

TRAYECTORIA TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA DEL CULTIVO DE CAMARÓN EN EL NORDESTE DE BRASIL

ELDA FONTINELE TAHIM* / MARLENE NUNES DAMACENO**

INÁCIO FERNANDES DE ARAÚJO JUNIOR***

*Instituto Centro de Enseñanza Tecnológico de Ceará (Brasil)

**Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará (Brasil)

***Universidad Federal de Juiz de Fopra (Brasil)

RECIBIDO: 30 de septiembre de 2014 / ACEPTADO: 30 de septiembre de 2014

Resumen: Este artículo es un análisis de la trayectoria tecnológica del cultivo de camarón en el nordeste de Brasil y sus implicaciones en el proceso de innovación más sostenible del segmento, lo que le permite rastrear su perfil en función de la evolución en el desarrollo desde su origen hasta la actualidad. Para su sistematización se ha utilizado una amplia investigación empírica utilizando datos secundarios y encuestas semiestructuradas con diversos agentes del sector productivo. Como resultado se observa que el progreso tecnológico revela limitaciones; sin embargo, también genera oportunidades para innovar de manera más sostenible, en especial en la fase actual de su trayectoria.

Palabras clave: Cultivo de camarón / Innovación / Nordeste de Brasil / Trayectoria.

Technological Trajectory and Innovation in the Shrimp Farming Industry in Northeast of Brazil

Abstract: This article is an analysis of the technological trajectory of shrimp farming in Northeast of Brazil and their implications to the innovation process more sustainable, enabling you to trace your profile based on of a developmental trajectory from the start to the present. To this systematization we used abroad empirical research using secondary data and semi-structured interviews with various agents of the productive sector. The result shows that the technological trajectory revealed limitations, but also opportunities to generate more sustainable innovation, especially at this stage of trajectory.

Keywords: Shrimp farming / Innovation / Northeast of Brazil / Technological trajectory.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón marino, a pesar de una historia reciente en relación con otros sectores de la acuicultura, constituye el principal vector de desarrollo de tecnologías y servicios para la industria de la acuicultura mundial, favoreciendo su crecimiento rápidamente en muchos países (Natori *et al.*, 2011; Rocha, 2013). En Brasil, la industria ha sufrido grandes transformaciones desde el año 1978, cuando empieza la producción comercial, hasta el año 1996 con la introducción de un paquete tecnológico para el cultivo de camarón del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), y más tarde con los avances científicos y tecnológicos en la década de 2000, donde esta actividad alcanzó su punto máximo en términos de productivi-

dad (Natori *et al.*, 2011; Rocha, 2006). Este aumento se debe en gran medida a la creación de un conjunto de formaciones y de instituciones que han influido notablemente en su trayectoria tecnológica.

En este contexto, el proceso de innovación en el cultivo de camarón se estructura en complejos arreglos productivos promotores de aprendizaje, de la generación de conocimiento y de oportunidades tecnológicas. Esto hace que la capacidad innovadora de las empresas esté relacionada con la interacción de los agentes entre sí y con el contexto institucional en un complejo proceso socioeconómico, político y cultural. Bajo esta perspectiva, los cambios tecnológicos están asociados a la experiencia de los agentes económicos, lo que hace que estos formen parte de un proceso específico con respecto a las circunstancias locales. Por lo tanto, la sucesión de éxitos y de fracasos determina el modo en que los agentes interactúan y llevan a cabo el proceso de aprendizaje e innovación, tratándose, por esta razón, de un proceso acumulativo que puede, en una cierta secuencia, generar rendimientos crecientes para el aprendizaje (Figueiredo, 2010; Rocha, 2013). Conforme estos autores, los agentes que utilizan y transforman tecnologías siguen ciertos patrones evolutivos que se denominan trayectoria tecnológica, y que podemos definir como el conjunto de actividades llevadas a cabo para resolver un problema dentro de un determinado paradigma tecnológico (Dosi, 1982). Esta solución, con frecuencia, se traduce en innovaciones.

Por otra parte, a pesar de que Brasil sea considerado el tercer mayor productor de camarón en América Latina y de que haya presentado avances tecnológicos, aún se observan barreras de gestión, regulación e institucionales que afectan o limitan la generación de innovaciones más sostenibles con respecto a su trayectoria tecnológica. Por desgracia, hay pocos estudios que se ocupen del proceso de innovación en el cultivo de camarón, y los existentes muestran enfoques que se centran apenas en una localización específica, tales como los estudios más recientes de Freire y Baldi (2014), quienes realizaron un análisis de las relaciones sociales entre los actores públicos y privados y su interferencia en la generación de la innovación, y/o el estudio de Lopes y Baldi (2013), que versa sobre la estrategia de contexto entre empresas, combinando la perspectiva de la integración social y la teoría institucional. Ambos estudios se refieren al camarón del Estado do Rio Grande do Norte (Brasil). Asimismo, cabe destacar el trabajo de Natori *et al.* (2011), que hace un análisis de los avances tecnológicos de los sistemas de agonegocios globales de camarón marino.

En cualquier caso, a pesar de las valiosas contribuciones, es fundamental estudiar su trayectoria de cultivo para comprender mejor cómo se comportan los cambios tecnológicos y sus dinámicas innovadoras. En este sentido, el objetivo de este trabajo es analizar la trayectoria tecnológica de la industria del camarón en el nordeste de Brasil y sus implicaciones o sus limitaciones en el proceso de innovación más sostenible en el sector en una perspectiva neoschumpeteriana. Este análisis aporta elementos que pueden ayudar en la definición de estrategias de inversiones en programas de investigación tecnológica y en la orientación de las políticas públicas para el desarrollo sostenible del cultivo de este crustáceo en Brasil.

Para llevar a cabo este estudio, se utilizaron dos fuentes de datos: la primera relacionada con la base de datos de la FAO, la ABCC (Asociación Brasileña de Criaderos de Camarón), la estadística de pesca del Ministerio de Pesca y Acuicultura y otros...; y la segunda, basada en entrevistas semiestructuradas con diversos agentes que componen el sistema de cultivo industrial de camarón en el nordeste de Brasil (directores de empresas, instituciones educativas y de investigación, asociaciones de clase, organismos gubernamentales de regulación y control, entre otros), en las que se abordan diversos aspectos relacionados con el desarrollo tecnológico que se centra en la identificación de su trayectoria. Al existir un total de 1.429 empresas localizadas en la región nordeste, se determinó una muestra de 150 de ellas para las entrevistas, teniendo en cuenta un margen de error del 8% y un nivel de significancia de 95%.

Se han analizado los principales negocios del sector (granjas de cultivo, empresas de procesamiento, laboratorio de post-larvas) y el resto con las instituciones educativas y de investigación; además de las observación del sector en cinco años (2009-2014), usando un enfoque de análisis de contenido (Bardin, 2009) a través de un estudio descriptivo de información.

Este trabajo es el resultado de la primera fase de un proyecto que todavía está en curso en relación con la innovación en la acuicultura en Brasil, y que contó con el apoyo de ACINNOVA-Red de Innovación y Desarrollo de la Acuicultura en Iberoamérica y el Banco del Nordeste de Brasil.

Aparte de esta introducción, el artículo está organizado en seis secciones. En la segunda sección se realiza una descripción de los conceptos de la trayectoria tecnológica y de la innovación necesaria para entender la evolución del sector; en la tercera se presenta la industria camaronesa mundial y de Brasil con enfoque en el desarrollo de la producción; la cuarta habla sobre la trayectoria tecnológica de cultivo de camarón en el nordeste de Brasil; la quinta trata el régimen tecnológico y la innovación; y por último, la sexta presenta las consideraciones finales.

2. TRAYECTORIA TECNOLÓGICA, RÉGIMEN TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

La literatura neoschumpeteriana destaca que las trayectorias tecnológicas que surgen a partir de un paradigma¹ tecnológico rara vez son impulsadas solo por factores científicos y tecnológicos externos, sino que los factores claves en la determinación de esa trayectoria son principalmente económicos y políticos. Del mismo modo, el proceso de selección para la innovación se produce dentro de un entorno específico en que la estrategia de negocio, la calidad de las instituciones técnicas y científicas, las innovaciones, el estímulo y la financiación representan un papel importante. Por lo tanto, la diversidad del entorno de selección puede explicar las diferentes trayectorias tecnológicas. De este modo, en consonancia

1 El paradigma es un conjunto de procedimientos que guían la investigación de un problema tecnológico, estableciendo el contexto, los objetivos a alcanzar y los recursos utilizados (Dosi, 2006).

con esta corriente, el proceso de aprendizaje es acumulativo y depende de las trayectorias pasadas, las cuales indican que la evolución de una empresa está determinada por las habilidades acumuladas y por la naturaleza de sus activos específicos. Tales habilidades cambian en función de las oportunidades tecnológicas (Tigre, 2006).

En este contexto, Tidd, Bessant y Pavitt (2008) sugieren que la capacidad de las empresas para identificar y explorar sus trayectorias tecnológicas dependerá de la capacidad tecnológica y organizativa específica, así como de la dificultad que los competidores tienen para imitarlos. Esto explica por qué algunas empresas son diferentes y cómo cambian con el tiempo. El concepto de trayectoria tecnológica todavía se puede aplicar, según estos autores, a las tecnologías controladas por los límites del conocimiento, o incluso por empresas a través de sus límites cognitivos. Dosi (1982, 2006) define trayectoria tecnológica como el conjunto de actividades llevadas a cabo para resolver un problema definido dentro del paradigma tecnológico. En este sentido, el concepto está delimitado por los programas de investigación de tecnología y por el ambiente de selección, que dirigen la respuesta al paradigma tecnológico (Dunham, Bomtempo y Almeida, 2006).

Como venimos defendiendo, las trayectorias tecnológicas tienen sus propias características, debido a que traspasan ciertas etapas evolutivas. Al principio de su desarrollo, por ejemplo, una trayectoria tiene un amplio espectro de posibilidades, etapa en la que a menudo compiten varios sistemas tecnológicos, con potencial para la dominación de uno sobre el otro. Hay, por lo tanto, varios caminos posibles, y cada uno de ellos es un cierto conjunto de tecnologías interrelacionadas entre sí (Carvalho y Furtado, 2013).

Asimismo, las trayectorias naturales son específicas y se refieren a una tecnología en particular que se relaciona con el régimen tecnológico, estableciendo normas innovadoras de conformidad con las condiciones de oportunidad, apropiación, carácter acumulativo de las propiedades relacionadas con la naturaleza y transmisión del conocimiento. El concepto de oportunidad se refiere a la capacidad de un sector para originar nuevas tecnologías; la apropiación tiene que ver con el grado de protección contra la copia de innovaciones; y el carácter acumulativo puede ser entendido por las innovaciones secuenciales con mejoras graduales, es decir, la capacidad de innovación basada en las innovaciones pasadas y en las áreas relacionadas. No obstante, el conocimiento tecnológico se define de acuerdo con su grado de especificidad, codificación y complejidad (Malerba y Orsenigo, 1996; Breschi, Malerba y Orsenigo, 2000).

El avance a lo largo de una trayectoria tecnológica significa la mejora de los atributos técnicos y económicos deseables para un determinado producto, equipo, herramienta o dispositivo, reduciendo el desequilibrio entre ellos. Por lo tanto, esta trayectoria tecnológica está *“relacionada con el camino tecnológico recorrido, formando un conjunto de pasos en la dirección del desarrollo tecnológico, representado por el cambio tecnológico”* (Freire y Baldi, 2014, p. 237), que pueden ser innovaciones incrementales y radicales, siendo la primera innovación la que trata

de las modificaciones y mejoras en producto, proceso u organización de la producción, mientras que la segunda se refiere a la elaboración e introducción de un nuevo producto, proceso o de una nueva forma de organización de la producción, que puede provocar saltos discontinuos (Freeman, 2005; Tigre, 2006).

Para Carvalho y Furtado (2013), los países en desarrollo han asumido una posición ante las nuevas tecnologías, donde los receptores –un grupo de empresas– han realizado un esfuerzo tecnológico importante destinado principalmente para un tipo particular de innovación: la incremental. Las innovaciones se introducen especialmente sobre bases técnicas maduras, formando una especie de trayectoria tecnológica específica para estos países. Sin embargo, esta trayectoria en las empresas, que tiene como base las incrementales, implica una serie de estrategias y prácticas de manejo que, aunque a veces muchas de ellas pasan desapercibidas, pueden traer beneficios, como menores costos de producción, nuevas rutinas y procedimientos organizativos, nuevas características a los productos y servicios existentes; a diferencia de las innovaciones radicales, que pueden causar altos impactos mercadológicos (Dodgson, Gann y Salter, 2008).

Dosi, Marengo y Pasquali (2006) señalan que la búsqueda de factores de innovación está relacionada con las características del conocimiento y con la resolución de problemas, es decir, dependerá de la acumulación de conocimientos previos. Bajo esta perspectiva, el proceso de innovación está fuertemente inducido por el paradigma tecnológico y sus trayectorias, además de presentar reglas dinámicas y propias, debido a que algunos aspectos del proceso de innovación que están bien establecidos, como, por ejemplo, las actividades de I+D, el aprendizaje por interacción/acumulación y el cambio técnico, consideran el papel fundamental de los factores económicos, institucionales y sociales.

En cierto modo, esto permite la comprensión del proceso de innovación en los diferentes niveles y características, basado en algunos conceptos como el aprendizaje, la interacción, las habilidades, la complementariedad, la selección, la *path-dependence*, etc., enfatizando los aspectos regionales y locales. Por lo tanto, ese proceso de innovación se caracteriza por ser interactivo, logrado a través de la contribución de los diferentes agentes socioeconómicos con base en diversos tipos de información y conocimiento. Asimismo, este presenta diferentes aspectos, que tienen un carácter social y colectivo, combinando así los avances tecnológicos con los conocimientos adquiridos y con las necesidades del mercado como resultado de la innovación en productos y procesos, tales como los cambios en términos de organización basada en la tecnología y los negocios, industrias o países (Cassiolato y Lastres, 2005; OCDE, 2006).

La naturaleza acumulativa del proceso innovador delinea el impacto de las innovaciones y de su potencial futuro. Mediante la observación de un proceso de innovación acumulativa, las empresas que tienen éxito en términos de innovación en el período actual es más probable que presenten mayor innovación en un período futuro en comparación con otras sin éxito. En otras palabras, el proceso de innovación acumulativa está relacionado con los entornos tecnológicos que repre-

sentan los rendimientos crecientes de las actividades de investigación (Vieira Filho, 2009).

Sin embargo, y en relación con el sector en estudio, la preocupación por la sostenibilidad es cada vez mayor en la agenda de la innovación en el proceso de búsqueda de nuevos productos y servicios más sostenibles con el objetivo de garantizar la seguridad y reducir los impactos ambientales. Para Tidd, Bessant y Pavitt (2008, p. 71), las innovaciones relacionadas con estos factores tienen en general implicaciones sistémicas, señalando la necesidad de una gestión integrada. Estas surgen de la preocupación en los contextos sociales, políticos y culturales complejos y ofrecen un alto riesgo de fracaso si son ignorados los elementos demandados. De esta forma, tanto el entorno económico como el político afectan a la trayectoria tecnológica, así como al proceso de innovación, presentando una dinámica propia que impulsa el desarrollo tecnológico de una empresa o industria. Y es desde esta perspectiva que se debe definir la trayectoria tecnológica deseada por el análisis del sector, para entender las características, los cambios y las implicaciones en el proceso de innovación.

3. BREVE RECENSIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN DE CULTIVO

3.1. LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CAMARÓN DE CULTIVO

En la acuicultura, el cultivo de camarón es una de las actividades que más creció en el mundo en las últimas décadas, con una tasa media de crecimiento de cerca del 8,8% en el período 2003-2012. Esta actividad se centra en los países de las costas tropicales de Asia y América Latina, que representa el 99,7% de la producción mundial, y que en la mayoría de los casos están dirigidos a la exportación (FAO, 2014). Esta expansión está asociada a condicionantes como el creciente mercado internacional del producto, el nivel de rentabilidad y, sobre todo, la generación de divisas para los países o regiones productoras. Estos factores, junto con las innovaciones tecnológicas, siguen atrayendo importantes inversiones tanto públicas como privadas para el desarrollo del camarón de cultivo.

En este sentido, los países asiáticos son los mayores productores de camarón de cultivo, ya que del total de 4,3 millones de toneladas en el año 2012 el 86,2% se originan en estos, y destacan como principales productores China (39,2%), Tailandia (13,8%), Vietnam (11,3%) e Indonesia (8,5%). En América, la producción se concentra en los países del centro y del sur, que representan el 10,5% de la producción total, y entre ellos destacan Ecuador, México y Brasil. Los diez principales países productores del mundo concentran de media el 92,9% de la producción total. Brasil es el noveno de esta lista, que representa el 1,7% de la producción total (tabla 1).

Países como India, Bangladesh, Ecuador y China siguen produciendo y exportando camarones a niveles significativos, demostrando una fuerte tasa de crecimiento (tabla 1) a pesar de las diferentes enfermedades que afectaron al cultivo

de camarón en estas naciones, especialmente en Asia. El principal destino de las exportaciones de estos países es la Unión Europea, en especial España y Francia, que son los mayores importadores del crustáceo (FAO, 2011).

Tabla 1.- Mayores productores de camarón de cultivo en el mundo, porcentual del año 2012 y tasa de crecimiento 2010-2012

País	Año		Porcentual en relación con el año 2012	TCA (%)
	2010	2012		
	(Toneladas)			
China	1.448.019	1.696.478	39,20	8,20
Tailandia	566.796	599.477	13,85	2,80
Vietnam	478.700	489.000	11,30	1,10
Indonesia	379.326	368.477	8,51	-1,40
Ecuador	223.313	281.100	6,50	12,20
India	100.714	269.500	6,23	63,60
México	104.612	100.320	2,32	-2,10
Bangladesh	51.417	87.540	2,02	30,50
Brasil	69.422	74.116	1,71	3,30
Malasia	87.202	55.569	1,28	-20,20
<i>Subtotal</i>	<i>3.509.521</i>	<i>4.021.577</i>	<i>92,93</i>	<i>7,50</i>
Otros países	269.335	305.943	7,07	6,60
<i>Total</i>	<i>3.778.856</i>	<i>4.327.520</i>	<i>100,00</i>	<i>7,01</i>

NOTA: TCA se refiere a la tasa media de crecimiento anual, en porcentaje, en el período 2010-2012.

FUENTE: FAO (2014).

Cabe señalar que esta actividad, tanto en los países asiáticos como en Brasil, se caracteriza por la presencia masiva de micro, pequeños y medianos productores² concentrados en áreas específicas, con la formación de aglomeraciones productivas. Según Scopel (2014), las granjas de cultivo son asimétricas no solo en tamaño sino también en términos de estilo y nivel de tecnología empleada. Algunas explotan áreas inferiores a dos hectáreas y trabajan de forma casi artesanal, haciendo uso del “paquete tecnológico”, es decir, empleando técnicas de gestión y otros mecanismos de aprendizaje predeterminado y fácil (Rocha, 2006).

En Asia, a diferencia de Brasil, las aglomeraciones productivas cuentan con el apoyo de sus Gobiernos y con diversos sectores involucrados en la producción, proceso y comercialización de camarones. Asimismo, los asiáticos son más innovadores en las formas de mejorar el producto, razón importante para conseguir espacio en el mercado internacional. Otra característica que corrobora lo que venimos defendiendo es el predominio de dos únicas especies cultivadas: el camarón blanco (*L. vannamei*), originario del Pacífico y que se ha adaptado bien en mu-

² Clasificación de acuerdo con la Resolución 312/2002 del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA): micro (< 3 ha), pequeño (3-10 ha), medio (10-30 ha) y grandes productores (> 30 ha).

chos países, incluso en los países asiáticos, y el camarón tigre negro (*P. monodon*), cultivado en Asia.

3.2. EL CULTIVO DE CAMARÓN EN BRASIL

Brasil, gracias a su extenso litoral, a sus grandes embalses de agua dulce, a unas condiciones ambientales favorables, a los espacios disponibles, a la mano de obra relativamente barata y a un mercado interno creciente, ha tenido éxito en el desarrollo de la acuicultura, creciendo a una tasa media de 23% en los últimos tres años y alcanzando una producción acuícola en el año 2011 de 628.704 toneladas. Las principales especies cultivadas en el país son la *tilapia* (*Oreochromis niloticus*) (40,4%), el *tambaqui* (*Colossoma macropomum*) (17,7%) y el camarón (*Litopenaeus vannamei*) (11,1%) (Ministerio de Pesca y Acuicultura de Brasil, 2012).

No obstante, cabe resaltar que la industria del cultivo de este crustáceo es el sector más organizado del sector pesquero nacional, logrando un mayor éxito por su trayectoria tecnológica y por ordenar la cadena de producción, lo que permite el desarrollo a gran escala. Aunque la producción de *tilapia* sea la mayor, se sigue realizando de forma muy rudimentaria y basada en la familia, especialmente en el nordeste de Brasil, que es el mayor productor.

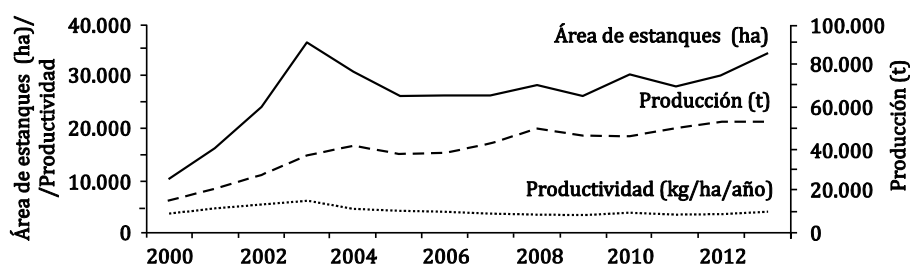
En este contexto, el camarón brasileño aparece como la actividad más importante dentro del sector de la pesca en la economía nacional. En el año 2012, la cadena productiva del cultivo de camarón generó 1.120 millones de reales y 70.000 puestos de trabajo, pues el requerimiento de mano de obra por unidad de área explorada es tal que el segmento destaca, en particular en el nordeste de Brasil, al ser el que genera más puestos de trabajo permanentes en el sector primario de la economía regional (Rocha, 2013).

El cultivo de camarón en Brasil ha sido impulsado desde el año 1998 con la introducción en el país de la especie *L. vannamei*, y cabe resaltar que la producción se incrementó, pasando de 7.250 toneladas a 90.190 toneladas en el año 2003, con una tasa de crecimiento anual del 67%. Después de este período, la producción del cultivo de este crustáceo se redujo gradualmente, llegando a estabilizarse en una media de 69.892 t/año en los últimos cuatro años, volviendo a crecer en el año 2012 (gráfico 1). Esta expansión en el período 1998-2003 se ha beneficiado de las políticas económicas y de las condiciones favorables del mercado mundial, aunque estos factores se han modificado en los últimos años y se ha convertido en una situación muy inestable (Madrid, 2006). Como podemos observar, la superficie cultivada ha aumentado progresivamente debido a un factor importante, que es la productividad, que es una de las mayores del mundo, con una media de 3.571 kg/ha/año, por encima de la media mundial que es de 931 kg/ha/año (ABCC, 2013).

Los datos sectoriales del Censo Nacional de Cultivo de Camarón, realizado en el año 2012, mostraron que el país cuenta con 1.545 empresas, cuyas estructuras productivas tienen asimetrías con respecto a los diferentes tamaños de empresas y al variado poder de mercado, ya que la actividad se caracteriza por el predomi-

nio de micros (58,6%), pequeños (15,0%) y medios (20,0%) productores que representan el 93,6% del total de empresas, aunque también debemos destacar la existencia de grandes empresas (6,4%) verticales y con mayor poder de mercado nacional e internacional. Solo estas grandes empresas representan el 58,6% de la superficie cultivada y el 58,4% de la producción (ABCC, 2013).

Gráfico 1.- Evolución de la producción/productividad/superficie cultivada de camarón en Brasil, 2000-2013



FUENTE: Elaboración propia a partir de ABCC (2014).

En cualquier caso, el cultivo de camarón se distribuye geográficamente en las regiones sur, norte y nordeste de Brasil, siendo esta última la principal región productora, que es donde se da una fuerte concentración de los productores a lo largo de sus zonas costeras y de los estuarios, formando aglomeraciones productivas como una forma de organizar la producción. Esa región produce el 99,3% de los camarones y tiene el 92% de los productores, seguido por el sur (0,6%) y el norte (0,1%). Aunque este crustáceo se produce en toda la región, los Estados de Rio Grande del Norte y Ceará son los mayores productores de camarón en Brasil, pues concentran el mayor número de empresas, con el 33,2% y el 33%, respectivamente, representando así el 87,5% de la producción brasileña de camarón en el año 2013, seguido por los Estados de Bahía, Pernambuco, Piauí, Paraíba y Sergipe, que en conjunto representan solo el 12,5% (ABCC, 2014).

Por suerte, estas cifras muestran que la industria está reaccionando después de atravesar una crisis que comenzó en el año 2003 y que continuó hasta el año 2009. Esta fue resultado de varios factores, entre ellos la legitimidad y los obstáculos para la obtención de permisos ambientales, que limitó la inversión, así como las inundaciones que se produjeron en los años 2004, 2008 y 2009, que devastaron los principales centros de producción y que afectaron en gran medida a toda la cadena de producción (Rocha, 2014).

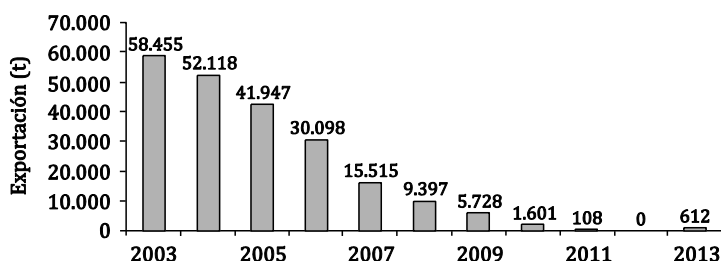
En cualquier caso, la alta concentración de productores en la región nordeste se relaciona con las ventajas que la región tiene para el desarrollo de la actividad, tales como las extensas áreas costeras adecuadas para el cultivo de camarón, las mejores condiciones ambientales y sanitarias, más allá del ámbito de la reproducción, la cría de larvas y el engorde de la especie *L. vannamei* a través de procesos tecnológicos desarrollados en las empresas (Rocha, 2013; Carvalho *et al.*, 2005), lo

que permite la consolidación de la cadena productiva con la aparición de varias empresas de equipos, piensos (con tecnologías de Asia y Norteamérica), fertilizantes y otros insumos, laboratorios de post-larvas y criaderos, y centros de procesamiento/industrialización de camarón, todo lo cual favoreció la viabilidad técnica y económica.

Inicialmente, la producción de camarón en Brasil tuvo como objetivo el mercado externo, especialmente Estados Unidos; sin embargo, con la adopción de medidas *antidumping* presentadas por este país contra varios productores/exportadores de camarón, países como Brasil dirigieron sus exportaciones a Europa, teniendo como principales compradores España, Francia y Portugal. En el período 2003-2005, el país ha llegado a ocupar el primer lugar en las exportaciones de camarón para el continente europeo, la séptima posición a nivel mundial y la tercera posición de exportador en América Latina, solo superado por Ecuador y México. Debido a diversas dificultades como la falta de inversión, la devaluación del cambio y los impuestos de EE.UU., el comportamiento de las exportaciones de las empresas camaroneras perdieron rendimiento por lo que respecta a su competitividad, de tal modo que en el año 2003 la exportación alcanzó 58.400 toneladas, con un valor de 225,9 millones de dólares (FOB), cayendo posteriormente de manera significativa, para salir de este mercado en el año 2012, y con un pequeño repunte al año siguiente (gráfico 2).

Rocha (2014) y Madrid y Wurmman (2011) sostienen que, además de estos factores, la pérdida de competitividad del cultivo del camarón brasileño también se asocia a la falta de incentivos por parte del Gobierno, como se ha dado en otros sectores, Y que pueden llevar a una mayor eficiencia en toda la cadena de producción a medio y largo plazo. Estos autores también señalan que existen otros países que se enfrentan a los impuestos en EE.UU. y la devaluación del cambio pero que, no obstante, continuaron exportando porque recibieron incentivos del Estado. Por otra parte, cabe destacar que a medida que aumenta el poder adquisitivo de los consumidores el camarón pasa a ser más consumido en el país, consolidando así los canales de comercialización adecuados para este mercado, que no existían antes.

Gráfico 2.- Exportaciones de Brasil para Europa de camarones de cultivo en toneladas, 2003-2013



FUENTE: Brasil/MDIC/ALICEWEB (2014).

4. LA TRAYECTORIA TECNOLÓGICA DEL CULTIVO DE CAMARÓN EN EL NORDESTE DE BRASIL

La trayectoria tecnológica que marca el desarrollo del cultivo de camarones en Brasil está determinada por los sistemas de producción y de innovación complejos, formados por un conjunto de instituciones que ofrecen formación y suministran los cambios tecnológicos significativos en la industria a lo largo de esta trayectoria. Como venimos defendiendo, y que como ya fue anteriormente mencionado, el establecimiento de esa trayectoria tecnológica se puede formar gracias a la interacción entre la investigación básica y la aplicada, con mayor intensidad en un primer momento en los conocimientos básicos y, a continuación, en las soluciones de los problemas de carácter técnico (Dosi, 2006; Vieira Filho, 2009).

Freire y Baldi (2014) definen la trayectoria tecnológica de las granjas camaroneras en cuatro etapas distintas: la introducción de la tecnología (1973-1980), la intensificación de la investigación (1981-1991), la adaptabilidad de la tecnología (1992-2003) y la crisis tecnológica (2004-2011), que se extiende por todo el país. Estas etapas fueron confirmadas en la encuestas como sigue.

La primera fase (1973-1980) es la implementación de proyectos pioneros en la región nordeste de Brasil, con la introducción y adaptación de la especie *Penaeus japonicus*, de origen asiático, en las zonas costeras abandonadas por la actividad salinera, cuya tecnología mejoraron y validaron utilizando un “paquete tecnológico” para adaptarse a las condiciones de la región.

Según la mayoría de los encuestados esta iniciativa surgió por parte del Gobierno del Estado de Rio Grande del Norte debido a la creación del “Proyecto Camarón”, con el objetivo de sustituir la extracción de sal por el cultivo de camarón. Esta iniciativa fue apoyada por los programas de financiación del Banco de Brasil (BB), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco de Desarrollo del Rio Grande del Norte (BDRGN). Distintos autores (Rocha, 2004; Natori *et al.*, 2011; Freire y Baldi, 2014) mencionan este programa y, como podemos observar, la estrategia desarrollada inicialmente por el Gobierno del Estado de Rio Grande del Norte fue de calificarse como un comparador de tecnologías externas. Esas tecnologías llegaron en forma de adquisición de equipos, materias primas (post-larvas y reproductores), la contratación de consultores y visitas técnicas a los países donde se desarrolló el cultivo. El esfuerzo tecnológico también fue dirigido a la formación de recursos humanos con la participación de las universidades de algunos Estados, como Rio Grande del Norte, Ceará y Pernambuco. De esta forma, se obtienen las primeras empresas de cultivo de camarón en el nordeste para la explotación comercial. Sin embargo, esta iniciativa no tuvo éxito debido a que la especie *P. japonicus* no se adaptó a las condiciones de altas temperaturas y salinidades de la región. Durante este período muchos proyectos fracasaron, convirtiéndose en explotaciones antieconómicas. Esto llevó a la búsqueda de alternativas, que inicia la segunda fase de desarrollo del cultivo de camarón en la región.

En la segunda fase (1981-1991), aún estando de acuerdo con los encuestados, ocurrió la intensidad de la investigación tanto en la iniciativa privada como públi-

ca, puesto que ante el fracaso con las especies exóticas, la disponibilidad de infraestructura de laboratorios, granjas camaroneras ya instaladas y el conocimiento acumulado de los técnicos permitió la continuación de los experimentos que se centraron en especies nativas. Estas investigaciones se llevaron a cabo en los Estados de Ceará y Río Grande del Norte. Sin embargo, el proceso de producción era bastante rudimentario, pues se basaba en ensayo y error, es decir, “aprender haciendo”³.

A finales de 1980, la Universidad Federal de Santa Catarina realiza experimentos en un intento de obtener la cría en cautividad de especies nativas, logrando incluso producir post-larvas en un laboratorio de Latinoamérica. En este período, se produjo también el primer intento de implementar el sistema semi-intensivo de cultivo de camarón. Esto representa un salto tecnológico en su trayectoria, como también resulta en innovaciones radicales (producción de post-larvas en laboratorio). De esta forma, se ha logrado cierto progreso tanto en la reproducción y cría de larvas como en la gestión del agua y del suelo en los viveros. No obstante, el comportamiento productivo de estas especies no fue suficiente para garantizar la rentabilidad de las empresas.

A continuación, se iniciará la tercera fase de la trayectoria tecnológica del cultivo de camarones (1992-2003), con la búsqueda de alternativas al cultivo de las especies domésticas con las importaciones de reproductores y post-larvas de *Litopenaeus vannamei*, originario del Pacífico, que se llevaron a cabo y que se adaptaron muy bien a las condiciones ambientales brasileñas. Una de las primeras granjas de cultivo que utilizan esta especie fue localizada en el Estado de Bahía, extendiéndose más tarde al resto de los proyectos en el nordeste. Este cultivo ya se daba con gran éxito en Ecuador y en otros países occidentales. Es en este período cuando algunas empresas de la región contrataron técnicos de países como Perú, Ecuador y Japón para llevar a cabo la investigación y el desarrollo, generando *spill over*, que facilitó la adopción y el dominio de la tecnología de cultivo, reproducción y cría de larvas de dicha especie en Brasil. En este sentido, varios laboratorios empezaron a ofrecer una base regular post-larva en el mercado, haciendo que el país se convirtiese en autosuficiente (Brasil/DPA, 2001; Carvalho *et al.*, 2005; Lopes y Baldi, 2013). De esta manera, también surgieron fábricas de piensos con la tecnología asiática y americana orientada a alimentar a los camarones, así como nuevos equipos que permiten la viabilidad técnica y económica de los cultivos semi-intensivos.

El proceso de intensificación de los cultivos en el nordeste de Brasil en la década de 1990 solo era posible con los avances tecnológicos en la producción y reproducción de post-larvas, con el desarrollo de una dieta equilibrada en la gestión de la calidad del agua en proyectos de ingeniería de las granjas, incluyendo el

3 Los cultivos dependían totalmente del medio natural para la captura de especies, capturándose las post-larvas y los reproductores en mar abierto, en las zonas de manglares para su desarrollo en laboratorio y el almacenamiento de post-larvas para los cultivos, generando incluso controversia sobre el tema ambiental.

desarrollo de las bandejas fijas para los piensos, entre otras innovaciones (Rocha, 2013).

Esto, como ya se ha señalado, resultó en el proceso acumulativo de nuevos conocimientos, lo que lleva a la regeneración de las explotaciones, que empieza a lograr niveles de productividad y de rentabilidad más altos, atrayendo a otros grandes inversores para la actividad. Todos estos factores han contribuido significativamente al aumento de la producción y expansión de las áreas cultivadas, permitiendo que Brasil se convierta en un líder en la producción de camarón de cultivo en el mundo.

Sin embargo, en la última fase de la trayectoria del sector (2004-2011), esta dinámica en cuanto a innovaciones tecnológicas observadas en la fase anterior se vio comprometida, ya que en los últimos años en Brasil, incluso con el aumento de la productividad, en especial entre los pequeños y medianos productores, no hubo mejoras significativas en la tecnología agrícola, en la asistencia técnica ni en la formación de recursos humanos. Este hecho se puede constatar en Madrid y Wurmman (2011), cuando afirman que los avances en los procesos de fabricación se han producido de forma relativamente lenta y gradualmente, y se refieren al manejo técnico de los cultivos y/o al uso de nuevos insumos, materiales y equipos. En general, este tipo de innovaciones se limitan a los aspectos incrementales de las principales etapas del proceso de producción –post-larvas, engorde y procesamiento–.

Además, se debe tener en cuenta la búsqueda cada vez mayor de la seguridad alimentaria, donde los compradores podrán exigir ciertas demandas tales como la trazabilidad del producto desde el origen, así como el requisito para la certificación, originado por problemas de salud y ambientales en países de todo el mundo. Estos factores, junto a la adopción de medidas *antidumping*, promovidas por Estados Unidos, los problemas del clima y de los límites biológicos en los sistemas de cultivo, que culminaron en una crisis tanto económica como tecnológica, desarrollaron el estancamiento del sector en términos de tecnología con el fin de que los estándares adoptados llegasen a un límite de eficacia (Freire y Baldi 2014; Lopes y Baldi, 2013).

Actualmente, también se puede ver en las encuestas que está emergiendo una nueva etapa de esta trayectoria (¿o una nueva trayectoria?) con el apoyo de los sectores público y privado, respectivamente, representados por la Asociación Brasileña de Criadores de Camarón (ABCC), el Ministerio de Pesca y Acuicultura (MPA) y las instituciones de investigación y/o educativas, especialmente el Centro de Tecnología del Camarón en la Región Nordeste (localizado en el Estado de Rio Grande del Norte) y la Red del Cultivo de Camarón de Nordeste (RECARCINE)⁴.

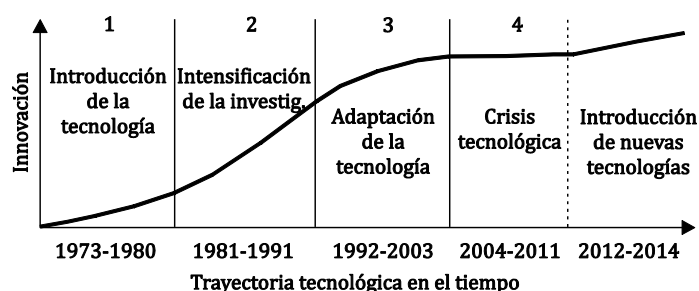
El cultivo del camarón en el nordeste de Brasil recibe un nuevo impulso con el lanzamiento en el año 2012 de un plan de capacitación regional titulado *Projeto de desenvolvimento tecnológico com boas práticas de manejo e biossegurança para a*

⁴ Red de investigación multidisciplinar sobre el cultivo de camarón, compuesta por investigadores de diferentes áreas del conocimiento en varios Estados de Brasil.

carcinicultura no nordeste brasileiro, organizado por el MPA y ABCC y dirigido a todos los interesados en el segmento de los principales eslabones de la cadena de producción de las granjas camaroneras, como laboratorios de post-lavas, granjas de engorde, centros de procesamiento y fábricas de piensos (Brasil/MPA/ABCC, 2013). Junto a este plan, también tenemos un Comité del Sector Técnico y de Negocios que realizó en el año 2013 unas visitas técnicas a los principales países productores de camarón de Asia, con el fin de adquirir información y conocimiento de los avances tecnológicos en la producción intensiva de camarón *L. vannamei*, que puede ser adoptado en Brasil. Además de estos factores, ya se observa el despliegue de las granjas orgánicas, el policultivo (consorciado de *tilapia* y camarón) y, en fase de adopción, se encuentra un sistema de trazabilidad para los cultivos, así como la implementación del sistema de bioflocos⁵ como también, cada vez más, la consolidación del mercado interno para el producto. Estas acciones, de hecho, pueden causar cambios significativos en la trayectoria tecnológica del cultivo de camarón en el nordeste de Brasil.

El crecimiento de la adopción de innovaciones en las cuatro fases de la trayectoria tecnológica del cultivo de camarón en el nordeste de Brasil se puede representar en una curva sigmoidea que describe el uso de las tecnologías en función del tiempo (gráfico 3).

Gráfico 3.- Fases de la trayectoria tecnológica del cultivo de camarón en el nordeste de Brasil



FUENTE: Elaboración propia adaptada de la ecuación logística Verhulst-Pearl.

5. RÉGIMEN TECNOLÓGICO, PROCESO PRODUCTIVO E INNOVADOR EN EL CULTIVO DE CAMARÓN

Para entender la compleja disposición de la producción de camarones en el nordeste de Brasil en términos de proceso productivo e innovador es necesario

⁵ El sistema de cultivo en bioflocos (Biofloc Technology System – BFT), en el que prácticamente no hay renovación de las aguas y se aprovechan los microorganismos como alimento natural, con lo que se reduce el uso de piensos, además de mejorar los niveles de productividad y de seguridad de la biotecnología, en comparación con los sistemas tradicionales de cultivo (Wasielesky y Krummenau, 2013).

profundizar en el conocimiento de las características específicas del régimen tecnológico en este segmento. No obstante, parte de estos rasgos se han tratado ya con anterioridad desde una perspectiva histórica. Conforme a los resultados de las encuestas y observaciones, ese régimen se correlaciona con condiciones específicas de oportunidad, de apropiación, de acumulado y de propiedades de la naturaleza del conocimiento que condicionan las estrategias innovadoras en las empresas, a pesar de que se vislumbra en toda su historia que el mayor énfasis está en la oportunidad y en el carácter acumulativo basado en el proceso de aprendizaje local y en la acumulación de conocimiento que se produce tanto por el desarrollo de la I+D como por la absorción y adaptación de tecnologías externas.

En este contexto, y teniendo en cuenta las tecnologías existentes, el sistema de producción de camarón presenta diferencias tanto en términos de tamaño y estilos de las empresas como en el nivel tecnológico (señalado anteriormente), además de considerar las tecnologías utilizadas en el proceso de producción, que varían según el tipo de sistema de cultivo –extensivos, semi-intensivos e intensivos–. El semi-intensivo predomina en el nordeste, aunque existen también algunas granjas en sistema intensivo de cultivo en diferentes Estados de la región. Ambos sistemas se utilizan sobre todo en las grandes y medianas empresas, en las que hay cambios en los procesos que van desde el uso de piensos formulados con ajuste del consumo, la corrección y el tratamiento del suelo de los viveros y los mejores controles de los parámetros físico-químicos del agua, hasta una cierta preocupación por el tratamiento de aguas residuales, orientadas hacia la sostenibilidad (Rocha, 2006; Borba y Nogueira, 2013). A pesar de todo, una tendencia que se observa es la aparición del sistema extensivo adecuado para el cultivo de camarón orgánico que se está expandiendo en la región.

Por una parte, cabe señalar, asimismo, que en función de los resultados de las encuestas y de sus observaciones, las empresas grandes y algunas medianas son las que más se benefician de estas tecnologías, a diferencia de las pequeñas, que tienen dificultades para adoptar porque no pueden ser intensivas en capital, además del área limitada que poseen. Por otra, las pequeñas empresas son menos organizadas, producen de forma casi artesanal, usando el “paquete tecnológico”, es decir, el uso de técnicas de manejo y de otros mecanismos predeterminados y de fácil aprendizaje, contribuyendo a debilitar las barreras de entrada y salida. Tal hecho demuestra la necesidad de establecer condiciones tecnológicas más apropiadas para las pymes, teniendo en cuenta el tema de los costes y de las limitaciones de áreas.

De este modo, las grandes empresas en su mayoría están integradas verticalmente y llevan a cabo más de una etapa del segmento de la cadena productiva. Algunas de ellas operan con empresas ancla de subcontratación o de arrendamiento de pequeñas empresas desactivadas en arreglos productivos locales para la realización de parte del proceso de producción –la etapa de engorde de camarón–. Proveen así post-larvas, asistencia técnica, capital, otros insumos y la comercialización, ya que dependen de la producción de pequeños y medianos productores para cumplir con sus compromisos comerciales (Ormond *et al.*, 2004; Carvalho *et*

al., 2005). Este tipo de relación tiende a consolidarse con el estímulo que la ABCC ha promovido en los últimos años como una gran oportunidad para la competitividad dentro del sector.

Al analizar el cultivo de camarón se observa que este envuelve varias empresas que actúan en diferentes etapas de la cadena productiva, con énfasis en los tres segmentos principales, que están intrínsecamente relacionados – el laboratorio de post-larvas, donde estas se producen; las granjas de engorde, donde sucede el ciclo de desarrollo del camarón; y los centros de proceso que benefician la producción, a través de la clasificación, envasado y congelación para el mercado nacional y extranjero-. Estos están conectados hacia adelante y hacia atrás con otras grandes industrias de insumos (piensos, fertilizantes nitrogenados y fosfatados, probióticos, etc.) y equipos (generadores, bombas, motores, medidores de parámetros fisicoquímicos del agua y otros insumos/equipo), distribución, envases y otros servicios.

También se observa, con base en las encuestas, que la organización del cultivo de camarón se define en un sentido amplio, que incluye no solo las actividades anteriores y posteriores de los tres principales sectores productivos, sino que también engloba un amplio sistema de investigación, ciencia y tecnología que no siempre se articula correctamente. Por lo tanto, las innovaciones importantes en el cultivo se producen a lo largo de toda la cadena de producción regional, es decir, no solo en términos de proveedores de insumos tecnológicos, maquinaria y equipo (que incluye innovación mecánica, química y biológica, la tecnología de la nutrición o la organizativa, entre otras), sino también en los laboratorios de post-larvas en granjas de engorde y procesamiento, que implica innovaciones relacionadas con la producción y reproducción de camarones (mejora genética, diseño y proyecto de ingeniería, bioseguridad y, más recientemente, la biotecnología).

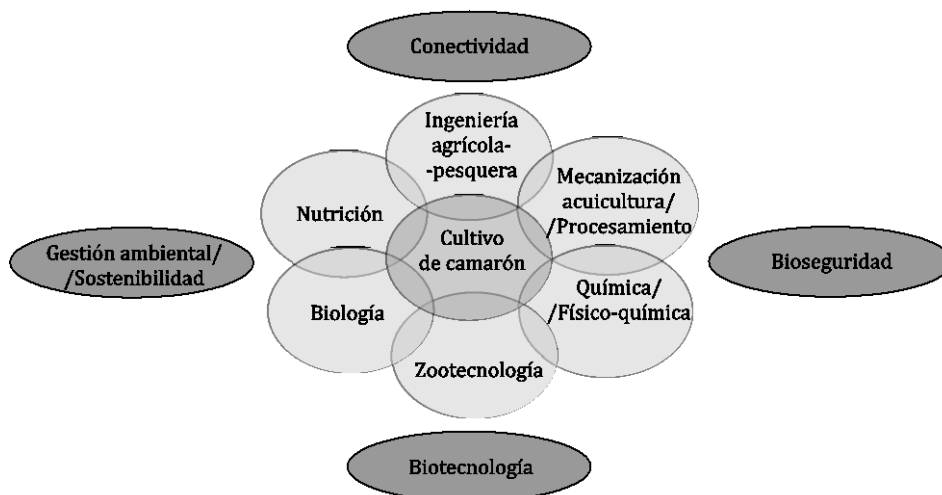
Por consiguiente, se destaca que existe una cierta complementariedad sectorial y coevolutiva de la producción y el desarrollo de nuevas tecnologías. Los estudios empíricos de Malerba y Orsenigo (1996); Breschi, Malerba y Orsenigo (2000); y Vieira Filho (2009) muestran que la estructura institucional para el desarrollo de la innovación es muy compleja dentro de un sector económico y varía significativamente entre todos los demás sectores, verificándose este hecho en el cultivo del camarón.

Cada etapa de producción tiene una actividad muy específica y compleja, que involucra diversas áreas del conocimiento, revelando un carácter interdisciplinario y propicio para la aparición de nuevas disciplinas/conocimiento que ha proporcionado los cambios técnicos y tecnológicos en el sector (figura 1). La aplicación de este carácter genera cambios que están conduciendo a innovaciones incrementales en productos y procesos, incluso las radicales.

Las nuevas tecnologías están dando lugar a la aparición de nuevos procesos en el manejo de cultivos (usando bioflocos) y nuevos productos (camarón orgánico y post-larvas más resistentes a los patógenos), y la adición de nuevas propiedades para el procesamiento de camarones. Esto pide incluir, también, la cadena de pro-

ducción del cultivo de camarón como un todo en su conjunto, por su interdisciplinariedad.

Figura 1.- - Interdisciplinaridad de la industria del cultivo de camarón: nuevas tendencias



FUENTE: Elaboración propia a partir de Bittencourt (2010).

5.1. LA INNOVACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN

Conforme a los resultados de las encuestas y observaciones a los diversos agentes, el proceso de innovación en el cultivo de camarón, que define tanto la generación y adopción como los parámetros de difusión tecnológica, está comprendido dentro de agrupaciones complejas, interconectadas, mediado por la promoción de las instituciones del conocimiento, tales como centros de investigación, universidades, asociaciones profesionales y organismos reguladores del Estado. Por lo tanto, la capacidad productiva e innovadora de las empresas de estos arreglos se determina no solo por los conocimientos y habilidades adquiridas internamente, sino también por la existencia de otros elementos externos que actúan como determinantes en el proceso de aprendizaje, producción o adquisición de los conocimientos, así como la generación y adopción de la innovación. Estos aspectos se han tenido en cuenta al analizar el sistema productivo del cultivo de camarón en el nordeste.

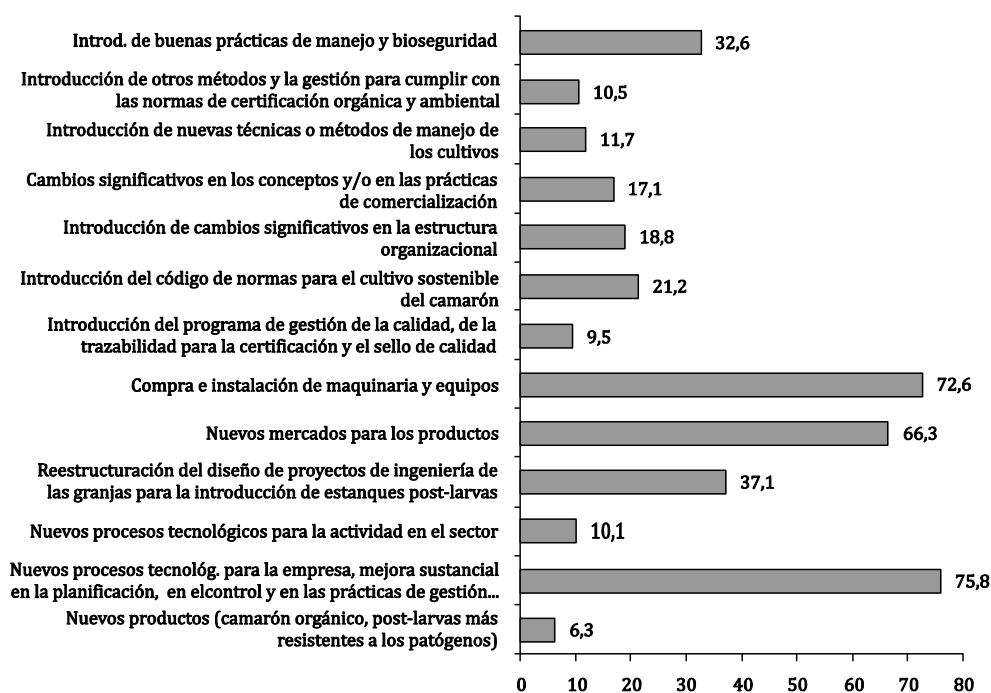
Por lo tanto, la discusión sobre la incorporación de la innovación en las empresas encuestadas se basa en una visión más amplia del proceso, destacando la distinción entre innovaciones incrementales y/o alternativas y las radicales, que van desde el uso de bandejas fijas para los piensos artesanales hasta un proceso más complejo y dinámico que implica mejoras en las técnicas de cultivo, nutrición y tecnología de reproducción, así como cambios en el diseño de las granjas para la

incorporación de lagunas de sedimentación, viveros de post-larvas, policultivo y camarón orgánico, por ejemplo.

Las empresas analizadas muestran cierta heterogeneidad en términos de capacidad productiva e innovadora, teniendo en cuenta los diferentes segmentos de empresas que participan en la cadena regional. Esta diversidad es evidente cuando se observa que el grado de modernización tecnológica de las grandes y de parte de las medianas contrasta con las pequeñas, que son la mayoría en la región y con poco dinamismo innovador, que operan de modo casi artesanal. Sin lugar a dudas, las tecnologías utilizadas por las grandes y por una parte de las medianas empresas son más complejas y avanzadas.

Las principales innovaciones adoptadas por las empresas encuestadas de la región se refieren a los procesos, con el 75,8%, sobre todo para las grandes y medianas empresas, y la incorporación de equipos, con el 72,6%, con mayor énfasis en las pequeñas empresas (gráfico 4).

Gráfico 4.- Innovaciones realizadas por las empresas de cultivo de camarón encuestadas en el nordeste de Brasil, 2011-2013



FUENTE: Elaboración propia a partir de ABCC (2012) y de la investigación de campo (2013).

Estos procesos, como ya hemos indicado, están asociados con las mejoras en las prácticas de manejo de los cultivos, que implican algunos procedimientos como la adquisición de post-larva, la despesca y el transporte del producto a las em-

presas procesadoras, así como un mejor control de las condiciones físicoquímicas del agua del estanque, las prácticas de alimentación mejoradas y el tipo de alimento utilizado, la preparación y manejo de estanques o los cuidados sanitarios, entre otros. El equipo está relacionado con la adquisición de los aireadores, de monitores de agua y, en su mayor parte, por bandejas fijas para la comida, ya que estos dispositivos fueron limitados en su mayoría por las pequeñas y medianas empresas que operan de manera muy rudimentaria.

La introducción de buenas prácticas de manejo y seguridad (32,6% de la muestra) ha sido aprobada recientemente por el programa integral de capacitación y formación en relación con esas prácticas, siendo apoyadas por el Gobierno y los productores de la asociación (ABCC) a partir del año 2013, con la tendencia a que más empresas la adopten como consecuencia de las demandas de los consumidores que buscan la seguridad alimentaria. La búsqueda de nuevos mercados también desempeñó un porcentaje muy significativo (66,3% del total de encuestados); sin embargo, este hecho se originó más por las pocas ventas al mercado exterior que por una estrategia de marketing adecuada para la conquista de nuevos mercados (gráfico 4).

La innovación relacionada con los cambios organizativos ocurrió con mayor intensidad en las grandes empresas, destacándose como los cambios más relevantes los procedimientos estándar para el control sistemático de la calidad establecida por el código de conducta para el cultivo sostenible del camarón, seguido de la aplicación de programas de gestión de calidad y de la certificación orgánica y ambiental.

Cabe destacar que, entre los tres principales segmentos de la cadena productiva de camarón, el laboratorio de post-larvas es el más intensivo en tecnología. La incorporación de innovaciones en la reproducción y el cultivo de post-larvas implican el desarrollo de mejoras continuas en estas técnicas y la búsqueda de variedades más resistentes a las enfermedades. Estas se producen a partir del uso de la base de conocimientos resultantes de las actividades desarrolladas en los laboratorios de investigación y desarrollo (I+D). En la etapa de procesado del camarón, los procedimientos en su mayoría son también procesos, y se asocian a la incorporación de nuevos equipos en ciertos estadios de estos. De esta forma, el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) es un requisito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA) para garantizar la producción de camarón de una manera sana, cumpliendo con los estándares de seguridad alimentaria exigidos por los mercados nacionales e internacionales.

De todas maneras, estas plantas de procesamiento no han progresado en la innovación de productos, a pesar de la ABCC que, en colaboración con las empresas importadoras, ofertó varios entrenamientos para nuevas formas de procesar el camarón elaborando otros productos. Este trabajo implica básicamente la recepción de despesca en las líneas de proceso para el lavado, clasificación/separación de los desechos y camarones defectuosos y clasificación por tamaño, teniendo en cuenta una media de cerca del 95% de la región.

En la fase actual de la trayectoria tecnológica del cultivo de camarón se ve el surgimiento de innovaciones más sostenidas como el cultivo de camarón orgánico, presente en algunas granjas de la región, con registro ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI) de denominación de origen - "Camarão da Costa Negra", que concede una protección al camarón producido en el norte del Estado de Ceará/Nordeste por las características específicas que este crustáceo presenta al tener un sabor distinto. En este sentido, algunas granjas han pasado por un riguroso proceso de certificación de la calidad del medio ambiente mediante la producción de camarón orgánico, que tiende a expandirse en la región.

En esta línea, encontramos nuevas oportunidades como el desarrollo, adaptación y adopción de los cultivos de camarones en bioflocos (BFT), que permite su adecuación a las granjas que funcionan con el sistema de producción tradicional, por lo que es una técnica alternativa económicamente viable para el cultivo del camarón en Brasil; el desarrollo y la adaptación de tecnología para la producción de camarones libres de agentes patógenos (Specific Pathogen Free - SPF); la investigación para piensos de alta calidad; o la búsqueda de alimentos alternativos para reemplazar la harina y el aceite de pescado, pueden contribuir al desarrollo sostenible de la actividad (Natori *et al.*, 2011).

Con base en las encuestas, algunas innovaciones se originan en las relaciones de los productores con las universidades y la investigación regional y, especialmente, con los proveedores de piensos y las empresas de procesamiento. Esta contribución, en el caso de las universidades, es aún limitada a unos pocos asociados con el proceso de producción y a las actividades de un pequeño número de empresas en la región. Estos hechos llevan a cambios que producen las innovaciones incrementales continuas, incluyendo las radicales en el sistema productivo de camarón en el nordeste de Brasil.

En cualquier caso, algunas innovaciones observadas, particularmente en las pequeñas y medianas empresas de la región nordeste, son de baja intensidad y, principalmente, se refieren a la incorporación de equipos y mejoras técnicas para el manejo de los cultivos.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Dada la importancia económica de la industria de cultivo de camarón en la región Nordeste de Brasil, que es considerado el segmento más organizado del sector pesquero nacional, se observa que su trayectoria de desarrollo dependía de un acuerdo institucional complejo en la que se pueden distinguir cuatro fases claramente diferenciadas. En relación con las dos primeras, podemos subrayar que la generación de nuevas capacidades tecnológicas ha permitido innovaciones significativas gracias a la introducción y adaptación de la tecnología extranjera, a la creciente actividad en la investigación tanto en el sector privado como público, así como a la formación de recursos humanos.

Por lo que respecta a la tercera fase, esta es crucial para la consolidación de la actividad con la introducción de especies exóticas y el contrato de consultoría de otros países, lo que facilita la adopción y el dominio de los cultivos y la cría de esta especie con la tecnología de Brasil. Sin embargo, cabe resaltar un punto de inflexión en la cuarta etapa, causado por una serie de factores entre los que destacamos la desarticulación en las instituciones y la crisis en las exportaciones, que hace que los avances en los procesos de producción suelen ocurrir de forma relativamente lenta y gradual. Por lo tanto, se puede concluir que el Gobierno, en particular el de Río Grande del Norte, desempeñó un papel clave en la introducción de esta actividad en el país a través de su notable esfuerzo en la generación de rendimientos y de empleo para los trabajadores en paro de las salinas.

Por otro lado, se observa que el régimen tecnológico, la oportunidad y las condiciones acumulativas son los parámetros más prominentes en la orientación de estrategias tecnológicas y, por lo tanto, en la innovación del segmento. Estos rasgos se basan tanto en el proceso de aprendizaje local como en la acumulación de conocimiento que puede ser visto tanto por el desarrollo de la I+D en las empresas como por la absorción y adaptación de tecnologías extranjeras.

En cualquier caso, los logros relevantes al sistema de cultivo de camarón se producen en toda la cadena de producción regional, a pesar de que la mayoría de estos se relacionan con los procesos y la adquisición de equipos (tecnología incorporada en los bienes de capital). Es importante destacar la introducción de innovaciones de producto y organizativas, tales como los bioflocos, la gestión y el sistema de certificación orgánica y ambiental y, de alguna manera, las innovaciones radicales como el camarón orgánico. Teniendo en cuenta los elementos claves de la cadena, estos avances tecnológicos se notan principalmente en las grandes y medianas empresas y, en crecimiento, en los laboratorios, en contraste con las más pequeñas, que son mayoría en la región pero que tienen poco dinamismo innovador, ya que operan de forma casi artesanal, utilizando un paquete tecnológico de fácil adaptación.

Es conveniente resaltar que a partir del año 2012, el cultivo de camarón ha tomado un nuevo impulso en la región gracias a la ayuda del Gobierno federal, en colaboración con la ABCC y las instituciones educativas y de investigación, con las nuevas tecnologías emergentes que implican la aparición de nuevos y mejores procesos, así como a los nuevos productos que puedan asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de camarón en la región.

Para concluir, es importante manifestar que el impacto de estas nuevas tecnologías se encuentra aún a medio plazo, cubriendo toda la cadena de producción de este sector en interdisciplinariedad. Por lo tanto, es interesante que se realicen más investigaciones en este campo para verificar si esta fase que el sector está atravesando es una nueva fase de su trayectoria o una nueva trayectoria en sí misma.

BIBLIOGRAFÍA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (2012): O censo da carcinicultura nacional em 2011. Candelária – Natal/RN: ABCC. <<http://www.abcc.com.br>>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (2013): *Estatísticas ABCC - Balança comercial de pescado (2010-2013)*. Candelária – Natal/RN: ABCC. <<http://www.abcc.com.br>>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (2014): *Estatísticas ABCC - Balança comercial de pescado (2010-2014)*. Candelária – Natal/RN: ABCC. <<http://www.abcc.com.br>>.
- BARDIN, L. (2009): *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BITTENCOURT, E. (2010): “Considerações sobre o estágio atual da nanotecnologia no setor têxtil”, *Seminário de Nanotecnologia*. ABIT. <<http://www.abit.org.br>>.
- BORBA, M.; NOGUEIRA, J. (2013): “Carcinicultura brasileira: o perfil do setor em cada unidade federativa produtora em 2011”, *Revista ABCC*, 15 (2), pp. 26-29.
- BRASIL. DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA (2001): *Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado: seguimentos de mercado*. Brasília: MAPA/SAEC/DPA, CNPq, ABCC.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA / ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAMARÃO (2013): “Projeto de desenvolvimento tecnológico com boas práticas de manejo e biossegurança para a carcinicultura no nordeste”, *Revista da ABCC*, 16 (1), pp. 41-46.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (2012): *Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2008-2009*, Brasília: MPA.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO / ALICEWEB (2014): *Sistema de análise das informações de comércio exterior*. Brasília: MDIC, Secretaria de Comércio Exterior. <<http://aliceweb.mdic.gov.br>>.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L. (2000): “Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation”, *The Economic Journal*, 110 (463), pp. 388-410.
- CARVALHO, J.M.M.; PAULA NETO, F.L.; NASCIMENTO, F.O.; FEITOSA, R. (2005): *A perspectiva para o desenvolvimento da carcinicultura no nordeste brasileiro*. (Série Documentos do ETENE, 2). Fortaleza: BNB.
- CARVALHO, S.A.D.; FURTADO, A.T. (2013): “Estratégias tecnológicas e dinâmica de inovação das empresas agroalimentares no Brasil”, *Gestão & Conexões Management and Connections Journal*, 2 (1), pp. 47-75.
- CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M. (2005): “Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política”, *São Paulo em Perspectiva*, 19 (1), pp. 34-45.
- DODGSON, M.; GANN, D.M.; SALTER, A. (2008): *The Management of Technological Innovation: Strategy and Practice*. London: Oxford University Press.
- DOSI, G. (1982): “Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change”, *Research Policy*, 11 (3), pp. 147-162.
- DOSI, G. (2006): *Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores*. Campinas: Editora Unicamp..
- DOSI, G.; MARENGO, L.; PASQUALI, C. (2006): “How Much Should Society Fuel the Greed of Innovators?: On the Relations Between Appropriability, Opportunities and Rates of Innovation”, *Research Policy*, 35 (8), pp. 1110-1121.
- DUNHAM, F.B.; BOMTEMPO, J.V.; ALMEIDA, E.L.F. (2006): “Trajetórias tecnológicas em combustíveis sintéticos: análise dos mecanismos de seleção e indução”, *Revista Brasileira de Inovação*, 5 (1), pp. 99-129.
- FAO (2014); *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service: Global Aquaculture Productions, 1950-2012*. Rome: FAO. <<http://www.fao.org/statis>>.

- FAO/GLOBEFISH (2011): *Shrimp: Shrimp Prices Reach High*. Rome: FAO. <<http://www.globefish.org>>.
- FIGUEREIDO, P. (2010): "Discontinuous Innovation Capability Accumulation in Latecomer Natural Resource-Processing Firms", *Technological Forecasting & Social Change*, 77, pp. 1090-1108.
- FREEMAN, C. (2005): "Um pouso forçado a "Nova Economia"? A tecnologia da informação e o sistema nacional de inovação dos Estados Unidos", en H.M.M. Lastres, J.E. Cassiolato y A. Arroio [org.]: *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento*, pp. 51-81. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto
- FREIRE, A.C.; BALDI, M. (2014): "Processo inovativo e indicadores estruturais: Posição dos atores e trajetória tecnológica na rede de carcinicultura Potiguar", *Organizações & Sociedade*, 21 (69), pp. 235-254.
- LOPES, F.D.; BALDI, M. (2013): "Estratégia como contexto interfirma - uma análise a partir da imersão social e da teoria institucional no setor de carcinicultura norte rio-grandense", *Revista de Administração Mackenzie*, 14 (2), pp. 210-242.
- MADRID, R.M. (2006): "Brasil e o mercado americano de camarões", *Panorama da Aquicultura*. 6 (3), pp. 53-55.
- MADRID, R.M.; WURMANN, G.C. (2011): "O futuro da carcinicultura marinha brasileira", *Revista da ABCC*, 13 (2), pp. 42-47.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. (1996): "Schumpeterian Patterns of Innovation Are Technology-Specific", *Research Policy*, 25, pp. 451-478.
- NATORI, M.N.; SUSSEL, F.R.; SANTOS, E.C.B.; PREVIERO, T.C.; VIEGAS, E.M.M.; GAMEIRO, A.H. (2011): "Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios", *Informações Econômicas*, 41 (2), pp. 61-73.
- OCDE (2006): *Manual de Oslo*. (Tradución da FINEP). Paris: OCDE. <<http://www.finep.gov.br>>.
- ORMOND, J.G.P.; MELLO, G.A.T.; FERREIRA, P.R.P.; LIMA, C.A.O. (2004): "A carcinicultura brasileira", *BNDES Setorial*, 19, pp. 91-118.
- ROCHA, I.P. (2006a): "As perdas de oportunidades pelo setor pesqueiro brasileiro, com ênfase para a carcinicultura marinha: histórico, entraves e perspectivas de recuperação", *Revista ABCC*, 16 (1), pp. 19-23.
- ROCHA, I.P. (2006b): "Impactos socioeconômicos e ambientais da carcinicultura brasileira: Mitos e verdades", *Revista da ABCC*, 7 (4), pp. 29-36.
- ROCHA, I.P. (2013): "A importância da aquicultura e da carcinicultura no contexto da produção mundial de pescado: Desafios e oportunidades para o Brasil", *Revista ABCC*, 15 (2), pp. 16-26.
- ROCHA, I.P. (2014): "As perdas de oportunidades pelo setor pesqueiro brasileiro, com ênfase para a carcinicultura marinha: histórico, entraves e perspectivas de recuperação", *Revista ABCC*, 16 (1), pp. 19-23.
- SCOPEL, B.R. (2014): "Mergulhando na aquicultura asiática inovações e tecnologias da Ásia para a carcinicultura brasileira", *Revista ABCC*, 16 (1), pp. 49-51.
- TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. (2008): *Gestão da Inovação*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman.
- TIGRE, P.B. (2006): *Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus.
- VIEIRA FILHO, J.E.R. (2009): *Inovação tecnológica e aprendizado agrícola: uma abordagem schumpeteriana*. (Doctoral Tese). Universidade de Campinas.
- WASIELESKY, W.; KRUMMENAUE, D. (2013): "Cultivo de camarões em sistema de bioflocos: realidades e perspectivas", *Revista ABCC*, 15 (2), pp. 16-26.

Tahim, E.F.; Damaceno, M.N.; De Araújo Junior, I.F.

Trayectoria tecnológica e innovación...

WURMANN, G.C.; MADRID, R.M. (2006): "O desenvolvemento da salmonicultura no Chile: lições de um modelo vigoroso e sua possível aplicação na indústria do cultivo do camarão no Brasil", *Panorama da Aquicultura*, 16 (93), pp. 14-23.