库，全面监测生产力、上岸量、社会经济条件、渔民人口数量的变化、沿海基础设施、社区脆弱性等方面的信息。此外，需要进行多物种鱼业的价值链分析，利益相关者和管理机构都要参与提供信息(Coronado等人，2020a)。所开展的工作将帮助了解当地渔业情况，选择合适的管理工具，进而支持该地区多物种渔业实现可持续发展。建立多利益相关者参与的程序，以实施有效的渔业管理，也是建设气候型渔业必不可少的做法（Bahri等人，2021年）。

案例2：墨西哥尤卡坦州多物种鳍鱼渔业

渔业特征

尤卡坦半岛商业渔业的主要目标物种是红石斑鱼（*Epinephelus morio*）。红石斑鱼需要有鳍鱼类捕捞许可证，该许可证适用于多物种渔业（共100个鱼种），其中包括约40种不同的石斑鱼和鲷鱼（Brulé 等人，2009；DOF，2014；Coronado等人，2020b）。捕获水域为尤卡坦沿海水域的坎佩切浅滩（Campeche Bank），一个由沼泽、河口、泻湖、红树林和珊瑚礁相互连接的生境。坎佩切浅滩位于墨西哥湾和加勒比海之间，是墨西哥非常重要的生态区（Aguilar-Medrano和Vega-Cendejas，2019），约占尤卡坦、坎佩切和金塔纳罗奥大陆架的116,257平方公里。约11938名渔民经营着一支中型船队和一些捕捞红石斑鱼的手工船（SEPASYS，2020），渔具类型为延绳钩和手钩。对鱼钩大小、捕捞期和允许的渔获尺寸都有规定（DOF，2015；表1）。

尤卡坦州沿岸的多物种鳍鱼渔业被认为是该地区最重要的渔业之一。根据CONAPESCA 19年（2000-2018）的国家渔获物上岸量记录（INAI，2020年），黄尾笛鲷（*Ocyurus chrysurus*）、黑石斑鱼（*Mycteroperca bonaci*）和红鲷鱼(*Lutjanus campechanus*)，和红石斑鱼是产量最高的物种（补充表2）。相比之下，所有其他石斑鱼和鲷鱼在总渔获量中占比不到15%(Brulé等人，2009；DOF，2014)。

根据国家渔业法案官方表示红石斑鱼渔业已经枯竭，墨西哥的规定则表述为“渔获量急剧下降，阻碍了种群生物量的恢复，并有可能导致可持续收获的风险”(DOF，2018)。目前只对红石斑鱼进行了基于渔获量的模型评估，（例如，Gordon-Schaefer剩余生产模型；戈登，1954年）；没有对该渔场与红石斑鱼一起捕捞的其他99种鱼类进行评估。红石斑鱼

的渔获量记录最早可追溯到1958年，当时该渔业实施了强制性的鳍鱼许可证和渔获上岸登记措施。从2003年起，又增加了额外的管理措施，如尤卡坦半岛和塔巴斯科邻近水域的红石斑鱼产卵期的禁渔期。大多数侧重于红石斑鱼的渔业法规（禁渔期、管理计划和官方规范）也适用于其他鱼类（DOF, 2014, 2015, 2017）。另外，渔业的治理手段已经被建立，如红石斑鱼管理咨询委员会和石斑鱼研究网络（尤卡坦州红石斑鱼管理咨询委员会和石斑鱼研究网络，2019年）。

尤卡坦渔业管理的主要挑战之一是聚焦于高价值的商业物种。所有的研究、监测和监管工作都是针对红石斑鱼的。然而，同一地区的渔业或是相关的物种却很少被优先考虑，促进渔业和生计的可持续性的战略更是缺失。根据Barange 等人（2018），气候变化对墨西哥湾石斑鱼和鲷鱼种群的影响是很小的。然而，其生态学、基本生活史、栖息地和食物可获得性可能会受到越来越多的风暴或飓风的影响。

建立气候恢复力的多物种渔业管理工具和途径

尤卡坦州渔业部门具有出色的组织能力，非政府组织和研究人员经常与渔业部门的利益相关者就渔业管理进行磋商，并开展联合研究，渔业部门也积极参加联邦政府的关于渔业法规的公众咨询。他们一起对全州的渔业进行诊断并制定总体规划，确定了渔业可持续发展的主要社会、经济和环境指南。同时来自尤卡坦州的渔业利益相关者还参加了由粮农组织组织的研讨会（Flores-Nava等人，2016a, b）。2017年，为了获得更多支持，尤卡坦渔民明确了在尤卡坦州政府和联邦政府的渔业和水产养殖委员会中获得代表权的需求（DOEY, 2018）。最直接的结果就是渔业治理系统正在被重组并加强。例如恢复了尤卡坦州渔业和水产养殖委员会，该委员会成员来自于尤卡坦州政府、墨西哥国家渔业和水产养殖委员会CONAPESCA、墨西哥国家渔业研究所 INAPESCA、渔民代表及其他机构实体，如航海委员会，以及在州委员会下新成立的章鱼和红石斑鱼管理咨询委员会。航海委员会与市、州和联邦政府就渔业问题进行互动沟通（Gaceta Municipal,2015）。这些委员会在各级治理中的正式互动沟通是一种多中心制度的增加，被认为是解决特定问题的一种有效的联合行动方式，如气候准备型渔业管理(Carlisle and Gruby, 2017)。

目前，渔业部门参与和治理主体主要由政府实体整合的，允许非政府组织参与咨询委员会和红石斑鱼研究网络。非政府组织还可以参与负责审查合规协议、支持和沟通咨询委员会的利益的技术工作组中。非政府组织的参与促进了学术界和渔业部门的合作。例如，在2019年初，美国环保协会墨西哥办公室（EDF Mexico）与所有利益相关者合作组织

了一个研讨会，以识别红石斑鱼的研究和管理的优先事项（尤卡坦州石斑鱼渔业咨询管理委员会和石斑鱼研究网络，2019）。

2019年，红石斑鱼渔业管理计划（DOF，2014）、总体规划和渔业诊断（Flores-Nava等人，2016a,b）首次公布的5年后，咨询委员会的工作组对上述文件中所建议的行动进行了评审，咨询委员会还使用相对重要性指数来确定战略和行动的优先次序。具体行动按照法令、社会组织、生物生态、健康和安全性进行分类，并通过与渔业部门、研究人员、非政府组织和政府代表举行的参与式研讨会进行验证（尤卡坦州石斑鱼渔业咨询管理委员会和石斑鱼研究网络，2019）

迄今为止，在实施咨询委员会提出的优先行动方面已经取得了重大进展。法令方面，优先事项是根据2019-2020年SEPASY渔民普查（SEPASY，2020年）确定的，渔民普查主要是监测和总结尤卡坦的渔业活动，包括渔船的数量和每个渔民的作业地点。此外，自红石斑鱼咨询委员会成立以来，3年内已经举行了16次工作会议，是全国10个咨询委员会中最活跃的一个，还刺激了其他委员会的建立，包括同一地区的两个章鱼渔业委员会。在社会组织方面，环境教育是部门能力建设的首要优先事项。为了推进社会组织优先事项的开展，在2019年，尤卡坦州政府制定了一个环境教育计划。该计划在整个沿海社区举办相关活动，向居民和游客宣传红石斑鱼的渔业管理以及禁渔期的重要性（Festival de la veda del mero/石斑鱼禁渔节）。美国环保协会墨西哥办公室不仅参与了这些活动，还与红石斑鱼研究网络合作组织了两次科学推广研讨会，向渔业社区介绍相关的工作。研究人员在科学推广研讨会上向渔民介绍了所有石斑鱼目标鱼种和鲷鱼的相关生物信息。

建立气候恢复力多物种渔业的未来工作计划

最终，通过上述努力，将综合监测和改进其他捕捞鱼种管理（超越单一鱼种管理）的迫切需求被确定为优先事项。目前已经开始开展部分目标鱼种的数据收集工作，并计划增加对所有目标鱼种的数据收集工作。所获得的数据将有助于开展更复杂的资源评估。优先事项的确定是针对适应和响应气候变化及其他影响开展管理规划的关键一步。

为了促进优先事项的确定，最近的一项研究确定了尤卡坦州在多方面存在知识差距。如可持续捕捞技术、市场和商业管理、认证和出口、渔业决策中如何考虑气候变化的影响，以及与红石斑鱼一起捕捞的所有其他物种的种群动态与利益相关者之间的联系（Pelcastre and García-Gutiérrez, 2021）。咨询委员会和研究网络将促进了成员和渔业利益相关者的联系，并创造机会来填补这些知识的空白。利益相关者团体目前正在制定一个红

石斑鱼渔业重建计划，旨在实施以前的达成共识的渔业管理策略，以阻止渔业资源的进一步衰退。渔业管理主体（尤卡坦州石斑鱼渔业咨询管理委员会和石斑鱼研究网络）已经承诺对所有相关物种的种群进行评估并制定管理策略。这些多方利益相关者参与对建立气候复原力渔业至关重要。（Bahri等人，2021年）

案例3：墨西哥锡那罗亚州多物种双壳类渔业

渔业特征

Altata-Ensenada del Pabellón (AEP) 是墨西哥锡那罗亚州渔业产量最高的沿海泻湖系统之一。锡那罗亚州也可以说是墨西哥政治上和社会上最重要的渔业州。它拥有全国最大的小规模渔业船队和工业船队，和重要的渔获物上岸量。锡那罗亚州也是墨西哥国家渔业和水产养殖委员会（CONAPESCA）总部所在地。自2012年以来，政府机构、非政府组织和渔民团体正在合作开发基于生态系统的多物种管理的可扩展模式——AEP泻湖系统。

AEP泻湖系统被认定为具有重大意义的拉姆萨尔国际重要湿地（RAMSAR，2008年），也是当地经济的核心，超过1600名获得捕捞许可的渔民在此作业，还有更多没有捕捞许可的渔民也在此作业。在AEP泻湖的四类渔业（双壳类、甲壳类、鲭鱼、鲨鱼和鳕鱼）中至少有24个物种被捕捞。根据渔民和船只的数量以及所产生的受益，虾是主要的渔业。其他的重要渔业为鲨鱼和鳕鱼、梭子蟹、有鳍鱼类和双壳贝类（即蛤蜊和牡蛎）。多物种双壳贝类渔业包括14个物种（补充表3），是重要的生计和商业渔业，允许在虾和蟹的禁渔期开放捕捞，从而提供就业机会和当地食物来源（表1）。只有牡蛎（*Cassostrea corteziensis*）和巧克力蛤（*M. squalida*）有禁渔期，其他贝类物种可以全年捕捞。

（DOF，2019）。在AEP泻湖系统获得许可的渔民中，许多人从事多物种双壳类渔业捕捞，37艘船有双壳类许可证。但统计总捕捞努力量仍然是面临挑战。

AEP渔业根据目标物种不同使用不同的渔具，包括陷阱、钩线、抛网、流网和手工船（船长大于10米）上的延绳钓(表1)。多物种双壳贝类渔业一艘手工渔船有三或四名船员，手工收集水深小于一米处的贝类。渔民通常用脚小心地找到蛤蜊，然后利用沟渠清除沙子后用网袋（"jaba"）收集。对于牡蛎来讲，渔民们使用称为 "gafa" 或 "rastrillo" 的渔具，它由两个耙子组成类似镊子/钳子，采集在水深超过2米的地方的牡蛎。在更深的地区，渔民通过自由潜水使用一个钢棒来撬岩礁上的双壳贝类(DOF，2019)。有些双壳贝类按不同分类进行管理。然而，由于现有管理的缺失，以及对一些双壳类资源的管理不力，导致一些物种被过度开发和其他物种缺乏管理。例如，巧克力蛤蜊(*Megapitaria squalida*)是

锡那罗亚州的一个标志性物种，产量从2006年到2014年下降了92%（CONAPESCA，2018）。

建立气候恢复力的多物种渔业管理工具和途径

2011年，渔业组织、州和联邦渔业管理人员、研究机构和非政府组织组成了一个工作组。该工作组在AEP泻湖系统的渔业管理方面展开合作，提高渔业管理对气候变化和其他影响的响应能力。随着时间的推移，工作组包括三个渔业联合会（两个妇女渔业合作社，以及来自墨西哥国家渔业和水产养殖委员会、国家渔业研究所的联邦代表），州级的渔业管理人员和一些学术机构和非政府组织。（补充表4）。

在合作之初，工作组的重点为双壳贝类渔业，一致认同开展多物种渔业管理有助于促进渔业的可持续性，并可能增加渔业应对气候的恢复力，工作组提出了双壳贝类可持续管理计划。2012年，国家渔业研究所扩大工作范围，为AEP泻湖制定了基于生态系统的渔业管理计划(EBFM)，以管理所有被捕捞的物种。

从2012到2019年，工作组在美国环保协会墨西哥办公室的协调下合作设计了AEP泻湖基于生态系统的渔业管理计划（FMP），旨在建立一个基于生态系统的、参与式的、可持续的气候恢复力渔业管理愿景和计划。该计划是一个包括虾、蟹、双壳贝类和有鳍鱼类的多物种渔业管理计划，可以为该地区成千上万的居民提供食物和就业。捕鱼不仅是一项经济活动，也是融入家庭传统的文化遗产的一部分。在多物种双壳类渔业中，该计划将巧克力蛤蜊（*Megapitaria squalida*）确定为一种非常有经济价值的物种，2018年之前是没有捕捞规定的，通过该计划推动其向可持续捕捞转型(DOF，2019)。

为了支持共同管理战略的发展，双壳贝类的参与性渔业管理计划已经建立了：(1)渔业管理咨询委员会和多利益攸关方泻湖系统的管理。(2)两个妇女渔业合作社，这两个合作社是通过渔业组织的培训活动并成为合法渔民的许可程序基础上成立的。(3)为当地渔业社区制定"Fortachones"领导力发展计划。(4)支持社区渔业监测和监管活动的共同管理人（COBI，2016；Tus Buenas Noticias，2017；Gobierno de México，2020）。

该计划还开展可持续管理的科学和经济相关工作，包括(1)收集AEP泻湖系统中收获的主要蛤蜊物种的科学信息，用于指导可持续管理的决策。(2)在双壳类渔民的支持下，实施捕捞生物监测计划。(3)有效地实施巧克力蛤蜊渔业改进项目（FIP），增强其竞争力和责任感（目前是为基本的FIP，评级为"B-良好进展"）。(4)进行市场分析，识别双壳贝类的增值机会（《渔业进展》，2021年）。

该渔业管理计划通过对AEP泻湖系统的参与式设计和实施促使建立多个渔业管理规定。通过渔业部门和非政府组织的协调，渔业管理当局在2018年设立了一个禁捕区，并在两年内全面禁捕，以恢复巧克力蛤蜊种群（DOF，2020）。

发展社区领导人和增加社会资本是开展这些活动的核心，也是关键的共同管理属性（Gutiérrez等，2011）。所成立的妇女渔业合作社在墨西哥是第一个；合作社成员包括双壳贝类的收获者，和其他参与储存和销售双壳贝类的人形成的法律实体，使经常被忽视的劳动力被认可。在"Fortachones"计划中，社区成员参加关于渔业法规、环境可持续性、检查和监督、市场和最佳渔业管理实践，沟通以及公共演讲的培训。在研讨会，该计划的参与者表示不仅获得了知识、增强了对当地渔业部门的信任和自信，还更积极地参与到渔业决策中。这些项目和当地领导者正在建立了持久的参与性程序。

2019年，国家渔业研究所发布了渔业管理计划(DOF，2019)，工作组继续通过不同的实施过程推进计划目标的实现。渔业管理计划的目标侧重于提高对物种状况的理解，制定适合每个物种的管理手段，以及AEP泻湖系统，并改善渔业社区的条件。

建立气候恢复力多物种渔业的未来工作计划

AEP泻湖渔业已经建立了一个有效的渔业管理系统，并得到了不同利益相关者的支持，这也是建立气候恢复力渔业的基础之一(Hilborn等人，2020；Bahri等人，2021)。接下来将为巧克力蛤蜊和三个相关的双壳类物种（*Chione californiensis*，*Atrina maura*，*Atrina tuberculosa*)设计具体的管理规定；通过对双壳贝类的组织学研究，确定其繁殖力和繁殖期；通过遗传学研究了解种群结构、幼虫扩散以及丰度趋势；实施社区监测计划以减少非法捕捞。还通过建立多物种双壳贝类的渔业改进计划（FIP），以增加市场准入和提高经济价值。

案例4：智利北巴塔哥尼亚土著人民考林（MCAIP）海洋滨海地区

渔业特征

考林土著人海洋滨海区（MCAIP）位于智利巴塔哥尼亚北部奇洛埃岛以北（图1）。考林MCAIP的面积为27.29平方公里，由考林MCAIP的Wiliche社区协会及领土范围内的12个其他职能组织共同管理（例如渔民联盟、岸上捕捞组织、潜水员、邻里委员会、旅游组织和其他土著社区）。2008年，MCAIPs最初为了保护沿海土著社区的用海风俗而建立

(Espinoza, 2016; Gissi et al., 2017; Hiriart-Bertrand et al., 2019)。MCAIPs是作为一种补充性的渔业共同管理制度出现的，其目标和范围比基于水域的使用权模式范围更广。除了注重保护当地的风俗外，MCAIPs将其范围扩大到保护和渔业管理目标上（Hiriart-Bertrand等人，2020年）。MCAIP政策为沿海社区提供了合法拥有当地海洋永久使用权的机会，从而使当地土著人的权利被边缘化后能得到恢复。这些权利赋予社区新的属性，使他们能够通过行政或管理计划的方式建立地方的行政机构和渔业管理计划，促进自然资源的整体可持续性。

考林渔业社区由58个潜水员，41个渔民，301个岸上捕捞者和6艘正式注册的捕捞渔船组成。(SUBPESCA, 2021; 表1)。在最近10年，考林已经报告了超过30种生计和商业渔业资源的渔获上岸量。在2020年批准Caulín MCAIP之前，渔业资源一直处于开放开发状态。该地区只有8种资源在国内和国际市场上具有商业价值，其他都是当地手工渔业资源。(subpesca, 2021)。

在商业性渔业中，主要的上岸渔获是Agarophyton chilense（Pelillo/红海藻，>1,400吨/年），Loxechinus albus（Erizo/海胆；>120吨/年，Ameghinomya antiqua（Almeja蛤蜊；>70吨/年），Sarcothalia crispata²⁰（Luga negra/红海藻；>30吨/年）。从国家层面上看Concholepas concholepas（Loco/智利鲍鱼）、Ostrea chilensis（Ostra/智利牡蛎）、Metacarcynus edwardsii（Jaiba marmola/智利岩蟹），以及Gigartina skottsbergii（Luga roja/红海藻），都是手工渔业，渔获量较低。其他上岸量更少的资源(<500千克/年；SERNAPESCA, 2019年），和没有商业重要性的物种都属于生计渔业（SUBPESCA, 2021）。虽然考林渔业的大多数物种在智利沿岸有广泛的地理分布，气候变化和过度开发的影响有可能导致当地的物种灭绝，严重影响到渔民的生计，以及土著和渔民社区的传统。

智利和世界上许多地方一样，生计渔业没有受到监测或进行渔业管理（Schumann and Macinko, 2007; Palomares and Pauly, 2019）。由于MCAIP治理具有重要的文化和传统成，制定和实施其渔业管理计划应同时考虑商业和生计捕捞。由于MCAIP的渔业管理是基于渔业水域使用权（TURF）的方法，智利法规制定了评估和管理纳入MCAIP渔业管理计划的每个资源的最低标准，需要对要开发的资源进行直接评估，或称种群评估，以及对配额分配的种群预测。这些方法已被广泛地应用于底栖生物资源管理和开发区

（AMERBs）的商业渔业管理，AMERBs的管理成本主要由出售资源所得的利润支付。在生计性渔业中，渔业可以提供食物、药材、或用于农业的肥料。（Hiriart-Bertrand等人，

2020。subpesca, 2021)。生计渔业收益不高，没有资金支持渔业监测或管理计划的实施。这些包含多种非商业性目标资源的多物种渔业不仅缺乏数据，还缺失决策和实施渔业管理措施的程序。

建立气候恢复力的多物种渔业管理工具和途径

2019到2020年间，在Costa Humboldt（一家智利的海洋保护组织）的技术支持和国家土著团体（CONADI）的资金支持下，MCAIP管理人员制定了MCAIP考林渔业管理计划，针对19种以商业和/或生计为目的的渔业资源实施共同管理。（SUBPESCA, 2021）。为了填补数据差距，该渔业管理计划采用了基于传统生态知识（TEK）的方法，包括多代人积累下来的人与自然界的知识（Berkes, 1999; Butler等人, 2012; Sánchez-Carnero等人, 2016; Berkström 等人, 2019）。传统生态知识的应用可以提供解决问题的多元化知识，以及多尺度的适应性治理网络，增强社会生态系统的恢复力。（Butler等人, 2012）。传统生态知识利用在有限的资金支持情况下收集，作为科学知识的补充（Berkström 等人, 2019年）。该计划的制定实现了高度参与，吸纳了从社区收集的传统生态知识，改善了生物/渔业取样和渔业管理措施的设计和 implementation。

针对MCAIP渔业资源的使用者（如土著团体、渔民联盟、海藻养殖业和其他地方组织，Costa Humboldt采用参与式、半结构化访谈和重点团体（补充文本3）方式，收集了MCAIP内目标物种的空间和时间分布的相关信息。此外，Costa Humboldt获得了该地区未报告渔业的历史数据（如种群变化、自然浅滩的消失或扩大、繁殖期和捕捞努力量），并通过与目标资源的资源评估结果进行对比分析，评估所获得信息的准确性。

Caulín社区的参与使所制定的渔业管理计划更具符合当地的情况，该计划涉及MCAIP 19种与商业和生计相关的渔业资源，以及一系列的渔业管理措施。有些措施来自于国家渔业法规的内容（第21.287号法律和细则），MCAIP管理者还提出了其他管理措施，这些额外的自愿措施展现了MCAIP管理者（即土著社区、渔民和其他利益相关者）的兴趣点所在，即确保捕鱼活动的可持续性。渔业管理计划所包含的具体措施包括：总可捕配额，季节性限制，最小渔获规格、保护过度开发种群的禁渔期，捕捞方法和渔具规定，触发捕捞控制的最低资源密度，以及禁捕区（补充表5）。建立由当地社区管理的限制区或禁捕区是对整个国家来说是一个创新举措。MCAIP建立了四个禁捕区（>1.5平方公里），面积达到MCAIP的5.5%以上。建立这些禁捕区的目的是保护根据传统生态知识确定

的对当地生物多样性和鱼类资源保护至关重要的栖息地。海带林和海胆和蛤蜊的育幼栖息地是禁捕区的保护目标。

建立气候恢复力多物种渔业的未来工作计划

利用渔业管理部门提供的各种工具，MCAIP Caulín渔业管理计划同时确立了单一物种和多物种的管理措施。由于多鱼种管理的复杂性需要在地方范围内开展密集的推广计划，以确保和促进管理措施的实施。其中一部分工作是始于参与性活动，最后形成渔业管理计划。但在接下来的几年实施过程中，需要继续向当地社区提供技术支持，以确保渔业管理计划的成功实施。还必须不断地监测管理措施的有效性，并根据观察到的结果进行调整。反过来，渔业管理计划提出绩效指标和参考点，促进MCAIP渔业的适应性管理。渔业管理计划提出绩效指标和参考点，促进MCAIP渔业的适应性管理，如FISHE(补充图1)。在与Costa Humbolt合作之前，MCAIP在当地是一个没有详细的生物多样性或海洋学条件的特征的地理区域。多利益相关者的合作和由此产生的渔业管理计划确立了气候变化适应计划的设计基线。作为第一步，气候变化适应战略需要(a)对适应的捕捞规定进行持续监测（每2年一次），(b)确保更具的渔业和社会经济系统，可以经受住未来的变化。

像MCAIPs管理的沿海渔业，沿海渔业是受气候变化影响最大的部门之一。

Palomares and Pauly,2019)。MCAIP 考林包括河口和峡湾地区，预计将经历更多的极端影响（Kennedy, 1990;Roessig等人，2004）。多物种渔业的共同管理制度可以通过减少对影响最严重的资源的捕捞压力，关注更具恢复力的物种，为MCAIP渔业系统提供更好的适应性和社会恢复力。

案例5：古巴多物种鳍鱼渔业管理

渔业特征

在古巴，渔业是食物、收入和生计的重要来源。大部分的渔业产自由高生物多样性的红树林、海草和珊瑚礁构成的沿海地区，沿海区域提供包括渔业在内的重要生态系统服务价值（Kritzer 和 Liu, 2014）。古巴周围的热带水域物种非常丰富，被渔业利用的物种超过150多个不同物种（Valle等人，2011年）。根据上岸渔获可分为鱼类（例如，鳍鱼、鲨鱼和鳕鱼）、龙虾、虾、软体动物和海参，以及其他资源。鱼类占总上岸量的最大部分（62%），但是从经济价值来看，刺龙虾和虾经济价值最高。（Claro et al., 2001）。古巴的船队是非常多元化，由大约9500艘船组成，可以分为三类：国有船队、私人船队和休闲

船，只有前两类是商业化运营。在国有船队中，385艘船的船长在15至20米之间，以多种渔业为捕捞目标，占鱼种总产量的90%（表1）。私人船队由3603艘较小的私人船只组成，大多数船长小于15米，只有严格按照与国有公司签订的合同，进行鱼类渔业的商业捕捞。大多数私人船只在其母港附近作业，但却没有水域的使用权（TURF）。最典型的渔具是围网、刺网、陷阱、底层和水面延绳钓以及钩钓。固定网或三重刺网在2008年禁止使用，2012年禁止使用拖网（Puga等人，2018；表1）。

古巴有很多渔获物上岸港口，加上丰富多样的渔船类型、渔具和目标鱼种，使得建立和实施监测计划，估计捕捞努力量、基准点和资源状况变得困难。以前的状态评估主要局限于对渔业、所有物种或者某些物种或群体的系列渔获物趋势的描述(Baisre, 2000, 2018; Claro et al., 2001, 2009; Valle et al,2011)。因此，只有很少的管理措施被应用到多种渔业，如法定的最小规格、繁殖期的季节性禁渔和渔具限制。(Valle 等人，2011; Karr 等人，2017; Puga 等人，2018；表1)。也有例外，为在巴塔巴诺湾产卵聚集期的巴哈马笛鲷（*Lutjanus synagris*）制定了最大可捕配额。还有一项保护鲨鱼和鳐鱼的国家行动计划（PAN-Tiburones, 2015）。

古巴已经采取了必要的步骤来实施基于生态系统的渔业管理（EBFM）。研究机构（如：渔业研究中心，CIP）和管理（如：食品工业部，MINAL）机构通过能力建设和开发国际项目接受基于生态系统的渔业管理方法。这些工作促进了对易于受到捕捞活动和其他利用方式影响的沿海社会经济系统的评估，通过建立和管理全岛的海洋保护区MPA网络，为建立特别管理区提供信息(Kritzer and Liu, 2014)。

遗憾的是，在过去的30年里，有鳍鱼渔业已经衰退。总体来看，捕捞趋势经历了两个阶段，20世纪50年代至80年代的上升期，随后一直到现在明显下降期(Valle et al., 2011; Baisre, 2018)。Baisre(2000)，由此可见古巴渔业的平均营养水平和平均渔获量规格都已经在降低。有研究估计20%的渔业资源已经被完全开发，75%被过度开发，5%已经崩溃（Baisre, 2018）。

尽管过度捕捞是影响古巴低渔获产量的最重要因素之一，但也存在非捕捞因素的影响，而且有些影响是不可逆转的（Baisre, 2000）。这些影响包括气候变化（Claro等人，2009年）和河流筑坝等活动（Baisre and Arboleya, 2006; Puga et al,2018）造成的环境变化、农业实践的改变（Baisre, 2006）、沿海地区的发展和旅游业的增加（Claro 等人，2009）。Puga 等人（2013）认为，在种群评估和管理战略的制定过程中应该考虑古巴沿海生境退化。一方面潜在的过度捕捞和有害的非捕捞影响古巴渔业捕捞量的显著下降。另一

方面，对于古巴的多物种渔业，单鱼种的渔业管理为重建过度捕捞种群提供的方案有限 (Claro et al., 2001)。此外，最近的研究 (Gerhartz-Muro等人, 2018; Puga等人, 2018; Alzugaray等人, 2019) 表明有非法捕捞已经导致了渔业资源的减少和持续的过度捕捞。

建立气候恢复力多物种渔业管理工具和途径

古巴在2020年颁布了新的国家渔业法。该法律明确了恢复鱼类种群的必要性，并要求以科学的管理措施为指导。渔业法规定渔业资源的管理应遵循资源养护、可持续利用、预防方法、实施科学-技术标准、和保护生态系统的原则，并符合国家和国际标准以及粮食安全和国家主权原则 ("渔业法", 古巴共和国, 2019)。

为了推进新渔业法所要求的科学原则，很多工作已经被开展。在2015-2016年，开展了生产力-易感性分析 (PSA)，以确定研究和管理措施的优先事项，进而增强古巴鳃鱼渔业的可持续性。该工作首先分析鱼种对过度捕捞的脆弱性，其次是对古巴四个捕鱼区中的每个物种进行脆弱性排序，最后将最脆弱的物种列为优先考虑对象，并针对脆弱的物种开展数据收集、资源评估或者保护和管理干预 (Puga等人, 2018; EDF, 2021a)。一个由古巴的主要科学和管理机构构成的多机构工作小组使用了由Costello等人 (2016) 开发的

"Upside" 生物经济模型方法，该模型基于生物和经济信息以及管理问题，全面分析可持续渔业管理的潜在效益，9个优先物种的初步分析结果 (补充表6) 表明：这些种群都已枯竭，其中大部分正经历着过度捕捞。该模型预测可持续渔业管理可以增加渔业的收益和生物量 (Alzugaray等人, 2019)。该工作还考虑了来自国有和私人船队所估计捕捞死亡率以及非法捕捞等古巴的具体情况。

科学家们在这些初步成果的基础上，正在对34个鱼种开展气候恢复力和科学管理工作，这34种渔业在多物种渔业的总产量、脆弱物种和最大经济重要方面占比最高 (补充表6)。此外，这些初步结果有助于划分种群综合体 (鱼篮)，即根据不同的生物和捕捞作业特征形成的相关物种群，从而避免连续枯竭和优化产量。工作组还计划将气候变率纳入长期的生物量、捕捞量和经济效益预测中。

实现可持续渔业管理的另一个基本工具是学习网络，学习网络是一个涉及所有关键利益相关者的能力建设平台，处于不同渔业管理阶段，不同机构和捕鱼社区之间可以进行交流和合作。多物种渔业管理问题和解决方案已成为大学课程和社区工作坊的一部分 (Morón等人, 2019年)。

在2018年和2019年，一个面向全国所有省份的研究人员、资源管理人员、保护工作者和渔业工人的“可持续渔业管理”的大学短期课程开放（EDF，2021b）。该课程为渔业相关专业人员提供了渔业评估的工具和模型，分享了单一物种管理的成功案例，强调了多物种渔业管理面临的问题，评估了主要的环境问题，并强调基于生态系统（EBM）方法的重要性。学员在课程中使用真实数据进行了鲭鱼种群评估，练习将鱼篮方法在多物种渔业的应用。学员们还为东北渔区的六个物种制定了管理计划草案。

2018年的渔民论坛和鲭鱼研讨会上，来自10个渔业社区的代表对多物种渔业中涉及的不同物种的脆弱性和现状的科研成果进行审查（Morón等人，2019年）。他们还通过“捕鱼游戏”等活动，尝试建立不同的“鱼篮”，并一起讨论当前渔业管理的问题以及可能的解决方案。（EDF，2021c）。在研讨会上，科学家、资源管理人员和保护专家与渔民一起讨论可能的管理策略，并收集渔民的意见和建议。

建立气候恢复力多物种渔业的未来工作计划

渔业研究中心（CIP）和工作组计划将气候变化的影响纳入渔业生物经济模型和未来学习网络活动的讨论中。MINAL和CIP将继续让渔民和捕鱼社区参与多物种渔业管理，并考虑根据物种的栖息地和所使用的渔具，以及共同捕捞的鱼种进行物种归类。利益相关者和渔业管理者将每个鱼篮选择指标鱼种，并根据指标鱼种的其商业和/或社会重要性发布捕捞控制规则，进而影响到鱼篮中的其他鱼种。使针对一个或多个指标鱼种的管理能够影响到其他所有鱼种。这个过程需要利益相关者的高度参与和对适应性管理的设想，因为不同的物种对气候变化和捕捞控制措施影响的响应是不同的。适应性管理是气候恢复力渔业的另一个关键基础（Bahri等人，2021年）。在不确定性面前，鱼篮方法不可能制定完美的管理战略，气候变化存在大量的不确定性，因此，适应性管理是一个重要的工具。

案例6和案例7：智利被遗忘的渔业：胡安费尔南德斯群岛和德斯温特德群岛（6）和洛斯里奥斯地区（7）

渔业特征

2013年，智利通过了国家渔业法，将共同管理作为开放水域可持续渔业管理的主要方法。（Orensanz 和 Seijo,2013；Roa-Ureta等人，2020）。根据更新的渔业法，管理委员会制定的管理计划建议，包括建立本地化的治理方式，和对划定区域的排他性准入制定。

管理委员会由渔民和行业代表组成，由渔业和水产养殖部副部长领导（SUBPESCA），渔业发展研究所（IFOP）和渔业执法部门提供支持（SERNAPESCA）。另外每个渔业指派一个科学技术委员会，进行绩效分析，以及为每个管理计划设定配额。

就全球大型渔业的出口而言，智利全球排名第11位（粮农组织，2020年），主要出口鱼种包括鳀鱼、竹荚鱼和沙丁鱼，年上岸量分别是744,240吨、465,962吨和320,147吨（SERNAPESCA,2019年）。与其他顶级渔业生产国一样，政府更重视大型渔业，会建立年度研究监测计划和管理计划。

无论是自上而下的政府管理或利益相关者的共同管理，数据限制都是建立适应性和可持续渔业管理面临的主要障碍。在智利，大规模渔业管理数据的收集由政府支持，政府对小规模渔业(SSFs)的关注很少。由于缺乏资源丰度、渔获量和努力量，以及生物参考点的数据，导致渔业法规和管理计划的缺失。智利的小型渔业位于距离海岸12英里范围内，年上岸量在30至3000吨之间。每个渔业都承担着生计食物来源、维持文化传统，促进以渔业生计为主的地方经济的责任。但在智利，这些渔业却是被遗忘的渔业。胡安-费尔南德斯群岛（JFA）和德斯温特德群岛（DI），以及洛斯里奥斯地区（图1）的利益相关者正在为这些遗忘的渔业制定管理计划，以改变当前的情况。

胡安-费尔南德斯群岛（JFA）和德斯温特德群岛（DI）地理位置偏僻，具有独特的海洋和陆地物种。自从19世纪90年代被殖民以来，居住在这些岛屿上的当地社区大多是渔民家庭，以捕捞刺龙虾(*Jasus frontalis*)为生，（Arana, 1987; Ahumada and Queirolo, 2014）。龙虾渔业一直是并且仍然是这些岛屿的传统渔业(Ernst-Elizalde等人, 2010)。黄金蟹（*Chaceon chilensis*）、唇指鲈（*Nemadactylus gayi*）和黄尾琥珀鱼（*Seriola lalandi*）最近已成为重要的经济物种。（Ernst-Elizalde等人, 2020）。龙虾在智利有很高的经济价值，以出口为主。该渔业已经处于正式和非正式的法规管理之下，包括季节性禁渔期、性别和规格限制以及保有权制度，每个渔民或渔民家庭成员拥有几个捕鱼地点(Ernst-Elizalde等人, 2010)。这些渔业管理规定使赢利的捕捞业持续了120年，而且这些岛屿也成为可持续渔业管理的典范(Ernst-Elizalde等人, 2020)。当地渔业社区的自下而上发展和管理方式，以及世界上最大的多用途海洋保护区（国家地理, 2015年; Mongabay, 2019; Ernst-Elizalde等人, 2020），为国际渔业管理提供了参考。

龙虾的捕捞季节始于10月1日，到来年的5月14日结束，有272名渔民和72艘渔船。自2006年以来，手工渔业登记已经关闭，再没有新的渔民被允许进入该渔业。捕捞龙虾的渔

民使用一些当地的物种作为鱼饵如胡安-费尔南德斯鲆(*Pseudocaranx chilensis*), 几种海鳗 (*Gymnothorax* spp.), 唇指鲈(*Nemadactylus gayi*), Englert's scorpionfish(*Scorpaenodes engleri*), 长鳍菱牙鲷(*Caprodon longimanus*), jerguilla(*Girella albostriata*), Yellowtail amberjack (*Seriola lalandi*), Juan Fernández pampanito(*Scorpiis chilensis*), and 胡安-费尔南德斯石首鱼(*Umbreena reedi*)。一些物种属于胡安-费尔南德斯群岛 (JFA) 和德斯温特德群岛多物种渔业被遗忘的鱼类; 不仅没有被监测, 还缺乏对种群状况的评估和管理计划。

在洛斯里奥斯地区, 辐鳍鱼 (*Thyrsites atun*) 是从科金博海岸线向南到洛斯拉戈斯 (即第四至第十管理区) 的捕捞目标鱼种, 辐鳍鱼也是被遗忘的鱼类, 在2019年渔获物上岸量达到1,805吨 (Sernapesca, 2019), 辐鳍鱼也是重要的传统生计渔业, 由船长小于12米的渔船组成手工船队, 渔民使用手线捕鱼, 并保持着帆船的传统。在洛斯里奥斯地区, 有3818人从事辐鳍鱼捕捞, 包括1971名渔民和657艘船; 然而, 在2019年, 只有296艘船在开展捕捞作业 (Lobao-Tello等人, 2016; 表1)。该渔业缺乏渔业生物学数据。2018年, 智利政府正式承认辐鳍鱼为一种渔业, 启动了正式的渔业管理框架进程, 让利益相关者参与制定管理计划, 使利益相关者参与渔业管理和监管过程。洛斯里奥斯地区其他被遗忘的鱼种有Patagonian blennie (*Eleginops maclovinus*)、corvina drum (*Cilus gilberti*), 智利银鱼 (*Odonthestes regia*), 奇努克鲑鱼(*Oncorhynchus tshawytscha*), 细长金枪鱼(*Allothenus fallai*), 和竹筴鱼 (*Trachurus murphyi*)。利益相关者支持将所有这些物种纳入多物种渔业的管理目标, 因为这些鱼种与辐鳍鱼使用同样的渔具, 在同样的渔场作业。

建立气候恢复力的多物种渔业管理工具和途径

2017年, 一个由渔民、政府官员、学术界、非政府组织和顾问合作成了智利小型渔业学习网络, 该学习网络是对智利小型渔业分析后建立的。主要分析工作包括水域使用权 (TURF)、土著人民的海洋和沿海地区 (MCAIP)、开放准入管理计划以及被遗忘的渔业。通过分析评估了小型渔业在全国范围内面临的主要挑战和存在的差距, 包括全国利益相关者的分布信息, 包括与渔民、政府官员、学术研究人员、非政府组织人员和顾问的访谈 (Osman, 2016)。因此, 智利的小型渔业学习网络是由这些利益相关者共同建立的, 以合作分析与近岸手工渔业相关的问题, 找到问题的解决方案, 增强渔业的能力为目标。(RDA, 2021年)。学习网络的目的是团结社区和鼓励来自不同背景的参与者之间的合作,

自2017年以来，学习网络已经组织了多次能力建设培训（RDA，2021），涵盖不同但相互关联的主题，如共同管理、非法捕捞、价值链、沟通和领导力、监测和数据分析，以及环境影响和恢复力。在智利，该学习网络建立了渔业内部和跨渔业和地理范围的利益相关者之间的互动和联系，还促成了新的倡议（例如，妇女在手工作业中的作用、领导力、被遗忘的鱼和价值链等）。

在胡安-费尔南德斯群岛（JFA）和德斯温特德群岛（DI）地区，胡安-费尔南德斯渔民协会正在制定全岛第一个气候恢复力的多鱼种渔业管理计划，涵盖43种被遗忘的鱼类物种（补充表7），包括许多维持气候变化恢复力至关重要的地方性物种。胡安-费尔南德斯渔业社区认识到作为龙虾饵料的被遗忘的鱼类不仅对当地食物来源非常重要，也是吸引国内和国际旅游业的重要因素。2019年，渔业社区、政府、学术界和非政府组织发起了一个多方利益相关者的、适应性的、科学评估程序，运用综合资源和栖息地评估框架

（FISHE）（美国环保协会，2021a，补充图1）。多方利益相关方的FISHE工作组确定了43个物种（补充表7），并将这些鱼种分为6个鱼篮进行管理：商业中上层鱼、商业底层鱼、沿海商业鱼、饵料鱼、章鱼、海鳗和其他鱼种(补充图2)。到目前为止，该工作组针对每个鱼篮制定了生物、社会和经济目标，并为胡安-费尔南德斯群岛和德斯温特德群岛整个的多物种渔业建立了一个统统的愿景目标。

在洛斯里奥斯地区，三个主要的渔民联合会(FIPASUR、FEPACOR和FEPACOM)，代表超过1500名渔民已经开始合作制定六种被遗忘鱼类的多物种渔业管理计划（补充表7）。为了了解辐鳍鱼渔业面临的主要挑战和存在差距，这个多利益相关方团体参加研讨会，建立共同的渔业愿景和目标，开始制定渔业管理计划。多利益相关方小组主要关注的是作为单一物种管理的辐鳍鱼渔业管理，还有一个共同的目标是建立包括与辐鳍鱼一起捕获的其他物种的多物种渔业管理计划。

建立气候恢复力多物种渔业的未来工作计划

预防性方法是将不确定性纳入决策的基本内容之一。对不确定性和未知因素的考虑也是建立气候恢复力渔业的基础（Bahri等人，2021）。为了评估影响渔业可持续性的优先问题，包括外部因素响和与气候变化相关的脆弱性，需要在管理周期的初始阶段采用生态系统风险评估方法开展预防性活动。在2021年，为了了解气候变化对生态系统和渔业的影响，为多物种渔业管理计划提供信息，胡安-费尔南德斯群岛和德斯温特德群岛利益相关者小组利用生态系统风险综合评估（CARE）工具开展了生态系统风险评估（Battista等

人，2017；EDF。2021a)。在洛斯里奥斯地区，利益相关者正将与辐鳍鱼一起捕捞的物种纳入管理计划。针对两种被遗忘的鱼类渔业明确气候恢复力对渔业数据收集、新科学和管理意义，包括进行风险评估（如CARE分析）和确定监测和管理目标，以适应不确定性和未知因素。

经验教训

这些案例研究描述了向多物种渔业监测、管理计划的制定和实施转型渔业所处的不同阶段，从墨西哥的差距分析、风险诊断和管理需求的优先事项，到古巴和智利的更全面的多物种渔业管理设计。有些案例研究（1、2和5-7）侧重更综合的监测和数据收集(表2)。每个渔场都在调整历史监测，以适应更全面的气候恢复力数据需求。例如，在案例1和2中，目前的生物工具只监测少数物种，例如红石斑鱼、章鱼和龙虾。这些生物工具缺乏对生物量变化的监测，90%的上岸渔获没有足够的信息来支持法规和管理计划的制定（表2）。下一步将是对各种目标物种进行监测，以了解这些目标对气候变化的响应。为了预测气候变化引起的渔业资源分布和生产力的变化，需要针对每一个渔业实施综合的监测计划，进而避免渔业的危机管理，促进渔业规划（Fujita，2021）。

几乎所有的案例都把治理的多中心化，建立更好的沟通渠道，多利益相关者参与（案例2-7），制定规划与参与（案例1-7；表2）作为优先事项。治理的多中心化可以通过社会工具实现，如多利益相关者的工作组和委员会、没有足够代表性群体的合作社、和参与性监测。最常见的治理工具是向全面监测和参与发展的渔业的共同管理（表2）。

尽管这些渔业采用了各种工具和途径，以避免资源的连续枯竭，维持渔业的可持续产量，但都是依赖参与性进程增强对多物种渔业管理重要性和克服数据限制方法的认识。包容性和参与性决策是实现社会公平的渔业治理系统的关键（Bennett等人；2021）。在这些案例中，其他考虑因素大致符合良好治理的理想和原则（Borrini-Feyerabend and Hill，2015）。这些考虑包括在决策过程中提高地方的能力、透明度和信息的可得性、决策，和拓宽利益相关者的意图，以及各种问责机制（表2）。案例5（古巴）、案例6（智利胡安-费尔南德斯群岛和德斯温特德群岛）和案例7（智利洛斯里奥斯地区）阐述了一种相对较新的多物种渔业管理方法，该方法从种群综合体（鱼篮）的概念衍生而来。尽管案例5、6和7是目前唯一采用鱼篮方法的例子，许多其他案例有兴趣将鱼篮方法纳入未来从单一物种过渡到多物种管理的阶段。对这些渔业来说，过渡到鱼篮方法是相对容易的，因为在开

始制定渔业管理计划时，作为最重要的步骤——利益相关者参与（收集数据、目标制定等）已经在实施。

唯一一个从管理计划制定阶段发展到实施阶段的案例是智利MCAIP 考林案例（SUBPESCA，2021）。多年来，许多渔业一直在努力从单一物种政策和管理进程向多物种渔业管理转型。激励主动规划、利益相关者沟通和参与、提供适当的数据工具（例如，EDF，2021年b）等机制是推进渔业管理从计划制定到实施的最受欢迎的资源。这一过程不仅需要相关知识支持，如支持评估的监测和数据收集的计划，还需要随着时间进行调整，提高实施行动和管理计划的能力和确定性。

海洋生态系统和渔业如何应对气候变化的确定性是无法保证的，通过展示使用共同工具和制定气候适应性渔业管理发展路径的渔业案例，可以提高在不同的环境和治理背景下向气候恢复力渔业管理转型的渔业的确性。每个案例已经完全或开始通过以下方式将气候恢复力渔业管理纳入渔业管理计划的制定过程中：(1)有效的渔业管理制度，(2)采用参与性过程，(3)在规划或实施阶段加入预防行动，以及制定一个(4)适应性渔业管理计划 (Bahri等人；2021)。这些案例正在使用类似的工具和途径来实现气候恢复力。

表2 渔业管理挑战的描述，工具（例如生物、社会 and 治理）以及应用到每个多物种渔业的科学途径。

渔业	挑战	工具			路径
		生物学	社会	治理	
1) 墨西哥尤卡坦半岛商业渔业	尤卡坦半岛渔业主要面临过度开发相关的问题，包括非法捕鱼活动(不遵守捕捞配额、禁渔期间捕鱼)，捕捞努力量不受管制并增加，政府协调监督的能力差，政府和捕鱼团体之间的互动有限等	针对少数物种开展监测、评估和管理。（如红石斑鱼、章鱼和龙虾）。该地区90%的上岸物种信息缺乏，难以支持法规和管理的制定	新分类情况下的渔业管理行动社会性的安排和合作计划的安排	开展社区分类，根据捕捞产量、物种构成、捕捞努力量和经济特征将22个社区的小规模多鱼种渔业分为三类	跨学科多放合作：多方利益相关者合作收集每个物种的生物数据、上岸量数据，和社会经济信息，以解决当地多鱼种渔业面临的区域和社区层面的复杂问题
2) 墨西哥尤卡坦州多物种鲭鱼渔业	尤卡坦半岛管理制度只关注高经济价值的商业物种。所有管理、研究和监测以及规定都集中于红石斑鱼；然而，发生在同一地区的渔业或是相关的物种很少被优先考虑，缺乏促进可持续渔业和生计的战略	只开展红石斑鱼的监测、评估和管理	纳入关键的利益相关者群体：发展科学合作伙伴，开展能力建设活动，渔业部门的有效参与	设立州渔业部，恢复尤卡坦州渔业和水产养殖委员会，并成立管理咨询和航海委员会	多利益相关者合作委员会和管理计划。重点关注渔业可持续发展的社会、经济和环境准则

<p>3) 墨西哥锡那罗亚州多物种双壳渔业</p>	<p>政府部门、非政府组织和渔民团体共同开发基于生态系统的AEP泻多物种管理的扩展模式，从而加强渔业法规并减少双壳类资源的管理缺陷</p>	<p>连接社区和市场分析的社区监管，非政府组织和国家渔业科学协调开展巧克力蛤蜊改进项目</p>	<p>成立女性渔民合作社，建立地方捕捞社区的领导力发展项目</p>	<p>共同管理：建立泻湖多利益相关方的渔业监管咨询委员会。设立禁捕区/捕鱼避难区，并在两年内全面禁止捕捞目标鱼种</p>	<p>针对AEP的所有物种和渔民，多利益相关方设计并实施基于生态系统的管理计划。最终由一个单一物种渔业管理计划转变为以科学为基础的、适应的多物种渔业管理计划</p>
<p>4) 智利北巴塔哥尼亚土著人民考林海洋滨海地区</p>	<p>多样的非商业目标物种的生计多物种渔业。由于监测资金不足，数据贫乏使得决策以及政府要求的管理措施都难以实施</p>	<p>资源评估与传统生态知识相结合，进行当地物种分布模型的开发；主要是使用参与式和半结构化访谈方式来收集目标物种的空间和时间分布的相关信息</p>	<p>根据重点分组，通过参与式和访谈的方式获得的结果进行验证和调整</p>	<p>考林土著人海洋滨海区保护传统土著人习惯性的捕鱼方式。与当地利益相关者一起开发渔业共同管理系统。认可当地制定渔业管理和养护战略的治理体系</p>	<p>地方性的推广计划是需要参与式的渔业监测和多鱼种渔业管理计划绩效评估。周期性的评估需要技术支持和当地社区参与，保障管理措施的实施和绩效指标评估</p>

<p>5) 古巴 多物种鳍 鱼渔业</p>	<p>遵循国际和国家标准以及粮食安全 和国家主权的原則，在保护、可 持续利用、预防方法、执行科技标 准和保护生态系统的原則下，开 展渔业资源管理</p>	<p>数据有限的资源评估工具。例如， 目标鳍鱼物种的生产力-易感性分 析和模型。多方利益相关者发展， 使用鱼篮来管理多鱼种渔业</p>	<p>多机构的工作组（主要科学和管理 机构以及EDF）和主要利益相关者 学习网络，包括“渔民论坛”和 “鳍鱼研讨会”。针对10个渔业 社区的代表开发的渔业科学和管 理的短期课程</p>	<p>在设计鱼篮和多鱼种渔业管理方面 与渔民和社区加强合作</p>	<p>多方利益相关者（例如政府、渔 民、学术界和工业界）设计和实 施“鱼篮”的多鱼种管理计划。从 监测和管理极少数物种过渡到以 科学为基础和适应气候的多物种 渔业管理计划</p>
<p>6) 和 7) 智利 被遗忘的 渔业</p>	<p>在智利被遗忘的渔业中，利益相 关者之间的交流微乎其微，无论 是通过自上而下的政府管理还是 利益相关者的共同管理，都没有 用于开展适应性多物种渔业管理 的数据和资源</p>	<p>FISHE数据有限评估工具。例如 生产力-易感性分析，目标鳍鱼物 种的生态系统进行风险综合评估， 多方利益相关者开发和使用鱼篮 来管理多鱼种渔业</p>	<p>多机构工作组（主要科学和主管 机构、渔业社区/渔业联合会和 EDF）；关键利益相关者的渔业 学习网络；支持渔民制定渔业管 理计划</p>	<p>增加渔业社区之间的沟通和参与， 以及发展鱼篮和多鱼种渔业管理</p>	<p>渔业社区利用鱼篮的方法，设计 出具有气候适应性的渔业管理计 划。提高对监测和数据收集重要 性的认识和可实现性，最终支持 渔业的评估和管理</p>

鱼篮：一个气候恢复力多物种渔业管理的替代方法

在过去的十年中，在克服对管理多物种渔业系统缺乏了解的关键科学挑战方面已经取得了进展，首先是开发和实施了数据有限的评估和管理方法（如FISHE，Fujita等人，2013年；EDF，2021a；补充图1；AFM，McDonald et al，2017；McDonald等人，2018和FishPath，Dowling等人，2016）。使用指标物种、种群组合或基于分层级的多物种渔业管理方法很有希望的(Cope et al., 2011; Ulrich et al., 2012; Newman等人，2018年)。此外，多物种渔业“产量不错”的概念提供了一种为具有不同生产力水平的多个物种设定目标产量的方法，从而实现最大可持续产量（Hilborn，2010）。但是这些方法还没有被广泛的应用到小规模渔业，以及数据、治理和资源有限的渔业中。

种群组合（例如，Cope等人，2011年；NOAA渔业，2019年）和指标物种（Newman等人，2018年）是一种管理多物种渔业的方法，经常被应用到数据丰富，高度治理能力的渔业系统中。同样地，层级方法有助于渔业管理从数据收集到管理进行分类（例如，Ulrich等，2012；Salas等，2019）。种群组合和分层是将具有类似的地理分布、生活史、开发模式和脆弱性的物种进行分组，作为一个独立的单元进行管理。指标物种是从每组（单元）中选出的可以替代类似物种进行可持续性风险评估的“指标”物种。所给出的案例表明：由利益相关者的需求驱动的参与性过程和数据有限的评估方法，在资源较少的治理背景下，可以使多物种渔业的管理更加透明和可操作(EDF，2021a；补充文本1)。

无论采用哪种多物种管理方法，都需要建立一个机制，考虑当前和未来气候变化对渔业的影响，将科学指导转化为基于科学的气候恢复力的机制(Barange等人，2018)。许多渔业尚未对气候变化导致的鱼群分布进行预测，不能为渔业管理提供科学指导。在此，我们提出一种新的多物种管理方法，该方法整合气候预测、种群组合、指标物种和参与性过程形成一个框架，即使在没有足够的 数据、资源和管理的渔业也可以应用（鱼篮方法）。

作为综合种群和生境评估框架(FISHE)的一部分(EDF，2021a)，鱼篮方法从“气候分析”开始。为了预测渔业目标种群的分布和生产力的变化并制定规划，需要开展气候影响的当前预测（如AquaMaps；Kaschner等人，2010年），还需要有关生理耐受、行为倾向和生态需求的科学和专家知识。FISHE还包括数据有限的工具，用于评估气候变化对支持渔业的生态系统造成的风险(Battista等人，2017年)以及评估目标物种的气候脆弱性。

（基于Hare等人，2016）。这些工具输出的结果可以被应用到基准点、捕捞控制规则和捕捞控制措施中，用于在FISHE过程汇总解释气候的影响(EDF，2021b，补充文本2)。

鱼篮方法还包括数据有限的方法，用以快速评估多物种渔业中所有种群对过度捕捞的脆弱性和资源枯竭/健康状况（EDF，2021a）。这两种措施首先是将具有相似脆弱性、资源开发影响和种群状况特征的物种进行分组，最后由利益相关者根据社会、经济和生态需求决定哪些物种应该分到哪组，这是确定种群组合（鱼篮）进行管理的重要步骤。先从每个鱼篮选出可以代表每个鱼篮或生产力最低物种，或气候变化脆弱性最高（取决于风险耐受度或其他因素）的指标物种，之后利用现有数据和专家知识开展综合评估。（补充文本2）。每个指标物种的参考点、捕捞控制规则和捕捞控制措施可以从多指标的、气候准备型的、适应性管理框架（如FISHE）获得（EDF，2021a；图2）。

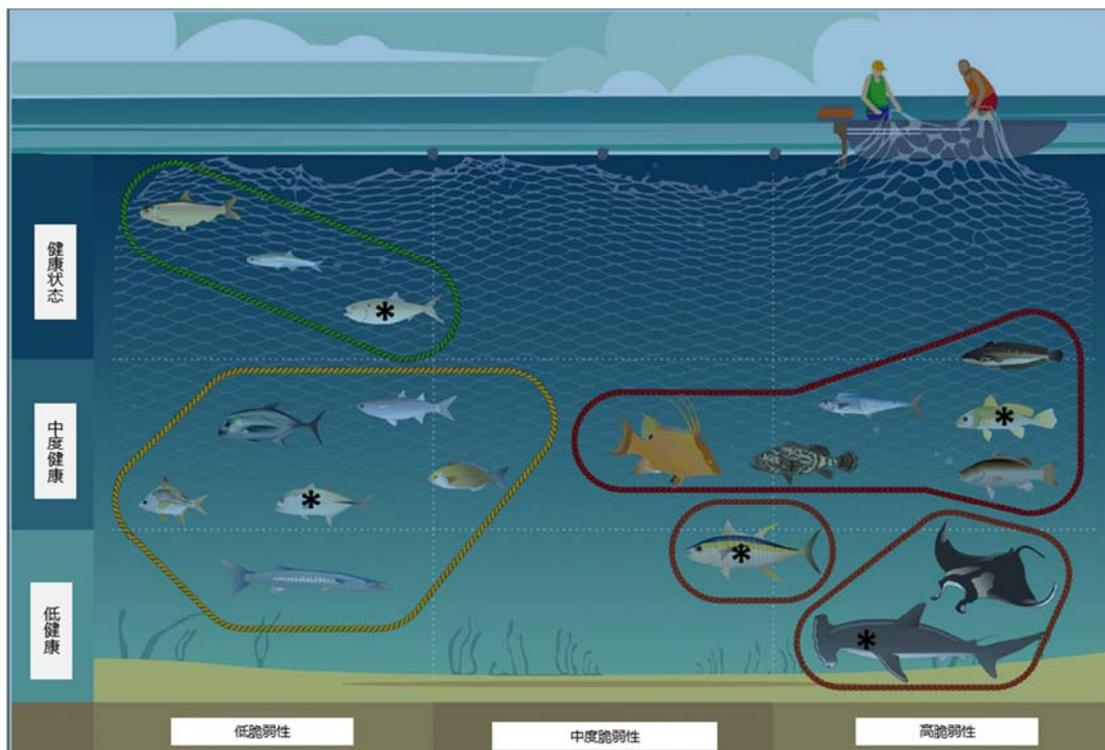


图2 根据对过度捕捞的脆弱性（高、中、低）和状态（差、中、健康）的相对估计的代表性鱼篮

每个物种被放入一个优先管理鱼篮；绿色代表低度，黄色代表中度，红色代表高度（优先），每个鱼篮标记星号的为指标物种，用以指导监测、评估和监管实施（© QualiComunicación，2021）。

向多物种渔业管理转型

小规模多物种渔业如何转型为以科学为基础的具有气候恢复力的渔业管理？虽然案例中描述的渔业还没全面的实施多物种渔业管理，但它们都在朝着这个目标前进。案例中介绍的管理方法可以促进多物种渔业管理的发展，包括交流和能力建设网络(例如，学习网络、渔民研讨会；Jenkins等人，2017年)、基于社区的渔业监测、生物经济模型、领导力和女性渔民发展计划、认可和使用传统生态知识以及鱼篓方法（表2）。

鱼篓方法是由地方利益相关者设计的，以克服传统多物种渔业管理挑战（缺乏数据和科研能力）的方法。通过简化评估和管理程序，阻止资源连续枯竭，使渔业转型为可持续的渔业产量、利润、和生计（EDF，2021a），该方法已被用于一些案例中。鱼篓方法是一个具有气候恢复力的多物种渔业管理工具，被应用到全世界范围内多个渔业中，包括不同治理战略和数据可利用性的渔业（例如，伯利兹，古巴和智利）。

每个案例通过参与式的过程推动多物种渔业管理，分享知识，能力建设，建立和实施多鱼种管理计划（表2）。参与式过程是通过传统/地方生态知识提供科学知识补充，增加透明度和参与感(Karr等人，2017)。此外，这些案例展示了参与式过程与能力建设（技术知识、领导力发展和加强利益相关者之间的沟通）相结合推进渔业的共同管理，共同管理是持久和适应性渔业管理方案的关键。此外，在这些渔业案例中，“共同管理“被作为一个平台，预测气候影响、选择渔业指标、基准点、捕捞控制规则和捕捞控制措施，增强生态和社会的恢复力。

多物种渔业管理显示出巨大的前景，通过全面了解捕捞、气候和其他压力因素对生态系统的影响，可以减少或防止资源的系列性枯竭，减少其对社会、经济和生态渔业绩效目标的不利影响。而传统方法（包括为每个种群设定捕捞限额或使用空间限制）存在很多负面影响，如高丢弃渔获率和捕捞努力量混乱。此外，传统方法通常不认为预测气候变化影响有助于渔业规划。鱼篓方法是一个参与性框架，可以开展气候分析，数据有限的评估，以及明确目标、指标、基准点、捕捞控制规则和捕捞控制措施，以适应种群状况的变化，扩大可实施多物种渔业管理的渔业数量，改善渔业绩效。

数据可用性声明

本研究中采用的原始资料均在文章/补充材料中列出，需要进一步咨询请直接联系通讯作者。

补充材料

文章中的补充材料可以在以下网站在线查阅:

[https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.](https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.721883/full#supplementary-material)

[2021.721883/full#supplementary-material](https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.721883/full#supplementary-material)

参考文献

- Aguilar-Medrano, R., and Vega-Cendejas, M. E.(2019). Implications of the Environmental Heterogeneity on the Distribution of the Fish Functional Diversity of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Mar. Biodivers.* 49, 1913–1929. doi: 10.1007/s12526-019-00954-y
- Ahumada, M., and Queirolo, D.(2014). Fish Exploitation Associated to the Artisanal Fishing of Juan Fernández Lobster(*Jasus frontalis*). *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 42, 213–223. doi: 10.3856/vol42-issue1-fulltext-18
- Alzugaray, R., Puga, R., Valle, S., Morales, O., Grovas, A., López, L., et al.(2019). Un Enfoque Multiinstitucional para Modelar el Beneficio Bioeconómico de Perspectivas de Manejo Pesquero en Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 36, 52–61.
- Arana, E. P.(1987). “Perspectivas Históricas y Proyecciones de la Actividad Pesquera Realizada en el Archipiélago de Juan Fernández, Chile,” in *Islas Oceánicas Chilenas: Su Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones*, ed. J. C. Castilla (Santiago, CL: Ediciones Univ. Católica de Chile), 319–353.
- Arreguín-Sánchez, F.(2019). Climate Change and the Rise of the Octopus Fishery in the Campeche Bank, México. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 32:100852. doi: 10.1016/j.rsma.2019.100852
- Arreguín-Sánchez, F., and Arcos-Huitrón, E.(2011). La Pesca en México: Estado de La Explotación y Uso de los Ecosistemas. *Hidrobiológica* 21, 431–462.
- Bahri, T., Vasconcellos, M., Welch, D.J., Johnson, J., Perry, R. I., Ma, X., et al.(eds)(2021). “Adaptive management of fisheries in response to climate change,” in *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 667*,(Rome: FAO).
- Baisre, J. A.(2000). *Chronicle of Cuban Marine Fisheries, 1935-1995: Trend Analysis and Fisheries Potential*. Rome: FAO, 394.
- Baisre, J. A.(2006). Assessment of Nitrogen Flows into the Cuban Landscape. *Biogeochemistry* 79, 91–108. doi: 10.1007/s10533-006-9004-z
- Baisre, J. A.(2018). An Overview of Cuban Commercial Marine Fisheries: The Last 80 Years. *Bull. Mar. Sci.* 94, 359–375. doi: 10.5343/bms.2017.1015

- Baisre, J. A., and Arboleya, Z.(2006). Going Against the Flow: Effects of River Damming in Cuban Fisheries. *Fish. Res.* 81, 283–292. doi: 10.1016/j.fishres.2006.04.019
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C. M., Chochrane, K. L., Funge-Smith, S., and Poulain, F.(2018). Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture: Synthesis of Current Knowledge, Adaptation and Mitigation Options. *FAO Fish. Tech. Pap.* 627, 1–628.
- Battista, W., Karr, K., Sarto, N., and Fujita, R. (2017). Comprehensive Assessment of Risk to Ecosystems (CARE): A Cumulative Ecosystem Risk Assessment Tool. *Fish. Res.* 185, 115–129. doi: 10.1016/j.fishres.2016.09.017
- Bennett, N. J., Katz, L., Yadao-Evans, W., Ahmadi, G. N., Atkinson, S., Ban, N. C., et al. (2021). Advancing Social Equity in and Through Marine Conservation. *Front. Mar. Sci.* 8:711538. doi: 10.3389/fmars.2021.711538
- Berkes, F.(1999). *Sacred Ecology: Traditional .Ecological Knowledge and Resource Management*. Philadelphia: Taylor & Francis.
- Berkström, C., Papadopoulos, M., Jiddawi, S., and Nordlund, M.(2019). Fishers' Local Ecological Knowledge(LEK) on Connectivity and Seascape Management. *Front. Mar. Sci.* 6:130. doi: 10.3389/fmars.2019.00130
- Bonzon, K., McIlwain, K., Strauss, C. K., and Van Leuvan, T.(2013). Catch Share Design Manual: A Guide for Managers and Fishermen, 2nd Edition. *Environ. Defense Fund.* 1, 1–143.
- Borrini-Feyerabend, G., and Hill, R.(2015). “Governance for the conservation of nature,” in *Protected Area Governance and Management*, eds G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, and I. Pulsford(Canberra, ACT: ANU Press),169–206.
- Branch, T. A. (2009). How Do Individual Transferable Quotas Affect Marine Ecosystems? *Fish. Fish.* 10, 39–57. doi: 10.1111/j.1467-2979.2008.00294.x
- Branch, T. A., Watson, R., Fulton, E. A., Jennings, S., McGilliard, C. R., Publico, G. T., et al.(2010). The Trophic Fingerprint of Marine Fisheries. *Nature* 468,431–435. doi: 10.1038/nature09528
- Brulé, T., Nóh-Quiñones, V., Sánchez-Crespo, M., Colás-Marrufo, T., and Pérez- Díaz, E.(2009). Commercial Catch Composition of the Grouper-Snapper Complex from the Southern Gulf of Mexico and Implications for the Management of its Fishery. *Proc. GCFI* 2008, 198–209.
- Butler, J. R. A., Tawake, A., Skewes, T., Tawake, L., and McGrath, V.(2012). Integrating Traditional Ecological Knowledge and Fisheries Management in the Torres Strait, Australia: the Catalytic Role of Turtles and Dugong as Cultural Keystone Species. *Ecol. Soc.* 17, 1–19.
- Cariman, P. J., and Reyes, P. R.(2019). Estado del Conocimiento Biológico y Pesquero de *Thyrsites atun* en el Hemisferio Sur. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 54,11–20. doi: 10.22370/rbmo.2019.54.1.1434

- Carlisle, K., and Gruby, R. L.(2017). Polycentric Systems of Governance: A Theoretical Model for the Commons. *Policy Stud. J.* 47, 927–951. doi: 10.1111/psj.12212
- Christensen, A.-S.(2009). *Conflict and Complementarity – An Empirical Study of Conflicts Between Danish Fishermen and Fisheries Management Aiming to Develop an Interdisciplinary Framework to Understand and Mitigate Conflicts in Fisheries*. Ph. D. thesis. Aalborg, DK: Aalborg Universitet.
- Christensen, V., and Pauly, D.(2004). Placing Fisheries in Their Ecosystem Context, An Introduction. *Ecol. Model.* 172, 103–107. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2003.09.002
- Chuenpagdee, R., Morgan, L. E., Maxwell, S. M., Norse, E. A., and Pauly, D.(2003). Shifting Gears: Assessing Collateral Impacts of Fishing Methods in US Waters. *Front. Ecol. Environ.* 1:517–524. doi: 10.1890/1540-92952003001[0517:SGACIO]2.0.CO;2
- Cisneros-Mata, M. A., Mangin, T., Bone, J., Rodriguez, L., Smith, S. L., and Gaines, S. D.(2019). Fisheries Governance in the Face of Climate Change: Assessment of Policy Reform Implications for Mexican Fisheries. *PLoS One* 14:10. doi:10.1371/journal.pone.0222317
- Claro, R., Baisre, J. A., Lindeman, K. C., and García-Arteaga, J. P.(2001). Cuban fisheries: historical trends and current status. *Ecol. Mar. Fishes Cuba* 2001,194–219.
- Claro, R., de Mitcheson, Y. S., Lindeman, K. C., and García-Cagide, A. R.(2009). Historical Analysis of Cuban Commercial Fishing Effort and the Effects of Management Interventions on Important Reef Fishes from 1960–2005. *Fish. Res.* 99, 7–16. doi: 10.1016/j.fishres.2009.04.004
- COBI(2016). *Fortalecimiento de Comunidades Pesqueras del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabelloin, Sinaloa, Environmental Defense Fund de México*. Available online at: https://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2016/10/Taller-de-Fortalecimiento-Comunitario_Sinaloa-EDF.pdf (accessed May 7, 2021).
- Comité Consultivo de Manejo de la Pesquería de Mero de Yucatán y Red de Investigadores de Mero(2019). *Prioridades para el manejo y la investigación de la pesquería de mero. Mérida, Yucatán. June 2020*. Unpublished report.
- CONAPESCA(2018). *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca*. Mazatlán: National Commission of Fisheries and Aquaculture.
- Cope, J. M., DeVore, J., Dick, E. J., Ames, K., Budrick, J., Erickson, D. L., et al.(2011). An Approach to Defining Stock Complexes for U.S. West Coast Groundfishes Using Vulnerabilities and Ecological Distributions. *N. Am. J. Fish. Manag.* 31, 589–604. doi: 10.1080/02755947.2011.591264
- Coronado, E., Salas, S., Torres-Irineo, E., and Chuenpagdee, R.(2020b). Disentangling the Complexity of Small-Scale Fisheries in Coastal Communities Through a Typology Approach: The Case Study of the Yucatán Peninsula, Mexico. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 36:101312. doi: 10.1016/j.rsma.2020.101312
- Coronado, E., Salas, S., Cepeda-González, M. F., and Chuenpagdee, R.(2020a). Who's Who in the Value Chain For The Mexican Octopus Fishery: Mapping The Production Chain. *Mar. Policy* 118:104013. doi: 10.1016/j.marpol.2020.104013

- Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C.K., Hilborn, R., Melnychuk, M. C., et al.(2016). Global Fishery Prospects Under Contrasting Management Regimes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 113, 5125–5129. doi: 10.1073/pnas.1520420113
- d’Armengol, L., Prieto-Castillo, M., Ruiz-Mallén, I., and Corbera, E.(2018). A Systematic Review of Co-Managed Small-Scale Fisheries: Social Diversity and Adaptive Management Improve Outcomes. *Glob. Environ. Change* 52, 212–225. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2018.07.009
- DOF(2014). ACUERDO por el que se da a conocer el plan de manejo Pesquero de Mero(*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la península de Yucatán. SEGOB. Mexico City: Diario Oficial de la Federación(DOF).
- DOF(2015). *NORMA Oficial Mexicana NOM-065-SAG/PESC-2014, Para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas, en aguas de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe.* Mexico City: Diario Oficial de la Federación(DOF).
- DOF(2017). *Acuerdo por el que se modifica el similar por el que se establece veda para la captura de todas las especies de mero en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México correspondientes al litoral de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, publicado el 14 de febrero de 2007. Primera seccion.03-3-2017.* Mexico City: Diario Oficial de la Federación(DOF).
- DOF(2018). *ACUERDO por el que se da a conocer la Carta Nacional Pesquera.Instituto Nacional de Pesca. Ciudad de México, México.* Mexico City: Diario Oficial de la Federación(DOF).
- DOF(2019). *ACUERDO por el que se Da a Conocer el Plan de Manejo Ecosistémico del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Ubicado en los Municipios de Navolato y Culiacán, del Estado de Sinaloa.* SEGOB. Mexico City: Diario Oficial de la Federación(DOF).
- DOF(2020). *ACUERDO por el que se establece veda temporal para la captura de almeja revénos(Megapitaria squalida) en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, en los Municipios de Navolato y Culiacán, Sinaloa.* SEGOB. Mexico City: Diario Oficial de la Federación(DOF).
- DOEY(2018). ACUERDO por el que se modifica el Código de la Administración Pública de Yucatán, en materia de reestructuración de la Administración Pública Estatal. Ed. Vespertina. *Gobierno del Estado de Yucatán* 33, 1–15. doi:10.30875/04343d54-es
- Ding, Q, Chen, X, Hilborn, R, and Chen, Y.(2017). Vulnerability to impacts of climate change on marine fisheries and food security. *Mar. Policy* 83, 55–61. doi: 10.1016/j.marpol.2017.05.011
- Dowling, N. A, Wilson, J.R, Rudd, M. B, Babcock, E. A, Caillaux, M, Cope, J, et al.(2016). “FishPath: a decision support system for assessing and managing data- and capacity-limited fisheries,” in *Assessing and Managing Data-limited Fish Stocks*, eds T. J. Quinn, J. L. Armstrong, M. R. Baker, J. Heifetz, and D. Witherell(Alaska: University of Alaska), 59–95.
- EDF(2021a). *FISHE: Framework for Integrated Stock and Habitat Evaluation.*New York, NY: Environmental Defense Fund(EDF).

- EDF(2021b). *Engaging with Cuban fishing communities*. New York, NY: Environmental Defense Fund(EDF).
- EDF(2021c). “*What’s the Catch?*” *fishing game*. New York, NY: Environmental Defense Fund(EDF).
- Ernst-Elizalde, B, Manríquez-Angulo, P, Orensanz, J. M, Roa, R, Chamorro- Solis, J, and Parada-Velíz, C.(2010). Strengthening of a Traditional Territorial Tenure System Through Protagonism in Monitoring Activities by Lobster Fishermen from the Juan Fernández Islands, Chile. *Bull. Mar. Sci.* 86,315–338.
- Ernst-Elizalde, B, Pino-Aguilera, J, Chamorro-Solis, J, Manríquez-Angulo, P, Rivara-Saacedra, P, Tapiá-Álvarez, B, et al.(2020). Pesquería de crustáceos del archipiélago Juan Fernáindez. *Boletín de Difusión* 2020, 1–28.
- Espinoza, C.(2016). Ley del Borde Costero y Cuestión Étnica en Chile: Del Discurso a la Práctica Política. *Universum* 31, 123–139. doi: 10.4067/S0718-23762016000100008
- Espinoza-Tenorio, A, Espejel, I, and Wolff, M.(2011). Capacity Building to Achieve Sustainable Fisheries Management in Mexico. *Ocean Coast. Manag.* 54,731–741. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2011.07.001
- Essington, T. E, Melnychuk, M. C, Branch, T. A, Heppell, S. S, Jensen, O. P, Link, J. S, et al.(2012). Catch Shares, Fisheries, and Ecological Stewardship: A Comparative Analysis of Resource Responses to a Rights-Based Policy Instrument. *Conserv. Lett.* 5, 186–195. doi: 10.1111/j.1755-263X.2012.00226.x
- FAO(2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Rome: FOA, doi: 10.4060/ca9229en
- Farmer, N. A, Malinowski, R. P, McGovern, M. F, and Rubec, P. J.(2016). Stock Complexes for Fisheries Management in the Gulf of Mexico. *Mar. Coastal Fisher.* 8, 177–201. doi: 10.1080/19425120.2015.1024359
- Fernández, J. I, Álvarez-Torres, P, Arreguín-Sánchez, F, López-Lemus, L. G, Ponce, G, Díaz-de-León, A, et al.(2011). “Coastal Fisheries of Mexico,” in *Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean*, eds S. Salas, R. Chuenpagdee, A. Charles, and J. C. Seijo(Rome: FAO),231–284.
- Fishery Progress (2021). *Mexico Gulf of California Sinaloa chocolate clam – Diving & Hand Gathered. Fisheries Improvement Project(FIP)*. Available online at: <https://fisheryprogress.org/fip-profile/revén-gulf-california-sinaloa-chocolate-clam-diving-hand-gathered> (accessed April 9, 2020).
- Flores-Nava, A, Villanueva-García-Benítez, J, Vidal-Martínez, V. M, Olvera-Nóvoa, M. A, Alonzo Marrufo, E. R, Arreguín-Sánchez, F, et al.(2016a). *Diagnóstico de los sectores de la pesca y la acuicultura en el estado de Yucatán in FAO-SEDER*. Yucatán: Gobierno del Estado de Yucatán.
- Flores-Nava, A, Villanueva-García-Benítez, J, Vidal-Martínez, V. M, Olvera-Nóvoa, M. A, Alonzo Marrufo, E. R, Arreguín-Sánchez, F, et al.(2016b). *Plan rector para el desarrollo de la pesca y la acuicultura Sostenibles de Yucatán in FAO-SEDER*. Yucatán: Gobierno del Estado de Yucatán.

- Free, C. M., Mangin, T., Molinos, J. G., Ojea, E., Costello, C., and Gaines, S. D. (2020). Realistic Fisheries Management Reforms Could Mitigate the Impacts of Climate Change in Most Countries. *PLoS One* 15:e0224347. doi: 10.1371/journal.pone.0224347
- Free, C. M., Thorson, J. T., Pinsky, M. L., Oken, K. L., Wiedenmann, J., and Jensen, O. P. (2019). Impacts of Historical Warming on Marine Fisheries Production. *Science* 363, 979–983. doi: 10.1126/science.aa.u1758
- Fujita, R. (2021). The assessment and management of data limited fisheries: Future directions. *Mar. Policy* 133:104730. doi: 10.1016/J.MARPOL.2021.104730
- Fujita, R., Thornhill, D. J., Karr, K., Cooper, C. H., and Dee, L. E. (2013). Assessing and Managing Data-Limited Ornamental Fisheries in Coral Reefs. *Fish. Fish.* 15, 661–675. doi: 10.1111/faf.12040
- Gaceta Municipal (2015). *Reglamentos internos del Comité Náutico y de ordenamiento pesquero local de Progreso, Chicxulub, Chelem y Chuburnápuerto. Municipio de Progreso, Yucatán. Año 1. Tomo 1, 229:1.* Available online at: <http://ayuntamientodeprogreso.gob.mx/uthap/gaceta-municipal-229-h-ayuntamiento-2015-2018/> (accessed March 15, 2021).
- Galindo-Cortes, G., Jiménez-Badillo, L., and Meiners, C. (2019). “Moving from Stock Assessment to Fisheries Management in Mexico: The Finfish Fisheries from the Southern Gulf of Mexico and Caribbean Sea,” in *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and the Caribbean*, Vol. 19, eds S. Salas, M. J. Barragán-Paladines, and R. Chuenpagdee (Cham: Springer), 243–263. doi: 10.1007/978-3-319-76078-0_11
- García Molinos, J. (2020). Global Marine Warming in a New Dimension. *Nat. Ecol. Evol.* 4, 16–17. doi: 10.1038/s41559-019-1037-5
- Gattuso, J. P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W. W., Howes, E. L., Joos, F., et al. (2015). Contrasting Futures for Ocean and Society from Different Anthropogenic CO₂ Emissions Scenarios. *Science* 349:6243. doi: 10.1126/science.aac4722
- Gerhartz-Muro, J. L., Kritzer, J. P., Gerhartz-Abraham, A., Miller, V., Pina-Amargós, F., and Whittle, D. (2018). An Evaluation of the Framework for National Marine Environmental Policies in Cuba. *Bull. Mar. Sci.* 94, 443–459. doi: 10.5343/bms.2017.1058
- Gissi, N., Ibacache, D., Pardo, B., and y Ñancucheo, M. C. (2017). El Estado Chileno, Los Lafkenche y La Ley 20.249: ¿Indigenismo o Política del Reconocimiento? *Rev. Austral. Cienc. Soc.* 32, 5–21. doi: 10.4206/rev.austral.cienc.soc.2017.n32-01
- Gobierno de México (2020). *Prevén aumento de aprovechamiento pesquero sustentable en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón.* México: Gobierno de México.
- Gordon, H. S. (1954). The economic theory of a common property resource. *J. Politic. Economy* 62:142.

- Grimm, D, Barkhorn, I, Festa, D, Bonzon, K, Boomhower, J, Hovland, V, et al.(2012). Assessing Catch Shares' Effects: Evidence from Federal United States and Associated British Columbian Fisheries. *Mar. Pol.* 36, 644–657. doi: 10.1016/j.marpol.2011.10.014
- Gutiérrez, N, Hilborn, R, and Defeo, O.(2011). Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature* 470, 386–389. doi: 10.1038/nature09689
- Hare, J. A, Morrison, W. E, Nelson, M. W, Stachura, M. M, Teeters, E. J, Griffis, R. B, et al.(2016). A vulnerability assessment of fish and invertebrates to climate change on the Northeast U.S. continental shelf. *PLoS One* 11:e0146756. doi: 10.1371/journal.pone.0146756
- Hilborn, R, Amoroso, R. O, Anderson, C. M, Baum, J.K, Branch, T. A, Costello, C, et al.(2020). Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 117, 2218–2224. doi: 10.1073/pnas.1909726116
- Hilborn, R.(2010). Pretty Good Yield and Exploited Fishes. *Mar. Policy* 34,193–196. doi: 10.1016/j.marpol.2009.04.013
- Hilborn, R.(2017). Traditional fisheries management is the best way to manage weak stocks. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114:E10610. doi: 10.1073/pnas.1715680114
- Hilborn, R, Stokes, K, Maguire, J. J, Smith, T, Botsford, L. W, Mangel, M. et al.(2004). When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean Coastal Manage.* 47, 197–205. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2004.04.001
- Hiriart-Bertrand, L, Silva, J. A, and Gelcich, S. (2020). Challenges and Opportunities of Implementing Marine and Coastal Areas for Indigenous Peoples Policy in Chile. *Ocean Coast. Manag.* 193:105233. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105233
- Hiriart-Bertrand, L, Troncoso, J, Vargas, C, and Correa, A.(2019). “From Customary Law to the Implementation of Safeguard Measures: the Case of Marine and Coastal Areas for Indigenous People in Chile in Marine and Fisheries Policies,” in *Latin America: A Comparison of Selected Countries*, eds M. Ruiz-Muller, R. Oyanedel, and B. Monteferri(New York, NY: Routledge),137–146.
- IPCC(2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC.
- Jenkins, L. D, Thompson, K. R, Bourillon, L, and Peckham, S. H.(2017). The Scope of Fisheries Learning Exchanges for Conservation. *Mar. Pol.* 77, 196–204. doi: 10.1016/j.marpol.2016.05.025
- Jennings, S, and Kaiser, M. J.(1998). The Effects of Fishing on Marine Ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 34, 201–352. doi: 10.1016/S0065-2881(08)60212-6
- Karr, K. A, Fujita, R, Carcamo, R, Epstein, L, Foley, J. R, Fraire-Cervantes, J. A, et al.(2017). Integrating Science-Based Co-Management, Partnerships, Participatory Processes and Stewardship Incentives to Improve the Performance of Small-Scale Fisheries. *Front. Mar. Sci.* 4:345. doi: 10.3389/fmars.2017.00345

- Kaschner, K., Rius-Barile, J., Kesner-Reyes, K., Garilao, C., Kullander, S. O., Rees, T., et al. (2010). *AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species*. Burlington, MA: World wide web electronic publication.
- Kennedy, V. S. (1990). Anticipated Effects of Climate Change on Estuarine and Coastal Fisheries. *Fisheries* 15, 16–24. doi: 10.1577/1548-84461990015<0016: AEOCCO<2.0.CO;2
- Kritzer, J. P., and Liu, O. R. (2014). “Fishery management strategies for Addressing Complex Spatial Structure in Marine Fish Stocks,” in *In Stock Identification Methods*, eds S. X. Cadrin, L. A. Kerr, and S. Mariani (Boston: Academic Press), 29–57. doi: 10.1016/B978-0-12-397003-9.00003-5
- Lobao-Tello, P. R. R., Hüne, M., and Soto, P. C. (2016). Technical Assistance for the Implementation of a Biological-Fishery Study of “Sierra” *Thyrsites atun* in the Los Ríos Region, South Chile. *Fundación Ictiológica, Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal (FFPA)* 2016:03689. doi: 10.13140/RG.2.2.13961.03689
- Lock, K., and Leslie, S. (2007). New Zealand’s Quota Management System: A History of the First 20 Years. *Motu Econ. Pub. Pol. Res.* 2007:292825. doi:10.22004/ag.econ.292825
- Mason, J., Kosaka, R., Mamula, A., and Speir, C. (2012). Effort changes around a marine reserve: the case of the California Rockfish Conservation Area. *Mar. Policy* 36, 1054–1063. doi: 10.1016/j.marpol.2012.03.002
- May, R. M., Beddington, J. R., Clark, C. W., Holt, S. J., and Laws, R. M. (1979). Management of multispecies fisheries. *Science* 205, 267–277.
- McDonald, G., Campbell, S. J., Karr, K., Clemence, M., Granados-Dieseldorff, P., Jakub, R., et al. (2018). An Adaptive Assessment and Management Toolkit for Data-Limited Fisheries. *Ocean Coast. Manag.* 152, 100–119. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2017.11.015
- McDonald, G., Harford, B., Arrivillaga, A., Babcock, E. A., Carcamo, R., Foley, J., et al. (2017). An Indicator-Based Adaptive Management Framework and Its Development for Data-Limited Fisheries in Belize. *Mar. Policy* 76, 28–37. doi: 10.1016/j.marpol.2016.11.027.
- INAI (2020). *Plataforma Nacional de Transparencia Gobierno Federal*. Mexico: Mexico’s National Transparency Platform (INAI).
- “Ley de Pesca.” República de Cuba (2019). *Ley 129 de 2019 de Asamblea Nacional del Poder Popular*. Cuba: “Ley de Pesca.” República de Cuba.
- Möllmann, C., Lindegren, M., Blenckner, T., Bergström, L., Casini, M., Diekmann, R., et al. (2014). Implementing Ecosystem-Based Fisheries Management: From Single-Species to Integrated Ecosystem Assessment and Advice for Baltic Sea Fish Stocks. *ICES J. Mar. Sci.* 71, 1187–1197. doi: 10.1093/icesjms/ fst123
- Mongabay (2019). *Chile: la ejemplar historia de los pescadores de Juan Fernández por la conservación de su mar*. Menlo Park, CA: Mongabay.
- Morón, E. B., Vejarano, R. B., and Miller, V. (2019). Cuba: Netting Fishers. *Samudra Rep.* 81, 4–7.

- Nakamura, K.(2015). *Multispecies Mixed Stock Fisheries Management –Review of Current& Best Practices for the Marine Stewardship Council, Technical Advisory Board November 2015*. London: Marine Stewardship Council.
- National Geographic(2015). *Chile Creates Largest Marine Reserve in the Americas*. New York City: National Geographic.
- Newman, S, Brown, J, Fairclough, D, Wise, B, Bellchambers, L, Molony, B, et al.(2018). A Risk Assessment and Prioritisation Approach to the Selection of Indicator Species for the Assessment of Multi-Species, Multi-Gear, Multi- Sector Fishery Resources. *Mar. Policy* 88, 11–22. doi: 10.1016/j.marpol.2017.10.028
- NOAA Fisheries(2019). *Atlantic Highly Migratory Species: Stock Assessment and Fishery Evaluation Report*. Washington, D.C: NOAA.
- Orensanz, J. M, and Seijo, J. C.(2013). “Rights-based Management in Latin American Fisheries,” in *FAO Fish. Tech. Pap. No. 582*,(Rome: FAO).
- Osman, L. P.(2016). “Pre-assessment landscape analysis and power map for Chilean near-shore small-scale fisheries,” in *Environmental Defense fund Report*,(New York, NY: Environmental Defense Fund).
- Ovando, D, Caselle, J. E, Costello, C, Deschenes, O, Gaines, S. D, Hilborn, R, et al.(2021). Assessing the population-level conservation effects of marine protected areas. *Conserv. Biol.* 2021:13782. doi: 10.1111/cobi.13782
- Palomares, M. D, and Pauly, D.(2019). “Coastal Fisheries: The Past, Present, and Possible Futures,” in *Coasts and Estuaries: The Future*, eds E. Wolanski, J. W. Day, M. Elliott, and R. Ramachandran(Amsterdam, NL: Elsevier), 569–576. doi: 10.1016/C2017-0-00731-0
- PAN-Tiburones(2015). *Plan de Acción Nacional de Conservación y Manejo de Condrictios de la República de Cuba*. La Habana: Ministerio de la Industria Alimentaria.
- Pauly, D, Christensen, V, Dalsgaard, J, Froese, R, and Torres, F.(1998). Fishing Down Marine Food Webs. *Science* 279, 860–863. doi: 10.1126/science.279.5352.860
- Pauly, D, Christensen, V, Froese, R, and Palomares, M. L. (2000).Fishing Down Aquatic Food Webs. *Am. Sci.* 88, 46–51. doi: 10.1511/2000.1.46
- Pecl, G. T, Araújo, M. B, Bell, J. D, Blanchard, J, Bonebrake, T. C, Chen, I. C, et al.(2017). Biodiversity Redistribution under Climate Change: Impacts on Ecosystems and Human Well-Being. *Science* 355:6332. doi: 10.1126/science. aai9214
- Pelcastre, V, and García-Gutiérrez, I.(2021). *Evaluación rápida de las necesidades de conocimientos y habilidades para el sector pesquero de Yucatán*. Unpublished report.
- Puga, R, Piñeiro, R, Alzugaray, R, Cobas, L. S, De León, M. E, and Morales, O.(2013). Integrating Anthropogenic and Climatic Factors in the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster(*Panulirus argus*) in Cuba: implications for Fishery Management. *Int. J. Mar. Sci.* 3, 36–45. doi: 10.5376/ijms.2013.03.0006

- Puga, R, Valle, S, Kritzer, J.P, Delgado, G, de León, M. E, Giménez, E, et al.(2018). Vulnerability of Nearshore Tropical Finfish in Cuba: Implications for Scientific and Management Planning. *Bull. Mar. Sci.* 94, 377–392. doi: 10.5343/bms.2016.1127
- RAMSAR(2008). *Ensenada de Pabellones*. Gland: Ramsar Sites Information Service(RAMSAR).
- RDA(2021). *Red de Aprendizaje: Pesca Artesanal – Chile*. New York, NY: Environmental Defense Fund.
- Roa-Ureta, R. H, Henríquez, J, and Molinet, C.(2020). Achieving Sustainable Exploitation Through Co-Management in Three Chilean Small-Scale Fisheries. *Fish. Res.* 230:105674. doi: 10.1016/j.fishres.2020.105674
- Roessig, J. M, Woodley, C. M, Cech, J. J, and Hansen, L. J. (2004). Effects of Global Climate Change on Marine and Estuarine Fishes and Fisheries. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 14, 251–275. doi: 10.1007/s11160-004-6749-0
- Rosales-Raya, M. L, and Fraga-Berdugo, J. E.(2018). Decision-Making in the Campeche Octopus Maya Fishery in Two Fishing Communities. *Marit. Stud.* 18, 91–101. doi: 10.1007/s40152-018-0127-3.
- Salas, S, Torres-Irineo, E, and Coronado, E.(2019). Towards a Métier-Based Assessment and Management Approach for Mixed Fisheries in Southeastern Mexico. *Mar. Policy* 103, 148–159. doi: 10.1016/j.marpol.2019.02.040
- Salas, S, Chuenpagdee, R, Seijo, J. C, and Charles, A.(2007). Challenges in the Assessment and Management of Small-Scale Fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fish. Res.* 87, 5–16. doi: 10.1016/j.fishres.2007.06.015
- Sánchez-Carnero, N, Rodríguez-Pérez, D, Couñago, E, Le Barzik, F, and Freire, J.(2016). Species distribution models and local ecological knowledge in marine protected areas: the case of Os Miñarzos (Spain). *Ocean Coastal Manag.* 124,66–77. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2016.02.008
- Schumann, S, and Macinko, S.(2007). Subsistence in coastal fisheries policy: what’s in a word? *Mar. Pol.* 31, 706–718. doi: 10.1016/j.marpol.2006.12.010.
- SEPASY(2020). *Censo y reordenamiento pesquero 2019*. Yucatán: SEPASY. SERNAPESCA(2019). *Anuarios Estadísticos de Pesca y Acuicultura*. Valparaíso:Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
- SUBPESCA(2021). *Aprueba planes de administración y de manejo y explotación para ECMPO que indica*. Valparaíso: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Turris, B.(2009). *Management of the British Columbia Groundfish Fisheries, Catch Shares Workshop [workshop]. October 20-21, 2009*. Bretton Woods: British Columbia Groundfish Fisheries.
- Tus Buenas Noticias (2017). *De Altata la Primera Cooperative de Mujeres “Almejeras” de Sinaloa*. Culiacán: Tus Buenas Noticias.
- Ulrich, C, Wilson, D. C, Nielsen, J. R, Bastardie, F, Reeves, S. A, Andersen, B. S, et al.(2012). Challenges and opportunities for fleet-and métier-based approaches for fisheries management under the European Common Fishery Policy. *Ocean Coastal Manage.* 70, 38–47. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2012.06.002

- Valle, S.V, Sosa, M, Puga, R, Font, L, and Duthit, R.(2011). “Coastal Fisheries of Cuba,” in *Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean, FAO Fisheries and Aquaculture*, Vol. 544, eds S.Salas, R. Chuenpagdee, A. Charles, and J.C. Seijo(Rome: FAO), 155–174.
- Voss, R, Quaas, M, Schmidt, J, and Hoffmann, J. (2014). Regional Trade-Offs from Multi-Species Maximum Sustainable Yield(MMSY) Management Options. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 498, 1–12. doi: 10.3354/meps10639
- Warlick, A, Steiner, E, and Guldin, M.(2018). History of the West Coast Groundfish Trawl Fishery Tracking Socioeconomic Characteristics Across Different Management Policies in a Multispecies Fishery. *Mar. Pol.* 93, 9–21. doi: 10.1016/j.marpol.2018.03.014
- Wilson, J.R, Lomonico, S, Bradley, D, Sievanen, L, Dempsey, T, Bell, M, et al.(2018). Adaptive Comanagement to Achieve Climate-Ready Fisheries. *Conserv. Lett.* 11:6. doi: 10.1111/conl.12452
- Worm, B, Hilborn, R, Baum, J.K, Branch, T.A, Collie, J.S, Costello, C, et al.(2009). Rebuilding Global Fisheries. *Science* 325, 578–585. doi: 10.1126/science.1173146