

La resiliencia de los sistemas de agro-acuicultura integrada en la Provincia de Misiones

*Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires,
Área Ciencias Agropecuarias*

1 de septiembre de 2017

Ariel David Zajdband

Ingeniero Agrónomo - Universidad de Buenos Aires - 2008

Lugar de trabajo: Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

COMITÉ CONSEJERO

Director de tesis

Daniel M. Cáceres

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de Córdoba)

Doctor en Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Córdoba)

Co-Director de tesis

Cynthia A. Pizarro

Lic. en Antropología (Universidad de Buenos Aires)

Doctora en Antropología (Universidad de Buenos Aires)

Consejero de Estudios

Wagner Valenti

Lic. en Ciencias Biológicas (Universidad de San Pablo)

Doctor en Ciencias Biológicas (Universidad de San Pablo)

Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución.

Ariel David Zajdband

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE GENERAL | iv |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vii |
| Resumen..... | x |
| Abstract..... | x |
| Capítulo 1. Introducción | 1 |
| Capítulo 2. Una aproximación sistémica al análisis de la dinámica de las explotaciones agropecuarias familiares misioneras | 13 |
| Capítulo 3. Caracterización de las explotaciones familiares dedicadas a la acuicultura en la Provincia de Misiones..... | 29 |
| Capítulo 4. La integración de la acuicultura en las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones..... | 52 |
| Capítulo 5. El análisis de la resiliencia de los sistemas de AAI en la Provincia de Misiones mediante la construcción de escenarios futuros | 81 |
| Capítulo 6. Discusión general..... | 103 |
| Referencias..... | 119 |
| Apéndice 1. Coeficientes utilizados para la cuantificación de los flujos de nitrógeno. | 141 |
| Apéndice 2. Matrices representando los flujos de nitrógeno..... | 144 |
| Apéndice 3. Escenarios futuros..... | 145 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 2.1. Variables que experimentan cambios, procesos que los motivan y fuerzas externas que los controlan en cada uno de los ciclos identificados..... | 22 |
| Cuadro 3.1. Descripción de los programas de promoción de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares en Misiones. | 30 |
| Cuadro 3.2. Definición y rango de las variables recolectadas durante las entrevistas utilizadas en el análisis de clúster. | 32 |
| Cuadro 3.3. Comparación entre las variables obtenidas en las visitas a las explotaciones y los datos censales (INDEC 2002) correspondientes al Departamento Cainguás y a la Provincia de Misiones. | 35 |
| Cuadro 3.4. Varianza total explicada por cada uno de los componentes con autovalor mayor a 1. | 36 |
| Cuadro 3.5. Matriz de componentes rotados. | 36 |
| Cuadro 3.6. Análisis de clúster y resultados del ANOVA para las medias de los grupos. | 38 |
| Cuadro 3.7. Superficie total, en metros cuadrados, de cuerpo de agua cultivado con peces según cantidad de estanques por explotación. | 40 |
| Cuadro 3.8. Cantidad de estanques cosechados sin re-siembra, con re-siembra y no cosechados por clúster. | 41 |
| Cuadro 3.9. Datos de producción de acuicultura de los estanques cosechados por clúster. | 42 |
| Cuadro 3.10. Prueba Kruskal Wallis para las diferentes variables de producción de acuicultura clasificadas por clúster..... | 42 |
| Cuadro 3.11. ANOVA no paramétrico (prueba de Kruskal-Wallis) de los diferentes destinos del pescado por tipo de clúster. | 44 |
| Cuadro 3.12. ANOVA no paramétrico (prueba de Kruskal Wallis) de los diferentes destinos del pescado por explotación según cantidad de estanques cosechados..... | 45 |
| Cuadro 3.13. Fuente de financiamiento de los estanques construidos y por construir en las explotaciones agropecuarias familiares visitadas, y cantidad de estanques construidos en las explotaciones familiares visitadas, a marzo 2010. | 46 |
| Cuadro 4.1. Indicadores utilizados en el análisis de redes. | 55 |
| Cuadro 4.2. Área de estanques (en metros cuadrados) promedio por grupo de explotación..... | 57 |
| Cuadro 4.3. Valores promedio de rendimiento (kg/ha), rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) y duración del ciclo de cultivo (días) en los estanques de acuicultura por grupo de explotación..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 4.4. Presencia y proporción de las diferentes especies cultivadas en los estanques por grupo de explotación..... | 59 |
| Cuadro 4.5. Resumen de los modelos de explotación. | 65 |
| Cuadro 4.6. Especies sembradas y densidad de siembra en la explotación modelo 1..... | 66 |
| Cuadro 4.7. Indicadores de diversidad, integración, resiliencia y productividad para los tres modelos de explotación..... | 68 |
| Cuadro 5.1. Tendencias de las fuerzas motrices clasificadas de mayor grado de importancia en cada uno de los escenarios futuros..... | 86 |
| Cuadro 5.2. Indicadores de integración en los cuatro escenarios futuros para los tres modelos de explotación | 90 |
| Cuadro 5.3. Indicadores de diversidad en los cuatro escenarios futuros para los tres modelos de explotación..... | 91 |
| Cuadro 5.4. Indicadores de resiliencia y productividad en los cuatro escenarios futuros para los tres modelos de explotación..... | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Paisaje de estabilidad con dos cuencas de atracción mostrando la posición actual del sistema y el cambio de régimen del sistema como resultado de la modificación del paisaje de estabilidad..... | 9 |
| Figura 1.2. El modelo del ciclo adaptativo. Las flechas indican la velocidad en la que se desarrolla el ciclo..... | 11 |
| Figura 1.3. Las conexiones <i>revuelta</i> y <i>recuerdo</i> en la panarquía..... | 11 |
| Figura 2.1. (a) Volumen de yerba mate canchada importada y de producción nacional entre 1915-1937 (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 1. | 16 |
| Figura 2.2. (a) Superficie cultivada con yerba mate, tung y té entre 1938-1955. (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 2..... | 17 |
| Figura 2.3. (a) Precio (constante 1960) de yerba mate canchada por kilogramo 1960-1966. (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 3.... | 17 |
| Figura 2.4. (a) Superficie reforestada y cultivada con soja, tabaco, té, tung y yerba mate. (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 4..... | 18 |
| Figura 2.5. (a) Producción de yerba mate y tabaco en el período 1978-1987 (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 5..... | 19 |
| Figura 2.6. (a) Precio de la yerba mate y tabaco en el período 1985-1990 (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 6..... | 20 |
| Figura 2.7. (a) Cotización (\$/kg de hoja verde) de tabaco Burley, té y yerba mate entre 1991-2001, (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 7..... | 21 |
| Figura 2.8. (a) Cotización (\$/kg de hoja verde) de tabaco Burley, té y yerba mate entre 1991-2001, (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 8..... | 22 |
| Figura 2.9. Modelo de sistema propuesto para el análisis de la dinámica de las explotaciones familiares agropecuarias misioneras..... | 25 |
| Figura 3.1. Ubicación de las explotaciones familiares donde se realizaron las entrevistas..... | 31 |
| Figura 3.2. Mapa de factores de las 20 variables utilizadas en el análisis de componentes principales para las dos primeras dimensiones | 37 |
| Figura 3.3. Explotaciones familiares visitadas, por clúster..... | 38 |
| Figura 3.4. Año de introducción de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares visitadas..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.5. Superficie de estanques, en metros cuadrados, por clúster. | 40 |
| Figura 3.6. Producción (kg) obtenida por superficie cosechada (m^2), según clúster..... | 43 |
| Figura 3.7. Cantidad de pescado cosechado, promedio, que fue consumido en la explotación, regalado o vendido por clúster..... | 44 |
| Figura 3.8. Relación entre el pescado vendido y el consumido en la explotación por clúster..... | 45 |
| Figura 4.1. Representación gráfica de un sistema con dos compartimentos (H_1 y H_2), con sus respectivos almacenamientos (x) y flujos entre ellos, y desde y hacia el ambiente externo..... | 54 |
| Figura 4.2. Rendimiento (kg/ha) y rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) en función de la duración del ciclo del cultivo (días) por grupo de explotación..... | 58 |
| Figura 4.3. Rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) por clúster de explotación en estanques con y sin entrada independiente de agua..... | 58 |
| Figura 4.4. Relación entre el fertilizante aplicado (kg N/(ha.año)) y los rendimientos ajustados (kg/(ha.año)) por grupo de explotación..... | 60 |
| Figura 4.5. Fuente de fertilizante utilizado en los estanques por clúster de explotación.. | 61 |
| Figura 4.6. Relación entre el alimento suplementario suministrado (kg/(ha.año)) y los rendimientos ajustados (kg/(ha.año)) por grupo de explotación..... | 62 |
| Figura 4.7. Fuente de alimento utilizado (kg/(ha.año)) en los estanques por clúster de explotación..... | 62 |
| Figura 4.8. Diagrama de flujo de la explotación modelo 1..... | 63 |
| Figura 4.9. Diagrama de flujo de la explotación modelo 2..... | 63 |
| Figura 4.10. Diagrama de flujo de la explotación modelo 3..... | 64 |
| Figura 4.11. Oferta de (a) fertilizante (kg N/(mes.ha)) y alimento (kg/(mes.ha)) en los estanques de acuicultura de los tres modelos de explotación..... | 67 |
| Figura 4.12. Rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) en los estanques de acuicultura de las explotaciones modelo por especie y por categoría de peso..... | 67 |
| Figura 4.13. Ingreso monetario, en pesos, de las diferentes actividades en los modelos de explotación en 2009..... | 70 |
| Figura 4.14. Rendimiento potencial teórico, máximo en condiciones experimentales, y máximo y promedio en las explotaciones familiares de Misiones, en kg/(ha.año)..... | 71 |
| Figura 5.1. Resultado de la evaluación por parte de los agricultores de la importancia relativa y nivel de incertidumbre de las fuerzas motrices de los sistemas de AAI..... | 84 |
| Figura 5.2. Ascendencia y cociente entre Ascendencia y Capacidad de desarrollo en los tres modelos de explotación en cada uno de los cuatro escenarios futuros..... | 95 |

Figura 5.3. Contribución de la acuicultura y el ganado bovino al (a) TST y (b) AMI.....96

Figura 5.4. Relaciones entre indicadores para los tres modelos de explotación en los cuatro escenarios futuros. (a) Reciclaje interno (FCI) y uso de insumos externos (IN/TST); (b) Reciclaje interno (FCI) y Productividad; (c) Reciclaje interno (FCI) y Eficiencia; (d) Reciclaje interno (FCI) y AMI.101

Figura 6.1. Representación teórica de los sistemas (combinación modelo x escenario) en un plano bidimensional definido por el nivel de capital y productividad..... 113

Resumen

Los sistemas de agro-acuicultura integrada han sido promovidos como una alternativa de producción de alimentos a partir de su capacidad de generar sinergias entre las actividades de las explotaciones diversificadas de pequeña escala y del potencial para contribuir a su resiliencia. La acuicultura ha sido introducida en las explotaciones de Misiones como una alternativa de diversificación del ingreso frente a la crisis de precios de los cultivos tradicionales. El objetivo general de la investigación es evaluar la contribución de la acuicultura a la resiliencia de las explotaciones agropecuarias familiares de la Provincia de Misiones. El análisis de las trayectorias históricas de las explotaciones misioneras muestra que las mismas no siguen trayectorias determinísticas, y que la diversificación generalmente ocurre luego de una crisis. La acuicultura ha sido introducida en explotaciones con distintos niveles de capitalización a partir de diferentes programas estatales de financiamiento. Esta actividad está basada en insumos producidos dentro de la explotación y presenta bajos niveles de productividad determinados por los reducidos niveles de uso de insumos (fertilizante y alimento) y la siembra en fechas subóptimas. La baja productividad ($2.112 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ promedio) y la reducida superficie cultivada (874 m^2 promedio) por explotación determinan que una elevada proporción de la cosecha se destine a autoconsumo (83 kg promedio). La superficie de estanques es determinada por el tipo de ayuda estatal, y por lo tanto, es esta la que determina el rol de la acuicultura como generadora de ingreso en las explotaciones familiares. El análisis de la resiliencia a partir de la construcción de escenarios futuros e indicadores de diversidad, integración, productividad y resiliencia basados en los flujos de nutrientes evidencia la reducida contribución de la acuicultura a los sistemas familiares de producción agropecuaria en Misiones como consecuencia de su reducida participación (menor al 10%) en el caudal total del sistema.

Abstract

Integrated agri-aquaculture systems have been promoted as an alternative for food production in small-scale diversified farms given their ability to generate synergies among activities and their potential contribution to resilience. Aquaculture has been introduced in family farms in Misiones as an alternative for income generation to face a price crisis in traditional crops. The aim of this research is to evaluate contribution of aquaculture to the resilience of family farms in Misiones. The analysis of the historical trajectories of these farms shows that they do not follow a deterministic pathway, and that diversification generally occurs after a crisis. Aquaculture has been introduced in farms with different level of capitalization through state-funded credit programs. This activity is based on inputs produced within the farms, and presents low productivity levels determined by low input use (fertilizer and feed) and suboptimal stocking dates. The low productivity ($2.112 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ average) and reduced cultivated surface (874 m^2 average) per farm determine a high proportion of harvest to be oriented towards self-consumption (83 kg average). Pond surface is determined by the type of state aid, and thus, this determines the role of aquaculture as an income-generating activity in family farms. Resilience analysis based on future scenarios and indicators of diversity, integration, productivity and resilience (calculated on the basis of nutrient fluxes) evidences a reduced contribution of aquaculture to family farms in Misiones due to its limited participation (lower than 10%) in the total system throughput.

Capítulo 1. Introducción

El sector de producción de alimentos enfrenta un triple desafío dado por la necesidad de: aumentar la producción, conservar el ambiente, y terminar con el hambre (Garnett et al. 2013, Poppy et al. 2014). En las décadas recientes se ha registrado un aumento significativo de la producción agropecuaria que ha permitido satisfacer la creciente demanda de alimentos (Evenson y Gollin 2003). Este incremento puede ser explicado en mayor medida por la intensificación de los sistemas de producción, evidenciado en el aumento del área bajo riego, la utilización de maquinaria, y la aplicación de fertilizantes y pesticidas. Actualmente se reconoce que el uso ineficiente de estos insumos ha provocado impactos ambientales negativos y sociales como el agotamiento de la fertilidad del suelo, la polución de los acuíferos y el incremento de la desigualdad entre los agricultores (Freebairn 1995, Matson et al. 1997).

El aumento en la eficiencia en el uso de los insumos externos es una de las opciones propuestas para minimizar los impactos de la producción agropecuaria (Carberry et al. 2013; Tilman et al. 2002, 2011). Sin embargo, el incremento de la oferta de alimentos no es una condición suficiente para eliminar el hambre (Sen 1981). Para ello, es importante enfocar los esfuerzos en quién produce el alimento, tiene acceso a la tecnología y conocimiento para producirla y posee el poder de compra para adquirirlo (Pretty et al. 2006). La alternativa es la difusión de sistemas tradicionales de producción de alimentos, que requieren un menor uso de insumos externos a partir del aprovechamiento de las interacciones entre los componentes del agroecosistema (De Schuter 2010, IAASTD 2009). En este contexto, la introducción de la acuicultura en los sistemas de producción agropecuaria existentes ha sido promovida como una opción sustentable para la producción futura de alimentos (Bostock et al. 2010, Cassman y Wood 2005, Godfray et al. 2010).

Los sistemas que integran a la acuicultura con otras actividades agropecuarias son denominados sistemas de agro-acuicultura integrada (AAI) (FAO 2008). En estos, el cultivo de organismos acuáticos se vincula con otros componentes de la explotación a través de flujos de nutrientes y energía. Un ejemplo típico es el uso de estiércol animal para la fertilización de los cuerpos de agua (Little y Edwards 2003). Los vínculos entre las actividades productivas son consideradas sinergias que permiten aumentar la productividad de la explotación mientras reducen la necesidad de uso de insumos externos (Prein 2002, 2007). El incremento del reciclaje interno de nutrientes conduce a la reducción de los costos de producción, y por lo tanto, facilita el acceso de esta tecnología a los agricultores de menores recursos. Además, la introducción de la acuicultura contribuye a la diversificación de las actividades de las explotaciones agropecuarias, reduciendo el riesgo económico (Bailey 2008). La baja de los costos derivada del menor uso de insumos externos permitiría producir pescado a un bajo valor relativo, beneficiando a los agricultores de menores recursos a través del incremento de la producción de alimento y del aumento de los ingresos. Los pobladores del medio rural

también podrían verse beneficiados como consecuencia del aumento de la disponibilidad de proteína animal de bajo valor relativo (Ahmed y Lorica 2002).

La contribución de los sistemas de AAI a la mejora de la situación de los agricultores de bajos recursos y de los pobladores del medio rural donde se desarrolla la actividad ha sido cuestionada como resultado del fracaso de diversos proyectos vinculados con su difusión en países en desarrollo (Belton y Little 2011, Hishamunda et al. 2009). La promoción de la acuicultura rural, especialmente en África y América Latina, ha resultado en una menor adopción de la esperada a partir su potencial (Brummett y Noble 1995, FAO 1997). Además, los sistemas tradicionales de AAI en el Sudeste asiático están experimentando rápidas transformaciones vinculadas con su creciente orientación hacia la producción de especies exportables de elevado valor relativo, y el aumento de la especialización y la utilización de insumos externos. Estas experiencias refuerzan los cuestionamientos a los esfuerzos por introducir la acuicultura en los sistemas de producción agropecuaria existentes (Belton y Little 2011, Lewis 1997). Estas experiencias sugieren que los proyectos de promoción de la acuicultura en los países en desarrollo deben impulsar el establecimiento de empresas de escala industrial orientadas hacia la producción de especies de exportación. En este caso, la contribución de estos sistemas al alivio de la pobreza en el medio rural, y el subsiguiente fortalecimiento de la seguridad alimentaria ocurriría a través de la generación de empleo y divisas (Brummett et al. 2008; Hishamunda y Ridler 2002, 2006; Hishamunda et al. 2009).

1.2. La acuicultura

La acuicultura¹ es considerada un sector clave para asegurar la disponibilidad de alimentos en el futuro (Duarte et al. 2009, Smith et al. 2010). El crecimiento de la acuicultura en los últimos 30 años ha permitido satisfacer la demanda creciente de pescado ante el estancamiento de la producción de pesca de captura. La acuicultura es el sector de la producción de alimentos de mayor crecimiento anual desde 1970. La tasa de crecimiento promedio anual de la actividad en el período 2000-2012 fue de 8,8% (FAO 2012), aunque en los últimos años esta ha mostrado una disminución (6,2% promedio entre 2000 y 2012). En 2012 la acuicultura ha aportado el 42,15% del pescado producido en el mundo (FAO 2014). Además, las proyecciones anticipan la necesidad de continuar aumentando la provisión de pescado para satisfacer la demanda futura (Delgado et al. 2003).

La producción de acuicultura se desarrolla principalmente en Asia, que provee el 88% del volumen total del pescado cultivado. China es por lejos el mayor productor de acuicultura (43,5 millones de toneladas en 2012). La mayor parte de la producción de acuicultura está constituida por especies de bajo valor relativo (*commodities*) cuyo precio *farm gate* es inferior a los US\$2 por kilogramo. En contraste con otros *commodities* agropecuarios, el precio de los productos de la acuicultura se ha mantenido estático o ha

¹ La acuicultura es definida como “...el cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso para mejorar la producción, y por el otro la propiedad individual o colectiva del stock cultivado” (FAO 2008).

declinado marginalmente durante la última década (FAO 2014, Tveterås et al. 2012). Por otro lado, el Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y las principales especies cultivadas de camarón (como el Blanco del Pacífico, *Penaeus monodon*) son los productos de elevado valor relativo de mayor importancia en las regiones templadas y tropicales, respectivamente. Históricamente el cultivo de especies de alto valor relativo tenía lugar en establecimientos industriales cuya producción se destinaba prácticamente en su totalidad a la exportación, mientras que las especies de bajo valor relativo eran producidas en explotaciones familiares de pequeña escala y se destinaban en mayor medida al mercado interno (Muir 2005). De esta forma, los sistemas de producción eran clasificados en dos grandes grupos: la acuicultura rural y la industrial (Diana 2009, Naylor 2000).

A nivel global, el sector de la producción acuícola ha sufrido un significativo proceso de transformación determinado por un incremento de la intensificación y el aumento de la internacionalización del comercio de los productos (Bostock et al. 2010). En este contexto, diversos sistemas de producción de pequeña escala se han volcado hacia la producción de especies de alto valor relativo con destino a la exportación o mercados urbanos. En consecuencia, la frontera entre los sistemas de producción rurales e industriales se ha vuelto difusa, no solo a partir del incremento en el uso de insumos externos y del destino de la producción (Demaine 2009), sino también por la expansión de establecimientos industriales dedicados al cultivo de especies de bajo valor relativo (De Silva 2008). La intensificación de los sistemas de producción y el escaso éxito de las iniciativas en la promoción de sistemas de pequeña escala han conducido a reforzar la idea de que el aumento de la demanda futura de productos acuáticos, tanto en los mercados locales como en los de exportación, solo podrá ser satisfecha a partir de la intensificación de los sistemas de producción existentes (Belton y Little 2008, 2011; Sheriff et al. 2008).

1.3. El futuro de los sistemas familiares de producción agropecuaria

La consideración de la intensificación y el aumento de la escala como única opción para el incremento de la producción no son exclusivos de la acuicultura. La misma visión se encuentra ampliamente difundida en el sector agropecuario de los países en desarrollo. La posición que subyace a este paradigma es la consideración de la agricultura familiar como un residuo del pasado que estaría destinado a desaparecer en el largo plazo. Este sector es asociado al atraso, y considerado como irrelevante para el progreso económico y social. En contraste, el avance y la transformación tecnológica solamente podrían provenir de las empresas de gran escala, basadas en el trabajo asalariado. En consecuencia, los análisis acaban convergiendo en la idea de que la cuestión agraria constituye exclusivamente un problema social, disociada de la producción agropecuaria (Abramovay 2007).

Habiéndose iniciado hace más de un siglo, el debate sobre el futuro de los sistemas familiares de producción agropecuaria aún continúa. La desaparición de la agricultura familiar ha sido prevista, por diferentes autores de las más diversas y opuestas corrientes del pensamiento como marxistas y liberales, como consecuencia de las profundas

transformaciones resultantes de la expansión del capitalismo. Hacia finales del Siglo XIX, los trabajos de Kautsky (1899) y Lenin (1917), basados en la teoría marxista, vaticinaban la diferenciación social de los agricultores familiares en proletarios y capitalistas agrarios. Por el lado de los autores liberales pueden citarse las reflexiones de Smith (1776) y Weber (1923), quienes consideraban a la creciente división del trabajo y la especialización como características fundamentales del capitalismo moderno. Estas fuerzas motrices terminarían reduciendo al grupo familiar a una unidad exclusivamente de consumo, ante la desaparición de su componente productivo. Estos supuestos fueron rechazados por Chayanov (1925), quien sostuvo que el campesinado es un tipo particular de economía, donde la actividad se encuentra determinada por las necesidades del grupo doméstico. Según esta visión, el campesinado opera de acuerdo con sus propias leyes, diferentes de la lógica capitalista.

El debate sobre la cuestión agraria resurge a mediados de la década de 1960 con la traducción al inglés, y posteriormente al español de los trabajos de Chayanov (Akram-Lodhi y Kay 2010). Uno de los temas centrales de la renovación teórica lo constituyó la diferenciación interna del campesinado. A partir de estas contribuciones, se reconoce que la agricultura familiar no es un grupo homogéneo, y por ende, se requiere entender las desigualdades dentro del sector (Sevilla Guzmán e Yruela 1976, Shanin 1972). En América Latina, el debate entre *campesinistas* (o neopopulistas) y *decampesinistas* se prolonga a lo largo de las siguientes dos décadas. Mientras que los primeros sostienen la superioridad y la supervivencia de la agricultura familiar, los segundos, siguiendo los postulados marxistas clásicos, creen que el proceso de diferenciación social y económica los condenaría a su desaparición (Murmis 1980, Soverna 2008).

A este debate aún no resuelto se suman nuevos aspectos vinculados con la integración y el futuro de los sistemas de producción familiar en el capitalismo, en el contexto de las políticas neo-liberales y el desarrollo de procesos a nivel mundial como la globalización. Así, a mediados de la década de 1990 surge un debate asociado a la *nueva ruralidad* que busca entender el rol de la producción familiar en el nuevo contexto mundial (Kay 2008). Actualmente se reconoce que los agricultores familiares no son víctimas pasivas del ambiente en el que se encuentran, sino que son actores sociales con la capacidad de hacer frente a las diferentes experiencias que deben atravesar. En consecuencia, se rechaza cualquier forma de determinismo unilineal, que asume que la agricultura familiar es un sector derivado de su contexto estructural. Los conceptos referentes al futuro de la agricultura familiar deben ir más allá de la simplicidad dual, permitiendo la heterogeneidad y la especificidad, facilitando la exploración y el análisis de estos procesos (van der Ploeg 2009).

Más allá del debate teórico, los sistemas agropecuarios familiares han demostrado una elevada resiliencia frente a las diversas crisis que han debido enfrentar (Altieri y Toledo 2011, Hazell et al. 2010, Holt-Giménez 2002). La persistencia de las explotaciones familiares agropecuarias de pequeña escala ha sido explicada a partir de factores internos y externos. Entre los factores internos se destacan aspectos vinculados al (1) manejo productivo y del paisaje, como la diversidad de cultivos, la estructura modular de los

parches cultivados, y la baja dependencia de insumos externos, (2) trabajo, como los reducidos costos de supervisión, la no consideración de los costos laborales dentro de los costos de producción, y la flexibilidad para generar ingresos por fuera de la actividad de la propia explotación (pluriactividad), y al (3) consumo, como la capacidad de subconsumo durante períodos de escasa disponibilidad de recursos (Altieri 2009, Kirner y Kratochvil 2006, Netting 1993, Tschardt et al. 2005). En cuanto a los factores externos, el Estado y las agroindustrias capitalistas son a menudo considerados actores fundamentales que necesitan de la existencia de la agricultura familiar de pequeña escala, ya sea para asegurar la producción de alimentos a bajo costo para el sostenimiento de la industrialización urbana (Abramovay 2007), o para la apropiación de la renta campesina a través de la subordinación determinada por la integración vertical (Paulino 2006).

Las consideraciones teóricas sobre la desaparición de los sistemas de producción familiares tuvieron consecuencias en las políticas agropecuarias. El aumento de la escala y la intensificación fueron presentados como los procesos que acabarían con el problema del hambre a partir del aumento de la producción. Estos principios fueron los que guiaron la llamada Revolución Verde en los países en desarrollo durante la década de 1960 y los que también sirvieron para justificar la aplicación de políticas neoliberales en el sector agropecuario a partir de la década de 1970, bajo el argumento del refuerzo de las ventajas competitivas y la promoción del cambio tecnológico. En América Latina, el énfasis en la expansión del mercado interno que había prevalecido durante mediados del Siglo XX fue remplazado por una estrategia orientada hacia el incremento de las exportaciones que permitieran generar divisas para el pago de la deuda externa (Kay 2008). La profundización de las políticas neoliberales en Argentina durante la década de 1990, que resultó en la desaparición de los organismos reguladores y la aplicación de la política de convertibilidad monetaria, tuvo consecuencias profundas sobre la estructura de la producción agropecuaria (Lattuada y Moyano Estrada 2001, Manzanal 2000). Como prueba de ello, durante el período inter-censal 1988-2002 se ha registrado la desaparición de más de 100.000 explotaciones familiares, representando el 24,5% del total de explotaciones, y en paralelo, un aumento del 28% del tamaño promedio de las explotaciones. Estas cifras evidencian el proceso de concentración de la tenencia de la tierra durante la década el período 1988-2002 en Argentina (Obschatko et al. 2007).

Durante la última década, en algunos países de América Latina los Estados han retomado la intervención en la economía. En este contexto, el rol de la agricultura familiar y el modelo de producción y distribución de alimentos fueron nuevamente puestos en discusión (Da Silva et al. 2008a). Así, han surgido estudios que subrayan la importancia del sector en la producción de alimentos para el mercado interno, particularmente para los sectores de menores recursos. El desafío pasa por fortalecer la demanda creciente del mercado interno ante la crisis de los países desarrollados.

En forma paralela, el modelo de seguridad alimentaria basado en el libre mercado está mostrando síntomas de incapacidad para proveer alimentos en forma estable. La crisis en el precio mundial de los alimentos experimentada en 2008 ha llamado la atención en este sentido. Ese año, los inversionistas comenzaron a acumular alimentos, generando un

aumento de precios. Esto tuvo consecuencias fundamentalmente en los países importadores de alimentos, donde los precios locales llegaron a duplicarse, y la cantidad de personas con hambre a nivel global se incrementó en 200 millones (von Braun 2009). En este contexto, el apoyo a los agricultores familiares locales que producen para el mercado interno es reconsiderado como una opción en diferentes países en desarrollo.

El nuevo paradigma es denominado modelo de soberanía alimentaria. El mismo es definido como *“el derecho de los pueblos de definir su propio alimento y agricultura; proteger y regular la producción agrícola doméstica y el comercio a fin de alcanzar objetivos de desarrollo sustentables; determinar el grado en el que se desea ser auto-suficiente; restringir el dumping de productos en sus mercados (...) La soberanía alimentaria no niega el comercio, sino que promueve la formulación de políticas y prácticas comerciales que sirvan al derecho de los pueblos de alimentarse y producir de forma segura, saludable y sustentable”*. El concepto de soberanía alimentaria ha surgido como una reacción al concepto de seguridad alimentaria (Patel 2009). Este último está relacionado con el hecho de que cada persona disponga de una cantidad suficiente de alimento por día. Sin embargo, la seguridad alimentaria no se preocupa por quién produce el alimento, dónde, o las condiciones en las que es producido. En contraste, el modelo de soberanía alimentaria implica explícitamente un apoyo a la producción doméstica de alimentos. En América Latina, los países que reformaron sus constituciones en la última década como Ecuador, Venezuela y Bolivia han incorporado estos conceptos en sus textos (Araujo 2010).

La pregunta que surge actualmente es si los sistemas familiares de producción agropecuaria podrán satisfacer las necesidades futuras de alimento a nivel local (Avery 2007, Chappell y LaValle 2011). Existe evidencia que demuestra el potencial productivo de los sistemas familiares de producción para cumplir con dicho objetivo (IAASTD 2009). En algunos casos, los rendimientos obtenidos por unidad de área en las explotaciones familiares de pequeña escala son mayores que aquellos registrados en establecimientos de mayor superficie. Este fenómeno es conocido como la relación inversa entre tamaño de la explotación y producción (Assunção y Braido 2007, Badgley et al. 2007, Barrett 1996). Estos trabajos se han desarrollado principalmente en sistemas dedicados a la agricultura y, en menor medida, a la ganadería. Si bien la introducción de la acuicultura en las explotaciones familiares ha sido justificada sobre la base de estos trabajos, no existe evidencia suficiente que demuestre la mayor eficiencia de estos sistemas (Belton et al. 2012). El único trabajo que muestra la ventaja para los agricultores familiares de producir pescado para el mercado interno fue realizado en Tailandia. Sin embargo, inclusive en este caso, los beneficiados son los productores con mayor nivel de capitalización, que producen mediante prácticas intensivas. La orientación hacia el mercado doméstico es considerada como una consecuencia del desarrollo del mercado urbano, en ausencia de intervención estatal (Belton y Little 2008). Ante la falta de evidencia, es menester realizar estudios de caso que analicen las posibilidades de persistencia de los sistemas familiares dedicados a la acuicultura orientada al mercado

interno con el objetivo de entender si se justifica la difusión de estos sistemas y conocer su potencial aporte a la producción de alimentos.

1.4. La introducción de la acuicultura en las explotaciones familiares de Misiones

El cultivo de peces ha sido introducido en las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones como una alternativa de diversificación del ingreso desde el año 2003. Se estima que existen aproximadamente 4.000 explotaciones familiares dedicadas a la actividad acuícola (Faifer y Urzua 2010). La acuicultura en las explotaciones familiares se basa en el policultivo de cíprinidos en estanques excavados en tierra. Estas especies exóticas han sido introducidas desde los Estados vecinos del Sur de Brasil. El cultivo se basa en la promoción del alimento natural basado en plancton, y en la suplementación de alimentos externos. La acuicultura ha sido promovida a través de programas financiados desde el Estado que facilitaron la construcción de estanques y la provisión de alevines. Sin embargo, el desarrollo de la actividad no ha contado con una planificación activa. Asimismo, el escaso apoyo técnico provisto por organismos estatales no ha considerado a la acuicultura en el contexto de la diversidad de actividades productivas que tienen lugar en las explotaciones agropecuarias familiares. Esta experiencia sirve como caso para el análisis del potencial de la acuicultura familiar para producir alimento para el mercado interno.

Las explotaciones familiares agropecuarias de la Provincia de Misiones se caracterizan por la diversidad de actividades productivas presentes. Estas explotaciones tienen una superficie media de 33 hectáreas (Obschatko et al. 2007), en las habitan los miembros del grupo familiar. Las actividades agrícolas presentes pueden diferenciarse en los cultivos industriales como yerba mate, té y tabaco, que históricamente constituyeron la principal fuente de ingresos monetarios, y los cultivos utilizados en la explotación como caña de azúcar, mandioca y maíz. El cultivo de citrus puede formar parte de estos grupos en función del manejo y del destino de la producción. La producción animal a menudo posee un componente bovino, manejado sobre la base del pastoreo pero suplementado con residuos de cultivos producidos en la explotación, un pequeño número de aves y en algunas explotaciones también se crían porcinos. Los productos animales son mayormente destinados al auto-consumo, pero circunstancialmente su venta se constituye en una fuente adicional de ingreso monetario.

La introducción de la acuicultura tiene lugar en un contexto de crisis de las explotaciones familiares misioneras determinada por la caída de los precios de los cultivos tradicionales. La disolución de los mecanismos y organismos estatales de regulación en el año 1991 resultó en la creciente integración vertical de los agricultores familiares en cadenas de valor dominadas por empresas agroindustriales. Estas últimas han impuesto el precio y las condiciones de producción (Cáceres 2006, García 2010, Rau 2009). A pesar de la crisis, los agricultores familiares misioneros han persistido en una elevada proporción cuando se compara con otras regiones del país (Obschatko et al. 2007). Misiones es la Provincia con mayor proporción de explotaciones agropecuarias familiares en Argentina (86%) (Gunther et al. 2008). La persistencia de las explotaciones familiares en la

Provincia de Misiones evidencia una elevada resiliencia de estos sistemas (Bartolomé y Schiavoni 2008).

Históricamente los agricultores familiares misioneros han debido enfrentarse con diversas crisis, a menudo relacionadas con el cambio en las políticas económicas llevadas a cabo por el Gobierno Nacional. En paralelo, diversas actividades productivas han sido introducidas en las explotaciones familiares a lo largo de su historia. El proceso de diversificación ha sido considerado parte de una evolución determinística de las explotaciones familiares determinada por factores intrínsecos (Albaladejo 1987, Bartolomé 1974, Duvernoy 2000). Sin embargo, existen evidencias que la misma presenta una naturaleza cíclica (Fiorentino 1973) que podría constituirse en un factor importante en el entendimiento de la persistencia de las explotaciones familiares agropecuarias (Shanin 1972).

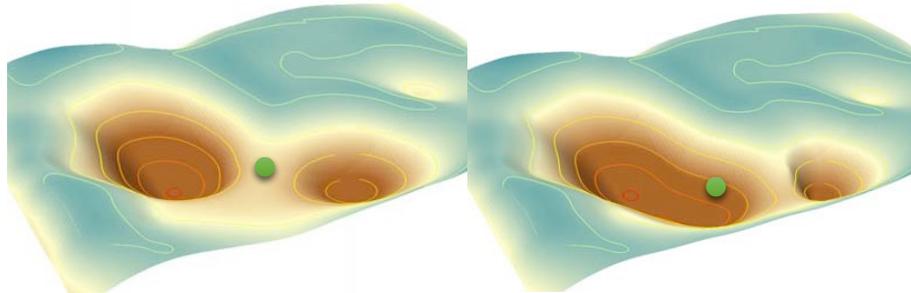
1.5. Marco teórico

La teoría de la resiliencia ofrece un marco teórico atractivo para el análisis de los procesos de cambio y persistencia en el sector de la agricultura familiar. Esta teoría se constituye en un marco teórico integrador que permite un lenguaje común entre las ciencias sociales y la ecología. La contribución de la teoría de la resiliencia es el reconocimiento e identificación de las diferentes propiedades de los sistemas que promueven la renovación y reorganización luego de las perturbaciones (Holling 1973). La resiliencia es la capacidad de un sistema socio-ecológico para absorber un espectro de *shocks* o perturbaciones y sostener y desarrollar su función fundamental, estructura, identidad y relaciones de retroalimentación a través de la recuperación o reorganización en un nuevo contexto (Holling 1973, Gunderson y Holling 2002, Walker et al. 2004).

Los sistemas socio-ecológicos como las explotaciones agropecuarias son sistemas adaptativos complejos de predictibilidad limitada dada su posibilidad de seguir trayectorias alternativas (Folke et al. 2004). La estructura y función de los sistemas está determinada por el estado de las variables clave. La existencia de dinámicas no lineales entre estas variables determina la posibilidad de múltiples regímenes o cuencas de atracción en las cuales el sistema se puede encontrar. Cada régimen es una serie de estados del sistema que tienen esencialmente la misma estructura y función. Estas cuencas de atracción se encuentran delimitadas por umbrales, y la totalidad de los estados posibles del sistema se denomina paisaje de estabilidad (Scheffer et al. 2009, Walker y Salt 2006). A medida que los atributos sociales y ecológicos del sistema cambian, las posiciones de los atractores se mueven, y las cuencas de atracción se expanden o se contraen, pudiendo desaparecer o aparecer. Un cambio de régimen es el cambio de la estructura y función del sistema como consecuencia de la superación de un umbral (Figura 1.1). El cruce de los umbrales puede conducir a transformaciones fundamentales en las relaciones de retroalimentación y en la dinámica del sistema, resultando en cambios drásticos ya que la trayectoria del sistema cambia y se mueve hacia un dominio diferente, caracterizado por otros mecanismos de retroalimentación y funciones (Holling 1986, Scheffer et al. 2001). A medida que la resiliencia disminuye, disturbios de menor intensidad son capaces de

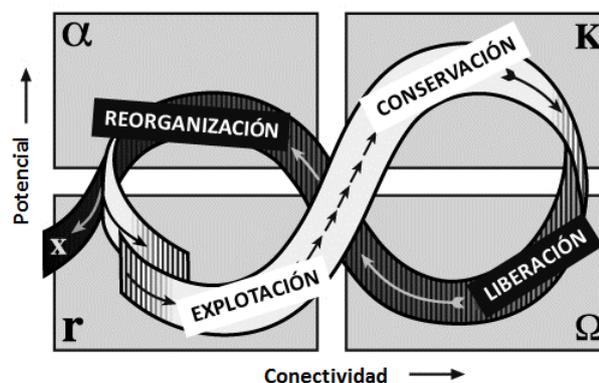
mover al sistema hacia un régimen alternativo, en el cual la estructura y funcionamiento del sistema son sustancialmente diferentes (Scheffer y Carpenter 2003).

Figura 1.1. Paisaje de estabilidad con dos cuencas de atracción mostrando la posición actual del sistema (esfera verde) y el cambio de régimen del sistema como resultado de la modificación del paisaje de estabilidad.



En la teoría de la resiliencia, las interacciones entre los elementos de un sistema en una escala particular han sido descritas como un ciclo adaptativo en el cual el sistema recorre cuatro fases: crecimiento (r), conservación (K), liberación (Ω) y reorganización (α) (Figura 1.2). Las dos primeras fases provienen de la teoría de la sucesión ecológica, según la cual un ecosistema en fase r es dominado por especies colonizadoras, tolerantes a las variaciones ambientales, y en la fase K , por especies adaptadas para modular las variaciones. Durante esta secuencia, la conectividad y la estabilidad del sistema aumentan, y el capital de nutrientes y biomasa se acumula lentamente. Cuando el sistema se acerca a la fase K , el aumento de la conectividad del sistema puede derivar en su sobreconexión, y un incremento en la rigidez de los controles. A medida que el sistema avanza hacia la fase K , aumenta su vulnerabilidad frente a los accidentes que pudieran acontecer (Gunderson y Holling 2002).

Figura 1.2. El modelo del ciclo adaptativo. Las flechas indican la velocidad en la que se desarrolla el ciclo (las flechas cortas indican un cambio lento y las largas, muestran una situación de cambio rápido).

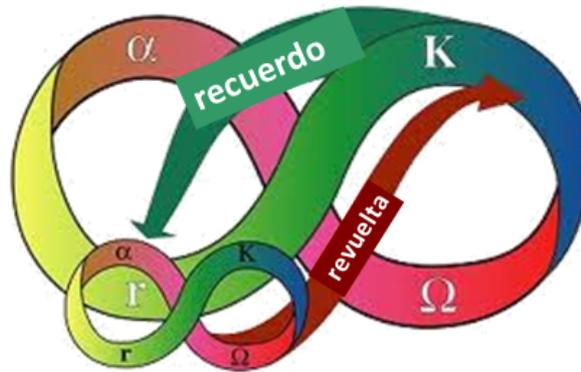


El modelo de ciclo adaptativo involucra dos fases adicionales, típicamente más cortas, enfocando la atención en los procesos de destrucción y reorganización. La fase Ω puede ser representada por un incendio o el ataque de una plaga en un bosque, que libera nutrientes de la biomasa y elimina conexiones entre los elementos del sistema. Esta es seguida por una fase rápida de re-organización (α) en la cual las interacciones son débiles, condición que permite la renovación de los elementos y las interacciones que conforman el sistema. Siguiendo con el ejemplo del bosque, en esta fase los procesos del suelo minimizan la pérdida de nutrientes y estos se vuelven disponibles para la próxima fase de explotación (r) (Gunderson y Holling 2002). La presencia de los dos circuitos diferenciados permite considerar los opuestos de crecimiento y estabilidad, y de cambio y diversidad, en la misma secuencia. Mientras que el primer semi-ciclo maximiza la producción y la acumulación ($r \rightarrow K$), el segundo maximiza la invención y la redistribución ($\Omega \rightarrow \alpha$). Como ambos objetivos no pueden ser maximizados simultáneamente, estos solo pueden ocurrir en forma secuencial (Holling 1986).

La resiliencia del sistema se contrae y expande durante las fases del ciclo adaptativo, reflejando la vulnerabilidad a disturbios y sorpresas inesperados que pueden exceder o quebrar el control interno. El aumento en la rigidez de los controles y la acumulación de recursos resultan en la reducción de la resiliencia a medida que el sistema se acerca a K . En el caso de un bosque, esto puede reflejarse en el depósito de combustible para incendios o de alimento para los insectos plaga. De forma análoga, los mercados se saturan con productos y los márgenes de ganancia se estrechan, dejando poca flexibilidad para mayores incrementos en eficiencia. Durante la fase α , el bajo costo de falla del sistema determina una elevada resiliencia. La baja conectividad promueve la innovación y la experimentación, donde variables y actores pueden formar asociaciones impredecibles.

La panarquía es otro concepto fundamental en la teoría de la resiliencia, definida como una serie anidada de ciclos adaptativos operando en un rango discreto de escalas espacio-temporales (Holling 1992, Holling et al. 2002). La cantidad de niveles en la panarquía es variable, pero corresponde a las escalas dominantes presentes en el sistema. En la panarquía, el control no sólo es ejercido por las escalas superiores, sino que este también puede provenir de escalas menores. Durante la reorganización de una escala determinada, las estructuras conservativas en las escalas superiores proveen una forma de memoria que promueve la organización alrededor de las mismas estructuras y procesos. En forma análoga, durante la fase de liberación en una escala, los procesos destructivos pueden afectar la dinámica de las escalas superiores. Estas conexiones son denominadas *revuelta* y *recuerdo* (Figura 1.3). En la primera, el colapso de un nivel (Ω), se extiende hacia el nivel superior más próximo, especialmente si el mismo se encuentra en su fase K , cuando la resiliencia es baja. En el efecto recuerdo, la fase α de un ciclo es organizada por la fase K de un nivel superior.

Figura 1.3. Las conexiones *revuelta* y *recuerdo* en la panarquía (Gunderson y Holling 2002).



El concepto de panarquía ha sido utilizado por van Apeldoorn et al. (2011) para analizar la existencia de estados alternativos estables del contenido de materia orgánica del suelo en establecimientos dedicados a la producción lechera en Holanda. En este caso, los niveles de la panarquía están integrados por (1) el paisaje evolutivo, en la escala geológica de miles de años; (2) los siglos de uso de la tierra, y (3) el manejo actual, que incluye la labranza y fertilización, afectando el contenido de materia orgánica en la escala de décadas. Otro ejemplo de panarquía es encontrado en el análisis del uso de los recursos pesqueros en la laguna Ibiraquera, Santa Catarina (Brasil) (Seixas y Berkes 2002). Entre las relaciones anidadas entre la laguna (escala inferior) y el Océano Atlántico (escala superior) pueden encontrarse interacciones de tipo *revuelta* y *recuerdo*. En la primera, la laguna es una fuente de renovación para las escalas superiores, al liberar peces y camarones adultos al océano, donde estas especies se reproducen. A su vez, el océano provee agua y animales juveniles y adultos a la laguna durante su fase de renovación.

Desde la perspectiva de los sistemas socio-ecológicos, el desafío consiste en mantener una elevada capacidad adaptativa. La capacidad adaptativa es la habilidad de los actores, tanto individuos como grupos, de crear, moldear y responder a la variabilidad y al cambio en el estado del sistema (Adger et al. 2005). Las opciones disponibles para la adaptación están determinadas por la diversidad genética y biológica, y por la heterogeneidad de los mosaicos del paisaje en los sistemas ecológicos (Carpenter et al. 2001, Peterson et al. 1998); y por la existencia de instituciones y redes capaces de aprender y almacenar el conocimiento y experiencia, y de balancear el poder entre los grupos de interés (Berkes et al. 2003). Las opciones pueden aumentar como resultado del aprendizaje, la experimentación y la innovación. Sin embargo, la capacidad para generar nuevas opciones depende fuertemente del acceso a diferentes formas de capital. La pérdida de capacidad adaptativa resulta en la limitación de las opciones durante los períodos de reorganización y renovación, y la posibilidad de que el sistema se mueva hacia una trayectoria no deseable (Gunderson y Holling 2002).

La resiliencia de un sistema puede ser medida a partir de la habilidad del sistema de mantener su estructura y función frente a la presencia de un disturbio (Costanza y Mageau

1999). Ante la ausencia de disturbios, los sistemas tienden a evolucionar hacia el aumento de la ascendencia, que puede ser definida como la complejidad del sistema que es expresada como la estructura restringida en los flujos (de información, materia o energía) del mismo (Ulanowicz 1986). La ascendencia primero aumenta a través del incremento total del caudal que fluye en el sistema, y luego mediante el aumento de la información mutual promedio, definida como “*la medida de información conocida respecto del intercambio de material dentro del sistema*” (Mageau et al. 1998) como consecuencia del aumento de la competencia por recursos limitados. Este proceso autocatalítico tiende a aumentar la producción, eficiencia y organización del sistema, resultando en el aumento de la ascendencia. El proceso de acumulación de capital es representado en el ciclo adaptativo como la fase de crecimiento desde “r hacia K”. En este contexto, la resiliencia de un sistema consiste en su capacidad de mantener una ascendencia suficiente para mantener su integridad en el tiempo y, simultáneamente, poseer una reserva flexible de acciones que puedan ser utilizadas ante nuevos disturbios (Ulanowicz et al. 2009). Esta segunda propiedad, es denominada “costo de operación” (*overhead*, en inglés) y es una medida de la flexibilidad residual retenida en el sistema a partir del número de vías alternativas redundantes de intercambio de material en el sistema.

6. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar la contribución de la acuicultura a la resiliencia de las explotaciones agropecuarias familiares de la Provincia de Misiones.

Objetivos específicos

- 6.1. Entender el rol de la introducción de actividades agropecuarias (diversificación) en las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones.
- 6.2. Describir el tipo de explotaciones familiares en las cuales la acuicultura ha sido introducida.
- 6.3. Caracterizar el manejo de la acuicultura en las explotaciones familiares misioneras, identificando las limitaciones y las oportunidades.
- 6.4. Identificar el rol de la acuicultura en las explotaciones familiares en la disponibilidad de alimento, generación de ingreso y en su nivel de capitalización.
- 6.5. Analizar la resiliencia de los sistemas de los sistemas de AAI a partir de la construcción de modelos conceptuales, y su evaluación en escenarios futuros.

7. Hipótesis

- 7.1. Las actividades agropecuarias son introducidas luego de las crisis, cuando se abre una ventana de oportunidad, coincidiendo con la metáfora del ciclo adaptativo y contribuyendo a la resiliencia de las explotaciones familiares.

7.2. Las explotaciones familiares donde la acuicultura ha sido introducida corresponde a aquellas más capitalizadas. La introducción de la acuicultura y la integración de las actividades representa un estadio posterior en la trayectoria de las explotaciones.

7.3. La acuicultura en Misiones se basa en insumos producidos en la propia explotación.

7.4. La acuicultura en Misiones constituye una actividad de diversificación que permite mejorar significativamente los ingresos de los agricultores familiares. 7.5. La introducción de la acuicultura ha contribuido al aumento de la resiliencia de las explotaciones familiares agropecuarias.

8. Estructura de la tesis

La presente tesis se encuentra dividida en siete capítulos. El contenido de cada uno de ellos se describe brevemente a continuación.

En el Capítulo 2 se revisa la dinámica de las explotaciones familiares misioneras sobre la base de la teoría de la resiliencia con el objetivo de comprender el rol de la diversificación en las mismas (Objetivo 6.1 e Hipótesis 7.1).

En el Capítulo 3 se describen y clasifican las explotaciones donde ha sido introducida la acuicultura en Misiones (Objetivo 6.2 e Hipótesis 7.2). También se analizan los volúmenes de pescado cosechado y su destino en función del tipo de explotación. Asimismo se discute el rol del Estado en este proceso.

En el Capítulo 4 se realiza un análisis a partir de modelos de los tipos de explotaciones identificados en el Capítulo 3. Se analiza la relación entre el manejo de los estanques y el tipo de explotación, y se identifican los factores que determinan la productividad de los estanques (Objetivo 6.3 e Hipótesis 7.3). Por último, se estima el aporte actual y potencial de la acuicultura en términos de ingreso en los distintos tipos de explotación (Objetivo 6.4 e Hipótesis 7.4).

En el Capítulo 5 se analiza la resiliencia de los sistemas de AAI a partir de los modelos de explotación presentados en el Capítulo 4, y se analizan sus trayectorias al enfrentar diferentes tipos de disturbios en cuatro escenarios futuros a partir de indicadores de integración, diversidad, productividad y resiliencia (Objetivo 6.5 e Hipótesis 7.5).

Finalmente, en el Capítulo 6 tiene lugar la discusión general, en la cual se integran los distintos aprendizajes resultantes del presente trabajo, y se destacan las conclusiones.

Capítulo 2. Una aproximación sistémica al análisis de la dinámica de las explotaciones agropecuarias familiares misioneras

2.1. Introducción

Las explotaciones agropecuarias familiares misioneras han demostrado una elevada capacidad de persistencia frente a las diferentes crisis que han experimentado durante su historia. Según Bartolomé y Schiavoni (2008), esta persistencia evidencia una elevada resiliencia de las mismas. Misiones es la provincia que registra la mayor proporción de explotaciones familiares en Argentina. Según datos del Censo Nacional Agropecuario, el 87% de las explotaciones agropecuarias de la Provincia se encuentran en manos de agricultores familiares (Obschatko et al. 2007). La persistencia de las explotaciones agropecuarias familiares en Misiones reviste importancia desde el punto de vista ecológico y social por su efecto en el uso de la tierra en la Selva Paranaense (Ferrero 2005), y por las elevadas tasas de pobreza e indigencia (22 y 26%, respectivamente) registradas en la población rural (Guardia y Tornarolli 2010, Mezza y Ocaranza 2009).

La trayectoria de la agricultura familiar misionera está caracterizada, al igual que en otras regiones extra-pampeanas, por la sucesión de períodos de expansión y crisis (Carballo González 1991, Fiorentino 1973, Notcheff 1996). La consideración de estos ciclos en el análisis es fundamental para comprender los procesos que afectan a las explotaciones familiares (Shanin 1972). Sin embargo, la dinámica cíclica no ha sido considerada en los análisis de las explotaciones familiares misioneras. En contraste, estos trabajos se han enfocado en la identificación de procesos determinísticos conducidos por factores intrínsecos. De acuerdo con Albaladejo (1987) y Duvernoy (2000), los cambios en el uso de la tierra reflejan un proceso de acumulación de capital determinado por la antigüedad de la familia en la explotación. Esta trayectoria determinística comienza con explotaciones jóvenes dedicadas a cultivos anuales (tabaco), que gradualmente incorporan cultivos perennes. Los trabajos de Bartolomé (1974), Baranger (1978) y Schiavoni (1998) han desarrollado distintas categorías sociales para definir a los agricultores familiares de la provincia en situaciones espacio-temporales determinadas, en la cual las escalas superiores son parámetros estáticos y, por lo tanto, la variabilidad encontrada es explicada por las variables internas del sistema. La falta de atención al efecto de las escalas superiores, particularmente del Estado, ha caracterizado a una gran cantidad de estudios sobre la agricultura familiar en América Latina (Abramovay 2007).

El análisis de la dinámica de las explotaciones familiares misioneras debe considerar la naturaleza cíclica de los procesos que ocurren en la escala predial y en las escalas superiores, así como las conexiones entre las mismas. En este capítulo, la metáfora del ciclo adaptativo (Gunderson et al. 1995) es utilizada para representar la historia de las explotaciones familiares misioneras entre 1897 y 2014. La identificación de los ciclos permite organizar los elementos clave del sistema en un modelo conceptual que facilite la selección de atributos para la medición de la resiliencia (Bennett et al. 2005).

2. Los ciclos adaptativos de la agricultura familiar en Misiones

La historia de las explotaciones agropecuarias familiares en Misiones desde 1897 es dividida en ocho ciclos adaptativos. El ciclo adaptativo comienza con una rápida

reorganización (fase α), seguida por una fase de crecimiento (r), que conduce lentamente al incremento de la vulnerabilidad del sistema (fase K), y que finaliza con una crisis (Ω). Aunque se reconoce la existencia de agricultores familiares en el territorio misionero antes de 1897, el período analizado comienza en este año cuando arriba el primer contingente de inmigrantes proveniente del Este de Europa.

2.1. Ciclo 1: 1897-1937

El Estado Nacional facilita el asentamiento de inmigrantes europeos a través del otorgamiento de tierras y créditos. Las explotaciones se ubican en la región central del territorio, en suelos con elevada pendiente y en los cuales la deforestación es acompañada por la pérdida de nutrientes y compactación (Piccolo et al. 1998). Inicialmente, los colonos se dedicaron a cultivos de subsistencia (maíz, poroto y mandioca) y al tabaco, que constituyó la principal fuente de ingresos (Salomone 1921, Yssouribehere 1904). Los ingresos de los agricultores familiares se encuentran sujetos a una elevada variabilidad como consecuencia de sucesivas caídas en el precio del tabaco (Girbal-Blacha 2009). Esta fase inicial de experimentación puede considerarse como la fase α del ciclo adaptativo.

La fase desde r hacia K es representada por el rápido incremento en la superficie implantada con yerba mate. A partir 1916, el Estado Nacional promueve la introducción de la yerba mate en las explotaciones familiares como consecuencia de la amenaza de ingreso de producto a bajo costo desde Brasil (Daumas 1930). En 1926, se establece como condición para la adjudicación de tierras la implantación de entre 25 y 50% de la superficie con yerbales (Bolsi 1986). Este crecimiento es el resultado de la promoción estatal de la actividad y de los mayores ingresos percibidos por los agricultores que diversifican sus fuentes de ingresos. Mientras que el cultivo de yerba mate resulta en mayores ingresos que el tabaco, el aumento de la superficie cosechada determina una reducción de la resiliencia en la medida que el ciclo se acerca hacia K . En 1930, el aumento de la producción nacional determina una crisis de precios (fase Ω), ante la decisión del Estado Nacional de mantener los volúmenes importados desde Brasil.

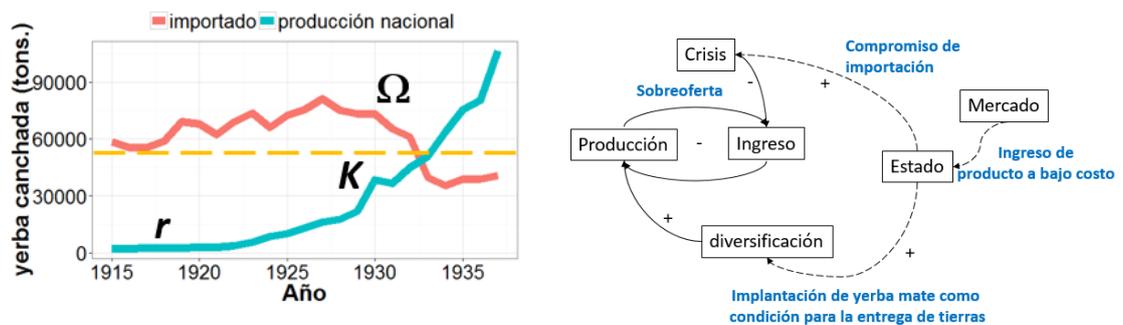
2.2. Ciclo 2: 1938-1955

Este ciclo comienza con una fase de reorganización (α) en la cual se establecen mecanismos de regulación de la producción yerbatera. En un contexto de mayor intervención estatal en la regulación de la producción, la Comisión Reguladora de la Yerba Mate (CRYM) fija cupos de cosecha para ajustar la oferta a la demanda (Barsky y Gelman 2001, Bunge 1934).

Las regulaciones impuestas a la producción yerbatera determinaron que los colonos debieran buscar otras alternativas de ingreso. La expansión de los cultivos de tung, té y del tabaco (fase r hacia K) resulta en un aumento de la resiliencia de las explotaciones familiares al permitir la continuidad del proceso de ocupación del territorio y la capitalización de los agricultores. La capitalización de las explotaciones familiares entre 1938 y 1955 resultó en el aumento de la contratación de mano de obra, siendo “...*habitual*

que estas explotaciones contrataran entre 3 y 4 peones temporarios durante la cosecha de yerba mate” (Provincia de Misiones 1971).

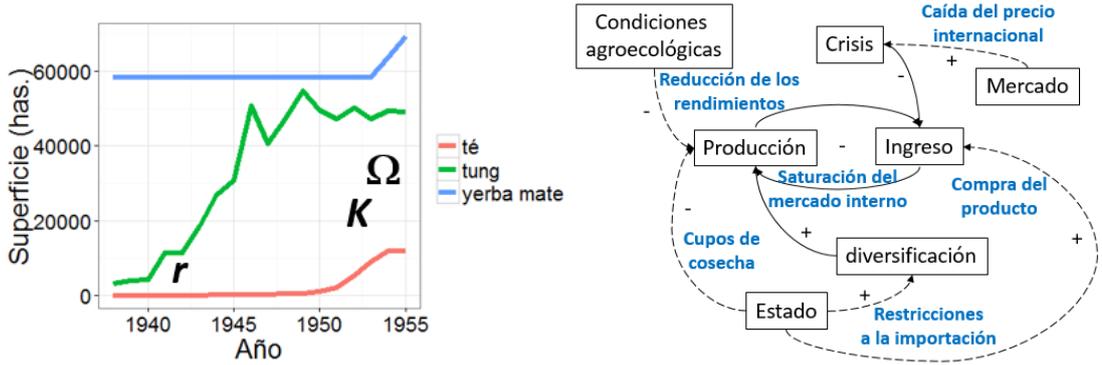
Figura 2.1. (a) Volumen de yerba mate canchada importada y de producción nacional entre 1915-1937. La línea intermitente representa el umbral teórico de oferta que, al ser cruzado, dispara la crisis de precios. (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 1.



El Estado tiene un rol fundamental en la introducción y desarrollo de estos cultivos. En el caso del tung, entre 1947 y 1949, la baja en el precio en el mercado internacional, es absorbida por el Estado, que se constituye en el único comprador hasta 1955 (de Scusería y Ritondale 1978). El cultivo de té se expande a partir de 1950, cuando el Gobierno Nacional aumenta los impuestos a la importación (Stewart 1960). La superficie cultivada con tabaco también se expande durante este período (Gallero 2011). Mientras que las variedades criollas, de menor precio en el mercado, representaban la única fuente de ingreso para los ocupantes irregulares de tierras fiscales, la cosecha de variedades exóticas como Kentucky complementaba los ingresos obtenidos por la venta de yerba mate en explotaciones diversificadas (Girbal-Blacha 2008, Sonzogni 1983).

La pérdida de fertilidad de los suelos determinó la reducción de los rendimientos de yerba mate, y el otorgamiento de cupos de cosecha cada vez más amplios. La escasez de materia prima y el incremento de la demanda resultaron en un aumento de los ingresos para los productores yerbateros. En 1952 se autoriza la cosecha total de las plantaciones, y el año siguiente la libre plantación de yerbales (Decreto Ley 9.246/53). Estas medidas no tienen un efecto inmediato en la superficie implantada debido a la preferencia de los productores por el cultivo de té. Hacia el final del ciclo, resurge el interés en el cultivo de yerba mate ante la caída en el precio del tung y del té como consecuencia de la desaparición de los mecanismos de regulación estatal y la saturación del mercado interno, respectivamente (fase Ω).

Figura 2.2. (a) Superficie cultivada con yerba mate, tung y té entre 1938-1955. (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 2.

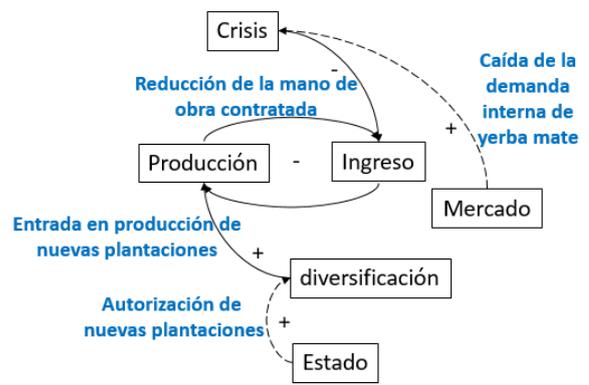
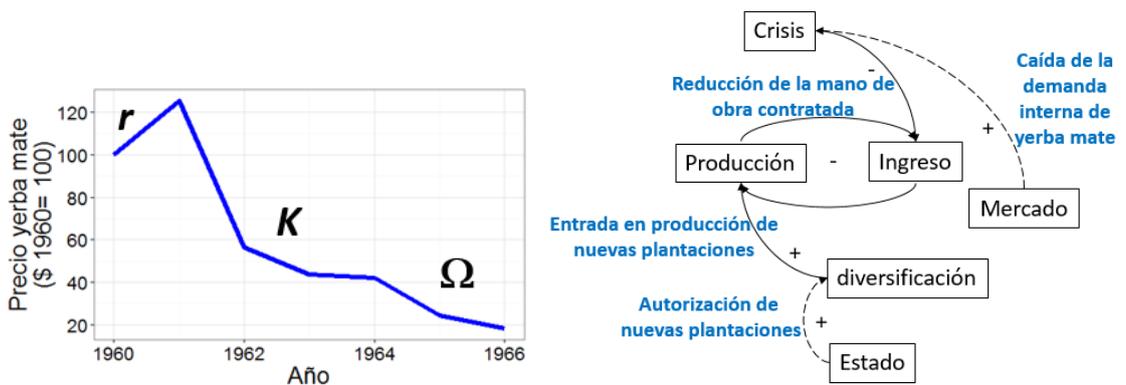


2.3. Ciclo 3: 1956-1965

La expansión de la superficie implantada con yerba mate durante los primeros años de este ciclo (1956-1959) coincide con cambios en la política económica a nivel nacional. La promoción de la apertura de la economía determina la concentración económica de las actividades productivas (Portantiero 1977), y en Misiones, el fortalecimiento del sector industrial yerbatero y tealero (Cafferata et al. 1974). En este período, también se expande la superficie tabacalera, que continuó siendo la principal fuente de ingresos en las explotaciones recién iniciadas (Bartolomé 1974).

A partir de 1960, el aumento de los volúmenes cosechados como consecuencia de la entrada en producción de los nuevos yerbales y el estancamiento de la demanda interna conducen a la caída en el precio. Esta crisis (fase Ω) afectó principalmente a los pequeños productores yerbateros, especialmente a aquellos no diversificados (Bartolomé 1974, Cafferata et al. 1974). En estas explotaciones, la contratación de mano de obra se redujo significativamente en comparación con las explotaciones de mayor superficie (Provincia de Misiones 1971).

Figura 2.3. (a) Precio (constante 1960) de yerba mate canchada por kilogramo 1960-1966. (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 3.



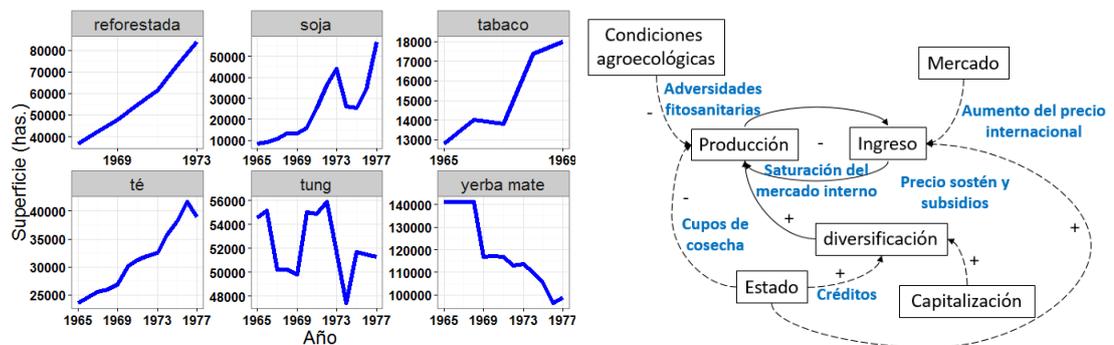
2.4. Ciclo 4: 1966-1977

Como respuesta a la crisis de superproducción de yerba mate, desde el Estado se determina la prohibición de la cosecha en 1966, y la aplicación de cupos a partir del año siguiente. Estas regulaciones y los problemas financieros del mercado consignatario favorecieron la consolidación de las agroindustrias procesadoras que poseían plantaciones de gran escala (Arrechea 1975, Bartolomé 1982, Bolsi 1986, Fiorentino 1973). La superficie de tung se mantiene prácticamente constante durante este período, y hacia el final del mismo la mayor parte de las plantaciones se encuentran en el límite de su vida útil (de Scurseria y Ritondale 1978).

El cultivo de soja, naranja y la actividad forestal experimentan una expansión durante este período (fase $r \rightarrow K$). El aumento del área cultivada con soja es el resultado del establecimiento de un precio sostén por la Junta Nacional de Granos y la difusión de variedades adaptadas y técnicas de manejo desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Estado provincial (Raddavero 1968, Reca 2006). El aumento en la producción de naranjas (de 40 a 173 mil toneladas entre 1966 y 1972) resulta en una baja en el precio hacia la segunda mitad de este período. La reducción de la productividad de las plantaciones como consecuencia de problemas fitosanitarios, como cancrisis bacteriana, motiva el abandono de las quintas hacia 1975. La actividad forestal es promovida desde el Estado a través de la desgravación impositiva y la oferta de créditos, y es protagonizada principalmente por actores externos a la provincia. Los agricultores familiares dedicados a la reforestación son aquellos de mayor capitalización (Cafferata et al. 1974).

La intervención estatal también resulta en un aumento de la superficie dedicada a la producción de té y tabaco. En el caso del té, la expansión de la superficie se explica por el aumento de la cotización en el mercado internacional y por aseguramiento de un precio mínimo desde el Estado (Bartolomé 1982). A partir de 1967, el precio percibido por el productor por la cosecha de tabaco aumenta como consecuencia de la creación del Fondo Tecnológico del Tabaco (posteriormente Fondo Especial del Tabaco), que estipula el pago de un sobreprecio al productor, financiado con la venta de cigarrillos.

Figura 2.4. (a) Superficie reforestada y cultivada con soja, tabaco, té, tung y yerba mate. (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 4.



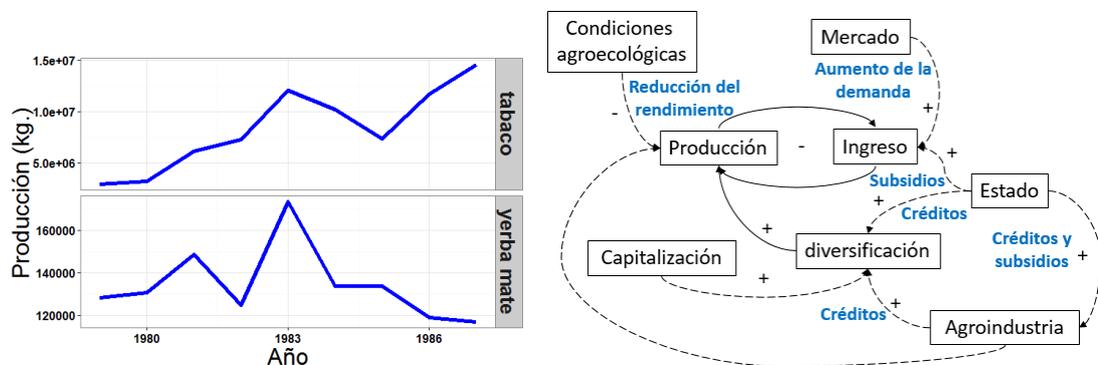
2.5. Ciclo 5: 1978-1987

El golpe militar de 1976 determina el final del modelo de sustitución de importaciones y el abandono gradual de la intervención estatal en la economía (Manzanal 2000). El retiro del Estado favoreció a las agroindustrias procesadoras que incrementaron su poder en la cadena de valor a través de la determinación del precio y de las condiciones de compra de productos como yerba mate, té, tung y soja (Manzi 1999). En contraste, los mecanismos estatales se mantienen en las actividades tabacalera y forestal. Mientras que la primera tiene lugar en las explotaciones familiares de pequeña escala, la segunda se desarrolla principalmente en grandes plantaciones propiedad de grupos vinculados con el procesamiento industrial. Sin embargo, los agricultores familiares con mayor grado de capitalización aprovecharon los subsidios para forestar parte de sus explotaciones (Basualdo y Castillo 1995).

La expansión del área cultivada con tabaco Burley representa la fase r de este período. El cultivo de tabaco es una actividad rentable a partir del aumento de la demanda de variedades rubias y del subsidio a la producción a través del FET. El tabaco permite compensar la caída en los ingresos de otras actividades en las explotaciones familiares (SAGPyA 1990). Las técnicas de cultivo y los insumos (semillas, pesticidas, fertilizantes) son controlados por las agroindustrias procesadoras que establecen una agricultura de contrato, en la cual las empresas dominan las condiciones de producción. A pesar de la mayor cotización del producto, el nuevo modelo de producción resulta en una pérdida de la resiliencia de los agricultores familiares debido a la necesidad de una mayor cantidad de insumos externos y mano de obra que las variedades criollas (Cáceres 2006, Domínguez 1994).

Hacia el final de este período se registra una escasez de oferta de yerba mate como consecuencia del estancamiento de la superficie cultivada y la caída de los rendimientos (fase K). La reducida oferta generó un aumento en el precio y la autorización de nuevas plantaciones en 1985. Estos permisos priorizaban a los productores no yerbateros o con superficies menores a 10 hectáreas (Schamber 2000).

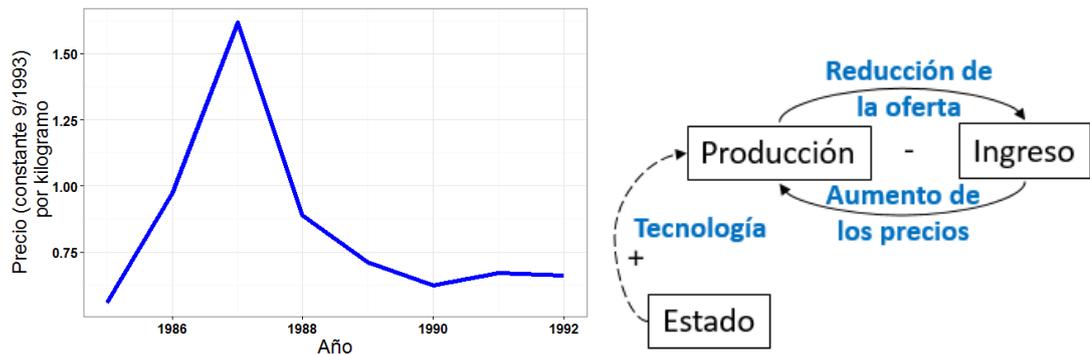
Figura 2.5. (a) Producción de yerba mate y tabaco en el período 1978-1987 (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 5.



2.6. Ciclo 6: 1988-1990

En este corto período, la reducida oferta de yerba mate resultó en precios excepcionalmente elevados que obligó la importación de producto hasta 1991. El alza de los precios tuvo un impacto positivo en el ingreso de los productores familiares, que poseían el 89% de las plantaciones en la provincia (De Bernardi y Prat Kricun 2001). La necesidad de aumentar la producción también facilitó la introducción de mejoras tecnológicas desarrolladas por el Estado (a través de CONINMATE y el INTA).

Figura 2.6. (a) Precio de la yerba mate y tabaco en el período 1985-1990 (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 6.



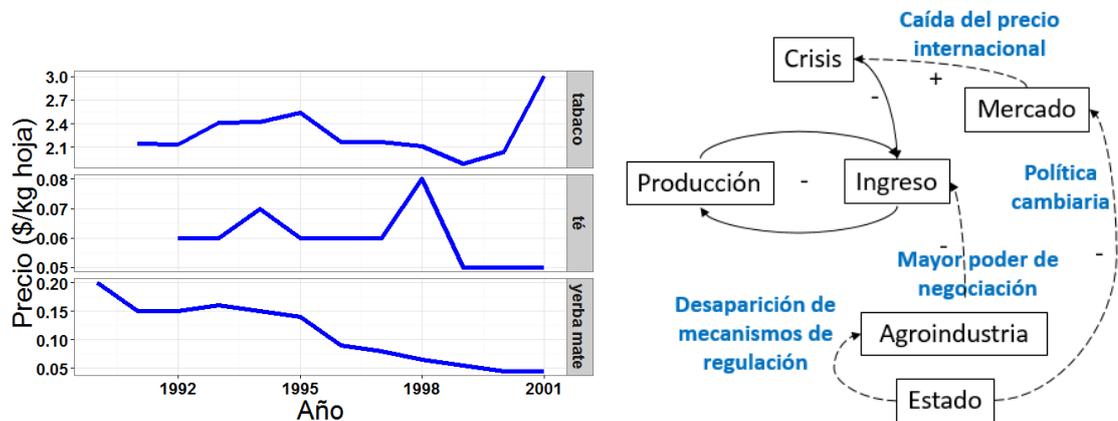
2.7. Ciclo 7: 1991-2001

Este ciclo comienza con la profundización de las políticas neoliberales en el nivel nacional que determinan la pérdida de competitividad de los productos exportables y la desaparición de mecanismos de regulación estatal como resultado del Plan de Convertibilidad y de la desregulación económica (Magan 2006). Estos cambios en la escala nacional resultan en la reorganización del sector agropecuario misionero (fase α), caracterizados por la concentración y el mayor dominio de las cadenas de valor por parte de las empresas agroindustriales (Giarraca y Teubal 2006, Manzanal 1999, Schamber 2000).

Los agricultores familiares sufren una reducción en sus ingresos (y de su resiliencia) como consecuencia directa de la menor competitividad en el mercado internacional y por la pérdida de poder de negociación ante las nuevas condiciones de comercialización (Ferrero 2005). El precio de la yerba mate y del té experimentan una caída como resultado de la baja cotización del producto en el mercado nacional e internacional, respectivamente. Además, los agricultores familiares se vieron perjudicados por la extensión en los plazos de pago por parte de la agroindustria y el aumento en el costo de los insumos (De Bernardi y Prat-Kricun 2001, Fabio 2008, Rau 2009). En paralelo, el mantenimiento del subsidio estatal al cultivo de tabaco permitió la generación de ingresos en las explotaciones de menor nivel de capitalización, y el establecimiento de agricultores familiares en el nordeste provincial. Sin embargo, la cadena productiva se encuentra dominada por empresas acopiadoras que fijan las condiciones de producción en un modelo de agricultura de contrato (Cáceres 2006, Diez 2010, García 2010). La forestación y la ganadería son promovidas desde el Estado a través de la entrega de créditos, pero estos programas favorecen mayormente a las explotaciones de mayor extensión, y en

algunos casos a los agricultores familiares de mayor nivel de capitalización (Valtriani 2008, Gobierno de la Provincia de Misiones 2006).

Figura 2.7. (a) Cotización (\$/kg de hoja verde) de tabaco Burley, té y yerba mate entre 1991-2001, (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 7.

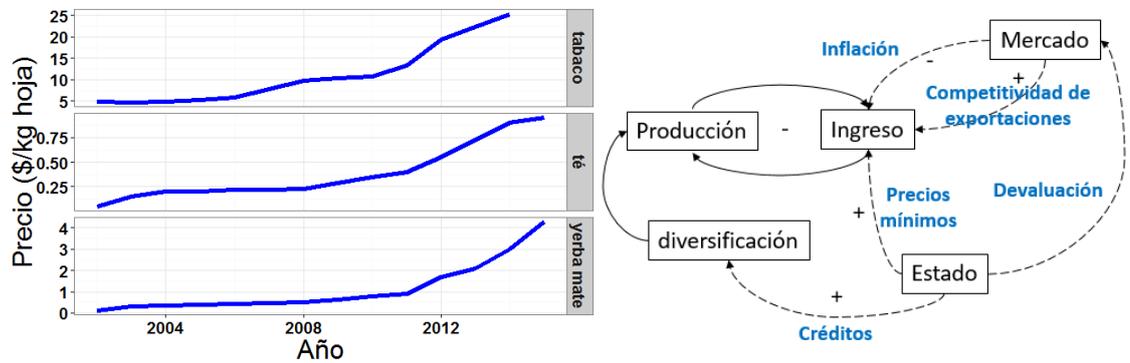


2.8. Ciclo 8: 2002-2014

La crisis económica en el nivel nacional desencadenó la devaluación de la moneda y el inicio de un nuevo modelo económico basado en el mercado interno y un rol más activo del Estado (fase α). Las nuevas condiciones macroeconómicas determinaron la caída de las importaciones, un aumento de la competitividad de los productos exportables y el incremento de la inflación (Bernal-Meza y Christensen 2012, Frenkel y Rapetti 2008). Durante los primeros años de este ciclo, los agricultores familiares misioneros experimentan una mejora en sus ingresos como consecuencia del aseguramiento de precios mínimos al inicio de la cosecha de yerba mate y té, y la mayor competitividad de otros productos exportables como la madera y, el aumento de la demanda interna de carne vacuna (Díaz et al. 2009) (fase r). El subsidio estatal a la producción de tabaco permite mantener la rentabilidad de este cultivo. Sin embargo, hacia 2010 el aumento de los costos (insumos y mano de obra) resultado de la inflación determinan la caída de la rentabilidad de estas actividades (Braticevic y Vitale 2010, Diez 2010, García 2011) (fase K).

Desde el Estado, se promueve la diversificación de los productores tabacaleros con fondos del FET. Aunque el objetivo de la introducción de actividades como citrus, piscicultura, foresto-ganadería y stevia es el remplazo del tabaco, la caída en la superficie cultivada se debe a la baja rentabilidad de su cultivo y no al desarrollo de alternativas productivas (Pintus et al. 2011).

Figura 2.8. (a) Cotización (\$/kg de hoja verde) de tabaco Burley, té y yerba mate entre 1991-2001, (b) Elementos clave del sistema y las relaciones entre los mismos en el Ciclo 8.



3. Discusión

La descripción de la trayectoria histórica de las explotaciones familiares agropecuarias a través de la metáfora del ciclo adaptativo permite distinguir el rol de las escalas superiores (regional y nacional) en la dinámica de la escala focal (predial). En general, los ciclos comienzan con la introducción o re-introducción de una actividad rentable (fase α) que experimenta un crecimiento rápido (fase r), que luego se desacelera (fase K), y finaliza con una crisis (fase Ω). El inicio y la finalización de cada uno de los ciclos es a menudo consecuencia de cambios en las escalas superiores. La comprensión de los procesos clave que estructuran la dinámica del sistema requiere de la identificación de las variables que experimentan un cambio significativo, los procesos que los determinan y las fuerzas externas que los controlan (Bennett et al. 2005) (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Variables que experimentan cambios, procesos que los motivan y fuerzas externas que los controlan en cada uno de los ciclos identificados.

| Ciclo | ¿Qué variables están cambiando? | ¿Qué procesos están motivando los cambios? | ¿Cuáles son las fuerzas externas que controlan los procesos que generan los cambios? |
|-----------|--|--|---|
| 1897-1937 | <ul style="list-style-type: none"> • Precio y superficie de yerba mate (+) | <ul style="list-style-type: none"> • Incentivos estatales | <ul style="list-style-type: none"> • Amenaza de ingreso de producto importado procesado de bajo costo |
| 1938-1955 | <ul style="list-style-type: none"> • Precio y superficie de tabaco, tung y té (+) • Producción de yerba mate (-) • Contratación de mano de obra (+) | <ul style="list-style-type: none"> • Regulaciones estatales (cupos de cosecha, aranceles de importación) • Compra de producto • Pérdida de fertilidad de los yerbales | <ul style="list-style-type: none"> • Demanda interna de yerba mate • Demanda internacional de aceite de tung • Equilibrio de la balanza de pagos |
| 1956-1965 | <ul style="list-style-type: none"> • Precio y producción de yerba mate (+) | <ul style="list-style-type: none"> • Autorización de nuevas plantaciones | <ul style="list-style-type: none"> • Demanda interna de yerba mate |

| | | | |
|------------------|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Contratación de mano de obra (-) | | |
| 1966-1977 | <ul style="list-style-type: none"> • Producción de yerba mate (-) • Precio y superficie de soja, naranja, té, tabaco y forestación (+) • Producción de tung (-) | <ul style="list-style-type: none"> • Cupos de cosecha • Precios mínimos, créditos y subsidios estatales • Introducción de variedades de soja • Pérdida de fertilidad de plantaciones | <ul style="list-style-type: none"> • Consolidación de la agroindustria |
| 1978-1987 | <ul style="list-style-type: none"> • Precio y superficie de tabaco Burley (+) • Producción de yerba mate (-) | <ul style="list-style-type: none"> • Agricultura de contrato • Pérdida de fertilidad de los yerbales | <ul style="list-style-type: none"> • Cotización internacional y cambio en la demanda interna de cigarrillos |
| 1988-1990 | <ul style="list-style-type: none"> • Precio y producción de yerba mate (+) | <ul style="list-style-type: none"> • Autorización de nuevos yerbales • Introducción de mejoras tecnológicas | |
| 1991-2001 | <ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad de los cultivos tradicionales (-) | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor poder del sector agroindustrial • Pérdida de competitividad de los productos exportables • Aumento en el costo de los insumos • Desaparición de mecanismos de regulación estatal | <ul style="list-style-type: none"> • Política de desregulación económica y Plan de Convertibilidad |
| 2002-2014 | <ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad de los cultivos tradicionales (+) | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor regulación estatal • Aumento de los costos de producción | <ul style="list-style-type: none"> • Devaluación de la moneda • Inflación |

Las variables que experimentan cambios en cada uno de los ciclos pueden dividirse en dos grandes grupos: aquellos vinculados con el resultado económico de las actividades productivas y los relacionados con la producción (en términos de volumen o superficie) de una actividad particular. En el primer grupo se encuentran los ingresos, el nivel de capitalización y la rentabilidad de las distintas actividades. Estas variables son indicadores de cambios en la escala predial. La contratación de mano de obra en las explotaciones familiares también puede ser considerado parte de este grupo de variables debido a su relación directa con el resto de las variables. Los volúmenes cosechados o la superficie dedicada a un cultivo particular también experimentan cambios durante cada uno de los ciclos. Los cambios en estas variables representan procesos en la escala regional, pero que en última son el resultado agregado de procesos que ocurren en cada una de las explotaciones. El precio (cotización) de los productos cosechados en las explotaciones familiares misioneras podría ser parte de ambos grupos debido a su impacto

directo sobre el primer grupo de variables, y por ser afectado por la dinámica del segundo grupo al reflejar cambios en la oferta.

Entre los procesos que motivan los cambios en las variables se destacan aquellos que se relacionan con la acción estatal. El Estado afecta la dinámica de las variables mediante tres modos de acción diferenciados: (1) regulatorio, como el establecimiento de cupos de cosecha; (2) fijador de precios mínimos y subsidios, como en el caso del FET, y (3) difusor de nuevas tecnologías, como la introducción de variedades adaptadas de soja. A través de su acción, el Estado se constituye en un mediador de las relaciones de producción entre el mercado y los agricultores familiares. Estas relaciones a menudo se expresan en las condiciones de producción y comercialización de los productos agropecuarios, que reflejan el poder relativo del sector agroindustrial en cada uno de los ciclos. Otro grupo de procesos son de naturaleza ecológica y se vinculan con la pérdida de fertilidad de los suelos, o la reducción de la productividad de las plantaciones perennes.

Las fuerzas externas que controlan los procesos están vinculadas con ciclos en las políticas nacionales, y con cambios en la demanda de productos agropecuarios. Las políticas nacionales de mayor impacto en los procesos que motivan cambios en las variables son la cotización de la moneda, y la aplicación de tarifas a la importación, como el caso del té en la década de 1950. Los cambios en la demanda de los productos agropecuarios surgen como resultado del balance entre oferta y demanda en los mercados nacional e internacional, pero en diversas ocasiones son también afectados por las políticas nacionales. Estas fuerzas externas afectan la competitividad de los productos exportables en el mercado interno y de los productos importados en el interno, que en última instancia promueve el desarrollo de distintas actividades productivas en las explotaciones familiares agropecuarias misioneras.

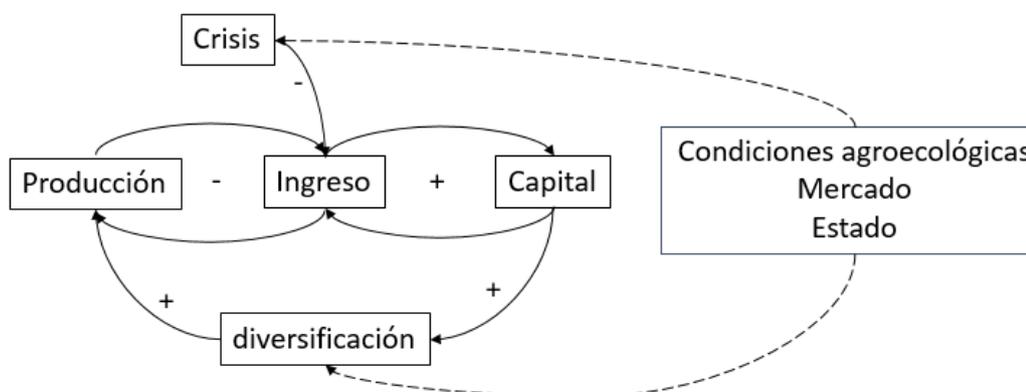
En los ciclos adaptativos es posible identificar relaciones de retroalimentación entre las variables que experimentan cambios y los procesos que las controlan. En primer lugar, existe una relación de retroalimentación negativa entre los volúmenes cosechados de una actividad particular (escala regional) y el ingreso derivado de la misma (escala predial). Generalmente, la introducción o reintroducción de una actividad en las explotaciones familiares es motivado por su mayor rentabilidad relativa. El aumento progresivo de la superficie dedicada a esta actividad determina un aumento en la oferta (fase $r \rightarrow K$), que termina desencadenando una crisis de precios (fase Ω) como resultado de la sobreoferta.

Una segunda relación de retroalimentación identificada es la existente entre los ingresos y el nivel de capitalización. La disponibilidad de capital en las explotaciones familiares permite la contratación de mano de obra y el aumento de la productividad. Asimismo, el mayor nivel de capitalización facilita la introducción de actividades en las explotaciones que requieren de una inversión inicial relativamente elevada. En el caso de cultivos perennes, la ganadería y la forestación, la existencia de un período más prolongado entre la inversión inicial y el retorno a partir de la primera cosecha o venta de producto demanda una mayor disponibilidad de capital. En contraste, las explotaciones de menor nivel de capitalización tienen mayores dificultades para contratar mano de obra, así como para

diversificarse. Generalmente, estas explotaciones dependen del cultivo de tabaco como fuente de ingreso principal, y, por lo tanto, tienen un menor poder de negociación frente a la agroindustria. Sin embargo, la acción estatal a través de la entrega de créditos y subsidios ha permitido la introducción de actividades más rentables en las explotaciones de menor nivel de capitalización.

El ingreso en la escala predial se encuentra presente en ambas relaciones de retroalimentación, siendo afectado negativamente por los volúmenes producidos en la escala regional, y positivamente por el nivel de capitalización en la escala predial. Asimismo, el nivel de capitalización determina las posibilidades de diversificación de las explotaciones. Sin embargo, estos procesos se encuentran regulados por procesos y fuerzas externas que incluyen al mercado, el Estado y las condiciones agroecológicas. En el caso de la diversificación, la entrega de créditos y subsidios desde el Estado permite la introducción de actividades productivas en explotaciones familiares de bajo nivel de capitalización. Con respecto a las crisis experimentadas en los ciclos, las mismas no solo son el resultado de la sobreoferta de un producto determinado, sino que también se generan por la acción de disturbios externos como cambios en la política económica a nivel nacional, bajas en la cotización internacional o adversidades fitosanitarias. La combinación de los elementos clave del sistema, los procesos de retroalimentación y los vínculos entre los elementos permite diseñar un modelo de sistema (Figura 2.9).

Figura 2.9. Modelo de sistema propuesto para el análisis de la dinámica de las explotaciones familiares agropecuarias misioneras.



El modelo de sistema diseñado a partir del análisis de los ciclos adaptativos de las explotaciones familiares misioneras contrasta con los antecedentes en el estudio de estos sistemas. Los estudios de Albaladejo (1987) y Duvernoy (2000) consideran la trayectoria de las explotaciones familiares como un proceso de capitalización creciente, que permite la diversificación hacia actividades productivas de mayor rentabilidad. En este modelo, la trayectoria de los agricultores familiares en Misiones es determinística y el nivel de capitalización solo depende de factores intrínsecos a la explotación, como la antigüedad de la misma. De acuerdo con estos autores, las explotaciones familiares agropecuarias familiares pueden considerarse sistemas altamente resilientes ante la ausencia de estados alternativos estables. En contraste, la inclusión de las escalas superiores y sus

interacciones con procesos en la escala predial en el modelo propuesto permiten considerar la presencia de estados alternativos estables y, por ende, la existencia de trayectorias no determinísticas.

En el modelo propuesto, los estados alternativos estables se encuentran separados por un umbral de capitalización. Cada estado alternativo está dominado por una serie de procesos y estructuras mutuamente reforzantes (Holling 1973). El nivel de capitalización (variable de cambio lento) determina el nivel de ingresos (variable rápida) en las explotaciones familiares al permitir la introducción de actividades productivas, el aumento de la productividad a través de la contratación de mano de obra y de un mayor uso de insumos externos, y una relativa independencia respecto de la agroindustria en términos de producción y comercialización. Mientras que el sistema propuesto considera la capitalización de los agricultores familiares y el aumento en el nivel de ingresos, este también incluye las posibilidades de descapitalización y el mantenimiento de los agricultores familiares en un estado alternativo empobrecido. Asimismo, las interacciones con las escalas superiores pueden resultar en el movimiento del umbral de capitalización que separa a los estados alternativos estables. Por lo tanto, el cambio en el estado del sistema puede también ser consecuencia de fuerzas externas o disturbios inesperados que mueven el umbral de capitalización, y no exclusivamente de dinámicas intrínsecas de la explotación.

El movimiento del sistema y de los umbrales se encuentran afectados por la fase de cada uno de los ciclos adaptativos. En general, los ciclos comienzan con una fase de reorganización (α) en la cual se produce la introducción o reintroducción de una actividad productiva en las explotaciones familiares. Las explotaciones que se diversifican registran un aumento en sus ingresos como consecuencia de la elevada rentabilidad relativa de la nueva actividad. En algunos casos, el movimiento del sistema permite el cruce de los umbrales y el cambio de régimen del sistema hacia un estado alternativo de mayor capitalización. A medida que aumentan los volúmenes producidos, la cotización de este producto cae (fase $r \rightarrow K$), hasta que se experimenta una crisis (fase Ω). De acuerdo con esta descripción de los ciclos, las explotaciones que se encuentran en condiciones de diversificar en la fase α son capaces de aprovechar los elevados precios durante los primeros años del ciclo. Durante las fases r hacia K , los sistemas de capitalización elevada se desplazan hacia el umbral al ver reducido sus ingresos y su nivel de capitalización, y finalmente, las crisis determinan el corrimiento de los umbrales hacia valores de capital mayores ya que las actividades presentes en la explotación no permiten mantener un nivel de ingresos elevado.

De acuerdo con la teoría de la panarquía, la resiliencia de las explotaciones familiares agropecuarias se contrae y expande durante las distintas fases de los ciclos adaptativos. La resiliencia es la capacidad del sistema socio-ecológico de absorber o resistir perturbaciones y otros tipos de estrés y permanecer en el mismo régimen (Gunderson y Holling 2002). Durante la fase α la resiliencia del sistema es elevada, lo que promueve la innovación y la experimentación. La resiliencia permanece elevada durante la fase r , pero

disminuye a medida que el sistema se acerca a K, cuando aumenta la vulnerabilidad a los eventos inesperados. En las explotaciones familiares esto se evidencia en la mayor dependencia de la actividad introducida durante α como principal fuente de ingresos. Sin embargo, la resiliencia de las explotaciones familiares misioneras en las fases de cada uno de los ciclos también depende de las interacciones con las escalas superiores.

Entre los procesos que ocurren en las escalas superiores, aquellos vinculados con el Estado, en particular, tiene un rol fundamental en la resiliencia de las explotaciones familiares agropecuarias misioneras. Durante la fase de reorganización de los ciclos, los programas estatales de promoción de nuevas actividades productivas han permitido la diversificación de aquellas explotaciones familiares que no disponían del capital suficiente como para realizar las inversiones necesarias. En el marco de la teoría de la panarquía, estos programas implican el corrimiento del umbral de capitalización que separa a los estados alternativos estables hacia valores más bajos, permitiendo el cruce del umbral a explotaciones de nivel de capitalización relativamente bajo. Durante las fases r y K, la presencia del Estado en la regulación de las relaciones de producción y comercialización con la agroindustria y con el mercado externo permite el mantenimiento de los ingresos en las explotaciones familiares. En este caso, las explotaciones que diversifican permanecen alejadas del umbral a partir de la acción estatal. En contraste, la ausencia del Estado determina un mayor poder de negociación del sector agroindustrial, y menores ingresos percibidos por los agricultores familiares. Por lo tanto, en aquellos ciclos caracterizados por el retiro o la ausencia del Estado en la regulación de la producción el umbral de capitalización se encuentra corrido hacia valores más elevados.

El mantenimiento del subsidio estatal a la producción tabacalera constituye un caso particular ya que representa la contribución de las escalas superiores a la resiliencia del estado alternativo estable de bajo nivel de capitalización. La elevada resiliencia de las explotaciones familiares agropecuarias misioneras en este estado alternativo sugiere la existencia de una “trampa de pobreza”. En términos del ciclo adaptativo, la trampa de la pobreza es la situación en la cual la conectividad, la resiliencia y el potencial para el cambio son bajos (Gunderson y Holling 2002). En esta condición, las fuentes de innovación disminuyen gradualmente, afectando la capacidad de respuesta adaptativa (Tainter 1988). En la última década, una parte de los fondos del subsidio a la producción tabacalera han sido destinados a la promoción de la diversificación de las actividades productivas. Sin embargo, las mismas no han conseguido el remplazo del cultivo del tabaco en las explotaciones familiares.

4. Conclusiones

La revisión de la trayectoria de las explotaciones familiares misioneras entre 1897-2014 ha resultado en la identificación de ocho ciclos adaptativos sucesivos. Los ciclos generalmente comienzan con la introducción o reintroducción de una actividad productiva en las explotaciones durante la fase de reorganización. Luego, a medida que los volúmenes producidos aumentan, los agricultores familiares sufren una caída en sus ingresos y se vuelven más vulnerables a los disturbios externos. Luego de una crisis, el

próximo ciclo comienza cuando una nueva actividad es introducida en las explotaciones familiares.

La identificación de ciclos adaptativos en la trayectoria de las explotaciones agropecuarias familiares misioneras ha facilitado el diseño de un modelo de sistema. El modelo propuesto contrasta con los antecedentes en el estudio de la agricultora familiar en Misiones al considerar la existencia de estados alternativos estables y la interacción con las escalas superiores. El mismo se basa en la combinación de dos relaciones de retroalimentación identificadas en los ciclos adaptativos. La primera consiste en la relación negativa entre la producción en la escala regional y el ingreso percibido por los agricultores. La segunda es la relación positiva entre el nivel de capitalización y el ingreso en las mismas. Los procesos de diversificación y las crisis se encuentran en el modelo de forma explícita debido a su rol fundamental en la dinámica de los ciclos. El modelo de sistema también incluye fuerzas externas como el Estado, el mercado y las condiciones agroecológicas.

La resiliencia de las explotaciones familiares se expande y contrae en cada una de las etapas del ciclo adaptativo. La capacidad del sistema de permanecer en el mismo régimen es máxima durante la fase de reorganización y se contrae a medida que el sistema se acerca a la fase K. Sin embargo, la resiliencia de las explotaciones familiares misioneras también depende de su interacción con las escalas superiores. En particular, el Estado afecta la resiliencia de las explotaciones familiares a través de su efecto en el corrimiento de los umbrales de capitalización y mediante su efecto en el ingreso, que permite a las explotaciones mantenerse alejadas del umbral. El mantenimiento del subsidio estatal a la producción tabacalera se constituye en un caso único, al representar una contribución de las escalas superiores a la resiliencia de las explotaciones en el estado empobrecido. La elevada resiliencia de las explotaciones misioneras en este estado de baja capitalización sugiere la presencia de una “trampa de pobreza”.

Capítulo 3. Caracterización de las explotaciones familiares dedicadas a la acuicultura en la Provincia de Misiones

3.1. Introducción

Durante la última década, la acuicultura ha sido adoptada en los establecimientos agropecuarios familiares de la Provincia de Misiones como una alternativa de diversificación productiva. Ante la falta de registros oficiales, las estimaciones calculan la existencia de más de 4.000 explotaciones familiares de pequeña escala dedicadas a la acuicultura en Misiones (Faifer y Urzua 2010). Paralelamente, empresas vinculadas con la agro-industria yerbatera han iniciado emprendimientos en sus propias instalaciones vinculados con el cultivo de organismos acuáticos. Aunque los primeros registros del cultivo de peces en estanques en Misiones datan de la década de 1960, la acuicultura fue una actividad marginal en las explotaciones familiares hasta la década de 2000 (317 explotaciones censadas en 2002) (INDEC 2002), cuando comienza la importación de insumos y técnicas de manejo utilizadas en el Oeste de los Estados vecinos de Santa Catarina y Río Grande do Sul, Brasil. El inicio de esta actividad tanto en las explotaciones de pequeña como en las de gran escala no contó con el apoyo o algún tipo de intervención estatal.

Actualmente se registra un cambio en la importancia asignada a la actividad ya que el crecimiento de la acuicultura en Misiones es considerado una prioridad por el Gobierno Provincial en el marco de la política de impulso a la producción de alimentos (Gobierno de la Provincia de Misiones 2008). La promoción de la acuicultura se ha canalizado a través de diferentes instituciones. Estos programas han sido fundamentales en la difusión de la actividad en Misiones, que actualmente es la segunda provincia productora de organismos acuáticos cultivados en Argentina (Luchini y Panné Huidobro 2008).

Los programas que otorgan facilidades para la construcción de estanques presentan características que los permiten diferenciarlos en lo relativo a la fuente de financiamiento, la cantidad de estanques por explotación construidos, la provisión de alevines y las condiciones de pago (Cuadro 3.1). Todos los programas son financiados con fondos públicos, aunque la procedencia de los mismos es diferente. La cantidad de estanques construidos por explotación también difiere entre los programas. Mientras que el Plan Manos a la Obra implica la construcción, como mínimo de 3 estanques, otros programas, como el de la Asociación de Plantadores de Tabaco de Misiones (APTMT) y el Proyecto Piscícola ofrecen una cantidad fija de trabajo en horas de máquina retroexcavadora, que alcanza para construir entre uno y dos estanques por explotación. En cuanto a las condiciones de pago, las mismas también difieren considerablemente entre los programas. Por ejemplo, en el caso de los programas Pro-alimentos y Manos a la obra, el costo del crédito debe ser pagado con pescado, mientras que el Proyecto Piscícola tiene un costo de \$1.600 que deben ser abonados hasta en 12 cuotas con la factura de la electricidad.

Cuadro 3.1. Descripción de los programas de promoción de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares en Misiones.

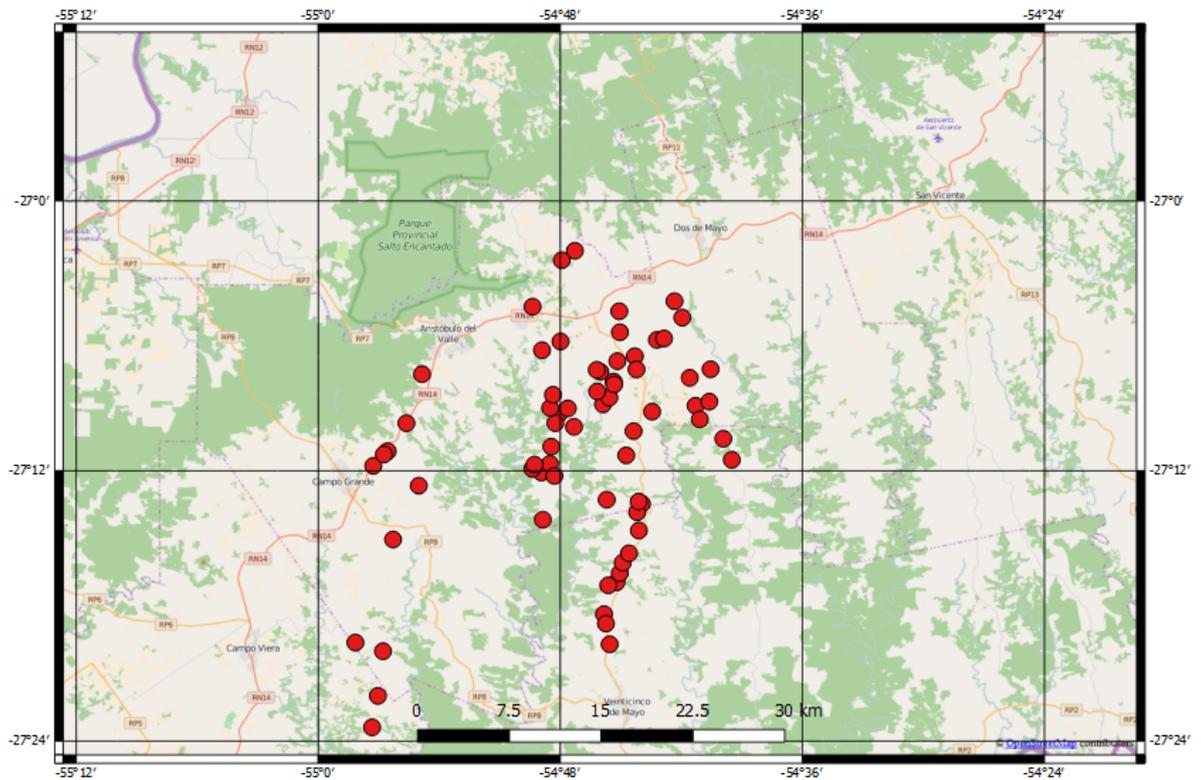
| | Proyecto Piscícola | Manos a la Obra | Municipio | Asociación de Plantadores de Tabaco de Misiones (APTМ) |
|---------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------|--|
| Fuente de financiamiento | Ministerio de Desarrollo Social de la Nación | | Provincia de Misiones | Impuestos a la venta de cigarrillos (FET) |
| Estanques a construir | 1-2 | 3-4 | 2 | 1 |
| Provisión de alevines | Sí | Sí | No | No |
| Condiciones de pago | \$ 1.600; la primera cuota de \$400 y las restantes 12 de \$100 (se abona junto con la electricidad) | Pescado al momento de la cosecha | \$1.800 | \$1.400 (se descuenta de la cosecha del tabaco) |

El objetivo del presente capítulo es caracterizar las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones en las que se ha introducido la acuicultura. Algunas de las preguntas a responder son: (1) ¿En qué tipo de explotaciones se introduce la acuicultura?, (2) ¿Qué relación existe entre el tipo de explotación y la acuicultura?, (3) ¿Cuál es el rol de la acuicultura en la generación de ingresos y en la contribución a la alimentación de las familias de agricultores?, y (4) ¿Cuál es el efecto de los diferentes programas en el rol de la acuicultura en las explotaciones?

3.2. Metodología

Entre los meses de junio de 2008 y marzo de 2010 se visitaron 68 explotaciones agropecuarias familiares en los departamentos de Cainguás y 25 de Mayo que han introducido la acuicultura (Figura 3.1). El objetivo de las entrevistas semi-estructuradas fue obtener datos sobre la composición familiar, la contratación de mano de obra, el uso de la tierra, la tecnología empleada y el destino de la producción. Los entrevistados fueron mayormente hombres (n=64), sólo si ellos no se encontraban presentes al momento de la visita, las entrevistas fueron realizadas con mujeres (n=3), mientras que en una ocasión la entrevista se realizó al hijo mayor del matrimonio. Los primeros establecimientos a visitar surgieron de la consulta a extensionistas encargados de un proyecto de piscicultura, mientras que los siguientes fueron obtenidos a partir del método de *bola de nieve* en las entrevistas con los agricultores (Chambers 1983). Este método se basa en la recomendación de cada entrevistado de una o más personas que considera como potenciales entrevistados futuros.

Figura 3.1. Ubicación de las explotaciones familiares donde se realizaron las entrevistas.



Para evitar la generación de una visión sesgada a partir de la recomendación de personas pertenecientes a los mismos núcleos de confianza y pertenencia, los nuevos informantes fueron obtenidos de diversas fuentes que permitieron obtener una diversidad de muestra en la población estudiada (Guber 2005). La representatividad de los agricultores entrevistados también fue asegurada a través de la consideración de la distribución espacial de las explotaciones en distintas picadas, y la diversidad con respecto al nivel económico, la antigüedad en la explotación, el origen de la familia y su articulación con el Estado. La cantidad de entrevistas fue determinada a partir del alcance de la saturación teórica (Glaser y Strauss 2012). La evidencia de saturación estuvo dada por la escasez de información adicional recolectada durante las últimas entrevistas.

Los datos recolectados en las visitas fueron utilizados para identificar grupos homogéneos de explotaciones agropecuarias mediante el análisis factorial y el de clúster. El propósito es observar el tipo de explotaciones en el cual la acuicultura es introducida y evaluar la existencia de una relación entre las prácticas productivas y el tipo de explotación. Las variables relacionadas con la producción acuícola (como área cosechada, producción o rendimiento) no fueron incluidas en el agrupamiento ya que las mismas fueron utilizadas en el análisis posterior para evaluar las diferencias entre los grupos. El análisis de clúster fue conducido para definir grupos con la máxima homogeneidad dentro de los mismos y la máxima heterogeneidad entre los grupos (Rencher 2002). Este análisis fue precedido por un análisis factorial para evitar la multicolinealidad entre las variables seleccionadas, que podría resultar en un sesgo en los resultados. Los factores fueron obtenidos a partir del análisis de componentes principales con rotación *varimax*. Los factores que

presentaron un autovalor mayor a 1 fueron seleccionados. El punto de corte aplicado fue el de coeficientes mayores o iguales a 0,5 al menos en un factor.

Posteriormente se realizaron dos pruebas para evaluar la validez del factor solución. La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin fue utilizada para evaluar si la matriz de datos presentaba la suficiente correlación como para justificar la aplicación del análisis de factores, y el test de esfericidad de Bartlett para evaluar la significancia de la matriz de correlación, con el objetivo de refutar la hipótesis nula que sostiene que la misma es la matriz identidad.

Los factores formaron la base del análisis de clúster que siguió una aproximación de dos etapas. En la primera se utilizó una técnica jerárquica (el método de Ward de la mínima varianza) para establecer la cantidad de clústeres y para perfilar los centros de los mismos. Posteriormente, las observaciones fueron agrupadas por un método no-jerárquico utilizando los centros resultantes del método jerárquico como puntos iniciales. Este procedimiento combinado permite aprovechar el beneficio máximo de las ventajas asociadas con los métodos jerárquicos y no-jerárquicos (Punj y Stewart 1983).

Finalmente, se procedió a comparar las medias de las variables para los diferentes grupos (clústeres) de explotaciones identificados, y entre grupos de explotaciones según la cantidad de estanques presentes. El supuesto de homogeneidad de varianzas fue evaluado mediante la Prueba de Levene. Como las series de datos presentaron una distribución diferente de la normal y no siendo una opción viable la transformación de los datos, se optó por realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Kottegoda y Rosso 2008).

3.3. Resultados

3.3.1. Caracterización general de las explotaciones visitadas

Los datos recolectados en las entrevistas con los agricultores familiares pueden clasificarse en 4 grupos relacionados con: (1) el grupo familiar y la mano de obra; (2) las superficies ocupadas por las diferentes actividades y por la explotación; (3) la producción animal, y (4) el nivel de capitalización del grupo doméstico. En la Cuadro 3.2 se encuentran las variables recolectadas que fueron utilizadas posteriormente en el análisis de clúster, su definición y los rangos de cada una. Las variables seleccionadas permiten describir la unidad doméstica y productiva, como así también caracterizar los componentes social y ecológico de las explotaciones agropecuarias familiares visitadas.

Cuadro 3.2. Definición y rango de las variables recolectadas durante las entrevistas utilizadas en el análisis de clúster.

| Variable | Definición | Media (Mínimo- Máximo) | Mediana | Desvío Estándar |
|------------------------|--|------------------------------|---------|--------------------|
| Edad del jefe de hogar | Edad de la persona encargada de tomar la mayoría de las decisiones de manejo de la explotación | 51,25 (27-68) | 54 | 12,41 |

| | | | | |
|--|---|---------------------|------|-------|
| Antigüedad de la familia en la explotación | Años desde el establecimiento de la familia en la explotación visitada | 28 (2-50) | 32,5 | 14,16 |
| Cantidad de miembros del grupo familiar | Personas que han residido en la explotación visitada durante el último año | 4,34 (2-12) | 4 | 2,00 |
| Relación consumidores: productores | Los consumidores fueron definidos como aquellos miembros de la familia que residen en la explotación, mientras que los trabajadores son contabilizados como 1 si se dedican completamente a trabajar en la explotación, y 0,5 si trabajan parcialmente en la misma (generalmente menores o personas que trabajan también fuera de la explotación) | 1,54 (1-3) | 1,45 | 0,54 |
| Presencia de trabajadores contratados (temporarios) | Los trabajadores temporarios fueron considerados aquellos que son contratados para tareas específicas, por un plazo menor a 1 año | 0,21 (0-1) | 0 | 0,41 |
| Cantidad de miembros dedicados a trabajo extra-predial | Únicamente fueron considerados miembros de la familia que dedican más de 10 horas por semana a realizar tareas extra-prediales remuneradas | 0,16 (0-2) | 0 | 0,41 |
| Superficie total de la explotación (hectáreas) | Solamente fueron consideradas las superficies contiguas dentro de la explotación | 26,53 (16-53) | 25 | 7,65 |
| Superficie ocupada por cultivos perennes (hectáreas) | Los cultivos perennes implantados incluyen citrus, yerba mate, té y tung | 6,62 (2-12) | 7 | 2,69 |
| Superficie reforestada (hectáreas) | Se considera únicamente la superficie implantada artificialmente | 3,09 (0-17) | 1 | 4,49 |
| Superficie tabacalera (hectáreas) | Superficie ocupada por el cultivo de tabaco al momento de la visita o durante el último año | 0,45 (0-2) | 0 | 0,74 |
| Superficie ocupada por cultivos domésticos (hectáreas) | Los cultivos domésticos incluyen aquellos que son exclusivamente consumidos dentro de la explotación como mandioca, batata, palta, caña de azúcar y maíz | 3,84 (1,75-9,25) | 3,75 | 1,49 |
| Superficie dedicada al pastoreo animal (hectáreas) | Incluye la superficie de pastizales utilizada para el pastoreo animal y la implantada con pasturas | 8,17 (2-22) | 8 | 3,73 |
| Superficie no cultivada (hectáreas) | Es el área de la explotación no utilizada para propósitos productivos | 3,53 (0-11) | 3 | 2,91 |
| Bovinos | Cabezas de animales bovinos al momento de la visita | 8,69 (1-38) | 7 | 6,59 |
| Aves | El número obtenido representa generalmente una estimación del entrevistado | 52,21 (15-100) | 50 | 18,93 |
| Porcinos | Cantidad de porcinos al momento de la visita | 4,74 (0-14) | 4 | 3,48 |
| Tenencia de tractor | Respuesta binaria (Sí = 1; No = 0) | 0,06 (0-1) | 0 | 0,24 |

| | | | | |
|---|--|------------|---|------|
| Tenencia de cosechadora de te | Respuesta binaria (Sí = 1; No = 0) | 0,37 (0-1) | 0 | 0,49 |
| Material de construcción de la vivienda | Respuesta binaria (madera = 1; material = 2) | 1,75 (1-2) | 2 | 0,44 |
| Vehículo | Cantidad de vehículos que posee la familia al momento de la visita | 0,37 (0-2) | 0 | 0,62 |

Los datos recolectados muestran una elevada dependencia en las explotaciones visitadas respecto de la mano de obra familiar. En ningún caso se registró la presencia de trabajadores contratados permanentes, y sólo el 21% de las explotaciones visitadas recurre a la contratación transitoria de mano de obra. En la totalidad de los casos, la contratación de mano de obra está vinculada a las tareas de cosecha de cultivos perennes. Además se registra una baja presencia de trabajo extra-predial (solamente en el 15% de las explotaciones, al menos uno de los miembros trabaja fuera de la explotación).

Las explotaciones visitadas se caracterizan por la presencia de una elevada diversidad de actividades en una escala de extensión pequeña. Las superficies totales de las explotaciones se encuentran, excepto en un caso, por debajo de las 50 hectáreas. En promedio, el área dedicada al pastoreo es la que ocupa una mayor superficie en las explotaciones, seguida por los cultivos perennes y los domésticos. Estos usos se encuentran presentes en todos los casos. Luego le siguen en importancia el área no cultivada, el área dedicada a plantaciones forestales, y la superficie ocupada por el cultivo de tabaco. La cría de animales es una actividad mayormente orientada hacia el auto-consumo. La cría de animales solamente representa una fuente considerable de ingresos para aquellos agricultores que poseen la mayor cantidad de ganado bovino (más de 20 cabezas, 7,35% de las explotaciones).

Durante las entrevistas se registraron cuatro variables relacionadas con el nivel de capitalización de la explotación (tenencia de tractor, cosechadora de té y vehículo, y material de construcción de la vivienda). El 5,88% de las explotaciones registra la existencia de un tractor, todos ellos de más de 20 años de antigüedad; y el 36,76% posee una cosechadora de té. El 70,8% de los agricultores entrevistados no posee vehículo. El resto está conformado por el 22,06% que posee un automóvil y el 7,35%, que tiene una camioneta. Con respecto a la situación habitacional, el 25% de las viviendas son construidas con madera y chapas, mientras que el 75% es de material. Todas ellas están conectadas a la red de suministro de energía eléctrica, lo que les permite disponer, en todos los casos, de al menos una heladera o congelador para conservar los alimentos en buen estado.

Los datos recolectados en las explotaciones pueden ser comparados con los registros del último Censo Nacional Agropecuario disponible (INDEC 2002) para comprender la representatividad de los agricultores entrevistados en el contexto de la Provincia de Misiones. Los datos del censo se encuentran agregados a nivel de departamento o por rangos discretos de escala de explotación. Los valores han sido calculados como porcentaje para permitir la comparación (Cuadro 3.3). Las explotaciones visitadas

presentan una escala de extensión que representa a la mayoría de las explotaciones a nivel departamental y provincial. Los porcentajes también se asemejan en la cantidad de cabezas bovinas y la contratación de mano de obra transitoria. En contraste, las explotaciones visitadas y las explotaciones de entre 25-50 hectáreas en Cainguás presentan una mayor proporción de la superficie de cultivos industriales dedicada a la producción de té con respecto al tabaco cuando se las compara con los totales a nivel provincia. Una diferencia importante se registra en la cantidad de tractores por explotación entre las explotaciones visitadas y los niveles a nivel departamental y a nivel provincial.

Cuadro 3.3. Comparación entre las variables obtenidas en las visitas a las explotaciones y los datos censales (INDEC 2002) correspondientes al Departamento Cainguás y a la Provincia de Misiones.

| Variable | Explotaciones visitadas | Cainguás | Misiones |
|--|-------------------------|---------------|----------|
| Superficie total entre 15-50 has. | 98,53% | 59,34% | 53,63% |
| Yerba mate (% de superficie dedicada a cultivos industriales; explotaciones de 25-50 has.) | 55% | No disponible | 66,6% |
| Té (% de superficie dedicada a cultivos industriales; explotaciones de 25-50 has.) | 26% | No disponible | 15% |
| Tabaco (% de superficie dedicada a cultivos industriales; explotaciones de 25-50 has.) | 6% | No disponible | 12% |
| Bovinos (% explotaciones 6-10 cabezas total) | 28% | 29% | 28% |
| Tenencia de tractor (% total de explotaciones) | 6% | 22% | 27% |
| Tenencia de cosechadora de té (% total de explotaciones) | 37% | 36% | 8% |
| Contratación de mano de obra transitoria (% total de explotaciones) | 21% | 17% | 15% |

3.3.2. Tipología de las explotaciones agropecuarias familiares

Los tipos de explotación que permitieran entender la diferencia entre los grupos y las coincidencias entre las explotaciones de un mismo grupo fueron obtenidos a través de dos pasos. El primero fue la realización de un análisis factorial que arrojó como resultado 4 factores que fueron utilizados posteriormente en el análisis de clúster. Estos factores fueron seleccionados por presentar un autovalor mayor a 1 (Cuadro 3.4). Esta solución explica el 74,76% del total de la varianza en los datos (considerado satisfactorio).

Cuadro 3.4. Varianza total explicada por cada uno de los componentes con autovalor mayor a 1.

| Componente | Autovalor | Porcentaje de la varianza (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|------------|-----------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 | 6,37 | 38,76 | 38,76 |
| 2 | 4,50 | 22,52 | 61,28 |
| 3 | 1,645 | 8,23 | 69,51 |
| 4 | 1,048 | 5,25 | 74,76 |

La línea de corte para propósitos de interpretación fueron los factores con coeficientes mayores o iguales a 0,5 en al menos un factor (Hair et al. 1998). Todas las variables en el análisis cumplieron con este requisito (Cuadro 3.5). Se realizaron dos evaluaciones que confirmaron que el análisis factorial fue apropiado: (1) la medida de adecuación de muestra de Kaiser-Meyer-Olkin (0,65), y (2) el test de Bartlett de esfericidad determinó que es posible realizar el análisis factorial (valor- $p < 0,05$).

Cuadro 3.5. Matriz de componentes rotados.

| Variable | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| Edad del jefe de la familia | 0,88 | -0,07 | 0,00 | -0,15 |
| Antigüedad de la familia en la explotación | 0,84 | -0,23 | 0,01 | -0,15 |
| Cantidad de miembros de la familia | -0,22 | -0,50 | 0,74 | 0,07 |
| Relación trabajadores: consumidores | -0,65 | 0,26 | 0,44 | -0,19 |
| Presencia de trabajadores contratados (temporales) | 0,48 | 0,67 | 0,04 | -0,23 |
| Cantidad de miembros que realizan trabajo extra-predial | 0,10 | -0,42 | 0,76 | 0,27 |
| Superficie total de la explotación | 0,75 | 0,57 | 0,11 | 0,20 |
| Superficie de cultivos perennes, en hectáreas | 0,65 | -0,60 | -0,09 | 0,04 |
| Superficie reforestada, en hectáreas | 0,63 | 0,63 | 0,12 | -0,13 |
| Superficie cultivada con tabaco, en hectáreas | -0,85 | 0,26 | 0,05 | 0,04 |
| Superficie ocupada por cultivos domésticos en hectáreas | 0,67 | 0,05 | 0,22 | -0,09 |
| Áreas dedicadas al pastoreo en hectáreas | 0,72 | 0,29 | -0,02 | 0,44 |
| Superficie no cultivada, en hectáreas | -0,62 | 0,60 | 0,14 | 0,13 |
| Cantidad de bovinos | 0,73 | 0,49 | 0,16 | 0,21 |
| Cantidad de aves | 0,51 | -0,51 | -0,11 | -0,06 |
| Cantidad de porcinos | 0,26 | -0,61 | 0,28 | -0,51 |
| Tenencia de tractor | 0,34 | 0,51 | 0,12 | -0,23 |
| Tenencia de cosechadora de té | 0,33 | -0,55 | -0,04 | 0,44 |
| Material de construcción de la vivienda | 0,88 | -0,31 | -0,08 | -0,04 |
| Vehículo | 0,48 | 0,61 | 0,30 | -0,03 |

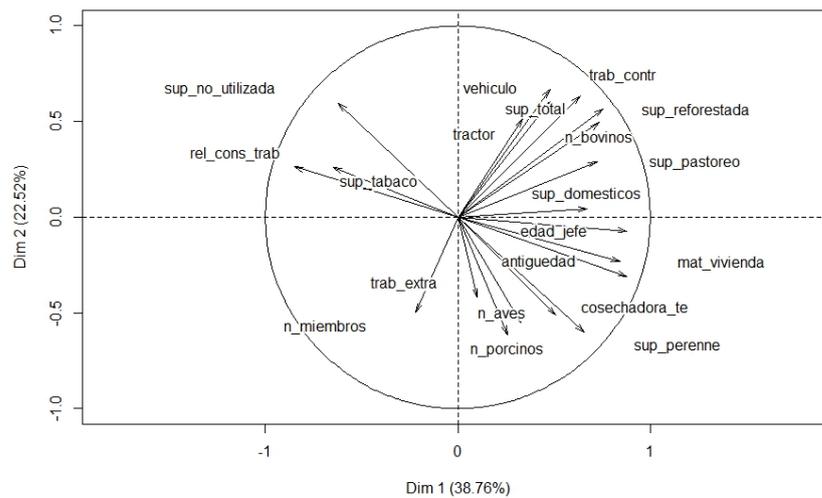
Los factores arrojados por el análisis factorial muestran cuáles son las combinaciones de variables que explican la varianza de los datos de las diferentes explotaciones. Los cuatro factores pueden ser interpretados con el objetivo de entender estas diferencias.

El primer factor muestra la relación positiva entre variables relacionadas con una mayor antigüedad de la explotación (edad del jefe de familia, años en la explotación) y el uso de la tierra (superficie total y dedicada a cultivos perennes y domésticos, área reforestada y dedicada al pastoreo, cantidad de bovinos y aves). Asimismo, se observa una relación

negativa entre este grupo de variables y la superficie cultivada con tabaco, la relación trabajadores: consumidores y la superficie no cultivada.

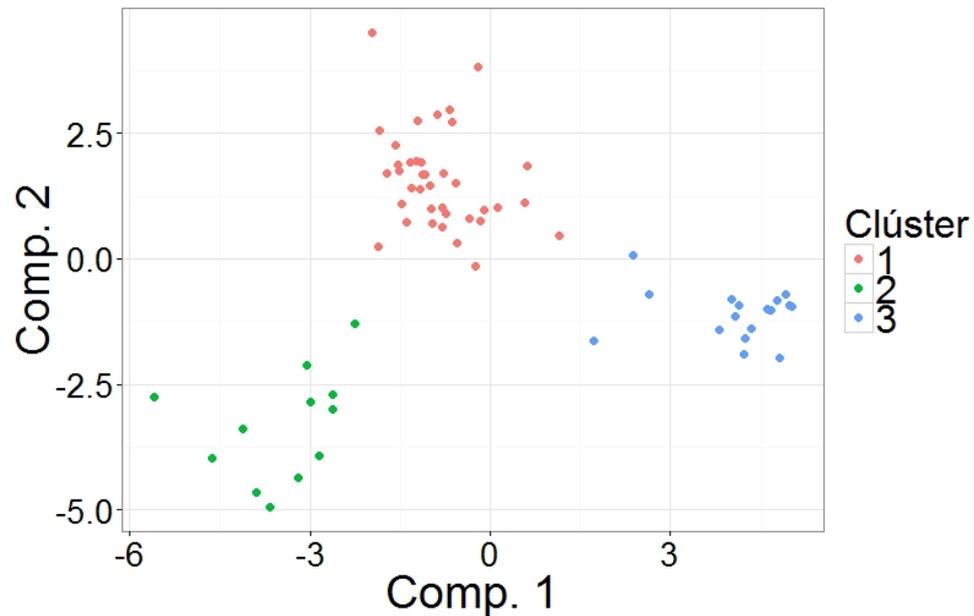
En el caso del segundo factor, se registra la existencia de una relación negativa entre variables vinculadas con la dedicación a cultivos perennes (superficie dedicada a estos cultivos y tenencia de cosechadora de té) con variables que demuestran un nivel relativamente elevado de capitalización como la tenencia de vehículo y tractor, la contratación de trabajadores temporales y la superficie total y reforestada. La cantidad de aves y porcinos y la cantidad de miembros del grupo familiar se encuentran negativamente asociadas a este último grupo de variables. Mientras que el tercer factor se observa la relación positiva entre la cantidad de miembros del grupo familiar y la presencia de personas dedicadas al trabajo extra-predial, el cuarto y último factor registra la importancia relativa de la cantidad de porcinos presentes en la explotación para explicar una parte de la varianza encontrada. La Figura 3.2 representa una proyección de las variables observadas en el plano compuesto por los dos primeros componentes principales. En conjunto, estos dos factores explican el 61,28% de la varianza total.

Figura 3.2. Mapa de factores de las 20 variables utilizadas en el análisis de componentes principales para las dos primeras dimensiones.



El análisis de clúster jerárquico determinó la realización de un análisis no-jerárquico con 3 conglomerados. El mismo se realizó a partir del método K-means y resultó en el agrupamiento de las explotaciones en tres grupos, con una relación de cohesión: dispersión de 72,9%. En la Figura 3.3 se pueden observar la separación de las explotaciones en tres clústeres sobre los dos componentes principales.

Figura 3.3. Explotaciones familiares visitadas, por clúster. Los ejes corresponden a los dos primeros componentes principales.



En el Cuadro 3.6 se muestran los valores promedios de cada variable para cada conglomerado (clúster) y los resultados del ANOVA. La única variable que de acuerdo con el ANOVA no difiere entre los grupos es la cantidad de miembros de la familia que se dedica al trabajo extra-predial (valor-p=0,24).

Cuadro 3.6. Análisis de clúster y resultados del ANOVA para las medias de los grupos.

| Clúster | 1 | 2 | 3 | Chi-cuadrado | Valor-p |
|---|-------|-------|-------|--------------|-----------|
| n | 38 | 12 | 18 | | |
| Edad del jefe de la familia | 54,79 | 63,42 | 35,67 | 37,71 | 6,477e-09 |
| Antigüedad de la familia en la explotación | 34,68 | 37,17 | 7,78 | 39,19 | 3,098e-09 |
| Cantidad de miembros de la familia | 4,68 | 2,75 | 4,67 | 14,59 | 0,0006787 |
| Relación trabajadores: consumidores | 1,29 | 1,41 | 2,15 | 28,88 | 5,345e-07 |
| Trabajadores contratados (temporales) | 0,05 | 0,92 | 0,06 | 44,37 | 2,324e-10 |
| Miembros que realizan trabajo extra-predial | 0,24 | 0,08 | 0,06 | 2,83 | 0,2431 |
| Superficie total de la explotación | 24,89 | 40,83 | 20,47 | 46,10 | 9,771e-11 |
| Superficie de cultivos perennes (has.) | 8,51 | 6,083 | 2,97 | 49,10 | 2,18e-11 |
| Superficie reforestada (has.) | 1,71 | 11,67 | 0,28 | 40,35 | 1,731e-09 |
| Superficie cultivada con tabaco (has.) | 0,08 | 0,00 | 1,53 | 52,37 | 4,253e-12 |
| Superficie de cultivos domésticos (has.) | 4,02 | 5,21 | 2,56 | 28,26 | 7,321e-07 |
| Áreas dedicadas al pastoreo (has.) | 8,09 | 13,25 | 4,94 | 32,91 | 7,152e-08 |
| Superficie no utilizada (has.) | 1,65 | 3,92 | 7,22 | 40,86 | 1,378e-09 |
| Cantidad de bovinos | 7,32 | 20,50 | 3,72 | 46,39 | 8,426e-11 |
| Cantidad de aves | 61,71 | 48,33 | 34,72 | 27,16 | 1,268e-06 |
| Cantidad de porcinos | 6,34 | 2,58 | 2,78 | 21,76 | 1,88e-05 |
| Tenencia de tractor | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 19,54 | 5,709e-05 |
| Tenencia de cosechadora de té | 0,61 | 0,17 | 0,00 | 21,46 | 2,189e-05 |

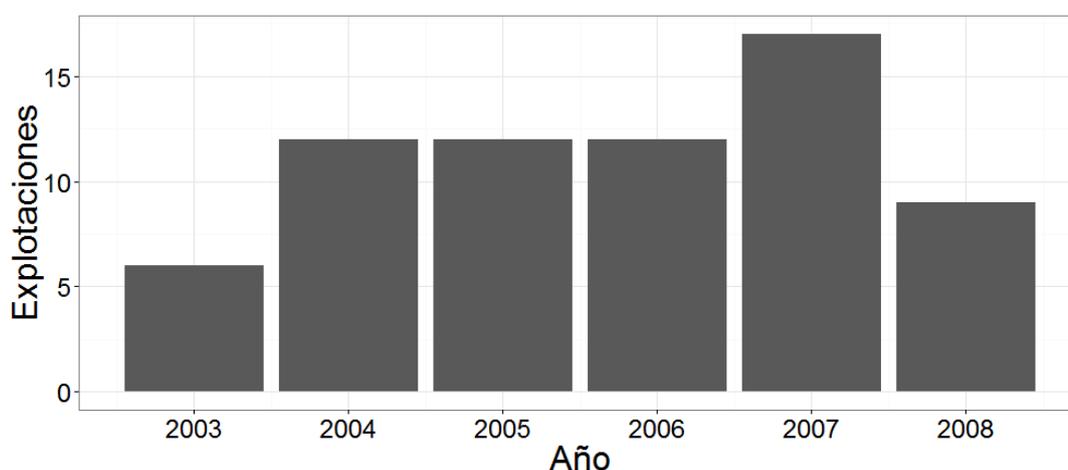
| | | | | | |
|---|------|------|------|-------|-----------|
| Material de construcción de la vivienda | 2 | 2 | 1,06 | 62,04 | 3,379e-14 |
| Vehículo | 0,16 | 1,33 | 0,17 | 31,05 | 1,809e-07 |

Los clústeres pueden ser interpretados como grupos de explotaciones con distinto nivel de capitalización. Este se encuentra reflejado en las diferencias en el uso de la tierra y en el estadio del ciclo de vida de la familia. El clúster 1 corresponde a las explotaciones con nivel de capitalización intermedio (n=38). Estas explotaciones se dedican principalmente a cultivos perennes como yerba mate y té. Las explotaciones del clúster 2 son las de mayor nivel de capitalización relativo (n=12). Este grupo de explotaciones posee la mayor superficie promedio, la mayor cantidad de trabajadores contratados, la mayor superficie reforestada y la mayor cantidad promedio de cabezas de ganado. Por último, en el clúster 3 se agrupan las explotaciones de menor nivel de capitalización (n=18). Estas explotaciones se dedican mayormente (94%) al cultivo de tabaco.

3.3.3. La acuicultura

La acuicultura fue introducida en las explotaciones visitadas desde el año 2003. En la Figura 3.4 se muestran la cantidad de explotaciones donde fue introducida la acuicultura en los diferentes años. Los estanques son construidos con máquinas retroexcavadoras. Los mismos se ubican mayormente en áreas que antes eran ocupadas por pastizales y, en segundo lugar, por áreas no utilizadas.

Figura 3.4. Año de introducción de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares visitadas (n=68).



Los estanques ocupan entre 325 y 1.200 metros cuadrados y en cada explotación hay entre uno y cinco estanques (Cuadro 3.7). La construcción de los estanques suele también involucrar la construcción de zanjas y/o el desvío de cuerpos de agua naturales, aunque esto último está prohibido por la legislación (Ley Provincial 1.040).

Cuadro 3.7. Superficie total, en metros cuadrados, de cuerpo de agua cultivado con peces según cantidad de estanques por explotación.

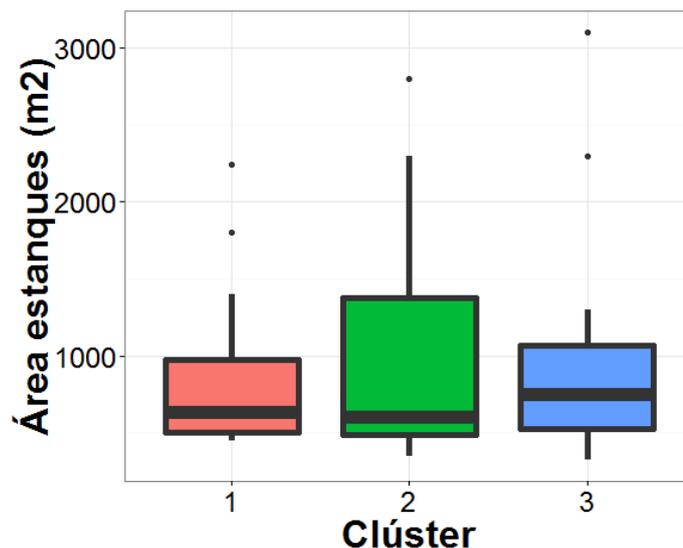
| Estanques por explotación | Explotaciones | Superficie total promedio (m ²) | D.E. |
|---------------------------|---------------|---|--------|
| 1 | 49 | 595,82 | 176,53 |
| 2 | 13 | 1.211,15 | 223,87 |
| 3 | 4 | 2.147,5 | 266,51 |
| 4 | 1 | 2.800 | - |
| 5 | 1 | 3.100 | - |

3.3.4. Los tipos de explotación agropecuaria y la acuicultura

3.3.4.1. Área de estanques

El paso posterior al análisis de clúster fue comparar la cantidad de estanques en cada explotación y evaluar si existe una relación con el tipo de explotación (clúster). La cantidad de estanques por explotación y la superficie total de cuerpo de agua muestran una elevada correlación ($r^2=0,90$). En la Figura 3.5 se observan los promedios de área de estanque para cada clúster.

Figura 3.5. Superficie de estanques, en metros cuadrados, por clúster.



En el ANOVA se comparó la media de área de estanques para cada clúster. El valor-p de la prueba de Levene para homogeneidad de varianzas fue 0,017 (el supuesto de homogeneidad de varianzas fue violado). Entonces, se optó por pruebas robustas de igualdad de medias (Welch y Brown-Forsythe). El valor-p arrojado fue 0,431 y 0,481, respectivamente. Por lo tanto, se puede afirmar que no existen diferencias significativas en la superficie de estanques entre los grupos de explotaciones. También se realizó un ANOVA mediante la Prueba de Kruskal Wallis. Esta prueba también determinó que no hay diferencias significativas en el área de estanques entre los clústeres (valor $p=0,8169$).

3.3.2. Producción de pescado

La producción de acuicultura fue registrada solamente en aquellos estanques que fueron cosechados al menos una vez y en los cuales no se realizaron siembras parciales durante el ciclo del cultivo (Cuadro 3.8). Los datos de cosecha solo pueden ser recolectados en aquellos estanques que han sido cosechados completamente. La exclusión de los estanques re-sembrados durante el ciclo de cultivo se debe a que esta práctica imposibilita el cálculo de producción y productividad desde la siembra inicial hasta la cosecha. Los datos de los 54 estanques en 45 explotaciones corresponden a la última cosecha. Más allá de la dificultad en la estimación de la productividad, los agricultores registran los volúmenes producidos, ya que el pescado cosechado es pesado individualmente luego de la cosecha. Los volúmenes de las cosechas parciales (realizadas antes de la cosecha final) también fueron considerados.

Cuadro 3.8. Cantidad de estanques cosechados sin re-siembra, con re-siembra y no cosechados por clúster.

| | Clúster 1 | Clúster 2 | Clúster 3 | Total |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Cosechado sin re-siembra | 24 | 13 | 17 | 54 |
| Cosechado con re-siembra | 13 | 6 | 6 | 25 |
| No cosechado | 12 | 1 | 4 | 17 |
| Total | 49 | 20 | 27 | 96 |

Los estanques cosechados que no han sido resembrados tienen una superficie promedio de 778,78 m², valor menor al promedio de los estanques construidos (973,44 m²). El volumen promedio de pescado cosechado en estos estanques es de 165 kg, con un mínimo de 65 y un máximo de 460 kg. El rendimiento promedio del total de las explotaciones registrado es de 2.112 kg.ha⁻¹, con valores entre 1.200 y 3.111 kg.ha⁻¹. Sin embargo, el ciclo de cultivo varía entre las explotaciones entre 1,2 y 2,1 años, con un promedio de 1,52 años (18,25 meses). Por lo tanto, cuando los rendimientos son ajustados por año, el promedio es de 1.439,4 kg.ha⁻¹, con los valores mínimo y máximos de 666,7 y 2.393,16 kg.ha⁻¹, respectivamente.

En el Cuadro 3.9 se muestran los datos de producción de acuicultura en las explotaciones familiares desagregados por clúster. Se observa que el clúster 2 (explotaciones con mayor nivel de capitalización relativo) registra los mayores valores de producción y de área cosechada. En cuanto al rendimiento no ajustado, el mayor valor corresponde a las explotaciones con niveles de capitalización intermedios (basados en cultivos perennes) y el menor a las explotaciones con menor nivel de capitalización (basadas en el cultivo de tabaco). Esta situación persiste cuando los rendimientos son ajustados por la duración del ciclo de cultivo.

Cuadro 3.9. Datos de producción de acuicultura de los estanques cosechados por clúster.

| | Clúster 1 | | Clúster 2 | | Clúster 3 | |
|--|------------------------|--------|------------------------|------|----------------------|------|
| | Promedio (Mín-Max) | D.E. | Promedio (Mín-Max) | D.E. | Promedio (Mín-Max) | D.E. |
| Área cosechada (m ²) | 734 (450-1.400) | 281 | 893 (450-1800) | 483 | 767 (325-2250) | 497 |
| n estanques cosechados | 1,14 (1-2) | 0,36 | 1,3 (1-3) | 0,67 | 1,21 (1-3) | 0,58 |
| Producción (kg) | 172 (90-370) | 75 | 182 (95-430) | 104 | 144 (60-460) | 108 |
| Rendimiento (kg.ha ⁻¹) | 2.317 (1.800-3.111) | 260,08 | 2.038 (1.515-2.389) | 243 | 1857 (120-2.461) | 387 |
| Duración del ciclo (año) | 1,5 (1,2-1,8) | 0,17 | 1,4 (1,2-1,6) | 0,12 | 1,6 (1,2-2,1) | 0,23 |
| Rendimiento ajustado (kg.(ha. año ⁻¹)) | 1.603 (1.200-2.393) | 256 | 1.484 (1.166-1.706) | 193 | 1.162 (667-1.786) | 325 |

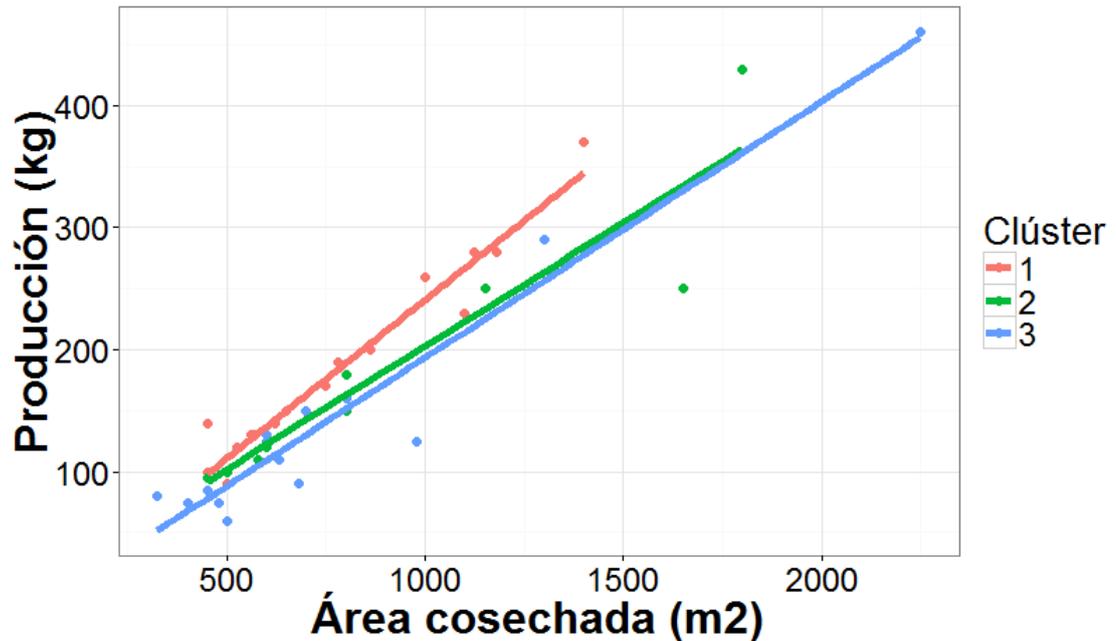
Se realizó un ANOVA para evaluar la existencia de diferencias de producción, rendimiento (kg.ha⁻¹), duración del ciclo y rendimiento ajustado (kg.(ha.año)⁻¹) entre los clústeres. La Prueba de Levene de homogeneidad de varianzas arrojó un valor mayor a 0,05 para todas las variables: producción (0,721), rendimiento (0,092), duración del ciclo (0,2) y rendimiento ajustado (0,32). Las pruebas robustas de igualdad de medias (Welch y Brown-Forsythe), resultaron en la no existencia de una diferencia significativa entre las medias los valores de producción (valor-p=0,646 y 0,605), y en la existencia de diferencias significativas en cuanto a los valores de rendimiento (ajustado y no ajustado) y en la duración del ciclo (valor-p<0,05), coincidiendo con los resultados de la prueba de Kruskal Wallis. El análisis post-hoc en las variables en las que se encontraron diferencias significativas registró la existencia de diferencias en el rendimiento no ajustado (mayor en el clúster 1), en la duración del ciclo de cultivo (mayor en el clúster 3), y en el rendimiento ajustado (menor en el clúster 3) (Cuadro 3.10).

Cuadro 3.10. Prueba Kruskal Wallis para las diferentes variables de producción de acuicultura clasificadas por clúster. Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

| Variable | Clúster | n | Medianas | D.E. | H | valor-p |
|-------------------------|---------|----|-----------------|--------|-------|---------|
| Área cosechada | 1 | 21 | 650 | 280,79 | 0,90 | 0,6356 |
| | 2 | 10 | 700 | 482,89 | | |
| | 3 | 14 | 615 | 496,18 | | |
| Producción | 1 | 21 | 150 | 74,67 | 4,17 | 0,1232 |
| | 2 | 10 | 140 | 104,24 | | |
| | 3 | 14 | 117,5 | 107,64 | | |
| Rendimiento no ajustado | 1 | 21 | 2281 a | 260,08 | 16,29 | 0,0003 |
| | 2 | 10 | 2055,5 b | 242,96 | | |
| | 3 | 14 | 1944,5 b | 386,74 | | |
| Duración del ciclo | 1 | 21 | 1,5 a | 0,17 | 9,31 | 0,0084 |
| | 2 | 10 | 1,35 a | 0,12 | | |
| | 3 | 14 | 1,65 b | 0,23 | | |
| Rendimiento ajustado | 1 | 21 | 1556 a | 255,79 | 13,38 | 0,0012 |
| | 2 | 10 | 1493,5 a | 192,57 | | |
| | 3 | 14 | 1125,5 b | 325,08 | | |

En la Figura 3.6 se muestran los valores de producción (kg) y el área cosechada (has.) de las 45 explotaciones con estanques cosechados, sin re-siembra. Los rendimientos no ajustados están representados por la pendiente de la correlación. Se observa la diferencia entre el clúster 1 (explotaciones con nivel intermedio de capitalización) y los otros dos grupos y la elevada correlación entre la producción y la superficie cosechada para los tres grupos.

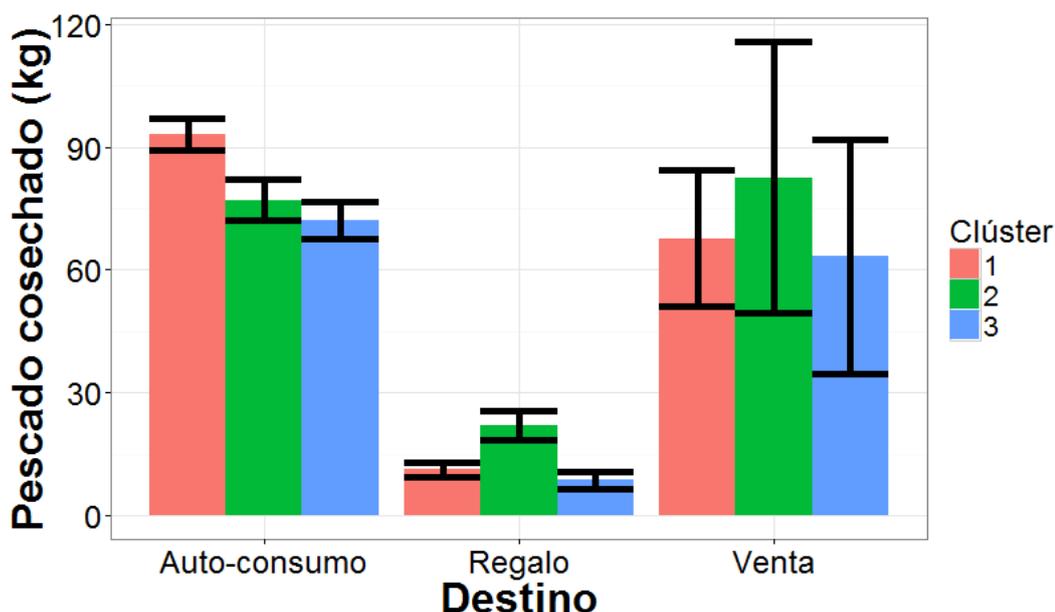
Figura 3.6. Producción (kg) obtenida por superficie cosechada (m²), según clúster (n=45).



3.3.3. El destino de la producción

El destino de la producción fue registrado y analizado por tipo de explotación. Se identificaron 3 destinos para el pescado cosechado: (1) auto-consumo, (2) regalo, y (3) venta. En todas las explotaciones se consume parte del pescado cosechado. La cantidad promedio de pescado consumido por la familia es de 83 kg, con valores entre 50 y 130 kg. El 17,78% de las explotaciones no entrega pescado producido como regalo, y el 35,56% no vende el pescado producido. En las explotaciones donde el pescado es regalado y/o vendido, los promedios son 16 y 108 kg, respectivamente. En la Figura 3.7 se muestran los valores de los diferentes destinos del pescado cosechado por clúster de explotación.

Figura 3.7. Cantidad de pescado cosechado, promedio, que fue consumido en la explotación, regalado o vendido por clúster.



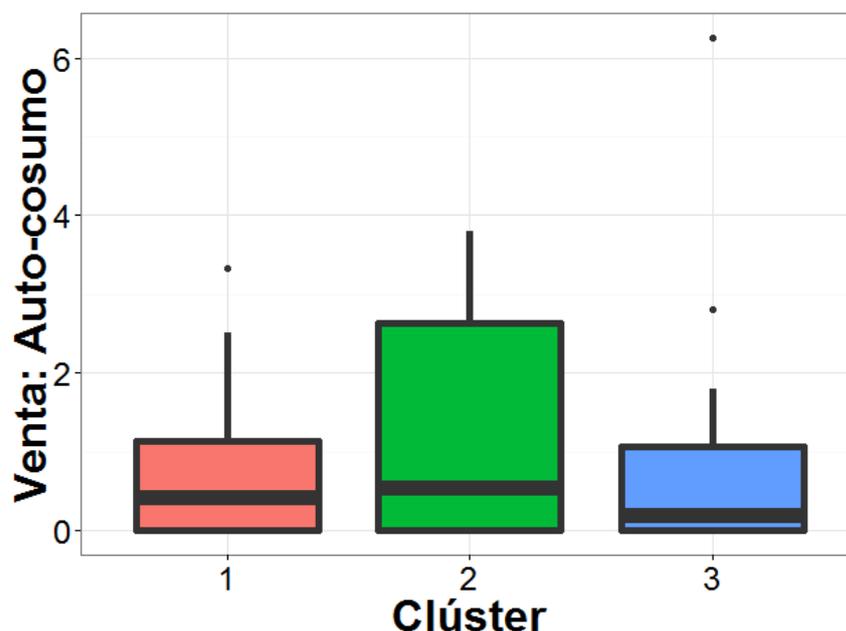
Con el objetivo de detectar la existencia de diferencias significativas en los valores de los diferentes destinos del pescado entre los clústeres se realizó un ANOVA. Como los datos no poseen una distribución normal (test de Shapiro-Wilks y de bondad de ajuste de Kolmogorov; valor- $p < 0,05$), se optó por realizar un análisis de la varianza no paramétrico (Kruskal Wallis). En el Cuadro 3.11 se muestran los resultados del análisis.

Cuadro 3.11. ANOVA no paramétrico (prueba de Kruskal-Wallis) de los diferentes destinos del pescado por tipo de clúster.

| Variable | Clúster | n | Media | D.E. | Medianas | H | p |
|--------------|---------|----|-------|--------|----------|-------|--------|
| Auto-consumo | 1 | 21 | 93,10 | 17,43 | 90 a | 13,00 | 0,0014 |
| | 2 | 10 | 77,00 | 15,85 | 80 b | | |
| | 3 | 14 | 72,14 | 16,84 | 72,5 b | | |
| Regalo | 1 | 21 | 11,19 | 8,05 | 10 a | 10,11 | 0,0051 |
| | 2 | 10 | 22,00 | 10,85 | 20 b | | |
| | 3 | 14 | 8,57 | 7,70 | 10 a | | |
| Venta | 1 | 21 | 67,62 | 76,35 | 40 | 0,44 | 0,7932 |
| | 2 | 10 | 82,50 | 104,86 | 42,5 | | |
| | 3 | 14 | 63,21 | 106,85 | 17,5 | | |

El análisis determinó la existencia de diferencias significativas entre los clústeres en cuanto a las cantidades de pescado consumido en la explotación (valor- $p=0,0014$) y regalado (valor- $p=0,0051$), y la no existencia de diferencias significativas en las cantidades de pescado vendido (valor- $p=0,7932$). En la Tabla 10 se observa que clúster 1 destina un volumen mayor al auto-consumo, mientras que el clúster 2 presenta los mayores valores de pescado destinado a regalo. Cuando se grafica la relación entre el pescado vendido y el consumido en la explotación por clúster (Figura 3.8) se observa que el clúster 2 registra una mayor proporción de explotaciones en las cuales la proporción de pescado destinado a la venta es mayor.

Figura 3.8. Relación entre el pescado vendido y el consumido en la explotación por clúster.



Posteriormente, se realizó un ANOVA para determinar la existencia de diferencias significativas en los diferentes destinos del pescado producido en las explotaciones clasificadas por cantidad de estanques cosechados. Ante el incumplimiento del supuesto de normalidad de los datos analizados (prueba de Shapiro Wilks modificado; valor- $p < 0,05$), se realizó la prueba de Kruskal Wallis (Cuadro 3.12). Los resultados del análisis muestran la inexistencia de diferencias significativas entre las explotaciones con diferente cantidad de estanques cosechados en cuanto al volumen destinado a auto-consumo (valor- $p = 0,3653$) y al pescado regalado (0,0635). En contraste, se encontraron diferencias significativas entre las explotaciones con diferente cantidad de estanques cosechados en lo relativo a la cantidad de pescado vendido (valor- $p = 0,0001$).

Cuadro 3.12. ANOVA no paramétrico (prueba de Kruskal Wallis) de los diferentes destinos del pescado por explotación según cantidad de estanques cosechados.

| Variable | Estanques cosechados por explotación | n | Promedio | D.E. | Medianas | H | p |
|--------------|--------------------------------------|----|----------|-------|-----------------|-------|--------|
| Auto-consumo | 1 | 38 | 84,87 | 19,12 | 80,00 | 1,99 | 0,3653 |
| | 2 | 5 | 73,00 | 19,24 | 75,00 | | |
| | 3 | 2 | 72,50 | 17,68 | 72,50 | | |
| Regalo | 1 | 38 | 12,11 | 8,67 | 10,00 | 5,28 | 0,0635 |
| | 2 | 5 | 9,00 | 7,42 | 10,00 | | |
| | 3 | 2 | 35,00 | 14,14 | 35,00 | | |
| Venta | 1 | 38 | 37,24 | 47,04 | 22,50 a | 17,45 | 0,0001 |
| | 2 | 5 | 208,00 | 24,90 | 200,00 b | | |
| | 3 | 2 | 337,50 | 53,03 | 337,50 b | | |

Las explotaciones con 2 y 3 estanques cosechados registran volúmenes de pescado destinados a la venta significativamente mayores que aquellas explotaciones donde solamente se ha cosechado un estanque. Se observa una escasa diferencia en los volúmenes destinados a auto-consumo y regalo para las explotaciones con diferente cantidad de estanques cosechados, mientras que el pescado vendido aumenta considerablemente con el incremento en la cantidad de estanques por explotación. Además, se verificó que las cantidades de pescado destinados a la alimentación de la familia no muestra relación con su cantidad de miembros ($r^2= 0,01$).

Por último, se registró el tipo de ayuda con el que se construyó cada uno de los estanques en las explotaciones visitadas. Solamente en 3 explotaciones, los estanques (uno en cada una de ellas) fueron construidos con recursos propios. Asimismo, no hay relación entre los planes recibidos y el clúster al que pertenecen las explotaciones. Solamente una explotación recibió dos planes diferentes. En esta, al estanque construido a través del Proyecto Piscícola, se sumarán 4 estanques construidos mediante el Plan Manos a la Obra. En el Cuadro 3.13 se indican los planes con los que fueron construidos los distintos estanques y la cantidad de estanques que estaban planificados para su construcción a marzo de 2010.

Cuadro 3.13. Fuente de financiamiento de los estanques construidos y por construir en las explotaciones agropecuarias familiares visitadas, y cantidad de estanques construidos en las explotaciones familiares visitadas, a marzo 2010.

| Programa | Estanques construidos (explotaciones) | Estanques a construir | Estanques por explotación | | | |
|---|---|--------------------------|---------------------------|----|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Manos a la Obra (Ministerio de Desarrollo Social) | 20 (6) | 18 | - | - | 4 | 2 |
| Proyecto Piscícola (Cooperativa de Electricidad de Cainguás) | 49 (43) | 12 | 37 | 6 | - | - |
| Municipio | 14 (7) | 0 | - | 7 | - | - |
| APTМ | 10 (10) | 3 | 10 | - | - | - |
| Pro-Alimentos | 0 | 14 | - | - | - | - |
| Vialidad (financiamiento propio) | 3 (3) | 0 | 3 | - | - | - |
| Total | 96 (68) | 47 | 50 | 13 | 4 | 2 |

3.4. Discusión

Las explotaciones agropecuarias visitadas pueden ser clasificadas como familiares. Estas son definidas a partir de (1) su escasa superficie relativa, (2) su dedicación tanto a actividades de subsistencia como a producción para el mercado, y (3) la preponderancia de la mano de obra familiar (Ellis 1993, Tort y Román 2005). Estas tres características son compartidas por las 68 explotaciones visitadas. La superficie promedio de las mismas (26,5 hectáreas) es cercana al valor medio del Censo Nacional Agropecuario de 2002 de 33 hectáreas, para las explotaciones de pequeños productores en Misiones (Obschatko et al. 2007). En estas explotaciones, se registra la presencia de actividades agropecuarias orientadas al mercado, así como cultivos y animales que son consumidos por la familia.

Asimismo, todas las explotaciones visitadas dependen fuertemente de la mano de obra familiar, presentando una baja proporción de mano de obra contratada y la ausencia de trabajadores permanentes.

Las principales diferencias entre los grupos de explotaciones (clústeres) están vinculados a su nivel de capitalización y al ciclo de vida de las explotaciones. Existe una relación directa entre la antigüedad de las explotaciones y la edad de los miembros del grupo familiar y el nivel de capitalización. Estas dos variables se encuentran fuertemente asociadas a las actividades productivas que se desarrollan en cada uno de los clústeres. El grupo de menor nivel de capitalización se asocia al cultivo de tabaco, el de nivel intermedio a los cultivos perennes y los más capitalizados a la forestación y la ganadería. Sin embargo, la heterogeneidad dentro de cada grupo determina la existencia de explotaciones dedicadas principalmente a cultivos perennes (de nivel de capitalización intermedio) donde se cultiva tabaco, o de explotaciones “tabacaleras” (de menor nivel de capitalización), donde se recurre a la contratación de trabajadores. Estos casos muestran la variabilidad existente dentro de cada uno de los clústeres identificados.

El nivel de capitalización de las explotaciones familiares ha sido señalado entre los principales factores que afectan la adopción y los ingresos derivados de la acuicultura en diversos estudios (Bosma 2007, Dey et al. 2010b, Nhan et al. 2007, Pant et al. 2005). La introducción de la actividad involucra costos de inversión que pueden resultar prohibitivos para los agricultores de menores recursos (Kipkemboi et al. 2007, Little et al. 1996, Nhan et al. 2007), que en general presentan una mayor aversión al riesgo (Dey et al. 2010b). En los casos en que los agricultores con menor nivel de capitalización han adoptado la acuicultura, estos son a menudo los que perciben menores ingresos derivados de la cosecha de pescado (Ahmed et al. 2010, Little et al. 2007b). Como resultado, se ha sugerido la necesidad de diseñar programas específicos para el desarrollo de la acuicultura entre los agricultores de menores recursos (Nhan et al. 2007). En Bangladesh, Ahmed et al. (2011) sugieren que la provisión de créditos con bajo interés podría constituirse en una política eficaz para la promoción de la acuicultura entre los más pobres.

En Misiones, la acuicultura ha sido adoptada por explotaciones con diferente nivel de capitalización a partir de programas de promoción de la actividad con fondos estatales. El caso de estudio se constituye en una experiencia que muestra que las explotaciones de menor nivel de capitalización relativo presentan potencial para adoptar la acuicultura cuando existen mecanismos de financiamiento que permiten eliminar las barreras de ingreso a la actividad. En general, los programas de promoción de la acuicultura no se encuentran orientados hacia un tipo de explotación en particular. El único programa que puede considerarse específicamente dirigido a un clúster es el implementado por la Asociación de Plantadores de Tabaco de Misiones (APTMT), que estipula la construcción de un estanque en las explotaciones dedicadas a la actividad tabacalera. El resto de los programas pueden considerarse “universales” al no incluir requerimientos vinculados con características de la explotación para su obtención.

El nivel de producción de la acuicultura en las explotaciones visitadas, es decir la cantidad de pescado producido, no se encuentra vinculado a su capitalización. La producción de pescado en las explotaciones está directamente relacionada a la superficie cultivada, y esta última es independiente del nivel de capitalización de las explotaciones. Por lo tanto, en las explotaciones familiares no existe relación entre el grupo (clúster) al que pertenecen y la cantidad de pescado producido. Esta situación contrasta con otras experiencias de introducción de la acuicultura en explotaciones familiares en las cuales los agricultores más capitalizados son quienes registran los mayores valores de producción. Nhan et al. (2007) en Vietnam y Belton et al. (2012) en Bangladesh encontraron que los agricultores más capitalizados son aquellos que tienden a intensificar su producción acuícola.

Las diferencias en los rendimientos y en la duración del ciclo entre los grupos evidencian el rol de la acuicultura en cada uno de los tipos de explotación. Los rendimientos son mayores en las explotaciones de nivel de capitalización intermedio, seguidas por las de mayor y menor nivel de capitalización. Estas diferencias están relacionadas con el manejo de los estanques en cada uno de los grupos. Los mayores rendimientos obtenidos en las explotaciones de nivel de capitalización intermedio podrían vincularse con la elevada disponibilidad de recursos que pueden ser utilizados como insumos de la acuicultura. Estas explotaciones registran los mayores valores en cuanto a cantidad de aves y porcinos, y el segundo valor en cuanto a superficie de cultivos domésticos, es decir, aquellos que son consumidos en la misma explotación. Estas actividades generan subproductos que representan insumos para la actividad acuícola como fertilizantes orgánicos y alimento suplementario para los peces.

Los menores valores de rendimiento en las explotaciones de menor nivel de capitalización pueden explicarse por la menor cantidad de insumos para la acuicultura y la menor disponibilidad de mano de obra. Nhan et al. (2007) han sugerido que los agricultores de menores recursos son aquellos que disponen de menor tiempo para dedicarse a la acuicultura. En Misiones, la elevada demanda de mano de obra por el cultivo de tabaco restringe su disponibilidad para otras tareas en la explotación. Los requisitos del cultivo de tabaco no sólo son elevados cuando se considera la cantidad de horas dedicadas a esta actividad, sino que, además la naturaleza del proceso productivo determina que algunas tareas sean consideradas de ejecución “impostergable” (Cáceres 2006). Por lo tanto, otras actividades en la explotación como la acuicultura son relegadas a un segundo plano.

Otro factor que podría influir sobre los menores rendimientos en las explotaciones de menor nivel de capitalización relativa es la mayor duración del ciclo de cultivo (1,6 años). La extensión del ciclo de cultivo puede ser asignada a dos efectos: (1) la falta de equipamiento para el almacenaje del pescado luego de la cosecha, y (2) el rol del estanque en las explotaciones familiares. A pesar de que todas las explotaciones visitadas se encuentran conectadas a la red eléctrica y poseen heladeras y congeladores, la capacidad de las mismas es limitada y, por lo tanto, el mantenimiento de los peces en el estanque permite la realización de cosechas parciales para el consumo del pescado fresco en el corto plazo. Una parte del pescado regalado también podría ser explicado por la falta de

capacidad de almacenaje. El segundo factor es denominado en la bibliografía como “efecto caja de ahorro” (Béné et al. 2009, Moll 2005). En las explotaciones familiares, algunas actividades, especialmente aquellas vinculadas con la cría animal, no son manejadas con un criterio de maximización de la producción, sino que son considerados activos líquidos que son mantenidos en las explotaciones hasta que son vendidos ante la necesidad de dinero por parte del grupo familiar.

A pesar de las diferencias entre los grupos, los rendimientos obtenidos ($1.439 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ promedio) son bajos cuando se comparan con otros valores obtenidos en situaciones agroecológicas similares. Casaca y Tomazelli Jr. (2009) registran rendimientos de entre $2.599\text{-}3.973 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en Santa Catarina (Brasil), y en Rio Grande do Sul, Da Silva et al. (2008b) registran valores similares (entre 2.083 y $2.506 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Estos rendimientos fueron obtenidos en condiciones agroecológicas análogas, pero experimentales. Esto sugiere que existe una diferencia entre los rendimientos potenciales y los actuales, que puede ser reducida a través de la mejora de las prácticas productivas (Dey et al. 2010a).

La proporción de los distintos destinos del pescado producido varía entre los grupos de explotaciones, pero también depende del volumen cosechado. Mientras que las cantidades de pescado consumido en la explotación o regalado difieren significativamente entre los grupos de explotaciones, las cantidades vendidas no presentan diferencias significativas. Las explotaciones de nivel de capitalización intermedio destinan mayores volúmenes a auto-consumo, y las explotaciones más capitalizadas, a regalo. Vale aclarar, que los agricultores registran exclusivamente los valores de las especies cultivadas, no considerando a las especies auto-reclutadas, como el caso del lambarí (*Astyanax spp.*). Esta especie se encuentra a menudo en los estanques, siendo cosechada y consumida por los agricultores y sus familias en forma entera. La ausencia de relación entre el nivel de capitalización y la proporción de pescado destinado a auto-consumo en Misiones contrasta con las experiencias de Nhan et al. (2007) en Vietnam y de Dey et al. (2010a) y Belton et al. (2012) en Bangladesh, donde el pescado utilizado en el auto-consumo aumenta con el nivel de capitalización de las explotaciones. Además, en Misiones la cantidad de pescado destinado a auto-consumo es independiente de la cantidad de miembros del grupo familiar.

A pesar de que la introducción de la acuicultura ha motivado un aumento en el consumo de pescado, el mismo no necesariamente ha contribuido a la seguridad alimentaria, ya que en las explotaciones visitadas no se ha constatado una situación de inseguridad previa al inicio de la acuicultura. Los datos sugieren que, en el caso de las explotaciones con un solo estanque, la mayor parte del pescado producido es destinado a auto-consumo, y que el aumento de la cantidad de estanques determina un incremento de la proporción del pescado vendido. Esta situación permite inferir que antes de vender se satisfacen las necesidades de auto-consumo de la familia (Karim 2011). El rol de la acuicultura como productora de pescado para el auto-consumo o como fuente de ingresos depende del volumen de pescado producido, y no del nivel de capitalización de las explotaciones.

Martínez-Espinosa (1994) ha sugerido que los programas de desarrollo de la acuicultura en América Latina deben estar orientados hacia los “menos pobres”, ya que estos agricultores serían capaces de manejar la actividad con un criterio empresarial. En contraste, los acuicultores “más pobres” o “de subsistencia”, que destinan parte de la producción para auto-consumo, no deberían ser considerados en estos programas debido a que no serían capaces de mantener la actividad al finalizar la ayuda externa. En Misiones, la proporción de pescado destinado a la venta está directamente relacionado con la superficie cultivada, pero es independiente del nivel de capitalización de las explotaciones. El manejo de la actividad con un criterio empresarial o de subsistencia no se vincula con el nivel de capitalización, sino que depende de los volúmenes de pescado cosechado. Una vez que los requerimientos de auto-consumo son satisfechos, el pescado restante se destina a la venta. Por lo tanto, podría considerarse que la capacidad de mantener la actividad sin ayuda externa no se relaciona con el nivel de capitalización de las explotaciones *a priori*, sino con los volúmenes de pescado producido y destinado a la venta.

En Misiones, el rol de la acuicultura como fuente de pescado para el consumo familiar o fuente de ingresos para la explotación depende directamente de la cantidad de estanques construidos a partir de los programas de promoción de la actividad. Cada uno de estos programas implica la construcción de una cantidad de estanques que, en última instancia, es el principal factor que explica la superficie cultivada y los volúmenes producidos por explotación. En el caso de los planes que implican la construcción de un estanque por explotación, como el Proyecto Piscícola y el programa de APTM, la escasa superficie cultivada resulta en bajos volúmenes de producción que son mayormente destinados a auto-consumo. La mayor parte de las explotaciones se encuentra en esta situación, en la cual la proporción cosechada y el volumen de pescado destinado a la venta son relativamente bajos. En contraste, las explotaciones que recibieron mayor ayuda desde el Estado, son las que poseen más estanques y mayores volúmenes producidos y, por lo tanto, destinan una mayor proporción de sus cosechas a la venta en el mercado.

La falta de crédito y de apoyo estatal han sido factores que han contribuido a explicar el bajo nivel de adopción de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares en África y en América Latina (Anetekhai et al. 2004, Edwards 1999, Kapetsky 1995, Kapetsky y Nath 1997). Este trabajo coincide con Brummett y Jamu (2011) quienes sostienen que el apoyo a los agricultores es fundamental para la adopción de la acuicultura. Sin embargo, la existencia de mecanismos estatales de promoción en las explotaciones de pequeña escala ha sido considerada como una pérdida de recursos por quienes consideran que los esfuerzos desde el Estado deben orientarse al desarrollo de sistemas comerciales de producción intensivos, ya que estos serían los únicos sistemas capaces de producir cantidades suficientes de pescado para abastecer al mercado (Hishamunda y Ridler 2002, 2006). En Misiones, el mayor apoyo desde el Estado se traduce en una mayor capacidad de las explotaciones de producir pescado para el mercado. Esta situación sugiere que los programas de apoyo estatal de la acuicultura

pueden promover formas de acuicultura comercial en las explotaciones familiares, independientemente de su nivel de capitalización.

3.5. Conclusiones

En Misiones, la acuicultura ha sido introducida en explotaciones familiares con diferente nivel de capitalización. Las explotaciones visitadas pueden ser consideradas familiares a partir de su escasa superficie relativa, su dependencia de mano de obra familiar y la producción tanto para el auto-consumo como para el mercado. Estas explotaciones pueden ser clasificadas en tres grupos en función de características comunes, que se reflejan en el nivel de capitalización y la fase en el ciclo de vida de las mismas.

El nivel de capitalización de las explotaciones no tiene una influencia sobre el volumen de pescado producido ni sobre los rendimientos obtenidos. Sin embargo, la menor disponibilidad de mano de obra en las explotaciones de menor nivel de capitalización podría explicar los menores rendimientos en las mismas. Asimismo, no existe una relación directa entre el nivel de capitalización de la explotación y las cantidades o proporciones del pescado producido destinado a la venta en el mercado.

El rol de la acuicultura como actividad generadora de ingresos está determinado por el volumen producido, que a su vez depende de la superficie cultivada. Mientras que las explotaciones que poseen un solo estanque destinan la mayor parte de la producción al auto-consumo, el aumento en la cantidad de cuerpos de agua cultivados determina un incremento en la proporción del pescado que es destinado a la venta. La cantidad de estanques por explotación no está relacionada con el nivel de capitalización de las explotaciones, sino con el tipo de ayuda con el que se introdujo la acuicultura. Cada uno de los programas de promoción de la acuicultura en la Provincia de Misiones implica la construcción de una cantidad de estanques determinada y, por lo tanto, es el tipo de plan el que en última instancia determina el rol de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares en Misiones. La experiencia en la Provincia de Misiones se constituye en un caso que demuestra que las explotaciones familiares son capaces de producir para el mercado a partir de mecanismos estatales de apoyo a la acuicultura.

Capítulo 4. La integración de la acuicultura en las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones

4.1. Introducción

La introducción de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares de Misiones ha sido apoyada desde los Estados Provincial y Nacional a través de programas para la construcción de estanques y compra de alevines. Estos programas han promovido el desarrollo de la acuicultura como una alternativa de diversificación del ingreso agropecuario. A pesar del aumento significativo de la superficie de estanques registrado durante la última década, se desconoce el efecto de la actividad en términos de generación de ingresos. Lamentablemente, no existe una estructura que permita monitorear y evaluar el desarrollo de la acuicultura en estas explotaciones. La ausencia de servicios de extensión puede ser atribuida al hecho de que la acuicultura es una actividad recientemente introducida en Misiones y a la ausencia de personal capacitado en la región. El análisis del manejo de los estanques en las explotaciones familiares permitirá identificar los factores que afectan su productividad e identificar opciones alternativas para aumentar los volúmenes cosechados.

La evaluación de las prácticas de manejo de la acuicultura requiere una aproximación sistémica, que no solo considere al cuerpo de agua, sino también sus vínculos con el resto de las actividades agropecuarias en la explotación (Nhan et al. 2007). La integración de la acuicultura en sistemas diversificados de producción agropecuaria ha sido sugerida como una estrategia para aumentar la productividad en el uso de los recursos limitantes como agua y nutrientes. En los sistemas de agro-acuicultura integrada (AAI), la integración del cultivo de organismos acuáticos está determinada por el establecimiento de vínculos con otras actividades, ya sea como receptora de sub-productos, utilizados como insumos de la acuicultura, o como proveedora, a partir de la utilización de sub-productos de la misma. Los vínculos entre las actividades son denominados sinergias. Estas permiten aprovechar los residuos de las diversas actividades para incrementar la producción, aumentando la eficiencia de las explotaciones y reduciendo su dependencia de los insumos externos (Prein 2002).

El presente capítulo analiza el manejo de la acuicultura en las explotaciones familiares agropecuarias y el nivel de integración y diversidad de las mismas. En primer lugar, se presentan y analizan los factores que afectan la productividad de la acuicultura en las explotaciones familiares, así como el rol de la actividad en la generación de ingresos. El análisis se realiza a partir del agrupamiento de las explotaciones en tres grupos o clústeres descritos en el capítulo anterior. Posteriormente, se evalúa el nivel de diversidad e integración en las explotaciones a través de la metodología del análisis de redes (Rufino et al. 2009). Esta evaluación no solo permite analizar el rol de la acuicultura en el reciclaje de nutrientes, sino que también suministra una base para entender las implicancias de la diversidad y la integración en la resiliencia de estos sistemas.

4.2. Materiales y Métodos

4.2.1. Muestreo: entrevistas, tipología y modelos de explotación

En el análisis de los factores que afectan la productividad de la acuicultura solamente fueron consideradas las explotaciones cuyos estanques fueron cosechados por lo menos una vez y que no fueron resembrados durante el ciclo de cultivo. Aunque se reconoce que estas condiciones imponen un sesgo en los datos recolectados, la ausencia de resiembra y la cosecha total permiten conocer el rendimiento total de los estanques durante un ciclo. Sobre un total de 68 explotaciones visitadas, 45 (54 estanques total) cumplieron con estas condiciones. En estas explotaciones se realizaron al menos dos visitas en diferentes estaciones (verano-invierno o primavera-otoño) y se registraron datos vinculados con el manejo de la acuicultura, en particular, y de la explotación en general. Cada uno de los estanques fue considerado en forma independiente en el análisis debido a que, durante las visitas a las explotaciones con más de un estanque, se observó que el manejo no era homogéneo.

Los datos relacionados con la acuicultura fueron: especies cultivadas, fechas de siembra y cosecha/s, fertilizante (dosis y fuente), alimento suplementario, superficie y otras características constructivas de los estanques, y aspectos vinculados con la comercialización del pescado. Asimismo, se registraron tanto las cuestiones relacionadas con el manejo, como las amenazas identificadas con respecto a la producción de pescado (por ejemplo, efecto potencial de pesticidas y enfermedades). La información registrada sobre el resto de la explotación se encuentra vinculada a las otras actividades presentes y a las interacciones entre las mismas y la acuicultura. El análisis estadístico se realizó con el paquete R (R Development Core Team 2005). Las diferencias entre los grupos de explotaciones fueron evaluadas a través del análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente se realizó un test post-hoc (Tukey) para identificar los grupos que presentaran diferencias significativas ($\alpha=0,05$).

Los grupos de explotaciones identificados en el Capítulo 3 sirvieron de base para el análisis de los factores que afectan la productividad de los estanques y para el análisis de la diversidad e integración. Para cada grupo se identificó una explotación modelo representativa. Las explotaciones modelo fueron seleccionadas a partir del cálculo de un intervalo comprendido entre el promedio y \pm un desvío estándar para cada una de las variables utilizadas en el análisis de clúster. La explotación de cada grupo que presentara la mayor cantidad de variables dentro de este intervalo fue seleccionada como modelo. En conjunto con los agricultores se diseñaron los diagramas que muestran las interacciones entre los componentes de las explotaciones modelo. Además, en estas explotaciones se calculó el ingreso monetario anual derivado de la venta de productos en el mercado. Los precios de insumos y productos corresponden a la cotización de marzo de 2010.

4.2.2. Análisis de redes ecológicas

El análisis de redes ecológicas fue utilizado para evaluar la diversidad y la integración en las explotaciones familiares agropecuarias de Misiones. Esta metodología utiliza matrices elaboradas a partir del flujo de recursos que caracteriza la organización del sistema. Estos conceptos, desarrollados originalmente para el estudio de ecosistemas naturales (Fath et al. 2007), han sido aplicados al estudio de agroecosistemas (Rufino et al. 2009, Stark et al. 2016).

El primer paso de la metodología consiste en la conceptualización del sistema. Esto implica la definición de los límites y de los compartimentos y las interacciones que componen al sistema. Los componentes y sus interacciones fueron identificados en entrevistas con los agricultores durante las visitas a las explotaciones. Cada compartimento representa una unidad de manejo independiente en la explotación.

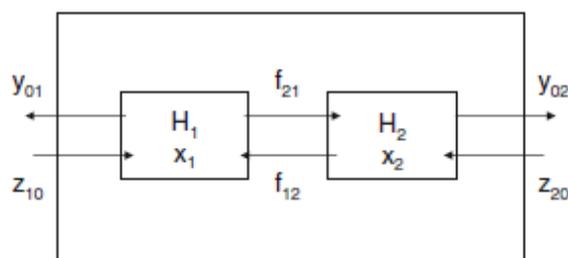
Los flujos fueron estimados anualmente en kilogramos de nitrógeno. Este recurso es generalmente el factor de producción más escaso en la producción agrícola, particularmente en los sistemas de agro-acuicultura integrada en las regiones tropicales y sub-tropicales (Knud-Hansen et al. 2003, Pucher et al. 2016). La cuantificación de flujos fue realizada a partir de información recolectada en el campo y de la utilización de coeficientes de la literatura (Apéndice 1).

El análisis de redes puede ser explicado a partir de la conceptualización de un sistema simple compuesto por dos compartimientos (H_1 y H_2), que poseen una cantidad almacenada de nitrógeno (x_1 y x_2), y para los cuales se cuantifican los flujos que entran y salen de los mismo (y_{01} , z_{10} , f_{12} , f_{21} , y_{02} , z_{20}) (Figura 4.1). Por convención,

- y_{0i} es el flujo que sale del compartimento H_{i0} hacia el ambiente externo
- z_{i0} es el flujo que ingresa desde el ambiente externo hacia el compartimento H_{i0}
- f_{ij} es un flujo interno desde el compartimento H_j hacia el compartimento H_i

Los flujos son expresados en kilogramos de nitrógeno por año. Los flujos se mueven desde un compartimento ($j=0, \dots, n$) hacia otro ($i=1, \dots, n$). Por convención, el compartimento $j=0$ se utiliza para contabilizar las importaciones desde el ambiente externo.

Figura 4.1. Representación gráfica de un sistema con dos compartimentos (H_1 y H_2), con sus respectivos almacenamientos (x) y flujos entre ellos, y desde y hacia el ambiente externo.



Sobre la base de estos conceptos, se han desarrollado indicadores que permiten caracterizar la diversidad, integración y resiliencia a partir del análisis de los flujos de N (Finn 1980, Ulanowicz 2000, Ulanowicz et al. 2009, Zorach y Ulanowicz 2003). En el Cuadro 4.1 se describen los indicadores utilizados para el análisis de los sistemas de AAI en la Provincia de Misiones.

Cuadro 4.1. Indicadores utilizados en el análisis de redes.

| Indicador | Descripción | Ecuación |
|--|---|--|
| Importación (IN) | Cantidad de nitrógeno importado hacia el sistema desde el ambiente externo | $IN = \sum_{i=1}^n z_{io}$ |
| Influjo total (TIN) | Suma de los flujos de N de los insumos externos y la cantidad de N contribuida a los flujos del sistema por el almacenamiento de todos los compartimentos (los cambios negativos en almacenamiento) | $TIN = \sum_{i=1}^n z_{io} - \sum_{i=1}^n (x_i)$ |
| Caudal (T_i) | Sumatoria de todos los flujos hacia el compartimento, más los flujos desde el exterior y aquellos que provienen del almacenamiento de los compartimentos | $T_i = \sum_{j=1}^n f_{ij} + z_{io} - (x_i)$ |
| Caudal total del sistema (TST) | Sumatoria de todos los T _i del sistema y representa el pool de N dentro del sistema que contribuye a la producción | $TST = \sum_{i=1}^n T_i$ |
| Longitud de trayectoria (PL) | Cantidad promedio de compartimentos que una unidad de N atraviesa en el sistema (es una medida de la intensidad de ciclado dentro del sistema) | $PL = \frac{TST}{TIN}$ |
| Rendimiento (T_{..}) | Sumatoria de todos los flujos en el sistema | $T_{..} = \sum_{i=1}^{n+2} \sum_{j=0}^n T_{ij}$ |
| Índice de ciclado de Finn (FCI) | Es la proporción de TST que se recicla dentro del sistema | $FCI = \frac{TSTc}{TST}$ |
| Información mutual promedio (AMI) | Cuantifica la organización de los flujos en las redes | $AMI = k \sum_{i=1}^{n+2} \sum_{j=0}^n \frac{T_{ij}}{T_{..}} \log_2 \frac{T_{ij} T_{..}}{T_i T_j}$ |
| Incertidumbre estadística (H_r) | Es el valor máximo para AMI para un valor dado de T _{..} | $H_r = - \sum_{j=0}^n \frac{T_j}{T_{..}} \log_2 \frac{T_j}{T_{..}}$ |
| Ascendencia (A) | Medida del tamaño y la organización de la red de intercambios que ocurren dentro del sistema | $A = \sum_{i,j} T_{ij} \log \left(\frac{T_{ij} T_{..}}{T_i T_j} \right)$ |

| | | |
|--------------------------------|--|---|
| Capacidad de desarrollo | Es el valor máximo (teórico) de A | $C = \sum_{i,j} T_{ij} \log \left(\frac{T_{ij}}{T_{..}} \right)$ |
| Costo de operación | Medida de la ineficiencia en los flujos dentro del sistema | $\phi = - \sum_{i,j} T_{ij} \log \left(\frac{T_{ij}^2}{T_{i.} T_{.j}} \right)$ |
| Productividad | Proporción del TST que sale del sistema | $P = \frac{1}{TST} \sum_{i=1}^n Y_{0i}$ |
| Auto-suficiencia | Proporción del TST que no proviene de los ingresos desde el exterior | $SS = \left(TST - \sum_{i=1}^n z_{0i} \right) / TST$ |
| Eficiencia | Cociente entre entradas y salidas | $Eff = \frac{P}{SS}$ |

Estos indicadores permiten evaluar características del sistema que incluyen tamaño (T), estructura y organización (AMI), diversidad (FCI) y resiliencia (A, C y ϕ). La ascendencia (A) es una medida del grado en el cual la energía (o nutrientes) que fluyen en el sistema se encuentran predeciblemente estructurados (AMI) ponderado por el caudal total del sistema (TST). De acuerdo con Ulanowicz (2000), los sistemas tienden hacia el aumento en la ascendencia. Por otro lado, el costo de operación representa las ineficiencias y redundancias en los flujos. Las relaciones entre los indicadores también constituyen a su vez indicadores del sistema como la relación IN/TST que es una medida del grado de dependencia del sistema de insumos externos.

4.3. Resultados

4.3.1. Factores que afectan la productividad de la acuicultura

La productividad de los estanques de acuicultura es afectada por factores ambientales externos como la radiación solar y la temperatura, y por decisiones de manejo relacionadas con el nivel de uso de insumos y la duración del ciclo del cultivo. A continuación, se analiza el efecto de los factores relacionados con el manejo sobre los volúmenes cosechados en los estanques en las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones. Los factores evaluados están relacionados con el uso de insumos como alevines, fertilizante y alimento, características constructivas del estanque como la presencia de una entrada independiente de agua que permita regular la tasa de recambio de agua, y la duración del ciclo del cultivo. Estos factores fueron evaluados en 54 estanques localizados en 45 explotaciones. El efecto de cada uno de los factores fue evaluado para los tres grupos (clústeres) de explotación identificados en el Capítulo 3. En el Cuadro 4.2 se detallan la cantidad de estanques y la superficie promedio en cada uno de los grupos de explotaciones evaluados. El análisis de varianza muestra que no hay diferencias significativas entre los grupos respecto a la superficie de los estanques (valor- $p < 0,05$).

Cuadro 4.2. Área de estanques (en metros cuadrados) promedio por grupo de explotación.

| Clúster | n | Área estanques promedio (m ²) (mínimo- máximo) | Desvío estándar |
|---------|----|---|-----------------|
| 1 | 24 | 643,54 (325-1180) | 189,36 |
| 2 | 13 | 679,23 (540-1650) | 343,74 |
| 3 | 17 | 633,53 (450-860) | 138,37 |

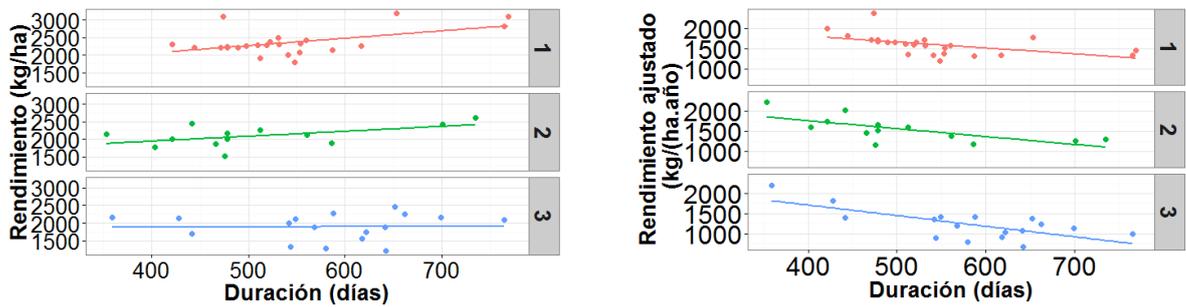
El rendimiento promedio (kg/ha) de los estanques muestra diferencias significativas entre los grupos de explotaciones. Aunque el clúster 1 registra los mayores valores, el Test de Tukey (intervalo de confianza: 95%) muestra que los mismos no son significativamente diferentes respecto del clúster 2 (Cuadro 4.3). Cuando el rendimiento se ajusta por una duración anual del ciclo de cultivo se observa que los grupos de explotaciones 1 y 2 no difieren significativamente respecto del rendimiento promedio ajustado. En contraste, el grupo 3 presenta los menores rendimientos en ambos casos y la mayor duración del ciclo de cultivo promedio. Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas entre los grupos respecto de la duración del ciclo de cultivo.

Cuadro 4.3. Valores promedio de rendimiento (kg/ha), rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) y duración del ciclo de cultivo (días) en los estanques de acuicultura por grupo de explotación. Entre paréntesis se encuentran los valores de los desvíos estándar y las letras diferentes muestran diferencias significativas (Test de Tukey; valor-p<0,05).

| Clúster | Rendimiento promedio (kg/ha) | Rendimiento promedio ajustado (kg/(ha.año)) | Duración promedio del ciclo de cultivo |
|---------|------------------------------|---|--|
| 1 | 2.361,78 (357,17) a | 1.607,74 (255,74) a | 542,75 (86,42) a |
| 2 | 2.094,12 (299,80) ab | 1.547,13 (314,04) a | 508,62 (111,52) a |
| 3 | 1.896,80 (377,13) bc | 1.232,42 (376,01) b | 582,42 (101,82) a |

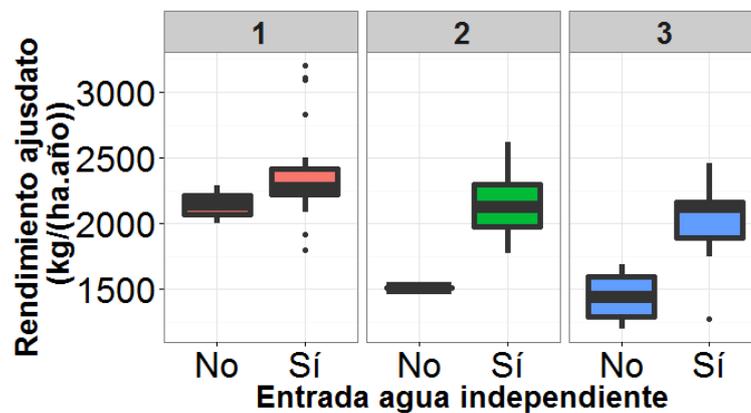
La prolongada duración del ciclo de cultivo tiene un efecto diferente sobre los rendimientos en los tres grupos de explotaciones. Las pendientes de la regresión en la Figura 4.2 muestran que una mayor extensión del ciclo de cultivo resulta en mayores rendimientos en los clústeres 1 y 2 (pendiente = 2,11 y 2,01 kg/(ha.día), respectivamente). En el clúster 3, la duración del ciclo prácticamente no tiene un efecto sobre los volúmenes cosechados por unidad de superficie. Sin embargo, la prolongación del ciclo del cultivo tiene un efecto negativo en los rendimientos ajustados (kg/(ha. año)) en los tres grupos de explotación. Se observa que para los tres grupos los valores más elevados de rendimiento ajustado presentan las duraciones menos prolongadas en el ciclo de cultivo.

Figura 4.2. Rendimiento (kg/ha) y rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) en función de la duración del ciclo del cultivo (días) por grupo de explotación.



Las características constructivas del estanque pueden afectar potencialmente el manejo y los rendimientos en los estanques de acuicultura. La presencia de una entrada de agua independiente en el estanque tiene un efecto significativo sobre los rendimientos. Esto se observa cuando comparan los rendimientos ajustados sobre el total de estanques en función del tipo de entrada de agua (independiente o no) (valor- $p < 0,01$). La mayoría de los estanques en los tres grupos de explotación presentan esta característica constructiva. El grupo 2 presenta el mayor porcentaje (92,31%), seguido del grupo 1 (84,61%), y el grupo 3 (76,47%). En la Figura 4.3 se observa el efecto en los rendimientos ajustados de la presencia de la entrada de agua independiente por clúster.

Figura 4.3. Rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) por clúster de explotación en estanques con y sin entrada independiente de agua.



La densidad de siembra medida como la cantidad de individuos almacenados en el estanque al momento del inicio del ciclo de cultivo no presenta diferencia significativa entre los grupos de explotación. La densidad promedio de siembra en los estanques analizados es de 0,43 individuos por metro cuadrado. Aunque se registra un amplio rango de densidades (mínimo = 0,24; máximo = 0,61 ind/m²), no se encuentra una relación entre esta variable y los rendimientos en los grupos de explotaciones (ANOVA: valor- $p > 0,05$).

La fecha de siembra se encuentra principalmente determinada por la disponibilidad de alevines. La mayor disponibilidad de alevines en el centro de reproducción se registra en los meses de diciembre y enero, retrasando la siembra, y desaprovechando un período de

temperaturas relativamente elevadas (septiembre-diciembre). Además, la primera siembra se encuentra determinada por el momento de construcción del estanque y el llenado del mismo, una vez resueltos los problemas de infiltración. Esto determina que el 76% de las siembras se realicen en diciembre y enero. En el caso de las cosechas totales, el 78% de las mismas se concentran entre febrero y abril. En general, estos eventos se corresponden con el inicio de la Semana Santa.

En todos los estanques visitados se cultivan por lo menos dos especies diferentes (policultivo). En el total de explotaciones, el promedio de especies por estanque es 3,39 y el valor máximo es de 6 especies. Aunque no se registran diferencias significativas entre los grupos de explotaciones respecto de la cantidad de especies cultivada por estanque, los dos estanques que registran los valores máximos (6 especies por estanque) pertenecen al grupo 1. La principal especie cultivada es la Carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) que se encuentra presente en todos los estanques evaluados. En importancia le siguen la Carpa cabezona (*Hypophthalmichthys nobilis*) (80%), Carpa común (*Cyprinus carpio*) (69%), Carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) (44%), Sábalo (*Prochilodus lineatus*) (24%), Jundiá (*Rhamdia quelens*) (13%) Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) (7%) y Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (2%). En el Cuadro 4.4 se observa que el orden de las especies respecto de su presencia es similar entre los grupos de explotaciones. Las carpas predominan en cuanto a las especies presentes. Los grupos de explotación 1 y 2 presentan una mayor presencia de Carpa cabezona respecto del grupo 3 y esta relación se invierte cuando se observa la presencia de Carpa común.

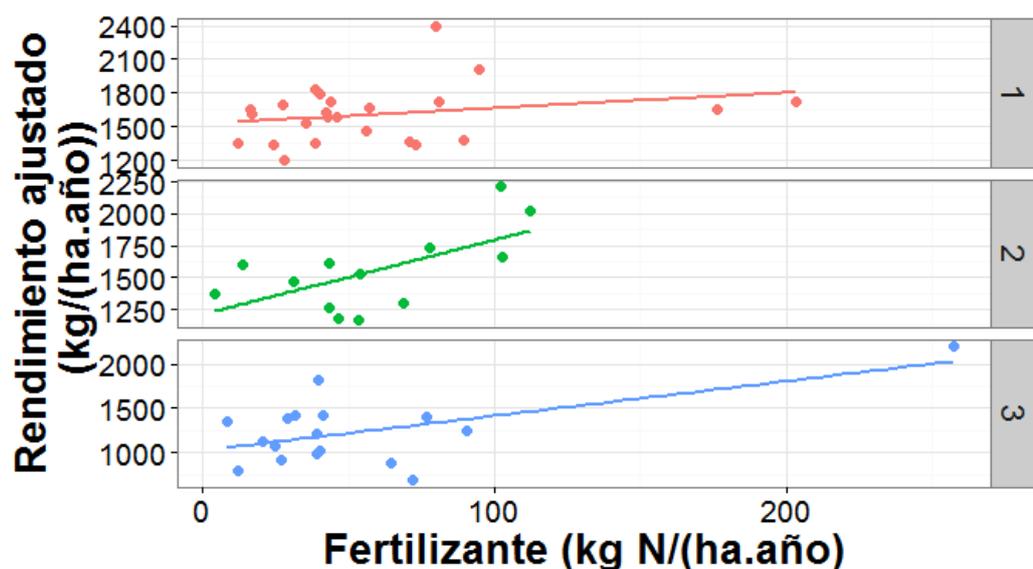
Cuadro 4.4. Presencia y proporción de las diferentes especies cultivadas en los estanques por grupo de explotación. La proporción fue calculada solamente en aquellos estanques en las cuales la especie se encontraba presente.

| Especie | Clúster 1 | | Clúster 2 | | Clúster 3 | |
|------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Presencia | Proporción | Presencia | Proporción | Presencia | Proporción |
| Carpa herbívora | 100% | 0,65 | 100% | 0,53 | 100% | 0,56 |
| Carpa cabezona | 83% | 0,14 | 85% | 0,16 | 71% | 0,18 |
| Carpa común | 63% | 0,22 | 62% | 0,31 | 82% | 0,27 |
| Carpa plateada | 46% | 0,08 | 31% | 0,05 | 53% | 0,06 |
| Sábalo | 17% | 0,13 | 31% | 0,23 | 29% | 0,14 |
| Jundiá | 17% | 0,09 | 23% | 0,28 | 0% | - |
| Pacú | 8% | 0,15 | 0% | - | 12% | 0,12 |
| Tilapia | 4% | 0,1 | 0% | - | 0% | - |

La Carpa herbívora es la especie que se encuentra en mayor proporción en todos los estanques evaluados. Aunque no se encuentran diferencias significativas entre los grupos de explotación, el clúster 1 muestra una proporción levemente más elevada. La carpa común le sigue en importancia, seguida por la Carpa cabezona en los tres grupos. Sin embargo, la proporción de la primera es mayor en el clúster 3, y esta relación se invierte para la Carpa cabezona. Luego le siguen el Sábalo y el Jundiá, que en promedio representan el 23% y 28% de las especies del policultivo, en los estanques en los que se encuentra presente, en el clúster 2. La otra especie nativa, el Pacú, y la Tilapia representan una pequeña proporción de las especies cultivadas en los estanques. La proporción de las diferentes especies en el policultivo no tiene un efecto significativo sobre los rendimientos.

A medida que avanza el ciclo de cultivo, la carga animal fluctúa como resultado del crecimiento de los peces y las siembras y cosechas parciales. El crecimiento de los peces es sostenido por la oferta de alimento disponible (alimento natural + suplementario). La fertilización de los estanques busca promover la productividad natural, que también depende de la temperatura del agua y de la radiación solar incidente (Boyd 2012). El fertilizante orgánico e inorgánico aplicado en los estanques durante el ciclo de cultivo fue registrado y convertido a kilogramos de nitrógeno. En los tres grupos de explotaciones se observa una relación positiva entre el fertilizante aplicado (en kg N/(ha.año)) y los rendimientos ajustados (Figura 4.4). La curva de regresión explica una mayor proporción de la varianza en los clústeres 2 y 3 ($r^2 = 0,33$ y $0,31$; respectivamente), mientras que en el clúster 1 la regresión explica una menor proporción ($r^2 = 0,02$). No se encontraron diferencias significativas respecto de la cantidad de fertilizante aplicado (en kg N/(ha.año)) entre los grupos de explotaciones (valor- $p=0,77$).

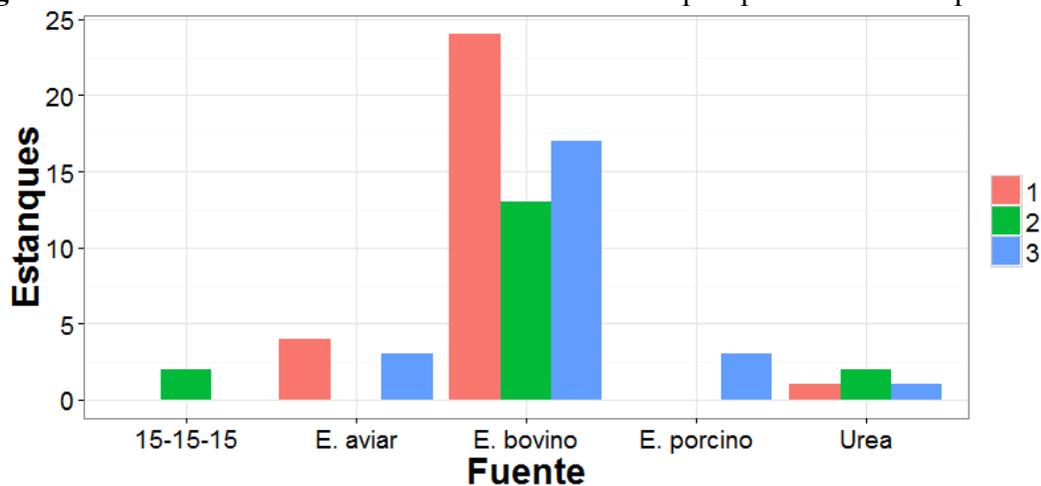
Figura 4.4. Relación entre el fertilizante aplicado (kg N/(ha.año)) y los rendimientos ajustados (kg/(ha.año)) por grupo de explotación.



En las visitas a las explotaciones, se observó que la fertilización de los estanques a menudo no resulta en el aumento de la productividad primaria. Aunque la débil relación entre la cantidad de fertilizante aplicado y los rendimientos puede deberse a múltiples factores, durante las visitas se han observado estanques en los que el agua se mantiene transparente o de color rojizo evidenciando la ausencia de alimento natural. En ambos casos, la reducida productividad de los estanques es debida a la reducida radiación solar incidente. Mientras que la transparencia del agua es explicada por el sombreado de la vegetación adyacente, la coloración rojiza es consecuencia de la elevada carga de arcillas en suspensión.

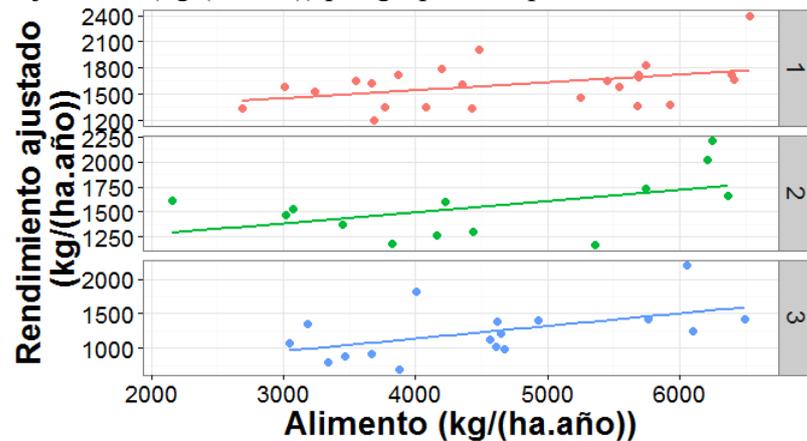
Las fuentes de fertilizantes orgánicos son las más utilizadas, entre las que se destaca el estiércol bovino, que se aplica en todos los estanques. En menor medida, también se utiliza estiércol aviar (13% de los estanques) y porcino (6%). Los fertilizantes de síntesis química también son utilizados en una baja proporción (11%). En la Figura 4.5 se observa que el estiércol aviar es utilizado en explotaciones de los grupos 1 y 3, y que este último grupo es el único que presenta estanques donde se utiliza el estiércol porcino. La utilización de esta fuente de fertilizante es una práctica escasamente generalizada. Esto puede deberse al hecho de que es una creencia difundida entre los agricultores que su uso confiere un mal sabor al pescado. Los fertilizantes inorgánicos, como urea y ‘triple 15’, no son originalmente adquiridos para la fertilización del estanque, sino que son utilizados en el cultivo de té y parte del sobrante es utilizado en la acuicultura.

Figura 4.5. Fuente de fertilizante utilizado en los estanques por clúster de explotación.



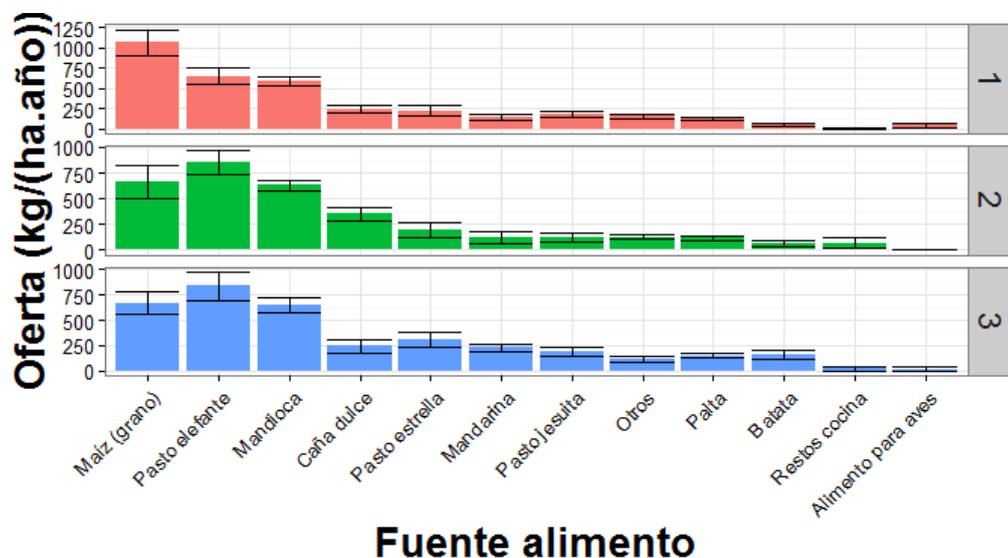
En todos los estanques visitados se suministra alimento suplementario durante el ciclo de cultivo. Las cantidades ofrecidas fueron estimadas para cada uno de los estanques visitados. Las cantidades de alimento ofrecidas (en kg/(ha.año)) muestran una relación positiva con el rendimiento ajustado (kg/(ha.año)) en los tres grupos de explotaciones. Sin embargo, la regresión lineal explica una baja proporción de la varianza en los tres clústeres ($r^2 = 0,13$; $0,17$ y $0,22$) (Figura 4.6). Asimismo, no se ha encontrado una diferencia significativa entre los grupos respecto de la cantidad de alimento ofrecido (valor-p = $0,81$).

Figura 4.6. Relación entre el alimento suplementario suministrado (kg/(ha.año)) y los rendimientos ajustados (kg/(ha.año)) por grupo de explotación.



El alimento suplementario está conformado principalmente por productos obtenidos en el mismo establecimiento. Entre los alimentos más utilizados se encuentran forrajes como pasto elefante, jesuita y estrella, caña de azúcar (dulce), hojas de mandioca, maíz y batata, grano de maíz, raíces como mandioca y batata, y frutas como palta y mandarina. En menor medida, se registra la utilización de productos de la huerta familiar como el zapallo, del cual se utiliza también la hoja, el pepino y el repollo. Por último, aunque no son prácticas muy difundidas, cabe destacar que algunos agricultores ofrecen circunstancialmente alimento para aves (6%) y otros suelen ofrecer a los peces los restos de la comida doméstica (7%). En la Figura 4.7 se observa la composición de la oferta de alimento por grupo de explotación. El grano de maíz representa, en promedio, la principal fuente de alimento suplementario en el clúster 1, pero en los clúster 2 y 3 ese lugar lo ocupa el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). La raíz de mandioca es la tercera fuente de alimento en importancia en los tres grupos. No se encontraron diferencias significativas respecto del alimento utilizado entre los grupos de explotación para estas tres fuentes de alimento.

Figura 4.7. Fuente de alimento utilizado (kg/(ha.año)) en los estanques por clúster de explotación. Las barras de error corresponden al error estándar.



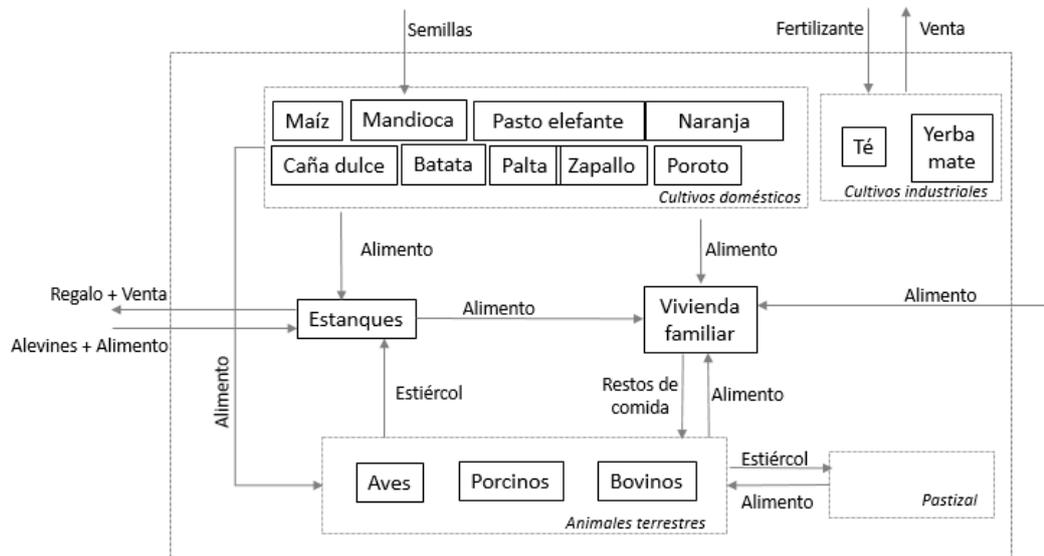
4.3.2. Modelos de explotación

Los modelos de explotación corresponden a cada uno de los clústeres identificados en el capítulo anterior. El análisis de estas explotaciones representativas permite la evaluación de las mismas en términos de su diversidad y nivel de integración. Asimismo, los modelos de explotación permiten realizar análisis económicos que permiten comprender el rol de la acuicultura en la generación de ingresos. A continuación, se describen las principales características de cada una de estas explotaciones.

4.3.2.1 Descripción general de los modelos de explotación

La explotación representante del clúster 1 se dedica principalmente al cultivo de yerba mate y té (5 y 3 hectáreas, respectivamente). Este último es fertilizado bianualmente con urea (150 kg/ha). Los cultivos industriales representan la principal fuente de ingreso para el grupo familiar que se encuentra compuesto por un matrimonio y dos hijos. Mientras que uno de ellos se dedica exclusivamente al trabajo en la explotación, el otro se encuentra en edad escolar y colabora parcialmente en las actividades agropecuarias. Asimismo, se registra la presencia bovinos, aves y porcinos que son alimentados exclusivamente con productos y subproductos generados en la explotación. La acuicultura fue introducida en 2004, a partir de la construcción de un estanque de 600 m² y, en 2006 se construyó un segundo estanque de 800 m². En la Figura 4.8 se observan las interacciones entre los componentes de esta explotación.

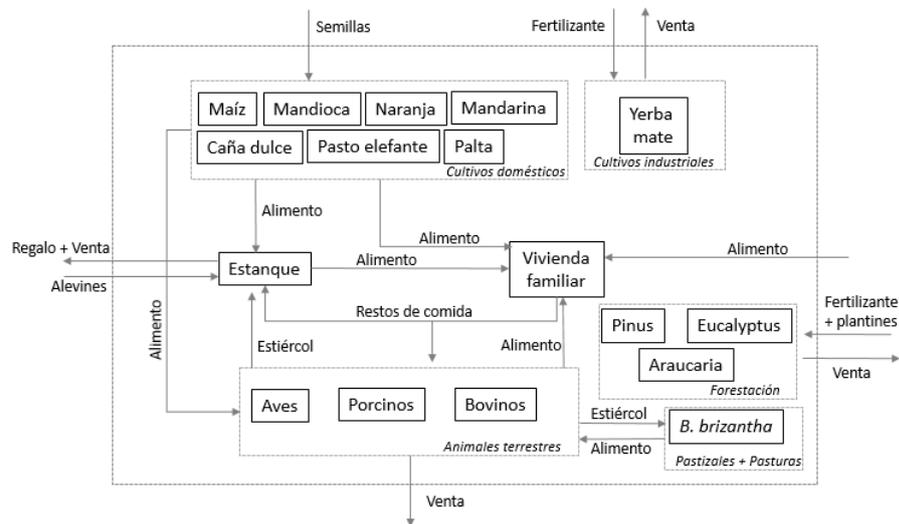
Figura 4.8. Diagrama de flujo de la explotación modelo 1.



La explotación modelo del clúster 2 presenta entre sus principales actividades a la reforestación, la cría de ganado bovino y el cultivo de yerba mate (Figura 4.9). La misma es manejada por un matrimonio que posee un tractor y contrata de mano de obra para la cosecha de yerba mate. La superficie de pastoreo está compuesta por pastizal natural y una pastura de *Brachiaria brizantha* (8 y 3 hectáreas, respectivamente). Los animales

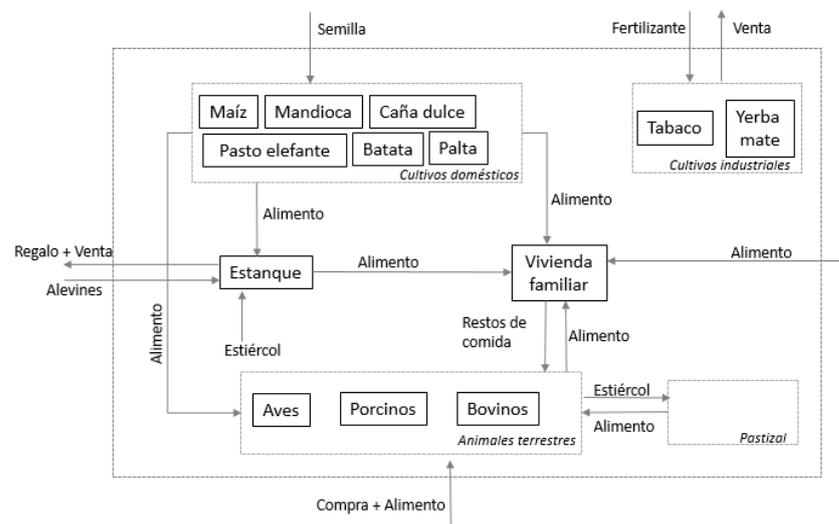
terrestres (bovinos, porcinos y aves) se alimentan únicamente con productos y subproductos de la explotación. La venta de animales bovinos representa una fuente de ingresos para la familia. El estanque (800 m²) fue construido en 2007.

Figura 4.9. Diagrama de flujo de la explotación modelo 2.



La explotación que representa al clúster 3 es típicamente tabacalera (1,5 hectáreas de tabaco Burley) (Figura 4.10). La yerba mate (2 hectáreas) constituye otra fuente de ingresos para la familia. La misma está compuesta por un matrimonio y un hijo de 17 años, quienes dedican su tiempo completo a la explotación, y dos hijos en edad escolar, que solamente colaboran en algunas tareas específicas como durante la clasificación del tabaco. Mientras que bovinos y porcinos son alimentados con exclusivamente con productos y subproductos de la explotación, la mitad de las aves presentes se encuentra encerradas y son suplementadas con alimento artificial. El estanque de acuicultura fue construido en 2007.

Figura 4.10. Diagrama de flujo de la explotación modelo 3.



En el Cuadro 4.5 se presentan a modo de resumen las principales características de las explotaciones modelo. Las explotaciones modelo presentan diferencias significativas principalmente respecto de su superficie total y de las actividades que constituyen las principales fuentes de ingreso. La explotación modelo 1 está dedicada principalmente a la yerba mate y al té. La cría de ganado y la forestación son las mayores fuentes de ingreso en la explotación modelo 2, y el tabaco cumple ese rol en la explotación modelo 3.

Cuadro 4.5. Resumen de los modelos de explotación.

| | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 |
|--|----------|----------|----------|
| Superficie total (has.) | 25 | 38 | 19 |
| Miembros familia | 4 | 2 | 5 |
| Trabajo contratado | NO | SI | NO |
| Cultivos industriales (has.) | 8 | 7 | 3,5 |
| Cultivos domésticos (has.) | 4,5 | 4,25 | 3 |
| Reforestación (has.) | 0 | 11 | 0 |
| Bovinos (cabezas) | 12 | 19 | 4 |
| Área de pastoreo (pastizal + pasturas) (has.) | 10 | 12 | 5 |
| Superficie estanque (m²) | 1.400 | 800 | 980 |

4.3.2.2. La acuicultura en los modelos de explotación

En la explotación modelo 1, la acuicultura se desarrolla en 2 estanques, uno de 600 y otro de 800 metros cuadrados, construidos en 2004 y 2006, respectivamente. En cada uno de los estanques, previo al llenado de los mismos, fueron aplicadas 4 y 5 bolsas de 25 kg de cal, respectivamente, seguidos por 300 kg de estiércol en cada uno de los estanques. Las siembras se realizaron el 14/9/2007 y el 10/10/2008, respectivamente. En el Cuadro 4.6 se detallan las cantidades de alevinos sembrados por especie en cada estanque. Ante la advertencia de otros agricultores sobre los efectos negativos de la carpa común (rotura de paredes, reproducción en cautiverio y superpoblación), se decidió no sembrar esta especie en el estanque de mayor superficie. Los primeros dos meses se utilizó afrecho de arroz y semita de trigo. Luego del primer mes, la oferta de ambos disminuyó paulatinamente y aumentaron la quirera o grano molido de maíz, el poroto, el pasto elefante, los cítricos, la mandioca (raíz y hoja seca), batata, zapallo (y hoja de zapallo), y el poroto. El estanque de 600 m² fue cosechado el 18/10/2009 (luego de 765 días) y el segundo tres días antes del comienzo de la Semana Santa (25/3/2010, luego de 531 días). En el primero se cosecharon 170 kilogramos de pescado, y en el de 800 m², 200 kilogramos. Luego de la cosecha, una porción de los individuos de lambarí cosechados fue liberada al Arroyo Alegre (aproximadamente 60 individuos).

Cuadro 4.6. Especies sembradas y densidad de siembra en la explotación modelo 1.

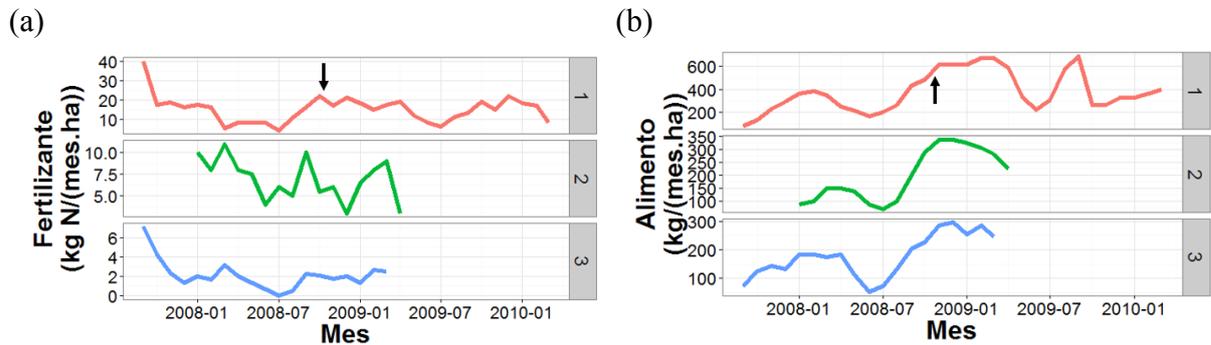
| Superficie del estanque (m ²) | Densidad de siembra (ind.m ⁻²) | Carpa herbívora | Carpa común | Carpa cabezona | Carpa plateada |
|---|--|-----------------|-------------|----------------|----------------|
| 600 | 0,43 | 160 | 60 | 40 | 0 |
| 800 | 0,45 | 250 | 0 | 70 | 40 |

La siembra en el estanque de la explotación modelo 2 debió postergarse hasta el 14/1/2008 debido a problemas de infiltración. Previo a la siembra, 125 kg de cal agrícola y 100 kg de estiércol bovino fueron esparcidos en el estanque. La siembra consistió en un total de 300 alevines (180 individuos de Carpa herbívora, 40 de Carpa común, 40 de Sábalo y 40 de Pacú). Durante el ciclo de cultivo, la fertilización del estanque fue realizada exclusivamente a partir del uso de estiércol bovino. El alimento suplementario ofrecido durante el ciclo de cultivo consta principalmente de forraje, compuesto mayormente los pastos elefante, estrella y jesuita; y en invierno, por caña dulce. El día 18 de junio del 2008 se registró la mortandad de 11 individuos de pacú. Este evento tuvo lugar durante una semana caracterizada por las bajas temperaturas y la presencia de heladas persistentes. El día 24 de abril de 2009 (466 días posteriores a la siembra) se cosecharon 150 kg de pescado.

La explotación modelo 3 posee un estanque de 980 metros cuadrados construido en 2007. Luego de la construcción, se procedió a sembrar gramíneas y poroto en las adyacencias del estanque. Dos semanas antes de la siembra fueron esparcidos 175 kg de cal agrícola en el fondo del estanque, y una semana después de aplicaron 30 y 15 kilogramos de estiércol bovino y porcino, respectivamente. El día 31 de agosto de 2007 se sembraron 360 peces: 160 carpas herbívoras y 200 carpas comunes. La fertilización del estanque es el resultado de la combinación de dos fuentes de estiércol: bovino y porcino. El alimento suplementario ofrecido a los peces consta únicamente de productos y subproductos de la explotación. Los ingredientes más utilizados son maíz, pasto elefante, mandioca y batata.

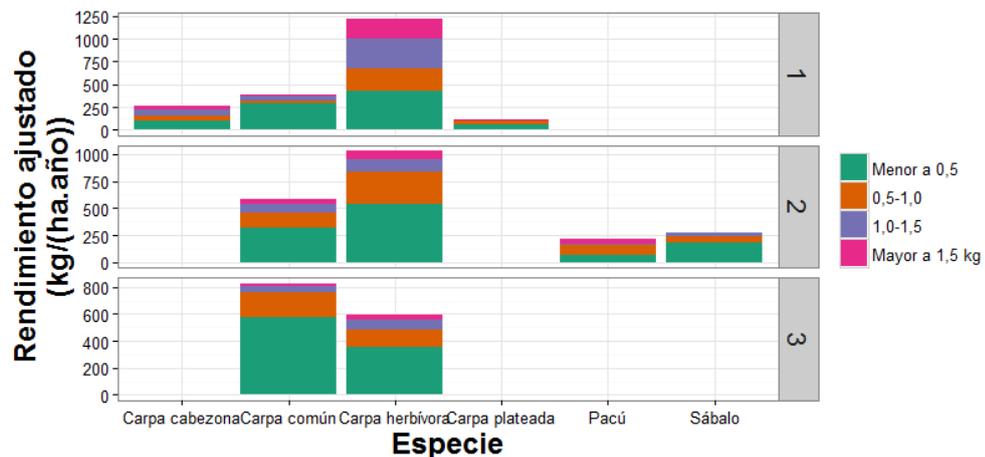
En la Figura 4.11 se observan las cantidades de fertilizante y alimento ofrecidos en los estanques de las explotaciones modelo. En todos los casos se registra una caída en la oferta de fertilizante y alimento durante el invierno. En cuanto al fertilizante, se registra un pico al comienzo del ciclo de cultivo relacionado a la relativamente elevada dosis aplicada previo a la siembra. También se observa una diferencia significativa respecto de los niveles de insumos (tanto fertilizantes como alimento suplementario) utilizados en los diferentes modelos de explotación.

Figura 4.11. Oferta de (a) fertilizante (kg N/(mes.ha)) y alimento (kg/(mes.ha)) en los estanques de acuicultura de los tres modelos de explotación. La flecha indica la siembra del segundo estanque en la explotación modelo 1.



La explotación modelo 1 registra los mayores rendimientos (promedio 2.666 kg/ha), seguida por la explotación modelo 2 y 3 (1.875 y 1.276 kg/ha). En los cuatro estanques evaluados, el ciclo de cultivo se prolongó por más de un año. Cuando se ajustan los rendimientos anualmente, la diferencia entre los rendimientos de las explotaciones modelo 1 y 2 disminuye (1.535 y 1.469 kg/(ha. año), respectivamente). Durante la cosecha se observó una elevada proporción de individuos de talla pequeña (peso menor a 1 kg) (Figura 4.12).

Figura 4.12. Rendimiento ajustado (kg/(ha. año)) en los estanques de acuicultura de las explotaciones modelo por especie y por categoría de peso.



4.3.3. Análisis de redes

A partir de los diagramas de flujo de recursos construidos con los agricultores durante las visitas se realizó un análisis de redes ecológicas para analizar los modelos de explotación. Para cada una de las explotaciones modelo se construyó una matriz que contiene todos los flujos de nitrógeno entre los componentes del sistema. Estas matrices sirvieron de base para el cálculo de indicadores de diversidad, integración, resiliencia y productividad (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Indicadores de diversidad, integración, resiliencia y productividad para los tres modelos de explotación.

| Indicador | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| Importación (IN) | 69,62 | 152,50 | 157,12 |
| Influjo total (TIN) | 675,70 | 959,13 | 360,89 |
| Caudal total del sistema (TST) | 1153,42 | 1385,15 | 601,36 |
| Longitud de trayectoria (PL) | 1,71 | 1,44 | 1,67 |
| Rendimiento (T..) | 477,77 | 426,02 | 240,47 |
| IN/TST | 0,06 | 0,11 | 0,26 |
| TST/T.. | 2,41 | 3,25 | 2,50 |
| TSTc | 97,29 | 27,45 | 34,93 |
| Índice de ciclado de Finn (FCI) | 0,08 | 0,02 | 0,06 |
| Información mutual promedio (AMI) | 2,68 | 1,42 | 1,30 |
| Incertidumbre estadística (Hr) | 3,89 | 2,89 | 3,41 |
| Ascendencia (A) | 3092,64 | 1965,07 | 781,62 |
| Capacidad de desarrollo (C) | 4488,77 | 4007,08 | 2048,39 |
| Costo de operación (ϕ) | 1396,13 | 2042,01 | 1266,77 |
| Productividad | 0,22 | 0,43 | 0,2 |
| Auto-suficiencia | 0,41 | 0,89 | 0,74 |
| Eficiencia | 0,54 | 0,48 | 0,27 |

Las explotaciones modelo 2 y 3 presentan mayores cantidades de nitrógeno importado hacia el sistema desde el ambiente externo. El fertilizante utilizado en las plantaciones de té, yerba mate, forestales, y en el cultivo de tabaco representan la principal fuente de nitrógeno importado (IN). En contraste, el alimento representa una fuente marginal de nitrógeno importado en los tres modelos. El caudal total del sistema es menor en la explotación modelo 3 (TST = 601 kg N). Estas diferencias se reducen cuando el TST se calcula por hectárea (TST/ha = 31,65-46,13). IN representa una relativamente baja proporción del caudal total del sistema (IN/TST) en los modelos de explotación 1 y 2 (6 y 11%, respectivamente) y alcanza el 26% en el modelo 3.

En los tres sistemas, la proporción de nitrógeno reciclado fue baja (FCI = 2-8%), especialmente en el modelo de explotación 2. En consecuencia, la longitud de la trayectoria también registró valores bajos en el mismo orden (PL = 1,44-1,71). Aunque

las diferencias son estrechas, la explotación modelo 1 mostró la mayor diversidad en las conexiones, seguida por la explotación modelo 3. Hr representa el límite superior de AMI y su valor aumenta cuando T.. es particionada en una mayor cantidad de flujos. AMI es una medida de la información respecto del intercambio de un material (N en este caso), dentro de un sistema. Si el flujo total se divide de forma equitativa entre todos los compartimentos y todos ellos se encuentran conectados, entonces $AMI = 0$. En contraste, si unos pocos flujos (representando una elevada proporción de T..) conectan una baja cantidad de compartimentos, el valor de AMI se acerca a su límite máximo. En los modelos de explotación se verifica una relación positiva entre la mayor diversidad de conexiones (Hr) y el reciclaje interno (FCI). Asimismo, los flujos son más homogéneos en las explotaciones modelo 2 y 3 ($1-AMI/Hr = 0,51$ y $0,62$; respectivamente), y más heterogéneos en la explotación modelo 1 ($1-AMI/Hr = 0,31$).

La explotación modelo 1 presenta los mayores valores de ascendencia y capacidad de desarrollo, así como la mayor proporción de A/C. En contraste, esta explotación muestra los menores valores de ϕ/C y auto-suficiencia evidenciando una menor capacidad de adaptación. La explotación modelo 2 registra los valores más elevados de productividad y auto-suficiencia, y valores medios de ϕ/C . Por último, la explotación modelo 3 presenta los mayores valores de ϕ/C y valores elevados de auto-suficiencia, pero valores bajos de productividad y eficiencia.

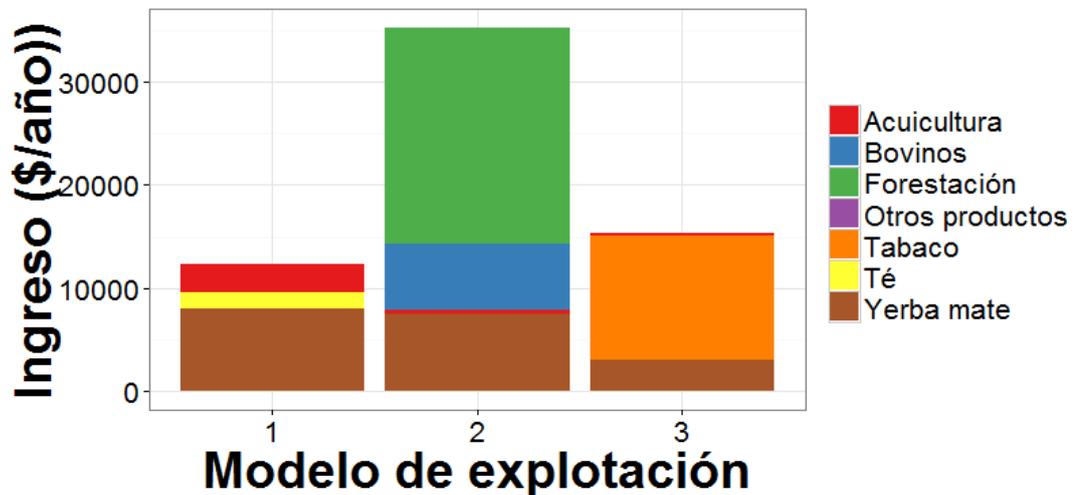
Los mismos indicadores fueron calculados en ausencia de la acuicultura para cada una de las explotaciones con el objetivo de evaluar el rol de esta actividad en los sistemas analizados. El modelo de explotación 1, resultó ser el único que experimentó cambios mayores a 5% en el valor de algunos indicadores en ausencia de la acuicultura. El único cambio fue registrado en el costo de operación (ϕ), cuyo valor experimentó una caída del 21%.

4.3.4. Análisis económico

Se estimó el ingreso anual de cada una de las explotaciones modelo. Para ello se procedió a calcular el margen bruto para cada una de las actividades generadoras de ingreso. No se incluyen los ingresos no agrícolas ni el costo de la mano de obra, excepto para la cosecha de yerba mate, que es descontado del precio percibido por el productor. Tampoco se incluye el costo del combustible o de agroquímicos aplicados en toda la explotación, como el caso del hormiguicida en la explotación modelo 1. En la Figura 4.13 se presentan los ingresos generados por cada una de las actividades comerciales en las explotaciones modelo.

La explotación modelo 2 presenta el mayor ingreso neto total anual (\$35.239). La mayor parte de los ingresos netos de esta explotación es explicada por la venta de una hectárea de Pino Elliotti de 18 años (59% del total). Aunque en esta explotación los ingresos derivados de la forestación no están presentes todos los años, la venta de madera de 2009 evidencia el elevado nivel de ingreso de este sistema. El resto de los ingresos netos de esta explotación son derivados de la cosecha de yerba mate (21% del ingreso neto total anual), y de la venta de 3 terneros y una vaquillona (18%). Los ingresos netos derivados de la producción acuícola en la explotación modelo 2 representan el 1% del total anual.

Figura 4.13. Ingreso monetario, en pesos, de las diferentes actividades en los modelos de explotación en 2009.



Las explotaciones modelo 1 y 3 presentan ingresos netos totales similares (\$12.325 y \$15.310, respectivamente). Sin embargo, las actividades que contribuyen al ingreso neto total difieren. En la explotación modelo 1, la cosecha de cultivos perennes (yerba mate y té) representa el 78% del ingreso neto total. En esta explotación, el ingreso derivado de la venta del pescado presenta la mayor contribución al ingreso neto total (22%). En la explotación modelo 3, los ingresos netos de la explotación provienen de la cosecha del tabaco (79%), seguido por la yerba mate (20%) y la venta de pescado (1%). Cuando se considera la inversión necesaria para la construcción del estanque (\$1.600 promedio), el modelo de explotación 1, sería el único en condiciones de cubrir estos costos con los ingresos obtenidos en la primera cosecha, inclusive cuando los ingresos de la acuicultura son ajustados anualmente. Sin embargo, este modelo de explotación cuenta con dos estanques, por lo tanto, serían necesarias dos cosechas para afrontar los costos de construcción de ambos estanques. En el caso de los modelos 2 y 3, se requieren 3,89 y 6,49 cosechas para cubrir la inversión requerida para la construcción de un estanque con los ingresos generados por la venta de pescado. Cuando los ingresos de la acuicultura son anualizados, es posible cubrir la inversión en los años 6 y 12, respectivamente.

4.4. Discusión

4.4.1. La acuicultura en los grupos de explotación

El manejo de la acuicultura a lo largo del ciclo del cultivo determina la obtención de rendimientos relativamente bajos en los tres grupos de explotaciones. Según Dey et al. (2010b) existen 4 tipos de rendimiento para una localidad: (1) el rendimiento promedio obtenido en las explotaciones, (2) el máximo rendimiento obtenido en las explotaciones, (3) el mayor rendimiento obtenido en condiciones experimentales, y (4) el rendimiento potencial teórico. Estos rendimientos determinan 3 brechas:

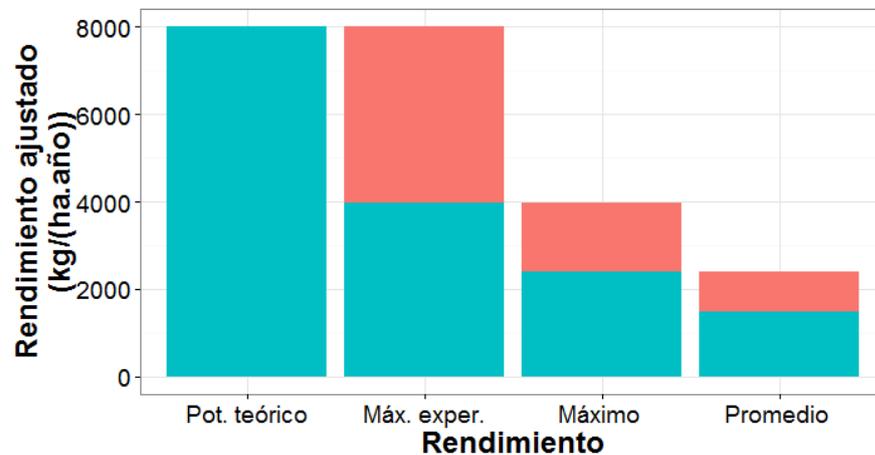
- la brecha de rendimiento I es la diferencia entre el rendimiento potencial teórico y el mayor rendimiento experimental. Esta brecha representa el incremento

potencial en la eficiencia biológica y es atribuido a las mejoras en la genética y en el manejo, pero que aún no ha sido desarrollado o perfeccionado.

- La brecha de rendimiento II es definida como la diferencia entre el rendimiento observado en estaciones experimentales y el mayor rendimiento alcanzado en las explotaciones. Esta diferencia es mayormente atribuible a las diferencias inherentes en los ambientes biofísicos.
- La brecha de rendimiento III es definida como la diferencia entre el rendimiento actual o promedio y el mayor rendimiento obtenido en una explotación. De acuerdo con Dey et al. (2010b), esta diferencia puede ser distribuida en tres componentes: (1) pérdidas debidas a factores bióticos y abióticos como enfermedades, suelos, calidad de agua, y clima adverso; (2) falta de eficiencia, tanto técnica como de distribución de recursos, debidas a falta de crédito, conocimiento o falta de insumos, y (3) el comportamiento maximizador de beneficios.

En la Figura 4.14 se muestran los valores para estos rendimientos en el caso de las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones.

Figura 4.14. Rendimiento potencial teórico, máximo en condiciones experimentales, y máximo y promedio en las explotaciones familiares de Misiones, en kg/(ha.año). A pesar de que el rendimiento potencial teórico no puede ser medido, se utilizó el valor reportado por Boyd y Tucker (1998) para estanques fertilizados. El rendimiento en condiciones experimentales fue tomado de Casaca (2008). Las porciones rojas de las barras muestran las brechas de rendimiento I, II y III, en kg/(ha.año); respectivamente.



Cada una de las brechas de rendimiento indica la existencia de oportunidades para el incremento de la productividad de los estanques. En principio, las brechas de rendimiento I y II pueden ser atribuidas a la calidad genética de los individuos cultivados y a las condiciones ambientales durante el ciclo de cultivo. En el caso de las explotaciones misioneras, la calidad de semilla podría ser un factor limitante de la productividad de los estanques. La calidad y disponibilidad de alevines ha sido considerada por Little et al. (2007a) como uno de los factores determinantes del éxito en el desarrollo de la acuicultura en pequeña escala. La totalidad de las explotaciones visitadas adquieren los peces en el mismo centro de reproducción. El origen de los reproductores en este centro es

desconocido, ya que no se han encontrado registros oficiales que den cuenta de la importación de los mismos y no existe un mecanismo de control que regule la calidad de la semilla comercializada en la Provincia de Misiones.

La diferencia entre los rendimientos obtenidos en condiciones experimentales y aquellos registrados en las explotaciones puede deberse a factores biofísicos, principalmente a la temperatura y la calidad del agua. Las temperaturas registradas durante el ciclo de cultivo están afectadas por la fecha de siembra. La misma se encuentra principalmente limitada por la disponibilidad de alevines. En teoría, fechas de siembra más tempranas (septiembre-octubre) permitiría aprovechar temperaturas relativamente elevadas, y en el aumento de la productividad de la acuicultura en las explotaciones familiares misioneras. La presencia de pérdidas por infiltración debido a errores en la construcción de los estanques es otro factor que determina siembras tardías. La disponibilidad temprana de alevines y la introducción de mejoras en la construcción de los estanques permitiría la adopción de siembras tempranas. En contraste, las fechas de cosecha actuales (concentradas en marzo-abril) evitan la estadía de los peces en el estanque durante el período invernal.

La brecha de rendimiento III está dada por la diferencia entre el rendimiento máximo obtenido en las explotaciones y el promedio de las mismas. Las diferencias en la productividad de los estanques estarían principalmente dadas por el manejo. Las explotaciones del grupo 1 registraron los mayores niveles de rendimientos ajustados, seguidos por las explotaciones del grupo 2 y 3.

Aunque la duración del ciclo de cultivo no presenta diferencias significativas entre los grupos, se encontró que la misma afecta negativamente a los rendimientos ajustados. La prolongación del ciclo de cultivo se justifica en la medida que se requiere abarcar dos temporadas de crecimiento (18 meses) para la cosecha de piezas de tamaño comercializable (>1 kg) en Misiones (Graeff y Pruner 2000, Gressler et al. 2007, Wicki 2003). Aunque las fechas de siembra tardías podrían explicar la relativamente elevada duración del ciclo de cultivo, otro de los factores que podría influir es la presencia o ausencia de un comportamiento maximizador de beneficios. El prolongado período registrado en algunas explotaciones puede ser asignado en parte a la consideración del estanque como una caja de ahorro. Este efecto ha sido estudiado principalmente en los rodeos bovinos en las explotaciones familiares (Doran et al. 1979, Moll 2005). En el caso de Misiones, la mayor duración en el ciclo se registra en las explotaciones tabacaleras. El manejo del estanque como una caja de ahorro, que puede ser liquidada rápidamente cuando se requiere dinero debe ser considerado. Además, a pesar de que la cosecha en marzo antecede a la baja de las temperaturas y al momento de máxima demanda de pescado como consecuencia de la Semana Santa, ha sido notado por algunos agricultores que los ingresos derivados de la venta de pescado permiten cubrir gastos familiares relacionados con el comienzo del año escolar.

La presencia de una entrada independiente de agua que permite controlar la tasa de recambio de agua influye sobre los rendimientos registrados. El 83% de los estanques

posee esta característica constructiva que permite manejar el tiempo de residencia, y, por lo tanto, mantener o renovar el agua en función de su turbidez. Aunque la mayor tasa de recambio permite el mantenimiento de los niveles de oxígeno disuelto en el agua, las mismas resultan en el lavado del estanque, la pérdida de nutrientes, y la consecuente reducción de la productividad primaria.

La composición y proporción de especies en el policultivo es otro factor que podría explicar las diferencias en los rendimientos en las explotaciones. El policultivo, es decir el cultivo de dos o más especies en un mismo cuerpo de agua, se registra en todas las explotaciones visitadas. La mayor parte de las especies cultivadas pertenece a la familia de los ciprínidos (carpas). La Carpa herbívora está presente en todos los estanques y es la especie preferida por la mayor parte de los agricultores debido a su rápido crecimiento y al sabor de su carne. Luego le siguen en importancia, la Carpa común, la Carpa cabeza y la Carpa plateada. Respecto de la carpa común, algunos agricultores la consideran indeseable, habiendo reducido su cantidad o dejado de sembrarla. Esta especie es la única de este grupo que tiene la capacidad de reproducirse en cautiverio. La superpoblación de individuos sumada a la rotura de taludes y la re-suspensión de partículas del sedimento, que impiden la penetración de la luz solar, son las principales causas de la posición de los colonos respecto de la carpa común. Esta especie ha sido parcial o totalmente remplazada por especies nativas con especies de hábitos alimentarios similares como el Jundiá y el Sábalo. La otra especie nativa cultivada es el pacú, y en un estanque se encuentran presentes individuos de la exótica Tilapia del Nilo. Además de las especies sembradas, en los estanques suele encontrarse Lambarí (*Astyanax spp.*), una especie “auto-reclutada”. En dos explotaciones, su presencia ha sido considerada como un problema a combatir, al afectar el crecimiento de las especies cultivadas.

El nivel de uso de insumos (fertilizante y alimento suplementario) muestra una elevada variabilidad entre los estanques. En particular, las cantidades de fertilizante aplicadas explican alrededor de un tercio de la varianza encontrada en los rendimientos ajustados de los grupos 1 y 2. El objetivo de la fertilización promover la productividad natural del estanque. Sin embargo, en algunos casos, el sombreo ejercido por las arcillas en suspensión o por la vegetación adyacente limitan la fotosíntesis. El reducido efecto de la fertilización también puede deberse a la escasez de otro elemento deficitario, como fósforo. También existen otras fuentes de N que no han sido consideradas como el N fijado, que ha sido estimado en 90 kg N/(ha.año) en estanques tropicales (Acosta-Nassar et al. 1994), el N en el agua de escorrentía y el N depositado. En el mismo sentido, las pérdidas debidas a volatilización, lixiviación o la que se pierde con el recambio de agua tampoco han sido cuantificadas.

Las dosis de nitrógeno aplicado como fertilizante en los estanques misioneros son bajas cuando se las compara con las cantidades recomendadas para sistemas semi-intensivos. Mientras que el promedio en Misiones es de 57 kg N/(ha.año), las dosis recomendadas para el policultivo de carpas en estanques sub-tropicales se encuentran entre 0,8 y 10,8 toneladas N/(ha.año) (Knud-Hansen et al. 2003). El estiércol bovino es la principal fuente de fertilizante utilizada en las explotaciones. En las explotaciones visitadas, existe la

posibilidad de aumentar potencialmente las cantidades aplicadas de estiércol bovino, ya que las dosis actuales representan una mínima fracción del estiércol producido en las explotaciones. Una de las limitantes en el uso del estiércol bovino consiste en la dificultad de su recolección en las áreas de pastoreo. La práctica de encierro nocturno de los animales facilitaría la colecta de estiércol (Rufino et al. 2006). A pesar de la posibilidad de aumentar las dosis de estiércol bovino, esta fuente de fertilizante presenta una baja concentración de N y su utilización puede tener un efecto negativo sobre la productividad del estanque debido al efecto de los taninos y flavonoides sobre el oscurecimiento del agua (Edwards et al. 1994).

Una alternativa consiste en utilizar otras fuentes de estiércol disponible en la explotación. La recolección de estiércol porcino es facilitada por su encierro en corrales. Sin embargo, su utilización requiere de cambios en la valoración de los agricultores. A pesar de su amplia disponibilidad, el estiércol porcino no suele ser aprovechado como insumo de la acuicultura, ya que los agricultores le asignan un efecto negativo sobre la calidad del producto. La creencia de que el estiércol confiere un sabor desagradable a la carne se encuentra extendida, inclusive cuando este una de las principales fuentes de fertilizante en los estanques localizados en el Sur de Brasil (Cavalett 2004, Casaca et al. 2006). En cuanto al estiércol aviar, su valor en términos de contenido de nutrientes es mayor al de porcinos y bovinos, pero los animales generalmente tampoco se encuentran encerrados y las cantidades de estiércol vuelven dificultosa su recolección. Otra de las limitantes para el aumento de las dosis de estiércol es el incremento en la demanda biológica de oxígeno. La descomposición de la materia orgánica por microorganismos es un proceso aerobio, y el enriquecimiento del fondo del estanque puede conducir al agotamiento del oxígeno en los sedimentos.

Una de las estrategias alternativas para incrementar la productividad natural consiste en la utilización de fertilizantes inorgánicos (Knud-Hansen 2006). La utilización de fertilizantes inorgánicos es una práctica de escasa difusión en la acuicultura familiar de Misiones. Estos insumos son utilizados solamente en el 11% de los estanques. Los fertilizantes inorgánicos son originalmente adquiridos para su uso en cultivos agrícolas (té y tabaco), y el remanente es aplicado en los estanques.

El nivel de alimento suplementario ofrecido en los estanques también muestra una elevada variabilidad. El mismo presenta una relación positiva con el rendimiento ajustado (kg/(ha.año)), pero explica una baja proporción de la varianza. El alimento suplementario está conformado principalmente por productos obtenidos en el mismo establecimiento. Durante las primeras etapas del ciclo de cultivo, la necesidad de utilización de alimento de pequeño diámetro determina que los productos utilizados sean semita de trigo y afrecho de arroz, ambos adquiridos fuera de la explotación. Gradualmente, comienzan a incorporarse alimentos producidos en el establecimiento. La elevada proporción de alimentos producidos en la explotación podría restringir el aumento en las cantidades ofrecidas debido a la existencia de competencia entre actividades por los mismos recursos. Por ejemplo, el grano de maíz y la raíz de mandioca constituyen fuentes de alimento fundamentales para los bovinos, porcinos y aves.

La densidad de siembra no presentó una relación con los rendimientos ajustados. Sin embargo, la misma podría afectar el peso individual alcanzado al momento de la cosecha. A mayor densidad de cultivo, mayor es la biomasa total final cosechada, pero menor es el peso individual de los peces (Graeff y Pruner 1999). Las densidades utilizadas en los estanques son bajas cuando son comparadas con los sistemas de AAI en Asia (1-3 individuos/m²) (Michielsen et al. 2002). Sin embargo, la densidad promedio (0,43 ind/m²) es cercana a los valores recomendados para el Sur de Brasil (0,5 ind/m²) (Moreira et al. 2001). En las explotaciones visitadas las densidades de siembra iniciales deben ser planificadas en función de la densidad final debido al escaso número de estanques por explotación, reduciendo la eficiencia en el uso del espacio. Sin embargo, la presencia de por lo menos tres estanques permite el desarrollo de prácticas de manejo que incluyan la división del cultivo en pre-engorde y engorde. Graeff et al. (2001) han demostrado la posibilidad de realizar un pre-engorde de carpas a densidades de 1 ind/m². Por lo tanto, en una explotación con tres estanques, uno podría ser utilizado para el pre-engorde a densidades mayores (1 ind/m²), y otros dos podrían ser destinados a la finalización del engorde de estos animales a densidades menores (0,5 ind/m²).

Por último, un factor que podría explicar parte de la variabilidad en los rendimientos es el escape de individuos en los estanques analizados. Aunque los escapes no fueron contabilizados, una prueba de los mismos es la diferencia entre los individuos sembrados y cosechados en las explotaciones modelo. Dentro de este factor se agrupan diferentes clases de escapes. El peligro de robo ha conducido a un grupo de agricultores a colocar ramas y estacas sumergidas en los estanques para evitar el pasaje de redes. En India, la misma situación ha motivado el descubrimiento y posterior difusión de la acuicultura basada en perifiton. Una hipótesis no evaluada es que el agregado de estacas y ramas podría estar contribuyendo a la productividad natural de los estanques a través de la mayor disponibilidad de alimento (Keshavanat y Gangadhar (2005). Otro grupo de escapes son aquellos derivados de la visita de aves predatoras como el Pato negro (*Cairina moschata*) o el Martín pescador (*Ceryle torquitta*). El ataque de estas especies no sólo puede resultar en la reducción en la cantidad de individuos, sino que además puede producir lesiones en individuos que permanecen en el estanque, volviéndolos susceptibles a infecciones. El último grupo son los escapes propiamente dichos que se producen: (1) durante el ciclo de cultivo junto a la salida de agua, cuando la malla que debería impedir la salida de peces se encuentra mal colocada, (2) luego de una inundación, como consecuencia de las lluvias intensas, y (3) durante la cosecha. Dentro de este último tipo de escapes también deberían considerarse aquellos individuos que no son cosechados por quedar atrapados entre los sedimentos.

4.4.2. La integración en los modelos de explotación

Los modelos analizados corresponden a explotaciones que difieren las actividades generadoras de ingresos. La explotación modelo 1 depende principalmente de la yerba mate y el té, el modelo 2 de la ganadería bovina, la forestación y la yerba mate, y el modelo 3 del tabaco, y en menor medida, de la yerba mate. Las actividades generadoras de ingresos y la superficie dedicada a cada actividad también determinan que las

explotaciones modelo registren niveles de ingreso contrastantes. Los ingresos anuales de la explotación modelo 2 prácticamente triplican a los del modelo 3. Las diferencias en los niveles de ingreso y en la estructura de las explotaciones modelo podría estar asociado al ciclo de vida familiar. La acumulación de capital de los agricultores permitiría la transición y diversificación desde menores superficies cultivadas y actividades de menor nivel de ingresos e inversión como el caso del tabaco (modelo 1), hacia la introducción de actividades con ciclos de retorno de capital más prolongados, pero que redundan en mayores ingresos (modelo 2).

En los tres modelos de explotación, los componentes del sistema pueden dividirse en dos grandes grupos que se encuentran aparentemente desconectados en términos de flujos de nutrientes. El primer grupo corresponde a aquellas actividades que representan una porción significativa del ingreso monetario. En los modelos, estas actividades son la yerba mate y el té (modelo 1), yerba mate y forestación (modelo 2), y tabaco y yerba mate (modelo 3). El segundo grupo de actividades pueden ser consideradas como domésticas, ya que sus productos y sub-productos son principalmente consumidos dentro de la explotación. Entre estas actividades se destacan cultivos como maíz y mandioca, y el componente animal. Sin embargo, la venta de pescado en el modelo 1 y de vacunos en el modelo 2 podrían considerarse casos intermedios al constituir una proporción significativa de los ingresos monetarios.

Las actividades generadoras de ingreso del primer grupo (yerba mate, té, forestación y tabaco) representan las mayores importadoras de N al sistema desde el exterior. Al encontrarse desconectadas del resto de las actividades, estas cantidades importadas prácticamente no son recicladas en el sistema, sino que las mismas son mayormente exportadas con la cosecha del producto. Aunque no se registró en los modelos analizados, el uso de fertilizantes inorgánicos en los estanques de acuicultura constituye una excepción, ya que los mismos son originalmente adquiridos para su uso en cultivos industriales.

Las actividades que representan el componente doméstico no presentan diferencias significativas entre los modelos de explotación. La superficie de cultivos domésticos está dominada por el maíz y la mandioca, seguidos por pasto elefante y caña de azúcar para pastoreo. El componente animal en los tres modelos de explotación está compuesto por bovinos, porcinos y aves. Las principales diferencias entre los modelos están relacionadas con la escala de cada una de las actividades. La superficie dedicada a los cultivos y la cantidad de animales determina un mayor caudal total (TST) en el modelo 2. Sin embargo, estas diferencias se reducen cuando el TST es calculado por unidad de superficie. La menor escala de la explotación modelo 3 determina que la misma presente la mayor proporción de N importado respecto del caudal total (IN/TST). Los mayores valores de autosuficiencia para la explotación 2, también se explican por su mayor escala de extensión.

En los modelos se registró una relación positiva entre el nivel de reciclaje interno (FCI) y la diversidad de conexiones (Hr). Aunque la proporción del N reciclado puede

considerarse baja (FCI = 2-8%), estos valores son similares a los obtenidos por Alvarez et al. (2013) (2,5-4,4%), Rufino et al. (2009) (0,9-11%) y (Stark et al. 2016) (0-0,55%). El nivel de reciclaje interno es mayor en la explotación modelo 1. Esta no solo presenta las menores cantidades de N importado, sino que además registra flujos más heterogéneos. Esto significa que los flujos están organizados en redes más diversas.

La acuicultura presenta una elevada dependencia de insumos generados en la misma explotación. Los estanques son receptores de flujos desde los cultivos domésticos, el componente animal, la vivienda, y en menor medida desde el exterior, pero no constituyen emisores de flujos más allá del producto final cosechado hacia la vivienda y el exterior (regalo + venta). Sin embargo, existen oportunidades para el aprovechamiento de subproductos del estanque. La utilización de recursos actualmente desaprovechados como los efluentes o el sedimento del estanque permitirían incrementar la eficiencia del sistema. De acuerdo con Nhan et al. (2008), en los estanques entre 5-6% del N, P y C orgánico en insumos es recuperado en la cosecha de los peces. Michielsen et al. (2002) también registran bajas eficiencias relativas en el uso de los nutrientes en los sistemas de AAI. Los efluentes y los sedimentos del estanque podrían ser utilizados para riego y fertilización, respectivamente, de los cultivos terrestres presentes en la explotación. Los estanques actúan como trampas de nutrientes, que se acumulan en los sedimentos. El enriquecimiento de los mismos es mayor en aquellos estanques en los cuales el uso de insumos es más intensivo (Green y Boyd 1995).

El bajo nivel de insumos utilizado en los estanques en los tres modelos de explotación determina que la ausencia de la misma no resulta en cambios significativos en los indicadores de diversidad, integración y eficiencia. La menor cantidad de flujos resultó en una caída del 21% en el costo de operación (ϕ) en el único modelo que registra dos estanques.

4.4.3. El rol de la acuicultura en la generación de ingresos

En dos de los tres modelos de explotación los ingresos generados por la acuicultura representan una pequeña proporción del ingreso total anual. La baja productividad de los estanques y la reducida superficie cultivada determinan bajos volúmenes de cosecha en las explotaciones. Sin embargo, otro factor que afecta la cantidad de pescado destinado a la venta es la dispersión de tallas, y la baja proporción de pescado cosechado superior a 1 kg (peso mínimo de comercialización). Un comportamiento observado entre los agricultores es la elevada valoración otorgada a la obtención de la mayor pieza individual, en detrimento de la máxima biomasa comercializable. En la explotación modelo 1, la presencia de dos estanques permite el aumento de los volúmenes destinados al mercado, y la mayor participación de la acuicultura en la generación de ingresos. En esta explotación, se requieren dos años para cubrir el costo de construcción de los estanques. Los plazos son más prolongados para los otros dos modelos. Esto evidencia la necesidad de contar con financiamiento para la introducción y el crecimiento de la acuicultura en las explotaciones familiares.

Las actividades en las explotaciones familiares son manejadas con un criterio diferente dependiendo si las mismas representan una porción significativa de los ingresos monetarios. En los modelos, la yerba mate, la forestación y el tabaco son ejemplos de actividades que se encuentran desconectadas del resto del sistema y que requieren de la importación desde el exterior de insumos como fertilizantes y plantines. En el caso de la acuicultura, la misma depende considerablemente de productos y subproductos generados en la explotación. Aunque en la explotación modelo 1, la acuicultura representa la segunda fuente de ingresos, en esta también se observa que el estanque es manejado con un criterio doméstico. Además, la dependencia de la actividad acuícola de insumos generados en la explotación restringe las posibilidades de expansión de la acuicultura como consecuencia de la competencia entre actividades por los mismos recursos (por ejemplo, maíz y mandioca).

La acuicultura también contribuye en las explotaciones a través del pescado destinado a auto-consumo. Esta fracción representa la mayor parte del pescado producido en las explotaciones que poseen un estanque. El pescado cosechado consumido en la explotación representa una fuente de ingreso no monetario. En teoría, el auto-consumo resulta en un ahorro del grupo familiar, que permite destinar el dinero a otros gastos domésticos (Ahmed y Lorica 2002). Sin embargo, existe evidencia que demuestra que las relaciones entre el consumo de alimento y la acuicultura son complejas, y que supuestos como estos no siempre se cumplen (Bené 2008, Bené and Kawarazuka 2010). El pescado consumido en las explotaciones está compuesto por los individuos de menor tamaño que son consumidos en forma entera. Esto permite que el pescado no solo constituya una fuente de proteína y ácidos grasos, sino que además aporte micronutrientes que suelen ser deficientes en las regiones tropicales como Calcio, Hierro, Zinc y Vitamina A (Kawarazuka y Bené 2011).

4.4.4. La resiliencia de los sistemas de AAI

De acuerdo con Ulanowicz et al. (2009) la capacidad de un sistema para experimentar un cambio evolutivo o auto-organización consiste en dos aspectos. En primer lugar, el sistema debe ser capaz de ejercitar una cantidad suficiente de potencia (ascendencia) para mantener su integridad en el tiempo. Simultáneamente, el mismo debe poseer una reserva de acciones flexibles (costo operativo) que pueda ser utilizada para enfrentar disturbios inesperados. Estos conceptos se relacionan directamente con el capital y la conectividad en el ciclo adaptativo. Un sistema con bajo capital o ascendencia no tendría la capacidad o la organización interna necesaria para sobrevivir. En el caso de un sistema sobreconectado, el mismo es vulnerable al colapso ante un disturbio menor (Gunderson y Holling 2002). En este contexto, la relación entre costos de operación y capacidad de desarrollo (ϕ/C) ha sido considerada como un indicador de la resiliencia de los sistemas (Ulanowicz et al. 2009). Otros indicadores incluyen la auto-suficiencia y la heterogeneidad en los flujos (conexiones) entre las actividades.

La comparación entre los valores de ϕ/C en las explotaciones modelo muestra una mayor resiliencia en la explotación modelo 3. Por lo tanto, este modelo presenta, en teoría, la

mayor flexibilidad frente a un disturbio externo. Sin embargo, este modelo de explotación registra los menores valores de ascendencia evidenciando un bajo potencial disponible, y un bajo nivel de conectividad. Además, la explotación modelo 3 presenta la mayor proporción de IN/TST, explicada por la elevada dependencia por insumos importados, particularmente fertilizante para el cultivo de tabaco. A pesar de la relativamente elevada flexibilidad de este modelo de explotación, el bajo potencial disponible y su elevada dependencia de insumos externos limitan las oportunidades de auto-organización del sistema frente a un disturbio externo. La explotación modelo 2 registra valores intermedios de ϕ/C y los mayores valores de productividad y auto-suficiencia. Asimismo, esta explotación presenta un capital relativamente elevado que le permitiría adaptarse a un disturbio externo. La explotación modelo 1 presenta los mayores valores de ascendencia y capacidad de desarrollo, pero los menores valores de ϕ/C y auto-suficiencia, evidenciando una menor capacidad de adaptación.

Una característica común en los tres modelos de explotación es el aislamiento de las principales actividades generadoras de ingresos respecto del resto del sistema. Mientras que esta desconexión aumenta la dependencia a insumos externos y la vulnerabilidad respecto a cambios en el mercado de insumos y productos, la misma también separa el destino de las actividades generadoras de ingreso del resultado de otras actividades en la explotación. En contraste, el componente doméstico (o de auto-consumo) presenta múltiples conexiones y redundancias que reducen la eficiencia del sistema, pero aumentan su resiliencia. En el caso de la acuicultura, la actividad se encuentra formando parte de este segundo grupo de actividades, inclusive en el modelo de explotación 1, en el cual la venta de pescado representa una fuente significativa de ingreso monetario. En esta explotación, la acuicultura tiene además un efecto sobre la resiliencia, ya que su ausencia determina una caída del 21% en el costo de operación.

La introducción de la acuicultura no tiene un efecto significativo sobre la mayor parte de los indicadores de diversidad, integración, resiliencia y productividad en las explotaciones modelo. En algunos casos, los sistemas de AAI han sido equiparados con ecosistemas maduros y los mismos han sido asociados a mayores valores de diversidad e integración en comparación con otros agroecosistemas (Dalsgaard y Oficial 1997, Lightfoot et al. 1996, Pullin et al. 2007, Tipraqsa et al. 2007). Asimismo, la introducción de la acuicultura es promovida como una estrategia para el incremento del reciclaje interno de nutrientes y la eficiencia en el uso de recursos (Bosma et al. 2006, Phong et al. 2010, Prein 2002). Sin embargo, el análisis de los indicadores los modelos de explotación no muestran una relación entre diversidad e integración, o entre eficiencia, reciclaje y auto-suficiencia.

4.5. Conclusiones

Aunque la acuicultura ha sido promovida como una alternativa de diversificación del ingreso, los bajos rendimientos alcanzados y la dispersión de tallas resultan en bajos volúmenes comercializables. Entre los factores que afectan la productividad de los estanques se destacan la calidad de la semilla utilizada, la postergación de la fecha de

siembra y el bajo nivel de insumos utilizado. La acuicultura depende fundamentalmente de productos y subproductos generados en la explotación como fertilizante y alimento suplementario. Mientras que existen oportunidades para el aumento del uso de recursos disponibles en la explotación, el crecimiento de la actividad en las explotaciones se encuentra limitado por la existencia de competencia por recursos entre actividades. La elevada dependencia de la acuicultura de insumos generados en la explotación evidencia que la misma es manejada con un criterio doméstico, diferente del aplicado en el caso de las actividades generadoras de ingreso (por ejemplo, yerba mate, té, reforestación y tabaco). Este grupo de actividades se encuentra desconectado del resto del sistema y depende principalmente de insumos externos.

Los bajos ingresos derivados de la acuicultura determinan la necesidad de contar con financiamiento para la construcción de estanques. En las explotaciones con menor superficie cultivada (especialmente aquellas con un estanque), los reducidos ingresos anuales derivados de la cosecha de pescado requieren de plazos prolongados (en algunos casos superiores a 10 años) para cubrir los costos de inversión inicial. Sin embargo, en estas explotaciones la acuicultura representa principalmente una fuente de ingresos no monetarios derivada de la disponibilidad de pescado para el auto-consumo.

El bajo nivel de insumos utilizado en los estanques, y la relativamente baja productividad de los mismos determina que la introducción de la acuicultura prácticamente no ha afectado la resiliencia de las explotaciones familiares. En el análisis de los modelos, el efecto de la acuicultura se observa en el caso de una explotación que posee dos estanques y en cual la venta de pescado representa una porción significativa del ingreso monetario. En esta explotación, la acuicultura contribuye a la resiliencia a través del incremento de los costos de operación (flexibilidad). Sin embargo, la acuicultura no ha afectado significativamente ninguno de los otros indicadores utilizados para la medición de los niveles de diversidad, integración, resiliencia y productividad en los modelos de explotación.

Capítulo 5. El análisis de la resiliencia de los sistemas de AAI en la Provincia de Misiones mediante la construcción de escenarios futuros

5.1. Introducción

El análisis de las posibles trayectorias futuras de los sistemas familiares agropecuarios en Misiones, y de su capacidad de persistencia en diferentes escenarios, se constituye en un caso real que permite generar aportes al debate sobre el futuro de la acuicultura rural en pequeña escala. La teoría de la resiliencia ofrece un marco conceptual que permite superar estas limitantes mediante el análisis sistémico y la inclusión de incertidumbre (Holling et al. 2002, Walker et al. 2002). La resiliencia de los sistemas de AAI se encuentra directamente asociada a su capacidad de persistencia en el futuro.

En términos teóricos, se considera que la introducción de la acuicultura en las explotaciones familiares contribuye al incremento de la resiliencia de las mismas (Bailey 2008). Edwards et al. (1993) afirman que la integración de los componentes de las explotaciones es fundamental para su persistencia. La acuicultura puede contribuir positivamente a la resiliencia de las explotaciones familiares a través de la diversificación de las actividades económicas y de la mayor utilización de los recursos disponibles. Los sistemas de cultivo integrado a menudo ofrecen menor riesgo debido a la diversidad de actividades que presentan (Bailey 2008; Prein et al. 1998; Pullin 1998). El uso de subproductos generados en la explotación puede reducir la necesidad y dependencia de insumos externos. Además, la integración de las actividades agropecuarias permite el establecimiento de sinergias que resultan en el incremento de la productividad del sistema (Wolfe 2011).

El supuesto del aumento de la resiliencia como consecuencia de la introducción de la acuicultura ha permanecido como un concepto teórico (Bailey 2008, FAO 2008), no habiendo sido validado en un estudio de caso. Hasta la fecha, solamente se ha publicado un estudio que evalúa la resiliencia de un sistema de producción de acuicultura. Sin embargo, este trabajo no tiene como propósito analizar la resiliencia de los sistemas de AAI en el futuro, sino que se dedica a evaluar las diferentes estrategias de supervivencia de agricultores frente a disturbios pasados como tsunamis, guerras civiles y cambios en el precio de los productos comercializados (Mills et al. 2011).

En este capítulo la resiliencia de los sistemas de AAI en Misiones es analizada a través de la construcción de escenarios futuros. Esta metodología permite la consideración de situaciones hipotéticas con un elevado grado de incertidumbre, y el análisis de las implicancias en términos de la planificación de políticas relacionadas con temas como la soberanía alimentaria y la conservación del ambiente.

5.2. Metodología

El análisis de la resiliencia mediante la construcción de escenarios futuros es descrito por Walker et al. (2002). El objetivo del primer paso consta de la definición del sistema

(estructura y dinámica) y de la identificación de los indicadores que permiten evaluar su resiliencia. Mientras que las características específicas de los sistemas de AAI en Misiones son descritas en los Capítulos 2-4, en el Capítulo anterior se presenta una descripción de los indicadores utilizados (Tabla 4.1).

El segundo paso está constituido por la preparación de los diferentes escenarios futuros. Estos se encuentran basados en la modificación de las fuerzas motrices que explican la dinámica del sistema, y en las principales incertidumbres que pudieran afectar la trayectoria de las explotaciones. Las fuerzas motrices fueron identificadas a partir de datos recolectados en entrevistas a agricultores, extensionistas y trabajadores del sector agroindustrial, y de la revisión bibliográfica realizada en el Capítulo 2. Las fuerzas identificadas fueron presentadas en una reunión grupal en Aristóbulo del Valle en julio de 2009. A la misma fueron invitados 18 agricultores que introdujeron a la acuicultura en sus explotaciones, y un extensionista que trabaja en el programa de promoción de la acuicultura en la Cooperativa de Electricidad de Cainguás. El objetivo fue contar con la presencia de agricultores de diferentes edades y cuyas explotaciones presentan distinto nivel de capitalización. Durante la reunión, se clasificaron las fuerzas motrices identificadas según su importancia relativa en el futuro de los sistemas productivos y de su nivel de incertidumbre.

Las fuerzas motrices consideradas de mayor importancia fueron combinadas para servir de punto de partida para la construcción de escenarios que abarcaran los próximos 25 años en el Departamento Cainguás (período 2010-2035). Ante la recomendación de Walker et al. (2002) de construir entre tres y cinco escenarios futuros, se procedió al desarrollo de cuatro escenarios. Luego de su diseño, los mismos fueron validados posteriormente en un segundo encuentro grupal en una explotación en septiembre de 2009 al que asistieron 8 agricultores que habían participado en la reunión anterior.

El tercer paso del análisis de la resiliencia tiene como objetivo la construcción de un modelo del sistema que permita evaluar el efecto de las fuerzas motrices. Este modelo conceptual fue presentado en el Capítulo 2, habiendo sido el resultado de la revisión de la trayectoria histórica de las explotaciones agropecuarias en la Provincia de Misiones. Los modelos permiten exponer patrones generales de comportamiento del sistema, pero no realizar predicciones específicas sobre la trayectoria de los mismos (Carpenter et al. 1999). La modelación facilita el seguimiento de una serie de variables que proporcionan la base para el análisis de la resiliencia del sistema. El modelo del sistema se aplica a los tres tipos de explotación identificados en el Capítulo 3 y descritos con mayor detalle en el Capítulo 4.

El cuarto y último paso consiste en el contraste del modelo en los escenarios futuros, y el posterior análisis de la resiliencia. El objetivo es evaluar la respuesta de los sistemas frente al cambio en las fuerzas motrices y a las incertidumbres que componen los distintos escenarios. Ante la imposibilidad de medir directamente la resiliencia de los sistemas, el efecto de las fuerzas motrices sobre los modelos de AAI es analizado a partir de indicadores (Carpenter et al. 2005). Estos indicadores de resiliencia reflejan la estructura

y dinámica de los sistemas de AAI. Los indicadores de diversidad (p.ej. AMI, incertidumbre estadística), integración (p.ej. FCI), productividad y resiliencia (p.ej. capacidad de desarrollo, ascendencia) son calculados para cada uno de los modelos en los cuatro escenarios futuros. En el Apéndice se incluye información detallada sobre la recolección, el procesamiento de datos y la construcción de cada uno de los escenarios.

5.3. Los escenarios futuros

5.3.1. Fuerzas motrices y grado de incertidumbre de las mismas

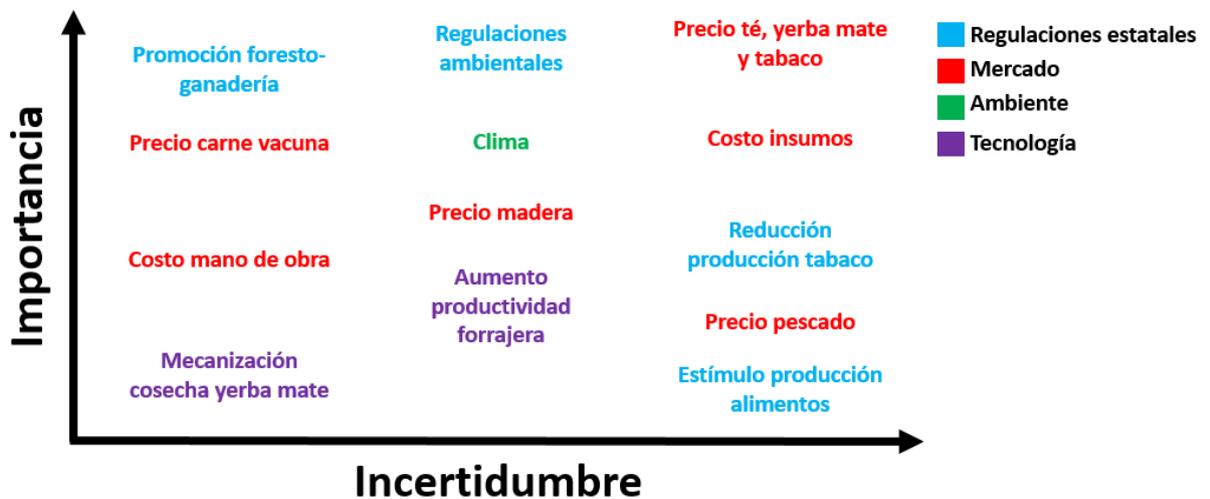
Los cambios en el sistema son consecuencia de las relaciones internas entre sus componentes y de los efectos de las fuerzas motrices externas. Entre las variables del sistema se encuentran la fertilidad del suelo, el uso de mano de obra y el ingreso anual. En contraste, las fuerzas motrices son externas al sistema, y provienen de escalas superiores. Estas fuerzas son a menudo clasificadas en cinco grupos: políticas, económicas, sociales, tecnológicas y ambientales (Walker et al. 2012). Las fuerzas motrices externas sirven como base para la construcción de los escenarios futuros, que representan las diferentes condiciones que podría tener que enfrentar el sistema bajo estudio.

En la revisión de las trayectorias históricas de los sistemas familiares de producción agropecuaria en Misiones (Capítulo 2), las regulaciones estatales y la dinámica del mercado han sido identificadas como las principales fuerzas motrices externas que afectan la dinámica de las explotaciones. Durante las entrevistas con agricultores y extensionistas se identificaron otras fuerzas motrices externas que también pudieran formar parte del diseño de los escenarios futuros. Estas fuerzas pueden ser clasificadas en tres grupos: las regulaciones ambientales, el clima y los cambios tecnológicos. En el primer caso, las regulaciones se diferencian de aquellas identificadas en el Capítulo 2 por estar únicamente orientadas hacia la conservación del área remanente de Selva Paranaense. La segunda fuerza motriz surgió como consecuencia de la preocupación expresada por los agricultores sobre los efectos y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos. Por último, los cambios tecnológicos también fueron identificados como una fuerza motriz capaz de tener un efecto importante sobre la dinámica de los sistemas de AAI.

Las fuerzas motrices fueron evaluadas por los agricultores en una reunión grupal, en la cual se relevó su opinión acerca de la importancia y el grado de incertidumbre respecto de las mismas. La importancia de este ejercicio radica en la necesidad de identificar las fuerzas motrices que sirven de base para la construcción de los escenarios futuros. Aquellas consideradas de escasa importancia deben ser descartadas, y las importantes y relativamente predecibles deben ser incluidas en todos los escenarios. Por lo tanto, las diferencias entre los escenarios están basadas en aquellas fuerzas motrices consideradas importantes, pero que presentan una incertidumbre relativamente elevada. La Figura 5.1 es el resultado de la combinación de dos ejercicios en los cuales se analizaron la importancia y nivel de incertidumbre relativas de las fuerzas motrices. La importancia de

las fuerzas motrices fue definida como su capacidad para afectar el ingreso y el nivel de capitalización en el corto y largo plazo, respectivamente. Las fuerzas fueron dispuestas en una matriz de 13 x 13 para permitir la comparación entre pares de fuerzas, y al final del ejercicio, se obtuvo la frecuencia de las fuerzas en la matriz (Bellon 2001). El segundo ejercicio consistió en la asignación del nivel de incertidumbre a cada una de las fuerzas motrices en elevado, intermedio o bajo. Una fuerza motriz fue considerada incierta cuando existió acuerdo sobre su incertidumbre o cuando no hubo acuerdo acerca de su tendencia futura.

Figura 5.1. Resultado de la evaluación por parte de los agricultores de la importancia relativa y nivel de incertidumbre de las fuerzas motrices de los sistemas de AAI.



Los agricultores mostraron un elevado grado de coincidencia en sus opiniones sobre la importancia e incertidumbre de las fuerzas motrices externas, excepto por su visión respecto del futuro en el precio de los cultivos industriales (yerba mate, té y tabaco) y del pescado, y en el costo de los insumos. La falta de acuerdo en cuanto a las tendencias futuras de estas tres fuerzas motrices determinó que fueran clasificadas como de elevado nivel de incertidumbre. La dinámica del mercado de la mano de obra fue considerada de escasa importancia debido a la baja presencia de trabajadores contratados y de trabajo extra-predial. Los agricultores consideran que el costo de la misma continuará en aumento, reduciendo las posibilidades de contratación de trabajadores en el futuro.

Las regulaciones estatales vinculadas con la conservación de la Selva Paranaense y la promoción de los sistemas foresto-ganaderos presentan un elevado nivel de importancia. Mientras que la promoción de la forestación y la ganadería se considera prácticamente inequívoca, existen dudas sobre la capacidad del gobierno provincial para controlar las prácticas agrícolas en las explotaciones. Mayor aún es la incertidumbre respecto de las regulaciones vinculadas con la reducción de la producción tabacalera. Las políticas de estímulo a la producción de alimentos también fueron consideradas de un relativamente elevado nivel de incertidumbre, pero también fue identificado de baja importancia.

Con respecto a los precios de otros productos agropecuarios, el pescado presenta el mayor nivel de incertidumbre, seguido por la madera y la carne vacuna. A su vez, el grado de importancia de estas fuerzas motrices presenta un orden inverso. Existe un amplio consenso sobre el aumento del precio de la carne vacuna en el futuro. La importancia de este producto radica en la presencia de ganado en todas las explotaciones y en el hecho de que la ganadería aparece como una de las actividades con mayor futuro en la región. En cambio, el precio de la madera solamente afecta a aquellos agricultores que poseen plantaciones forestales. El mercado de la madera en Misiones presenta una incertidumbre intermedia debido a que más allá de las fluctuaciones, se considera que resulta en elevados márgenes de ganancia. En cuanto al precio del pescado, su importancia es reducida debido a la baja participación de los ingresos derivados de la acuicultura en el ingreso total de las explotaciones. Sin embargo, no existió un consenso entre los agricultores sobre su tendencia futura. Mientras que un grupo mayoritario sostuvo que el precio del pescado continuaría en aumento como consecuencia de que aún no se ha satisfecho la demanda local, otro grupo sostuvo que el aumento del precio registrado en los últimos años fue ficticio, ya que no compensó el incremento en el nivel general de precios.

El clima fue calificado como una fuerza motriz de elevada importancia relativa. Los eventos extremos, como la sequía del año 2008, han afectado significativamente las cosechas de tabaco, té y maíz, permanecen en la memoria de los agricultores quienes son conscientes de su vulnerabilidad frente a los riegos climáticos. Por último, las fuerzas motrices vinculadas con el cambio tecnológico no fueron consideradas de importancia. La mecanización de la cosecha de la yerba mate fue considerada de escasa importancia debido a la baja presencia de trabajadores contratados en las explotaciones. En cuanto al incremento de la productividad de la productividad forrajera, los agricultores consideraron que actualmente el mayor desafío no es el aumento de la producción, sino lograr una mayor estabilidad en la oferta de forraje durante el año. En relación a su nivel de incertidumbre, hubo acuerdo respecto de la mecanización de la cosecha de yerba mate en el mediano plazo y el incremento de la productividad de las áreas de forraje fue considerado dependiente del precio relativo de la carne.

5.3.2. La construcción de los escenarios futuros

Los escenarios futuros fueron construidos a partir de las fuerzas motrices consideradas de mayor importancia. Asimismo, aquellas fuerzas consideradas con elevado grado de incertidumbre sirvieron para la identificación de las diferencias entre los escenarios, y las que presentan bajo grado de incertidumbre fueron incorporadas en todos ellos. Los escenarios fueron construidos con el objetivo de considerar explícitamente los cambios no esperados (sorpresas) que pudieran acontecer en las fuerzas motrices que afectan la dinámica de los sistemas familiares de producción agropecuaria (Bennett et al. 2003).

Las principales diferencias entre los escenarios se encuentran en las políticas gubernamentales y en la dinámica de los precios de los productos agropecuarios (Cuadro 5.1). Las características distintivas de los escenarios fueron amplificadas para profundizar

los contrastes entre los mismos. Los escenarios fueron compartidos con dos extensionistas, un trabajador de la agro-industria y cuatro agricultores. Los comentarios fueron incorporados en la versión final revisada de los escenarios. A continuación, se describen cada uno de los cuatro escenarios futuros.

Cuadro 5.1. Tendencias de las fuerzas motrices clasificadas de mayor grado de importancia en cada uno de los escenarios futuros.

| Fuerzas motrices | Escenario 1 “Foresto- ganadero” | Escenario 2 “Cooperativista” | Escenario 3 “Dominado por las agro-industrias” | Escenario 4 “Conservacionista” |
|---|---|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| Precio de los cultivos industriales (yerba mate, té y tabaco) | Tendencia a la baja | Elevados | Tendencia a la baja | Sin cambios |
| Regulaciones ambientales | Sin cambios | | | Mayor control |
| Promoción de los sistemas foresto-ganaderos | Elevada | Sin cambios | Baja | Relativamente elevada |
| Costo de los insumos | Sin cambios | Bajo | Elevado | Elevado |
| Clima | Mayor frecuencia de eventos climáticos extremos | | | |
| Precio de la carne vacuna | Tendencia alcista | | | |

Escenario 1 “Foresto- ganadero”

Este escenario se caracteriza por las políticas de impulso al sector de producción de carne y madera, y el aumento de la demanda tanto interna como externa por estos productos. La difusión de los sistemas foresto-ganaderos es promovida desde el Estado a través de programas que subsidian la compra de animales y la implantación de pasturas y especies forestales. La dinámica de las políticas estatales y del mercado resulta en el aumento de la superficie destinada a pasturas y forestación. A nivel predial, los agricultores se ven motivados a incrementar la superficie destinada a pasturas y plantaciones forestales en detrimento de otras actividades. Sin embargo, esta conversión y el sostenimiento de la producción foresto-ganadera requiere de una elevada inversión relativa y de mayores costos operativos, respecto de las actividades que se buscan remplazar.

El principal desafío que presentan estos sistemas es la falta de oferta de forraje durante el invierno. Mientras que, en las explotaciones de gran escala, que no son parte del presente estudio, los animales son generalmente suplementados con alimentos como pellet de girasol o mandarina, en las explotaciones visitadas, el ganado bovino es mantenido sobre la base del pastoreo de caña de azúcar (caña dulce). Este escenario prevé el desarrollo y adopción de mejoras en las técnicas de manejo de pasturas, y el consecuente incremento de la productividad forrajera. Con respecto a la oferta invernal de forraje, una alternativa podría ser la introducción de tecnologías de manejo que incluyan el diferimiento de áreas de pastoreo o la conservación de forraje mediante su ensilado (Uset y Lazzaro 2009).

El precio de los cultivos industriales en este escenario muestra una tendencia negativa. La baja en el precio de estos productos los vuelve poco atractivos para los agricultores familiares. En contraste, la tendencia alcista en el precio de la carne bovina es una de las principales fuerzas motrices que subyace al desarrollo de los sistemas foresto-ganaderos. El incremento en el precio de la carne bovina también implica el incremento de los precios

de productos sustitutos como el pescado. La expansión de los sistemas foresto-ganaderos tiene dos implicancias importantes para la acuicultura en términos de disponibilidad de recurso. Por un lado, la expansión de los rodeos resultará en una mayor producción de estiércol. Por otro lado, el aumento de la carga animal bovina resultaría en una mayor competencia por el alimento disponible.

El aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos puede afectar el crecimiento del forraje y de las especies forestales, resultando en una menor productividad del sistema. Sin embargo, también se reconoce que la cubierta forestal resulta en una mayor productividad forrajera ante eventos climáticos extremos como las heladas (Fassola et al. 2009), y también reduce el estrés calórico de los animales, resultando en un incremento de la receptividad (Lacorte et al. 2009).

Escenario 2 “Cooperativista”

El escenario cooperativista se encuentra basado en el incremento en el precio de los cultivos industriales, fundamentalmente yerba mate y té, y por la asociación de los agricultores familiares en cooperativas que concentran su producción, procesamiento y comercialización. La formación de cooperativas de agricultores en Misiones tiene una larga historia y en el presente existen experiencias exitosas de grupos de productores que han sido capaces de elaborar productos que tienen una participación importante en el mercado (Bartolomé 1982, Oviedo y Gortari 2004). Además de apropiarse de la renta obtenida por el procesamiento y distribución del producto, los agricultores asociados poseen una mayor capacidad de negociación frente a los proveedores de insumos y de mano de obra.

El incremento en el precio de infusiones como yerba mate y té podría resultar tanto del aumento del precio del café, su principal producto sustituto, o del aumento de su demanda debido a sus propias características. Aunque el consumo de yerba mate se ha reducido en los últimos años en el mercado interno, las exportaciones de este producto muestran una tendencia positiva (Mantelli et al. 2011). En estos mercados, el precio del kilogramo de yerba mate a nivel consumidor llega a multiplicar 10 veces al del mercado interno. En el escenario cooperativista, la rentabilidad de estas actividades también aumenta a través de la reducción en el costo de insumos como fertilizantes y pesticidas, que son adquiridos en mayores volúmenes.

El menor costo de los insumos y la difusión de buenas prácticas de manejo a través de las asociaciones de productores resulta en el aumento de los rendimientos anuales de estos cultivos. Los ataques de enfermedades y plagas pueden reducir hasta en un 30% el rendimiento anual obtenido en las plantaciones perennes, y también pueden ocasionar la pérdida de superficie cultivada. La adopción de mejores prácticas de manejo durante la cosecha permite la obtención de un producto de mejor calidad (y de mejor precio en el mercado) (Prat-Kricun et al. 2011).

Escenario 3 “Dominado por las agro-industrias”

En este escenario, el precio relativo de los cultivos industriales en las explotaciones familiares presenta una tendencia hacia la baja. El futuro presenta una situación similar a la actual, pero en la cual las agro-industrias procesadoras se apropian de una porción mayor de la renta derivada de la producción, transformación y comercialización de los cultivos industriales. La atomización de la oferta en miles de explotaciones familiares y la concentración de las agro-industrias resultan en el mayor poder de negociación del segundo grupo. De esta forma, el sector agro-industrial puede imponer condiciones en lo relativo al precio de insumos, producto y las prácticas de manejo (García 2011, Gorenstein 2011, Rau 2009, Rofman et al. 2008). Asimismo, los elevados costos de la mano de obra determinan que los mecanismos de integración vertical como la agricultura de contrato sean más beneficiosos para la agro-industria (Paulino 2006). La integración vertical también transfiere los riesgos a los agricultores, quienes se ven más perjudicados frente al aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos.

En este escenario, el mayor poder de la agro-industria ocurre en paralelo a la reducción de la intervención estatal en el sector agropecuario. Por lo tanto, se espera que los mecanismos de promoción de actividades como la ganadería o la forestación a través de subsidios y créditos se reduzcan considerablemente. La falta de políticas estatales de apoyo al sector de la agricultura familiar impacta negativamente en los ingresos de las explotaciones de pequeña escala. En forma directa, la escasez de créditos y subsidios a los agricultores familiares reduce las posibilidades de realizar inversiones. Indirectamente, la política cambiaria reduce la competitividad del sector exportador, y la oferta de créditos y políticas de impulso al sector agro-industrial, en detrimento de la producción primaria de pequeña escala, contribuye a fortalecer el poder de negociación del primero en las cadenas de valor (Belik 1997, Manzanal y Schneider 2011).

Las menores posibilidades de capitalización y la falta de acceso al crédito impiden la introducción de actividades en las explotaciones familiares. En el mismo sentido, el bajo nivel de capitalización determina una menor utilización de mano de obra contratada y menores posibilidades de mecanización de las actividades productivas. Aunque el precio de la carne vacuna y el pescado aumentan en este escenario, estos productos podrían ser canalizados a través del sector agro-industrial, que también podría establecer condiciones y precios de compra de estos productos agropecuarios.

Escenario 4 “Conservacionista”

El escenario conservacionista se basa en el endurecimiento de las regulaciones ambientales y su efecto sobre las actividades productivas en las explotaciones agropecuarias. Las regulaciones ambientales no solo condicionan el uso de la tierra a través de la prohibición de conversión de áreas ocupadas por bosques, sino que además la entrega créditos y subsidios a la producción agropecuaria se encuentra condicionada a la introducción y mantenimiento de prácticas de manejo de bajo impacto ambiental. Este escenario prevé la prohibición del remplazo de la cubierta de bosque nativo remanente en

las explotaciones, la reducción en el uso de pesticidas, y la promoción de prácticas conservacionistas en las plantaciones existentes.

La rentabilidad relativa de los cultivos terrestres podría verse afectada a través del aumento de los impuestos a los insumos y la imposición de prácticas de manejo conservacionistas. Los pesticidas utilizados en los cultivos del tabaco, té y citrus presentan elevados riesgos a la fauna silvestre (Ares 2004). Por lo tanto, las regulaciones podrían buscar limitar su uso a través del incremento de los impuestos. Asimismo, las regulaciones podrían exigir la presencia de prácticas de manejo conservacionistas. Entre estas prácticas se encuentran la plantación en curvas de nivel, y la presencia de cultivos de cobertura (Bernoux et al. 2009). Los sistemas foresto-ganaderos y la integración de la acuicultura también podrían estar incluidos en este grupo debido a su potencial para reducir la erosión hídrica y contribuir a la captura de carbono de la atmósfera (Carranza y Ledesma 2009, Montagnini y Nair 2004). Sin embargo, en el caso de la forestación, el requerimiento de implantación de especies nativas determina menores tasas de crecimiento y turnos de corta más prolongados. La introducción de estas prácticas de manejo conservacionistas podría permitir la certificación del producto cosechado, y la obtención de un precio *premium*. Aunque el escenario conservacionista prevé el otorgamiento de subsidios estatales para el acceso a la certificación, este proceso también requiere la realización de inversiones en mejoras, insumos y maquinarias.

Los precios de la carne vacuna y del pescado también presentan una cotización en alza. Aunque la tendencia hacia el aumento en el precio de la carne vacuna fue considerada, la implantación de pasturas nativas de menor crecimiento relativo impacta en la productividad forrajera. En el caso del pescado, se espera que la mayor regulación ambiental también afecte a la pesca de captura, limitando los volúmenes producidos. En este contexto, la menor disponibilidad de pescado en los mercados resultaría en un mayor precio del producto. El sistema “peixe-verde” desarrollado en Santa Catarina (Brasil) podría ser difundido como una serie de prácticas de manejo que reducen el uso de insumos externos en la producción acuícola (Casaca 2008).

5.4. Los modelos de explotación en los escenarios futuros

Cada uno de los cuatro escenarios futuros afecta en forma diferente a los grupos de explotaciones. A continuación, se analizan los impactos de los escenarios en los tres modelos de sistemas de AAI. Los modelos de explotación representan a cada uno de los grupos de explotaciones identificados en el Capítulo 3. Estos grupos de explotación presentan diferentes niveles de capitalización y actividades que representan las principales fuentes de ingreso. El efecto de los escenarios en los modelos es evaluado a través de la utilización de una serie de indicadores definidos el Capítulo anterior. Estos indicadores permiten identificar cambios en la estructura y la dinámica de los sistemas de AAI evaluados.

5.4.1. Efecto sobre la integración

Los indicadores de integración ayudan a evaluar el efecto de los diferentes escenarios en los tres modelos de explotación respecto de la dependencia de insumos externos y el grado de reciclaje interno del sistema. En el Cuadro 5.2 se presentan los valores de los indicadores en los cuatro escenarios planteados.

Cuadro 5.2. Indicadores de integración en los cuatro escenarios futuros para los tres modelos de explotación. Escenarios: FG = foresto-ganadero; CP = cooperativista; DA = dominado por la agroindustria; y, CN = conservacionista.

| Modelo | Escenario | IN | TIN | TST | IN/TST | PL | T.. | FCI |
|--------|-----------|---------|---------|---------|-----------------------|------|---------|----------------------|
| 1 | FG | 757,82 | 2502,18 | 4049,12 | 0,19 | 2,62 | 1547 | 0,14 |
| | CP | 1864,89 | 3505,56 | 4189,34 | 0,45 | 6,13 | 683,83 | 0,03 |
| | DA | 0,62 | 604,74 | 1082,46 | $5,72 \times 10^{-4}$ | 2,27 | 477,77 | 0,09 |
| | CN | 0,19 | 488,62 | 1007,02 | $1,8 \times 10^{-4}$ | 1,94 | 518,46 | 0,02 |
| 2 | FG | 1494,89 | 4843,23 | 9423,89 | 0,16 | 1,95 | 5604,51 | 0,32 |
| | CP | 1988,17 | 3223,53 | 3800,11 | 0,52 | 1,18 | 576,58 | $1,7 \times 10^{-3}$ |
| | DA | 35,85 | 833,5 | 1259,52 | 0,03 | 1,51 | 426,02 | 0,02 |
| | CN | 0,24 | 1897,9 | 1245,26 | $1,9 \times 10^{-4}$ | 0,66 | 592,62 | 0,22 |
| 3 | FG | 635,86 | 1095,93 | 1398,04 | 0,45 | 1,28 | 302,11 | 0,04 |
| | CP | 966,84 | 1459,71 | 1768,4 | 0,55 | 1,21 | 308,69 | 0,05 |
| | DA | 157,12 | 424,25 | 665,38 | 0,24 | 1,57 | 241,13 | 0,14 |
| | CN | 19,26 | 256,19 | 529,61 | 0,04 | 2,07 | 273,43 | 0,17 |

El escenario cooperativista muestra los mayores valores de dependencia de insumos externos en los tres modelos de explotación. Esto se refleja en los valores de la relación entre la cantidad de insumos importados desde afuera y la sumatoria de todos los flujos del sistema (IN/TST) en este escenario. El mayor uso de insumos externos se basa en el menor costo de los mismos y a la mayor rentabilidad de los cultivos industriales. Aunque en menor medida, los modelos de explotación también presentan un relativamente elevado grado de dependencia de insumos externos en el escenario foresto-ganadero. En particular, el modelo 3 registra un valor comparable a los observados en el escenario cooperativista. Esto se debe tanto al aumento del uso de fertilizantes para el componente silvopastoril, como al menor tamaño relativo de la suma de todos los flujos dentro del sistema (TST).

Los escenarios dominado por la agroindustria y el cooperativista registran los menores valores de dependencia de insumos externos en los escenarios. En estos escenarios se prevé un reducido uso de insumos externos como consecuencia de su mayor costo relativo, la menor rentabilidad de los cultivos industriales y el establecimiento de regulaciones que limitan su uso. El relativamente bajo valor de TST y la presencia del cultivo de tabaco en el modelo 3 explican el mayor valor de IN/TST respecto de los otros dos modelos en el escenario dominado por la agroindustria. En el escenario conservacionista, el uso de insumos (IN) es muy bajo, especialmente en los modelos 1 y 2.

El reciclaje interno del sistema muestra una elevada interacción entre los escenarios y los modelos de explotación. El escenario foresto-ganadero registra los mayores valores de FCI (proporción de TST que es reciclada dentro del sistema) en los modelos 1 y 2. La mayor carga animal en este escenario determina un aumento en las cantidades de nitrógeno que retornan a las áreas de pastoreo. El escenario 2 también registra niveles de reciclaje relativamente elevados en el modelo conservacionista. Esto se explica por el menor nivel de insumos internos y el mayor tamaño del rodeo bovino respecto de los otros dos escenarios. En el modelo 3, los mayores valores de FCI se observan en los escenarios conservacionista y en el dominado por la agroindustria. Estos valores se explican por la reconversión del cultivo tabacalero en el primero, y el reducido tamaño del sistema en el segundo.

5.4.2. Efecto sobre la diversidad

La diversidad en los sistemas de agro-acuicultura integrada en la Provincia de Misiones es analizada a partir de tres indicadores: la información mutua promedio (AMI), la incertidumbre estadística (Hr), y el cociente entre los mismos (AMI/Hr). AMI cuantifica la organización de los flujos dentro del sistema y es definida como la medida de información respecto del intercambio de material. Hr representa el máximo valor de AMI. El valor de Hr aumenta a medida que T. es particionado en una mayor cantidad de flujos. El cociente entre ambos representa la proporción de diversidad que es reducida por el patrón de flujos presente en el sistema.

Cuadro 5.3. Indicadores de diversidad en los cuatro escenarios futuros para los tres modelos de explotación. Escenarios: FG = foresto-ganadero; CP = cooperativista; DA = dominado por la agroindustria; y, CN = conservacionista.

| Modelo | Escenario | AMI | Hr | AMI/Hr |
|--------|-----------|------|------|--------|
| 1 | FG | 3,15 | 3,41 | 0,92 |
| | CP | 2,82 | 3,31 | 0,85 |
| | DA | 2,68 | 3,89 | 0,69 |
| | CN | 1,75 | 4,07 | 0,43 |

| | | | | |
|----------|----|------|------|------|
| 2 | FG | 1,0 | 2,23 | 0,45 |
| | CP | 0,51 | 3,24 | 0,16 |
| | DA | 1,42 | 3,19 | 0,45 |
| | CN | 1,19 | 2,95 | 0,40 |
| 3 | FG | 0,57 | 3,66 | 0,15 |
| | CP | 0,68 | 3,44 | 0,20 |
| | DA | 1,3 | 3,43 | 0,38 |
| | CN | 1,41 | 3,20 | 0,44 |

Los indicadores de diversidad también presentan una elevada interacción entre los modelos y los escenarios (Cuadro 5.3). El modelo de explotación 1 registra los mayores valores para los tres indicadores. Esto refleja la mayor organización y diversidad de flujos. En este modelo, AMI es mayor en el escenario foresto-ganadero, en el cual una mayor proporción de los flujos dentro del sistema son proporcionados por el componente bovino determinando una mayor cantidad de información. En el resto de los escenarios, la reducida importancia del rodeo bovino y la mayor proporción reciclada por los otros componentes determina una reducción en el valor de AMI (menor nivel de organización). En los escenarios dominado por la agroindustria y conservacionista, la menor importancia relativa de los cultivos industriales en comparación con el escenario cooperativista, resulta en el aumento en la diversidad de flujos (Hr).

El modelo de explotación 2 registra los menores valores de diversidad de flujos en los cuatro escenarios. Esto se explica por el elevado peso relativo de los componentes foresto-ganadero y de la yerba mate respecto del resto de los componentes de la explotación. El modelo 2 registra los menores valores de AMI y AMI/Hr en el escenario cooperativista. En este escenario, la mayor importancia relativa de la yerba mate determina una mayor distribución del material entre los flujos, y por lo tanto, una menor cantidad de información. En comparación, el valor de AMI es mayor en los otros escenarios, donde el rodeo bovino, el área de pastoreo y la forestación presentan un mayor peso relativo.

En el modelo 3, los valores de AMI son menores en los escenarios foresto-ganadero y cooperativista. En estos escenarios, la mayor importancia del componente silvopastoril en el primero y de la yerba mate en el segundo, determinan una pérdida de información en comparación con el escenario dominado por la agroindustria, en el que el cultivo de tabaco y el rodeo bovino tienen un rol mayor. El mayor valor de AMI en el escenario conservacionista se explica por la reconversión de la producción tabacalera, y la concentración de los flujos en la actividad yerbatera y ganadera. Los valores relativamente elevados de diversidad de flujos (Hr) respecto de los otros modelos está relacionado con el menor tamaño relativo (T..) del mismo.

5.4.3. Efecto sobre la productividad y la resiliencia

La evaluación conjunta de los indicadores de productividad y resiliencia permiten identificar los efectos de los escenarios futuros en la capacidad de los modelos de explotación de enfrentar disturbios externos (Cuadro 5.4). Ulanowicz et al. (2009) sostienen que los sistemas resilientes presentan niveles de ascendencia intermedios. Mientras que los sistemas con ascendencia bajos no presentan actividad o niveles de organización interna suficientes para la supervivencia, aquellos con una ascendencia elevada (y cercana a su capacidad de desarrollo) se encuentran en una fase de madurez cercana al colapso (fase K avanzada del ciclo adaptativo). La inclusión de los indicadores de productividad, auto-suficiencia y eficiencia ayudan a analizar la existencia de sinergias o compromisos con la resiliencia de los sistemas.

Cuadro 5.4. Indicadores de resiliencia y productividad en los cuatro escenarios futuros para los tres modelos de explotación. Escenarios: FG = foresto-ganadero; CP = cooperativista; DA = dominado por la agroindustria; y, CN = conservacionista.

| Modelo | Escenario | Ascendencia | Capacidad de desarrollo | Costo de operación | Productividad | Auto-suficiencia | Eficiencia |
|--------|-----------|-------------|-------------------------|--------------------|---------------|------------------|------------|
| 1 | FG | 12766,39 | 13806,46 | 1040,7 | 0,14 | 0,38 | 0,38 |
| | CP | 11819,3 | 13861,33 | 2042,04 | 0,26 | 0,16 | 1,59 |
| | DA | 2902,37 | 4207,09 | 1304,71 | 0,24 | 0,44 | 0,54 |
| | CN | 1760,92 | 3099,11 | 2216,75 | 0,16 | 0,51 | 0,31 |
| 2 | FG | 9396,98 | 20985,2 | 11588,22 | 0,11 | 0,84 | 0,13 |
| | CP | 1926,16 | 12328,8 | 10402,63 | 0,21 | 0,48 | 0,43 |
| | DA | 1786,85 | 4012,48 | 2225,63 | 0,37 | 0,97 | 0,38 |
| | CN | 1429,66 | 3544,09 | 2114,42 | 0,25 | 1,00 | 0,25 |
| 3 | FG | 791,89 | 5119,51 | 4327,62 | 0,2 | 0,55 | 0,36 |
| | CP | 1201,31 | 6078,98 | 4878,67 | 0,12 | 0,45 | 0,26 |
| | DA | 867,81 | 2279,44 | 1411,62 | 0,18 | 0,76 | 0,23 |
| | CN | 744,4 | 1692,9 | 948,5 | 0,12 | 0,96 | 0,13 |

El modelo de explotación 1 muestra los mayores niveles de ascendencia en los escenarios foresto-ganadero y cooperativista. El aumento de la carga animal en el primer escenario, y de la productividad de los cultivos industriales en el segundo explican los elevados valores de ascendencia en estos escenarios. La mayor cosecha de cultivos industriales también motiva el alto valor de ascendencia registrado en el modelo 2 en el escenario

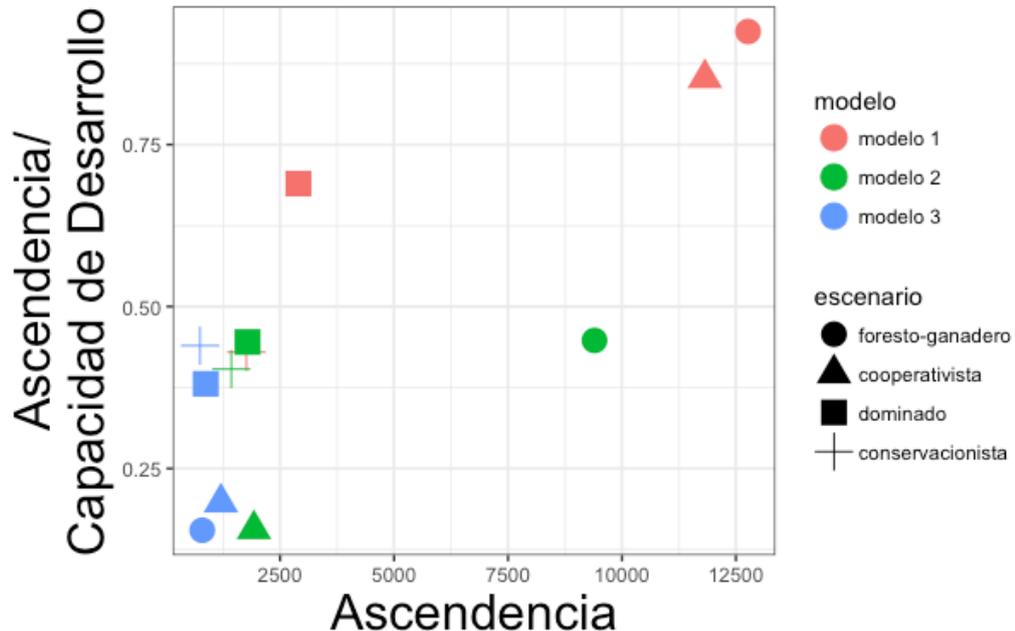
cooperativista. Las otras combinaciones de escenarios y modelos resultan en valores más bajos de ascendencia. Dentro de este grupo, los modelos 1 y 2 presentan los mayores valores relativos. El modelo 3 presenta los menores valores en los tres escenarios, siendo mayor en el cooperativista. El indicador de capacidad de desarrollo (valor máximo potencial de ascendencia en cada sistema) sigue un patrón similar, siendo considerablemente mayor en los modelos 1 y 2 en los escenarios foresto-ganadero y cooperativista.

La Figura 5.2 muestra la relación entre ascendencia y ascendencia/capacidad de desarrollo para cada una de las combinaciones de los modelos de explotación en los escenarios futuros. En el mismo se distinguen tres grupos. El primero está representado por los sistemas con valores bajos de ascendencia, más allá de las diferencias respecto del cociente entre ascendencia y capacidad de desarrollo entre los mismos. En este grupo se encuentran las cuatro combinaciones del modelo 3, y los modelos 1 y 2 en los escenarios dominado por la agroindustria y conservacionista. Un segundo grupo está compuesto por el modelo 1 en el escenario foresto-ganadero y el 2 en el cooperativista. Ambos sistemas presentan valores relativos intermedios para ambos indicadores. Por último, el tercer grupo se compone del modelo 1 en los escenarios foresto-ganadero y cooperativista. Estos sistemas presentan los mayores valores de ascendencia y de la relación entre ascendencia y capacidad de desarrollo.

La productividad es medida como el cociente entre las exportaciones y el caudal total del sistema. Los mayores valores se registraron en el modelo 2 en el escenario dominado por la agroindustria. Este valor es el resultado del mantenimiento de las salidas (mayormente yerba mate y té) en un sistema de bajo caudal total (TST) relativo (Tabla 5.2). El modelo 2 también muestra el menor valor de productividad, en este caso en el escenario foresto-ganadero. Este sistema contrasta con el anterior, al presentar un caudal total elevado y una baja proporción de exportaciones (mayormente madera y yerba mate). Los valores de productividad pueden también considerarse relativamente bajos en el resto de los sistemas (menor a 0,3).

El escenario conservacionista presenta los mayores valores de auto-suficiencia en los tres modelos de explotación. En este escenario, se prevé una reducción drástica de los insumos externos como resultado del establecimiento de regulaciones ambientales. La auto-suficiencia es también elevada (mayor a 0,75) en el escenario dominado por la agroindustria en los modelos 2 y 3, donde se registra una reducción en el uso de insumos externos como consecuencia de su elevado costo y de los menores márgenes brutos de los cultivos industriales y en el escenario foresto-ganadero en el modelo 2, donde el caudal total del sistema es elevado respecto de la cantidad de insumos externos (Cuadro 5.2).

Figura 5.2. Ascendencia y cociente entre Ascendencia y Capacidad de desarrollo en los tres modelos de explotación en cada uno de los cuatro escenarios futuros.

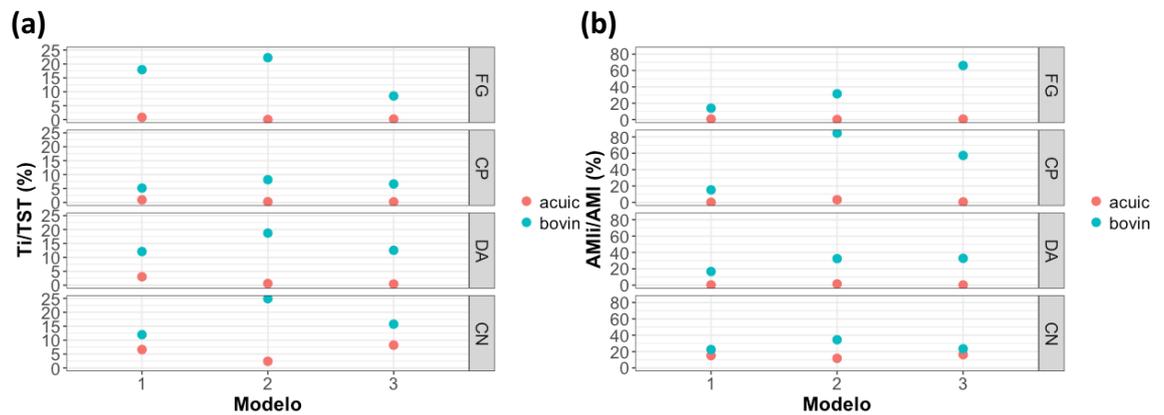


La eficiencia es medida como el cociente entre los ingresos y el tamaño del sistema. El modelo 1 presenta el mayor valor de eficiencia en el escenario cooperativista. En este sistema, las cosechas de yerba mate y té producto del mayor uso de insumos externos explican este valor. En el resto de los sistemas, la eficiencia es menor a 0,6. El escenario conservacionista registra los menores valores de eficiencia en los modelos 1 y 3, mientras que en el modelo 2 el escenario foresto-ganadero es el que muestra los menores valores. En los primeros, la eficiencia se explica por los bajos niveles de insumos externos utilizados. En contraste, este último está relacionado con el elevado tamaño del sistema, respecto de la cantidad de insumos externos.

5.5. El impacto de los escenarios futuros en la acuicultura

El rol de la acuicultura en los sistemas que sugen de la combinación de los modelos de explotación en los escenarios puede ser evaluada a partir de su contribución al TST y AMI. En ambos casos, la acuicultura es evaluada a través de su rol como receptora de flujos en el sistema. En el primer caso, la relación entre $T_{acuicultura}$ y TST es utilizada para analizar la contribución de la acuicultura al caudal total del sistema. En el segundo, la contribución de la acuicultura al AMI es evaluada mediante la sumatoria de la contribución de cada uno de los flujos destinados al estanque. Para propósitos de comparación, en el análisis se incluyen los mismos indicadores para el rodeo bovino (Figura 5.3).

Figura 5.3. Contribución de la acuicultura y el ganado bovino al (a) TST y (b) AMI.



La contribución de la acuicultura al TST es relativamente baja y menor a la de los bovinos en todos los sistemas analizados. La acuicultura contribuye en mayor proporción al TST en el escenario conservacionista en los tres escenarios. Sin embargo, en ningún caso esta supera el 10% del TST. El componente bovino representa una elevada proporción del TST en el escenario foresto-ganadero en los modelos 1 y 2, y en este segundo también en los escenarios dominado por la agroindustria y conservacionista. Las menores diferencias entre la acuicultura y los bovinos se encuentran en aquellos sistemas en los cuales los cultivos industriales representan la mayor proporción del TST.

La acuicultura también contribuye en baja proporción al AMI, aunque la misma es mayor al porcentaje de TST. La mayor contribución de la acuicultura al AMI se observa en el escenario conservacionista (14% promedio). En este escenario, la cantidad de flujos hacia el estanque es reducido como consecuencia de la introducción de prácticas de manejo de menor impacto ambiental. En el resto de los escenarios, la contribución de la acuicultura al AMI no supera el 4%. Los bovinos contribuyen al AMI en mayor medida en el modelo 2 en el escenario cooperativista, seguido por el modelo 3 en el escenario foresto-ganadero. Estos escenarios se caracterizan por la mayor productividad relativa de los bovinos respecto del resto de las actividades en la explotación.

5.6. Discusión

La construcción de escenarios futuros ha permitido explorar la estructura y dinámica de los modelos de explotación. Los cuatro escenarios representan un rango posible de factores que representan fuerzas motrices de las variables del sistema (Walker et al. 2002). Aunque el comportamiento de los factores externos como el mercado, el Estado y las condiciones agroecológicas es impredecible, los escenarios son consistentes con la información disponible y son el producto de una visión consensuada entre los agricultores consultados. Los indicadores muestran un elevado grado de interacción entre modelos y escenarios. Cada uno de los escenarios afectan de manera diferente a cada uno de los modelos de explotación. Esto evidencia la naturaleza contrastante entre los escenarios, pero también la variabilidad capturada en cada uno de los modelos de explotación.

5.6.1. La resiliencia en los sistemas de AAI en los escenarios futuros

Los modelos de explotación presentan diferentes niveles de resiliencia en cada uno de los escenarios. La resiliencia de sistemas complejos como las explotaciones familiares agropecuarias puede ser medida a partir de indicadores sustitutos (Bennett et al. 2005). Constanza y Mageau (1999) sugieren que el costo de operación puede ser utilizado como un indicador de resiliencia. Este indicador cuantifica la cantidad de vías alternativas o redundantes de intercambio de materia, y puede ser considerado como la capacidad del sistema de absorber estrés sin sufrir una pérdida drástica de funciones. En la Figura 5.2 el eje de las ordenadas muestra la relación entre la ascendencia y la capacidad de desarrollo (A/CD). El costo de operación representa la diferencia entre las mismas, por lo tanto, los valores bajos de A/CD indican valores elevados relativos de resiliencia.

La mayoría de las combinaciones de escenarios y modelos muestran valores bajos relativos de ascendencia y una resiliencia elevada. Este es el caso para el modelo 3 en los cuatro escenarios futuros, los modelos 1 y 2 en el escenario conservacionista, y el modelo 2 en el escenario cooperativista. Los elevados valores de resiliencia podrían sugerir que estos sistemas se encuentran en estadios tempranos de desarrollo (posterior a un disturbio) (Ulanowicz 1986). Esto es una posibilidad al considerar que el análisis considera a los modelos a partir de su estructura actual. Los escenarios futuros representan un cambio en las variables externas y pueden ser interpretados como disturbios externos que, en algunos casos, resultan en una crisis y reorganización de los mismos (fase $\Omega \rightarrow \alpha$ del ciclo adaptativo). Una explicación alternativa para los valores de resiliencia y ascendencia es la ubicación de estos sistemas en trampas de pobreza (Barrett 2008). En este estado, el sistema no puede acceder a suficiente capital para alcanzar generar relaciones de retroalimentación positivas que le permitan crecer internamente.

El modelo 3 muestra indicios de encontrarse en una trampa de pobreza, especialmente cuando se considera que ninguno de los cuatro escenarios futuros determina un aumento significativo de la ascendencia. Este modelo representa al grupo de explotaciones familiares agropecuarias de menor nivel de capitalización, caracterizadas por su elevada dependencia sobre el cultivo de tabaco. Históricamente, en Misiones las explotaciones tabacaleras se encuentran en una situación de bajo nivel de capitalización y con bajas posibilidades de ubicarse en trayectorias ascendentes (Cáceres 2002, García 2010, Gallero 2011). En los escenarios futuros, la reducida superficie total y la relativamente baja proporción de superficie cultivada afecta negativamente las posibilidades de alcanzar niveles mayores de ascendencia, principalmente debido a los bajos caudales totales del sistema (TST).

El escenario conservacionista en los tres modelos de explotación también resulta en bajos niveles de ascendencia. Este escenario implica un bajo uso de insumos externos y una baja productividad de las actividades en las explotaciones. La restricción en el uso de fertilizantes inorgánicos afecta especialmente a los cultivos industriales. Las regulaciones

ambientales también imponen cambios en las prácticas de manejo que tienen un impacto no solo en estos cultivos, sino también en otras actividades como la forestación, la ganadería y la acuicultura. El escenario conservacionista podría estar determinando restricciones que imposibilitan la acumulación de capital en los sistemas familiares de producción agropecuaria. Sin embargo, no se descarta que estos sistemas se encuentren en una fase inicial de reorganización, y que sean capaces de generar condiciones de crecimiento y acumulación de capital a partir de la transformación de su estructura (Fath et al. 2015).

El modelo 2 también presenta niveles bajos de ascendencia en los escenarios cooperativista y dominado por la agroindustria. Sin embargo, este modelo presenta una situación contrastante en ambos escenarios. En el escenario cooperativista, el bajo nivel de ascendencia se explica por el reducido nivel de AMI. En este sistema, la mayor productividad de la yerba mate determina que esta en conjunto con la ganadería y la reforestación expliquen una elevada proporción del caudal total del sistema (TST). El modelo 2 en el escenario cooperativista podría encontrarse en la fase r de crecimiento, en la cual se experimenta una rápida acumulación de capital mientras que los componentes del sistema todavía presentan un bajo nivel de conexión interna. En comparación, el modelo 2 en el escenario dominado por la agroindustria presenta una mayor ascendencia y una menor resiliencia. Estos indicadores sugieren que este sistema se encuentra en una fase más avanzada del ciclo adaptativo (más cercana a K), dado el mayor nivel de conexiones internas (AMI presenta el valor más elevado). Sin embargo, la menor ascendencia indica que el escenario dominado por la agroindustria limita las posibilidades de crecimiento del modelo 2.

El modelo 2 en el escenario foresto-ganadero registra niveles relativamente elevados de ascendencia y resiliencia. El caudal total del sistema (TST) es el más elevado de todas las combinaciones de modelos y escenarios. Esto se debe principalmente a la producción de madera y carne en las áreas mixtas de reforestación y pastoreo, y a la mayor superficie relativa de este modelo de explotación. El escenario foresto-ganadero resulta el más favorable en el modelo 2, ya que las actividades presentes en mayor escala en la explotación son las que experimentan un aumento de la productividad. Además, el crecimiento del capital en este sistema no determina una reducción en los niveles de resiliencia debido a la relativa baja conexión entre las actividades de mayor importancia en la explotación (ganadería, forestación y yerba mate). La capacidad adaptativa de este sistema es elevada dado que el capital acumulado puede ser invertido en otras actividades de mayor retorno económico ante un cambio en las condiciones externas.

Los menores niveles de resiliencia se encuentran en el modelo 1 en los escenarios dominado por la agroindustria, foresto-ganadero y cooperativista. Mientras que el primero muestra mayores niveles relativos de resiliencia y menores de ascendencia, los otros dos sistemas registran valores considerablemente mayores de ascendencia y A/DC. Esta diferencia se explica por el menor peso relativo de cada una de las actividades en el TST, especialmente los cultivos industriales, en el escenario dominado por la agroindustria. La menor productividad de la yerba mate y té determina valores más bajos

de TST y AMI, y en consecuencia, una menor ascendencia y mayores niveles de resiliencia. En contraste, el modelo 1 en los escenarios foresto-ganadero y cooperativista registra valores más elevados de TST y AMI como consecuencia del aumento de la productividad de los cultivos industriales (de mayor importancia relativa en el escenario cooperativista), la ganadería y la forestación.

La baja resiliencia y elevada ascendencia del modelo 1 en los escenarios foresto-ganadero y cooperativista sugiere que ambos sistemas se encuentran cercanos a la fase K del ciclo adaptativo. En la misma, el grado de control interno del sistema es más rígido, y en consecuencia, el sistema se vuelve más vulnerable a disturbios externos que pueden eventualmente resultar en una crisis. Además, en esta fase existe el riesgo de que el sistema se encuentre en una trampa de rigidez (Gunderson y Holling 2002). Esta ocurre cuando la estructura del sistema deja poco lugar a la innovación. Los sistemas rígidos incluyen pocos nodos altamente influyentes, y una baja diversidad de conexiones. En el pasado, las sucesivas crisis en la producción yerbatera en Misiones ha determinado el abandono de las explotaciones dedicadas a su monocultivo, especialmente en el Sur de la provincia (Bartolomé 1982).

5.6.2. El rol de la acuicultura en la resiliencia

La acuicultura tiene un rol menor en la ascendencia de los sistemas analizados. La reducida importancia de esta actividad es consecuencia de su baja participación en el caudal total del sistema (TST) y en la información mutua promedio (AMI). La baja proporción de la acuicultura al TST determina que la misma no pueda ser considerada como una alternativa de diversificación que contribuya significativamente a aumentar el nivel de capital de las explotaciones. La mayor contribución (en porcentaje) de la acuicultura a la ascendencia se registra en el escenario conservacionista. En este escenario la productividad de la acuicultura es menor y como resultado son menores los volúmenes de pescado destinados al mercado y al auto-consumo. Los sistemas que se encuentran en este escenario pueden ser considerados en una “trampa de pobreza”. Por lo tanto, en el escenario conservacionista, la acuicultura no permitiría a los sistemas salir de este estado alternativo.

La contribución de la producción acuícola al AMI es reducida en todas las combinaciones de modelos y escenarios. La baja proporción del AMI puede ser interpretada como un incremento de la resiliencia. Sin embargo, la misma se explica por los reducidos tamaños de los flujos hacia los estanques. Mientras que la acuicultura es la actividad que recibe la mayor cantidad de flujos desde otras actividades en la explotación, estos no necesariamente se constituyen en un factor que aumenta los niveles de redundancia del sistema en forma significativa debido al bajo valor relativo de estos flujos respecto del caudal total del sistema. Además, los estanques son mayormente receptores de insumos desde otras actividades de la explotación, contribuyendo internamente solo como proveedores de pescado a la vivienda.

Mientras que la acuicultura presenta una importancia relativa menor en el análisis de la resiliencia, el ganado bovino aparece como un componente clave en los sistemas evaluados. Los bovinos se encuentran integrados al resto de la explotación a partir de los flujos hacia y desde los mismos. El primer grupo está conformado por los distintos tipos de alimento y el segundo por la distribución de productos y subproductos (principalmente carne y estiércol, respectivamente). La contribución de los bovinos al TST es mayor en el modelo 2 debido a la cantidad de cabezas presente. Sin embargo, en ningún sistema su proporción supera el 25% del TST. El rodeo bovino tiene un rol muy importante en la organización de los flujos dentro de las explotaciones familiares agropecuarias, especialmente en el escenarios cooperativista donde su proporción de AMI supera el 50% en los modelos 2 y 3.

Los resultados obtenidos en este capítulo contrastan con algunas conceptualizaciones sobre los sistemas de AAI respecto de su rol en la construcción de resiliencia, a partir del aumento de la diversidad y la integración de las actividades. A menudo, se sostiene que el aprovechamiento de los residuos disponibles como insumos permitiría aumentar la eficiencia y reducir la dependencia de insumos externos (Bailey 2008, Little et al. 2007b, Prein 2002). Asimismo, la integración de la acuicultura también podría resultar en el aumento de la estabilidad de la producción en el largo plazo (Xie et al. 2011). Sin embargo, los indicadores que evalúan el desempeño de los modelos de explotación en los escenarios futuros muestran que la acuicultura tiene un rol menor en la dinámica de las explotaciones familiares agropecuarias misioneras.

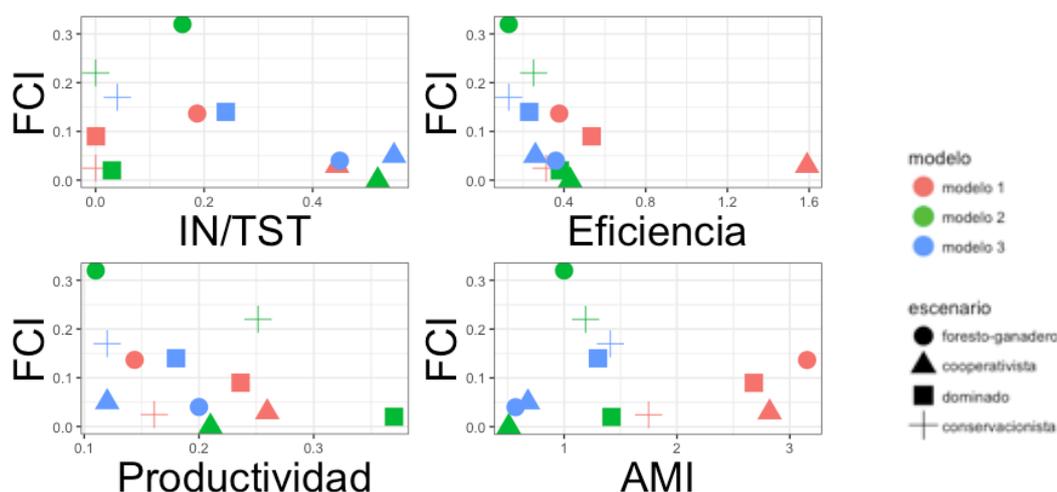
5.6.3. Los múltiples beneficios de los sistemas integrados

El análisis de los indicadores también sugiere la existencia de compromisos entre los mismos. Los sistemas integrados de producción agropecuaria a menudo son presentados como alternativas superadoras a los sistemas especializados dada su capacidad de reducir los compromisos entre la producción de alimentos y otros servicios ecosistémicos (Cassman y Wood 2005, Fedoroff et al. 2010, Godfray et al. 2010, Pretty 2008). En este contexto, la introducción de la acuicultura es presentada como una oportunidad para el establecimiento de sinergias y la consecuente reducción de insumos externos y aumento de la eficiencia, entre otros (Bailey 2008, Little y Edwards 2003, Prein 2002).

La Figura 5.4 muestra la relación negativa entre el nivel de reciclaje interno (medido a través del FCI) y el nivel de uso de insumos externos, la eficiencia, la productividad y la diversidad (AMI) de los sistemas agropecuarios. La primera relación no sugiere un compromiso dado que tanto el reciclaje interno como la reducción en el uso de insumos externos son considerados atributos positivos de los sistemas de AAI (Little y Edwards 2003, Prein 2002). En el caso de los indicadores de eficiencia y productividad, la relación negativa es evidente. En consecuencia, en los sistemas analizados no ha sido posible maximizar ambos objetivos o indicadores. Estos resultados coinciden con los registrados en Filipinas por Dalsgaard y Oficial (1997), quienes observaron una menor productividad y eficiencia en los sistemas con mayor nivel de integración. Por último, aunque la relación entre FCI y AMI no presenta un patrón consistente, se observa que los valores máximos

de FCI ocurren cuando los valores de AMI son relativamente bajos, indicando que el reciclaje es maximizado cuando los flujos se distribuyen entre un mayor número de actividades.

Figura 5.4. Relaciones entre indicadores para los tres modelos de explotación en los cuatro escenarios futuros. (a) Reciclaje interno (FCI) y uso de insumos externos (IN/TST); (b) Reciclaje interno (FCI) y Productividad; (c) Reciclaje interno (FCI) y Eficiencia; (d) Reciclaje interno (FCI) y AMI.



5.6. Conclusiones

La combinación de modelos de explotación que capturan la diversidad de los sistemas de agro-acuicultura integrada y la construcción de escenarios futuros han permitido analizar la resiliencia de estas explotaciones. Los cuatro escenarios desarrollados representan un rango posible de factores que representan fuerzas motrices de las variables del sistema. La interacción entre los modelos y los escenarios sugiere la existencia de trayectorias múltiples cuyas estructuras y dinámicas han sido capturadas por indicadores de diversidad, integración y resiliencia.

En la mayoría de los sistemas evaluados, la elevada resiliencia a menudo es interpretada como un indicador de la existencia de una trampa de pobreza que limitaría su desarrollo futuro como consecuencia de la baja capacidad de acumulación de capital. Esto se observa en particular en el modelo de explotación de menor nivel de capitalización relativa y en el escenario conservacionista, que reduce las posibilidades de desarrollo productivo como consecuencia de la imposición de regulaciones ambientales. La situación más favorable se registra en el modelo de mayor nivel de capitalización, cuando las condiciones externas favorecen el desarrollo de las principales actividades ya presentes en la explotación. En contraste, la resiliencia es reducida en los sistemas que dependen de un bajo número de actividades.

En todos los sistemas, la acuicultura tiene un rol menor en cuanto a su contribución a la diversidad, integración y resiliencia. La baja productividad de la acuicultura determina que la misma no pueda ser considerada como una alternativa de diversificación que contribuya significativamente a aumentar el nivel de capital de las explotaciones o salir de una trampa de pobreza. En contraste, el ganado bovino aparece como un componente clave en los sistemas evaluados, contribuyendo significativamente a la diversidad e integración de las explotaciones familiares. Los resultados registrados respecto del reducido rol de la acuicultura contrastan con algunas conceptualizaciones de la literatura científica que a menudo destaca el potencial de estos sistemas para contribuir a la resiliencia de las explotaciones agropecuarias. Asimismo, se observa que los beneficios múltiples como el aumento del reciclaje interno de nutrientes y la eficiencia muestran una relación negativa, imposibilitando la maximización de ambos atributos.

Capítulo 6. Discusión general

6.1. La diversificación y la introducción de la acuicultura en las explotaciones familiares misioneras

La diversificación es un proceso clave en la dinámica de las explotaciones familiares de Misiones. Estos sistemas se caracterizan por la presencia de una elevada diversidad de actividades productivas (Cáceres 2002, Sarandón et al. 2006) que ha sido indicada como una de las responsables de su persistencia (Bartolomé y Schiavoni 2008). La revisión de la trayectoria del sector agropecuario misionero evidencia que la diversidad en las explotaciones familiares es consecuencia de la introducción de actividades productivas luego de un disturbio o crisis. Estos eventos generalmente se manifiestan como la baja en el ingreso ante la caída en el precio o de la producción, resultante de la interacción con eventos en escalas superiores o inferiores (por ejemplo, cambio en las regulaciones, en el mercado, pérdida de fertilidad del suelo). Por lo tanto, la diversificación acontece como resultado de la interacción de ciclos adaptativos que operan en diferentes escalas espacio-temporales. Esta dinámica contrasta con antecedentes en el estudio de la agricultura familiar en Misiones al considerar la existencia de estados alternativos estables y la interacción con las escalas superiores.

La introducción de actividades agropecuarias en las explotaciones familiares misioneras ha sido explicada en el pasado exclusivamente a partir de factores intrínsecos al sistema como la antigüedad de la familia en la explotación. Albaladejo (1987) y Duvernoy (2000) han interpretado al proceso de diversificación como una trayectoria de capitalización ascendente que resulta en el aumento de la superficie dedicada a cultivos perennes y de la cantidad de bovinos. Estos análisis buscaban explicar las diferencias en el uso de la tierra entre las explotaciones de establecimiento reciente, más cercanas al frente de colonización agrícola, y aquellas de mayor antigüedad (Albaladejo 1987, Albaladejo y Lardon 1990, Duvernoy 2000). La visión determinística que sugiere que los procesos de cambio en el uso de la tierra en la frontera agraria son el resultado exclusivo de dinámicas internas de los sistemas agropecuarios coincide con trabajos realizados en la región amazónica (Deadman et al. 2004, Moran et al. 2004, Perz et al. 2002). Sin embargo, la historia del sector agropecuario misionero (Bartolomé 2000) en particular, y extra-pampeanas, en general (Carballo González 1991, Fiorentino 1973, Notcheff 1996) ha sido caracterizada por una serie de ciclos de crisis y expansión de diversas actividades productivas. La consideración de estos ciclos en el análisis es fundamental para comprender los procesos que afectan a las explotaciones familiares (Shanin 1972).

Bartolomé (1974), Baranger (1978) y Schiavoni (1998) han desarrollado distintas categorías sociales para definir a los agricultores familiares de la provincia en situaciones espacio-temporales determinadas. En estos estudios, las escalas superiores son consideradas parámetros estáticos y, por lo tanto, la variabilidad encontrada es explicada por las variables internas del sistema. La falta de atención al efecto de las escalas superiores, particularmente del Estado, ha caracterizado a una gran cantidad de estudios

sobre la agricultura familiar en América Latina (Abramovay 2007). El abordaje metodológico de la presente investigación ha permitido demostrar que la dinámica de los sistemas agropecuarios familiares en Misiones es el resultado de la interacción entre procesos internos y otros que ocurren en escalas superiores e inferiores.

La revisión de la dinámica del sector agropecuario misionero durante el último siglo ha permitido la identificación de ciclos que pueden ser analizados a partir de la metáfora del ciclo adaptativo. Cada uno de estos ciclos se caracteriza por el crecimiento, expansión y crisis de una o más actividades en las explotaciones familiares. Los ciclos están controlados por dos relaciones de retroalimentación: (1) la relación negativa entre la producción en la escala regional y el ingreso percibido por los agricultores, y (2) la relación positiva entre el nivel de capitalización y el ingreso en las mismas. La identificación de estas relaciones de retroalimentación ha facilitado el diseño de un modelo conceptual de la dinámica de las explotaciones agropecuarias familiares de la Provincia de Misiones (Figura 2.9), que incluye los procesos de diversificación y crisis de forma explícita. El modelo de sistema también incluye fuerzas externas como el Estado, el mercado y las condiciones agroecológicas.

La resiliencia de las explotaciones familiares se expande y contrae en cada una de las etapas del ciclo adaptativo. La capacidad del sistema de permanecer en el mismo régimen es máxima durante la fase de reorganización. En este contexto, la diversificación es un proceso fundamental en la generación de oportunidades que permiten el incremento en el nivel de ingreso y capitalización de las explotaciones familiares (López-i-Gelats et al. 2011, Reardon et al. 1992). La resiliencia del sistema se contrae a medida que el sistema se acerca a la fase K (conservación), que en los ciclos se expresa como una crisis de precios consecuencia de la sobreoferta o de crisis (fase Ω) desatadas como consecuencia de interacciones con las escalas superiores (por ejemplo: caída de la demanda, regulaciones).

Las escalas superiores también tienen un efecto sobre la resiliencia de las explotaciones familiares a través del corrimiento de los umbrales de capitalización y mediante su efecto en el ingreso, que permite a las explotaciones mantenerse alejadas de los umbrales. Las explotaciones de bajo nivel de capitalización, típicamente dependientes de la producción tabacalera, presentan una elevada resiliencia que sugiere la presencia de una “trampa de pobreza”. La respuesta adaptativa de las explotaciones a las crisis no es homogénea, sino que depende de la interacción entre factores internos y externos, como el nivel de capitalización y las posibilidades de acceso a los programas de ayuda estatal. Esta diversidad de respuesta permite entender el proceso de diferenciación de los tipos de explotación agropecuaria identificados. Esta observación coincide con van der Ploeg (2003), quien sostiene que la diversidad de tipos de agricultura familiar está determinada tanto por la negociación interna para la asignación de recursos como por la influencia de agentes externos.

La introducción e integración de la acuicultura en las explotaciones familiares misioneras ha sido un proceso financiado desde los estados nacional y provincial, independiente del

nivel de capitalización de las mismas. Además de la adopción, el nivel de capitalización no explica la superficie destinada a la actividad en cada una de las explotaciones (Figura 3.5). Los estudios sobre la adopción de la acuicultura en las explotaciones familiares han encontrado que la misma depende del nivel de capitalización, ya que la introducción de la acuicultura implica costos iniciales relativamente elevados que limitan su introducción en las explotaciones más pobres (Bosma 2007, Kipkemboi et al. 2007, Lewis 1997, Little et al. 1996, Nhan et al. 2007, Tipraqsa et al. 2007). En Misiones, la construcción de estanques es financiada a través de programas nacionales y provinciales, reduciendo las barreras de ingreso a la actividad. En Bangladesh, Ahmed et al. (2011) han sugerido que la oferta de créditos con bajo interés podría constituirse en una política eficaz para la promoción de la acuicultura entre los más pobres. El caso de Misiones se constituye en una experiencia que demuestra que las explotaciones de menores recursos presentan potencial para adoptar la acuicultura, cuando existen mecanismos de financiamiento que permiten eliminar las barreras de ingreso a la actividad.

En la literatura, la integración de la acuicultura con otros componentes de las explotaciones ha sido comparada con el proceso de sucesión ecológica, en el cual los (agro)ecosistemas maduros presentan los mayores niveles de integración (Dalsgaard y Oficial 1997, Pullin et al. 2007). Esta trayectoria determinística se asemeja a las desarrolladas para las explotaciones misioneras por Albaladejo (1987) y Duvernoy (2000) que consideran exclusivamente a las variables intrínsecas como fuerzas motrices de la dinámica de las explotaciones. El análisis del proceso de introducción de la acuicultura en las explotaciones familiares de Misiones demuestra que el mismo no es el resultado de una trayectoria determinística, caracterizada por un creciente nivel de capitalización (o “maduración”). En primer lugar, el nivel de capitalización no explica la adopción de la actividad, y en segundo, la interacción con las escalas superiores (por ejemplo, el Estado) es fundamental para entender la adopción de la acuicultura en las explotaciones familiares.

6.2. El rol de la acuicultura en las explotaciones familiares misioneras

6.2.1. La acuicultura como proveedora de ingreso y alimento en las explotaciones familiares

Aunque en Misiones la acuicultura ha sido promovida como una alternativa de diversificación del ingreso de las explotaciones familiares, la misma no contribuye en general a la mejora significativa de los ingresos. La cantidad de pescado vendido está determinado por la cantidad de estanques en la explotación. El 72% de las explotaciones visitadas cuentan con un solo estanque de cultivo (Cuadro 3.7). Los volúmenes producidos en estas explotaciones generalmente solo alcanzan para cubrir el consumo familiar (Cuadro 3.11). Mientras que el 35% de las explotaciones no se dedica a la venta de pescado, los volúmenes destinados al mercado representan un excedente promedio de 37 kg por explotación. La prolongada extensión del ciclo de cultivo en las explotaciones familiares determina que las cosechas tengan lugar cada 18 meses (promedio). Por lo tanto, cuando se anualiza el ingreso derivado de las ventas de pescado, el ingreso en las

explotaciones con un solo estanque representa una reducida proporción del ingreso total anual. En contraste, las explotaciones que cuentan con más de un estanque en general destinan una mayor proporción de la cosecha al mercado (112). En estas explotaciones, la cantidad de pescado vendido es significativamente mayor (208 y 337 kg promedio para 2 y 3 estanques, respectivamente).

La cantidad de estanques por explotación es el principal determinante del rol de la acuicultura como actividad generadora de ingresos. En Misiones, el número de estanques no depende del nivel de capitalización de las explotaciones (Figura 3.5). En otras experiencias de promoción de la acuicultura en explotaciones familiares diversificadas, se ha registrado que en los casos en los cuales la actividad es adoptada por agricultores con diferente nivel de capitalización, los más beneficiados son aquellos con mayores recursos (Ahmed et al. 2010, Little et al. 2007b). En las explotaciones visitadas, la cantidad de estanques se encuentra directamente determinada por el programa estatal que financia la construcción de los mismos (Cuadro 3.12). Cada uno de los programas de promoción de la acuicultura en la Provincia de Misiones implica la construcción de una cantidad de estanques determinada, y por lo tanto, es el tipo de plan el que en última instancia determina el rol de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares en Misiones. La experiencia en la Provincia de Misiones se constituye en un caso que demuestra que las explotaciones familiares son capaces de producir para el mercado a partir de mecanismos estatales de apoyo a la acuicultura.

Mientras que la acuicultura contribuye significativamente al ingreso en las explotaciones con más de un estanque, la misma tiene un rol en la provisión de alimento para el consumo familiar. En promedio, las explotaciones dedicadas a la acuicultura consumen 55 kg por año. Las explotaciones de nivel de capitalización intermedio (clúster 1) registran cantidades significativamente mayores destinadas a auto-consumo, y las de mayor nivel de capitalización (clúster 2), volúmenes superiores ofrecidos como regalo. Aunque no se registra una relación entre la cantidad de miembros del grupo familiar y la cantidad de pescado consumido en la explotación ($r^2=0,01$), estas diferencias podrían explicarse por los estadios del ciclo de vida en cada uno de los grupos (Harrison 1975). En las explotaciones que destinan pescado al mercado, las piezas destinadas al auto-consumo son aquellas de menor tamaño, que generalmente se consumen de forma entera. Esto permite que el pescado no solo constituya una fuente de proteína y ácidos grasos, sino que además aporte micronutrientes que suelen ser deficientes en las regiones tropicales como Calcio, Hierro, Zinc y Vitamina A (Kawarazuka y Bené 2011).

El desarrollo de la acuicultura en las explotaciones familiares de Misiones no ha contribuido significativamente a la reducción del hambre y la pobreza en el ámbito rural. En la mayor parte de las explotaciones visitadas la acuicultura no representa una fuente de ingresos importante en relación a otras actividades agropecuarias, y entre los consumidores del pescado cosechado no se encuentran representantes de los grupos más pobres, generalmente constituidos por los trabajadores rurales (no propietarios). Aunque la baja en el precio del pescado permitiría el acceso de estos sectores, también resultaría en una reducción del ingreso de los agricultores. Este compromiso podría ser superado a

través del establecimiento de mecanismos de compra estatales que permitan la redistribución del pescado (Pimbert 2009). El desarrollo de estos mecanismos de intervención estatal se constituye en una necesidad en Misiones, que presenta los más elevados índices de desnutrición del país (Ministerio de Salud 2004, Zonta et al. 2010). A modo de ejemplo, en Brasil el Estado está obligado desde 2009 a adquirir por lo menos el 30% de los alimentos de explotaciones familiares. El alimento adquirido es distribuido por medio de programas vinculados con la alimentación escolar o de ayuda directa a familias de menores recursos, mientras que permiten asegurar un precio mínimo a los agricultores familiares (Grisa et al. 2009, Rodrigues dos Santos et al. 2012).

6.2.2. Factores que limitan la producción de acuicultura en las explotaciones familiares

Los bajos volúmenes de pescado cosechado en las explotaciones agropecuarias familiares de Misiones se deben a múltiples causas que pueden agruparse en tres componentes: (1) superficie cultivada, (2) rendimientos por unidad de superficie, y (3) duración del ciclo de cultivo. La reducida superficie cultivada aparece como la principal limitante en el aumento de la producción de pescado en las explotaciones. El incremento de la superficie cultivada podría permitir que la acuicultura se constituya en una actividad generadora de ingresos significativos. Los estanques han sido construidos sobre superficies anteriormente ocupadas por áreas de pastoreo o bosques secundarios. Las explotaciones de capitalización intermedia presentan menor disponibilidad de superficie libre respecto de las de mayor y menor nivel de capitalización relativa. En cambio, estas últimas son las que registran menores superficies de cultivos domésticos, que son aquellos que proveen en mayor medida productos utilizados como alimento suplementario. Por lo tanto, el incremento en la superficie de estanques podría estar no solo limitado por la disponibilidad de tierras, sino también por la de otros recursos como fertilizante, alimento o mano de obra. Por último, el aumento de la cantidad de estanques presentaría mayores impactos ambientales, no solo en términos de uso de la tierra, sino también respecto del efecto agregado de los efluentes en los cuerpos de agua receptores.

Los rendimientos obtenidos en las explotaciones familiares son menores a los rendimientos potenciales (teóricos y en condiciones experimentales). Las brechas existentes entre estos valores demuestran la existencia de para el incremento de la productividad de los estanques (Figura 4.14). Las diferencias entre la productividad máxima obtenida en las explotaciones y los rendimientos teóricos pueden ser atribuidas principalmente a la calidad genética de los individuos cultivados y a las condiciones ambientales durante el ciclo de cultivo. Esta brecha podría reducirse a través de la mejora de las prácticas de manejo en el centro de reproducción donde los agricultores adquieren los alevines. La calidad y disponibilidad de alevines ha sido considerada como uno de los factores determinantes del éxito en el desarrollo de la acuicultura en pequeña escala (Little et al. 2007a). En el caso de Misiones, el origen de los reproductores es desconocido, ya que no se han encontrado registros oficiales que den cuenta de la importación de los mismos. Además, la disponibilidad de alevines representa la principal

limitante para la adopción de fechas de siembra más tempranas (en septiembre-octubre), que permitan maximizar la duración del ciclo de cultivo.

La brecha entre el rendimiento máximo en las explotaciones familiares y su promedio puede ser atribuido a las diferencias en el manejo de los estanques. El análisis de las prácticas de manejo ha permitido identificar los principales factores que explican las diferencias en los rendimientos. Entre estos factores se destacan el manejo del flujo de agua y el nivel de uso de insumos. El 83% de los estanques posee una entrada independiente de agua que permite controlar la tasa de recambio. Esta característica constructiva tiene un efecto significativo sobre los rendimientos obtenidos (Figura 4.3). El uso de fertilizante y alimento suplementario registra una elevada variabilidad entre los estanques. El nivel de uso de fertilizante explica alrededor de un tercio de la varianza encontrada en los rendimientos de los grupos 1 y 2 (Figura 4.4). Las dosis de nitrógeno aplicado (57 kg N/(ha.año) promedio) son menores a las recomendadas para el policultivo de carpas en estanques sub-tropicales (entre 0,8 y 10,8 toneladas N/(ha.año)) (Knud-Hansen et al. 2003). El nivel de alimento suplementario ofrecido en los estanques presenta una relación positiva con el rendimiento, pero explica una baja proporción de la varianza (Figura 4.6). La variabilidad observada en la acuicultura respecto del uso insumos contrasta con la escasa flexibilidad registrada en otras actividades productivas como el tabaco, en las cuales los agricultores tienen un menor margen de acción (Cáceres 2002).

La promoción de prácticas de manejo que favorezcan un mayor nivel de uso de insumos, principalmente fertilizante, podría resultar en el aumento de la productividad de los estanques. Las dosis actuales de estiércol bovino representa una fracción mínima del total producido. La práctica de encierre nocturno de los animales facilitaría su recolección (Rufino et al. 2006). Asimismo, podría promoverse el uso de otras fuentes de estiércol disponible en la explotación (principalmente aviar y porcino). Estas representan las principales fuentes de fertilizante en el Sur de Brasil (Cavalett 2004, Casaca et al. 2006). Otra estrategia consiste en la utilización de fertilizantes inorgánicos (Knud-Hansen 2006), que actualmente cuenta con una escasa difusión (11% de los estanques). El alimento suplementario ofrecido en los estanques está conformado principalmente por productos obtenidos en el mismo establecimiento. La utilización de estos recursos para la acuicultura podría estar limitada debido a la existencia de competencia entre actividades. Por ejemplo, el maíz y la mandioca también constituyen fuentes de alimento fundamentales para bovinos, porcinos y aves.

Otros factores de manejo que podrían afectar la productividad de los estanques son la densidad de siembra, la proporción de especies en el policultivo y el riesgo de escape de los individuos cultivados. Aunque no ha sido posible encontrar relaciones significativas entre estos factores y los rendimientos registrados, los mismos deberían ser considerados a la hora de desarrollar recomendaciones de manejo que permitan obtener mayores rendimientos en las explotaciones familiares. La densidad de siembra promedio (0,43 ind/m²) es similar a la recomendada en el Sur de Brasil (Moreira et al. 2001), pero es menor a las utilizadas los sistemas de AAI en Asia (1-3 individuos/m²) (Michielsen et al. 2002). En los estanques con un estanque, la densidad de siembra es planificado en función

del almacenamiento al momento de la cosecha. Sin embargo, en las explotaciones con tres o más estanques sería posible la división del cultivo en pre-engorde y engorde que redunden en mayores niveles de productividad por unidad de superficie (Graeff et al. 2001). La proporción de especies en el policultivo podría afectar los rendimientos a través de los efectos negativos de la Carpa común (superpoblación, rotura de taludes y re-suspensión de partículas del sedimento). Esta especie puede ser remplazada por especies nativas con especies de hábitos alimentarios similares como el Jundiá y el Sábalo. Por último, el escape y robo de peces podría ser minimizado mediante la colocación de estacas sumergidas y filtrado del agua de salida durante la cosecha.

La duración del ciclo de cultivo afecta negativamente la productividad de los estanques en las explotaciones familiares (Figura 4.2). La necesidad de alcanzar piezas de tamaño comercializable (>1 kg) determinaría la necesidad de prolongar el ciclo de cultivo durante dos temporadas de crecimiento (Gressler et al. 2007, Wicki 2003). Sin embargo, este factor no alcanzaría para explicar la duración registrada en aquellas explotaciones que no comercializan el pescado cosechado. La mayor duración en el ciclo se registra en las explotaciones de menor nivel de capitalización. Los estanques se manejan con un “criterio doméstico” que no está necesariamente orientado a maximizar la biomasa cosechada. Una explicación alternativa es la consideración del estanque como una caja de ahorro. En este caso, la cosecha total del estanque se realiza como consecuencia de la necesidad de dinero para cubrir un gasto extraordinario del grupo familiar. En las entrevistas, algunos agricultores han llamado la atención al hecho que la cosecha en Semana Santa permite obtener ingresos que son utilizados para el pago de gastos relacionados con el comienzo del año escolar. El manejo de los estanques de cultivo como “cajas de ahorro” ha sido también observado en Bangladesh (Belton et al. 2012). Otro factor que afecta la duración del ciclo de cultivo es la falta de infraestructura requerida para almacenar el volumen de pescado cosechado en una cosecha final. En este caso, el pescado es almacenado en el estanque, y las cosechas parciales proveen el pescado que será consumido en el corto plazo.

La difusión de las prácticas de manejo propuestas permitiría aumentar los volúmenes de pescado cosechado en las explotaciones familiares. Esto podría resultar en el aumento de las cantidades destinadas al mercado, y en consecuencia, en el incremento de los ingresos de los agricultores familiares. En Misiones, la acuicultura es una actividad reciente y no existe un conocimiento local sobre el manejo de los estanques. Los programas de promoción de la actividad acuícola se han limitado a la provisión de financiamiento para la construcción de estanques. El proceso de introducción de la acuicultura no ha contado con un programa de asesoramiento técnico. Las tecnologías de manejo de la acuicultura y los insumos utilizados han sido mayormente adaptados de las prácticas de los agricultores en los Estados vecinos del Sur de Brasil. La intensificación del manejo podría presentar un compromiso con otras actividades, dado el elevado grado de dependencia de la acuicultura de recursos generados en la explotación y la competencia en el uso de los mismos.

6.2.3. La acuicultura en la construcción de resiliencia

En general, el cultivo de peces tiene un rol menor en la resiliencia de las explotaciones familiares misioneras. La introducción de la acuicultura en las explotaciones agropecuarias familiares diversificadas ha sido promovida como una estrategia para el incremento del reciclaje interno de nutrientes y la reducción de la dependencia de insumos externos (Bosma et al. 2006, Phong et al. 2010, Prein 2002). Asimismo, la acuicultura contribuiría a la resiliencia de las explotaciones a través de su efecto sobre la diversificación de las explotaciones (Bailey 2008). El análisis de los modelos de sistemas de agro-acuicultura integrada muestra que la acuicultura no tiene un efecto significativo sobre su diversidad, integración o nivel de auto-suficiencia. La presencia de los estanques tiene un efecto significativo sobre la resiliencia en el modelo de explotación de capitalización intermedia (modelo 1). Esta explotación posee dos estanques, y la venta de pescado representa el 22% de los ingresos monetarios anuales.

La acuicultura pertenece al grupo de actividades “domésticas” que se encuentran integradas al resto de la explotación. Los productos de estas actividades son mayormente consumidos dentro de la explotación y en algunas ocasiones también representan una fuente de ingreso monetario. Entre estas actividades se encuentran cultivos terrestres como el maíz, la mandioca y el pasto elefante, y la cría de bovinos, porcinos y aves. El componente doméstico (o de auto-consumo) presenta múltiples conexiones y redundancias que reducen la eficiencia del sistema, pero aumentan su resiliencia. En contraste, las principales actividades generadoras de ingresos se encuentran aisladas del resto del sistema. Esta desconexión aumenta la dependencia a insumos externos y la vulnerabilidad respecto a cambios en el mercado de insumos y productos, pero también disocia el destino de las actividades generadoras de ingreso del resultado de otras actividades en la explotación.

La contribución de la acuicultura a la resiliencia de las explotaciones también es reducida en los escenarios futuros analizados. La principal causa está determinada por su baja participación en el caudal total del sistema (TST). La acuicultura representa una mayor proporción del TST en el escenario conservacionista. Este escenario se caracteriza por el bajo nivel de capital de las explotaciones, que se encuentran en una “trampa de pobreza”. La acuicultura es la actividad que recibe la mayor cantidad de flujos desde otras actividades. Sin embargo, el bajo valor relativo de estos flujos respecto del caudal total del sistema determinan que la acuicultura no contribuya significativamente a aumentar la resiliencia del sistema a partir del incremento de la redundancia. La baja contribución de la acuicultura a los componentes de la resiliencia (ascendencia y AMI) contrasta con la importancia del ganado bovino, que aparece como un componente clave en los sistemas evaluados (Figura 5.3).

6.3. La resiliencia de los sistemas de agro-acuicultura integrada en la Provincia de Misiones

6.3.1. El efecto de las fuerzas motrices sobre las explotaciones familiares

El análisis de la resiliencia a partir de la construcción de escenarios futuros demuestra la importancia de la interacción entre las fuerzas motrices (externas) y la dinámica interna en la determinación de las trayectorias futuras de las explotaciones familiares. La combinación de los tres modelos de explotación y los cuatro escenarios futuros resulta en 12 sistemas que registran valores contrastantes de capital y resiliencia (Figura 5.2). La mayoría de los sistemas evaluados (75%) presentan un reducido nivel de capital y una resiliencia elevada. Entre estos se encuentran todas las combinaciones que incluyen al modelo de menor nivel de capitalización (modelo 3), y aquellas que ocurren en el escenario conservacionista. Estos sistemas muestran indicios de encontrarse en “trampas de pobreza” (Gunderson y Holling 2002). En los sistemas analizados, esta condición puede estar dada tanto por la estructura del sistema, como por las condiciones externas que determinan el movimiento del mismo hacia cuencas de atracción que implican menores niveles de capital.

Las explotaciones de menor nivel de capitalización, principalmente dedicadas al tabaco se encontrarían en una trampa de pobreza de la que no pueden salir en ninguno de los escenarios futuros. La producción tabacalera basada en mecanismos de contratos entre los agricultores y la agroindustria, se constituye en un mecanismo auto-reforzante del estado campesino, ya que al agricultor le cuesta mucho salir de la lógica crédito-endeudamiento-crédito (García 2011). Un factor que contribuye a la formación de la trampa de pobreza en las explotaciones campesinas es su menor superficie productiva. Coomes et al. (2011) sostienen que en las selvas tropicales la superficie insuficiente de tierra impide la obtención de ingresos que permitan generar excedentes y la capitalización de las explotaciones agropecuarias. La existencia de trampas de pobreza basadas en umbrales, como en el caso del estado campesino, determinan las estrategias vinculadas con el manejo del riesgo, ya que un disturbio externo puede generar el cambio en las dinámicas de acumulación. En esta situación, los agricultores deciden manejar actividades de bajo riesgo y bajo retorno, que reducen el riesgo de salida de la explotación, pero al mismo tiempo limitan el crecimiento potencial y los incentivos para la inversión (Barrett 2008).

El escenario conservacionista impondría condiciones externas que resultarían en el movimiento de los sistemas hacia “trampas de pobreza”. En este estado, los sistemas no pueden establecer relaciones internas de retroalimentación positiva que permitan el crecimiento del nivel de capital (Ulanowicz et al. 2009). Las regulaciones ambientales previstas en este escenario limitarían la productividad de las explotaciones a través de los cambios requeridos en el manejo de las actividades presentes y de la imposibilidad de expandir la superficie cultivada. La expansión de la superficie agropecuaria ha sido identificada como la principal causa de reducción de la Selva Paranaense en territorio misionero (Di Bitetti et al. 2003), y leyes nacionales y provinciales prevén el aumento de

las regulaciones ambientales (Ferrero 2005, Gobierno de la Provincia de Misiones 2010). Perfecto y Vandermeer (2008) sugieren que es posible promover la biodiversidad sin comprometer la productividad a través de la promoción de actividades “amigables con la biodiversidad”. En Misiones, esto requeriría del establecimiento de nuevas prácticas productivas. En este sentido, vale la pena preguntar si la expansión de la acuicultura no podría ser considerada una actividad favorable, ya que su elevada dependencia de insumos internos producidos en la explotación refuerza la diversidad existente.

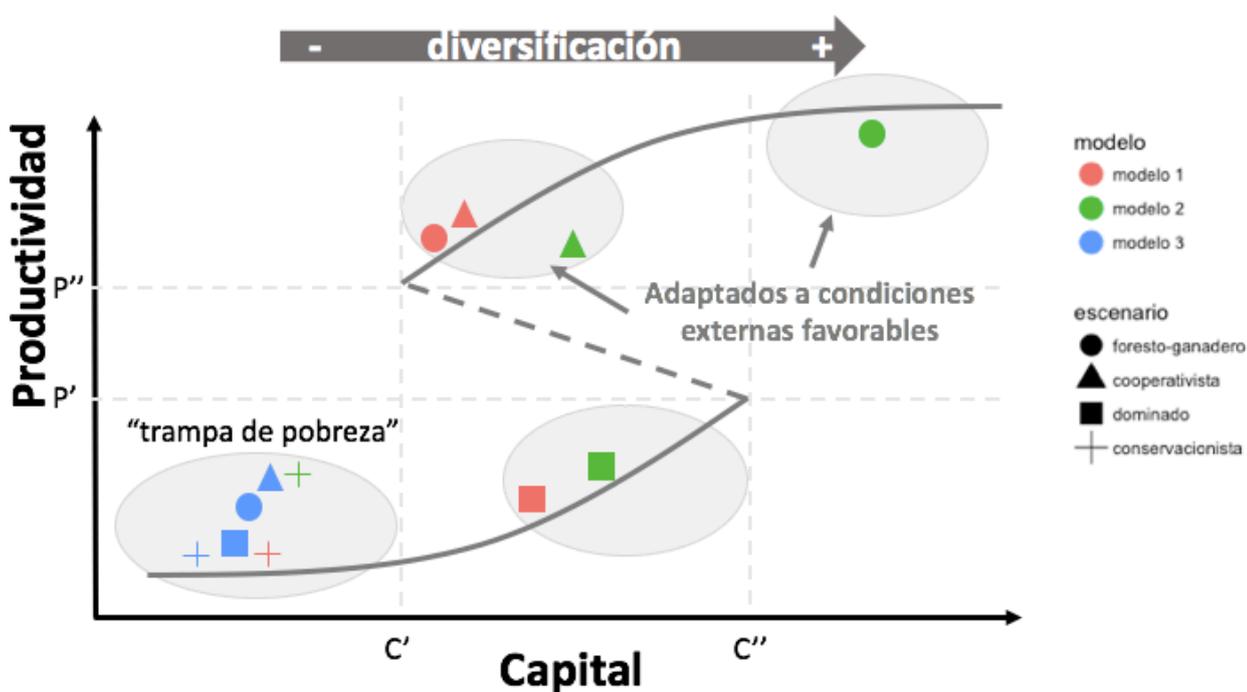
La existencia de interacciones entre los modelos de explotación y los escenarios futuros se evidencia en los diferentes niveles de resiliencia y ascendencia en las explotaciones de capitalización intermedio y elevado. La importancia relativa de las principales actividades productivas en la generación del ingreso en estas explotaciones determinan su capacidad adaptativa en los escenarios futuros. Por ejemplo, el modelo de mayor capitalización (modelo 2), cuya fuente de ingreso se basa en el cultivo de especies forestales, la cosecha de yerba mate y la cría de bovinos, registra elevados niveles de capital y resiliencia en el escenario foresto-ganadero. En contraste, este modelo de explotación registra niveles bajos de capital y elevados de resiliencia en el escenario dominado por la agroindustria, sugiriendo una etapa de reorganización (fase α). El modelo de capitalización intermedia (modelo 1), dedicado principalmente a cultivos perennes presenta elevados valores de capital y una reducida resiliencia en los escenarios foresto-ganadero y cooperativista, evidenciando que ambos se encontrarían cercanos a la fase K del ciclo adaptativo.

Los indicadores de ascendencia, productividad y resiliencia permiten ubicar a los sistemas analizados en un diagrama que representa la existencia de dos alternativos estables (Figura 6.1). El propósito de esta representación conceptual es entender el efecto de los escenarios en los modelos y la medida en que los mismos representan el cruce de umbrales que delimitan cuencas de atracción dominadas por fuerzas de retroalimentación diferentes. Los estados alternativos estables se caracterizan por situaciones contrastantes de capital y productividad. El nivel de capital es la variable de cambio lento, cuyos umbrales determinan los límites robustos de las cuencas de atracción. El primer umbral de capital (C') establece el capital mínimo necesario para salir de la situación de mayor empobrecimiento y menor productividad. En contraste, la superación del segundo umbral de capital (C'') determina que los sistemas se encuentran exclusivamente en el estado alternativo favorable, caracterizado por elevados niveles de producción. La productividad es la variable rápida y la misma experimenta una dinámica no lineal ante el cambio en las cuencas de atracción. Por lo tanto, la misma sirve como un indicador del cambio de estado alternativo de los sistemas bajo estudio. Los escenarios futuros afectan la ubicación de los sistemas a través de su efecto en la dinámica interna de los mismos y a partir de su efecto sobre la posición de los umbrales.

Los sistemas que presentan los menores niveles de productividad y capital son aquellos representados por el modelo de menor nivel de capitalización (modelo 3), que depende principalmente del cultivo de tabaco como fuente de ingresos y todos los modelos en el escenario conservacionista. Este grupo de sistemas presenta una elevada resiliencia y se encuentra en el cuadrante inferior. Estas explotaciones se encuentran en una “trampa de

pobreza”, que en el primer caso está dado por características internas del sistema, y en el segundo por la existencia de condiciones externas que limitan su productividad. El escenario conservacionista puede ser considerado como el corrimiento de los umbrales teóricos de productividad (P') y de capital (C') “hacia arriba” (y “a la derecha”). El movimiento de los umbrales determina que sistemas que antes se encontraban fuera de la trampa de pobreza caigan en ella. El escenario conservacionista reduce las posibilidades de producción como consecuencia del endurecimiento de las regulaciones ambientales y, en paralelo, aumenta el capital necesario para salir de la “trampa de pobreza” debido a la necesidad de inversiones para la reconversión de las actividades presentes en las explotaciones.

Figura 6.1. Representación teórica de los sistemas (combinación modelo x escenario) en un plano bidimensional definido por el nivel de capital y productividad. Las líneas llenas indican los estados alternativos estables y las líneas punteadas, la ubicación de los umbrales que los definen.



Un segundo grupo de sistemas se encuentra fuera de la “trampa de pobreza” como consecuencia de la superación del umbral primer umbral de capital (C'). Sin embargo, la productividad de estas explotaciones se mantiene en niveles relativamente bajos. Esta es la variable que determina su ubicación en el estado alternativo inferior. La productividad de estos sistemas no puede ser explicada exclusivamente por las dinámica interna del modelo ni por los escenarios, sino que es el resultado de su interacción. La misma se encuentra restringida en los modelos de nivel de capitalización relativo intermedio y elevado (modelos 1 y 2) por el escenario dominado por agroindustria. El primero presenta un menor nivel de resiliencia (medida como la relación costo de operación), lo que estaría indicando un mayor riesgo de cruce del umbral de capital C' hacia una situación de mayor empobrecimiento. Estos sistemas podrían encontrarse en una “trampa de rigidez”,

caracterizada por una baja diversidad de nodos y una elevada concentración del caudal total del sistema (TST) en unos pocos flujos (Gunderson y Holling 2002, Nielsen y Ulanowicz 2011).

El tercer grupo de explotaciones se encuentra superando los umbrales C' y P'' , pero aún por debajo del segundo umbral de capital C'' . Estas explotaciones se ubican en el estado alternativo favorable caracterizado por mayores niveles de productividad dados por las condiciones determinadas por los escenarios cooperativista y foresto-ganadero. En contraste con la explotación de menor nivel de capital (modelo 3), estas explotaciones presentan una estructura interna que permite aprovechar las nuevas condiciones externas. El escenario cooperativista resulta en incremento del uso de insumos externos y el aumento de la productividad de las actividades presentes en la explotación, en particular de los cultivos industriales y una situación similar ocurre en el escenario foresto-ganadero. En estos casos, el efecto de los escenarios puede ser interpretado como el corrimiento de los umbrales de productividad (P' y P'') “hacia abajo”, permitiendo el cambio del estado alternativo estable. En este grupo, los sistemas representando al modelo de capitalización intermedia (modelo 2) registran bajos niveles de resiliencia, indicando una mayor vulnerabilidad ante la ocurrencia de disturbios externos que determinen el cruce de los umbrales y la caída hacia la cuenca de atracción menos favorable.

Por último, la explotación de mayor nivel de capitalización en el escenario foresto-ganadero también se ubica en el estado alternativo favorable. En este caso, el cruce del umbral C'' y su elevada resiliencia determina una elevada probabilidad de mantenimiento en este estado. El escenario foresto-ganadero puede ser interpretado como el corrimiento del umbral C'' “hacia la izquierda”. Sin embargo, solamente el modelo de mayor nivel de capitalización relativo se encuentra en condiciones de cruzarlo. Este sistema se caracteriza por elevados niveles de productividad determinados por condiciones externas especialmente favorables dada la estructura interna del sistema. El aumento en el nivel de insumos y de la eficiencia de plantaciones forestales y áreas de pastoreo en este escenario resultan en el aumento de la productividad de la explotación. Sin embargo, a diferencia del sistema de nivel de capitalización intermedio en el escenario cooperativista, este sistema presenta un menor nivel de dependencia de insumos externos y una mayor diversificación que resulta en el incremento de la redundancia entre las actividades productivas.

6.3.2. El manejo de la resiliencia

Las estrategias de manejo de la resiliencia deben orientarse hacia el movimiento y mantenimiento de los sistemas en las configuraciones consideradas deseables (Gunderson y Holling 2002). Esto determina que en aquellos sistemas ubicados en estados alternativos no deseables, el manejo de la resiliencia se enfoque en la transformación de su estructura y dinámica. Sin embargo, debe considerarse, que aunque los sistemas analizados presentan diferentes niveles de resiliencia, estos también se encuentran afectados por la etapa del ciclo adaptativo en el que se encuentran. La resiliencia de los sistemas socio-

ecológicos se expande y contrae durante su recorrido por el ciclo adaptativo. Por lo tanto, existen estrategias generales de manejo de la resiliencia que pueden ser aplicadas a todos los sistemas analizados.

El mantenimiento y la generación de diversidad y redundancia tienen un rol fundamental en la construcción de resiliencia. En las explotaciones agropecuarias misioneras, la introducción de actividades y el mantenimiento de las mismas ha resultado en una elevada supervivencia relativa de las mismas (Bartolomé y Schiavoni 2008, Obschatko et al. 2007). La diversificación es un proceso clave en la dinámica de las explotaciones, que ocurre generalmente durante la fase de reorganización (α), luego de una crisis (Ω), y que facilita un nuevo ciclo de crecimiento (r) y acumulación (Figura 2.9). La introducción de actividades generalmente resulta en el aumento de la diversidad, ya que las nuevas actividades no reemplazan otras preexistentes. El mantenimiento de la diversidad de actividades en las explotaciones contribuye al aumento de la diversidad funcional, ya que las mismas presentan diferentes respuestas frente a cambios en las fuerzas motrices externas como el mercado, las regulaciones y las condiciones ambientales. La diversidad de respuesta es una propiedad crítica para la construcción de resiliencia y para el mantenimiento de los sistemas en estadios deseables (Elmqvist et al. 2003, Peterson et al. 1998). La importancia del mantenimiento de la diversidad y la redundancia en las explotaciones familiares se evidencia en la variabilidad en las respuestas de las actividades a los escenarios futuros y en la relación entre la diversidad y la resiliencia de los sistemas analizados (Cuadros 5.3 y 5.4). La diversidad en la función y respuesta de los componentes del sistema y de sus relaciones frente a disturbios externos es particularmente importante en las explotaciones ubicadas en “trampas de rigidez” (Fath et al. 2015).

El manejo de la resiliencia también debe considerar el nivel de conectividad y dependencia entre los componentes del sistema. En principio, la conectividad entre actividades en las explotaciones refuerza el mantenimiento de la diversidad. En particular, la acuicultura depende de la generación de productos y subproductos en otras actividades dentro de la explotación (Figuras 4.4 y 4.6). Sin embargo, la conectividad entre los componentes del sistema también puede conducir a una elevada dependencia que por un lado limita las posibilidades de expansión de las actividades dependientes, y por otro, puede aumentar el impacto de un disturbio externo en sistemas sobreconectados. El aumento de la producción de pescado en las explotaciones se encuentra limitado por el nivel de insumos utilizados (Figura 4.13). La disponibilidad de los mismos en las explotaciones familiares está determinada no sólo por su producción, sino también por su distribución entre diferentes actividades consumidoras. La competencia entre actividades dentro de la explotación por diferentes recursos, como en el caso de la ganadería y la acuicultura, deben ser consideradas en los programas de promoción y extensión.

En el caso de los sistemas que se encuentran ubicados en trampas de pobreza, las estrategias de manejo de la resiliencia deben estar orientadas hacia el escape de la misma. En esta condición, las explotaciones no pueden ingresar a la próxima fase de crecimiento y acumulación del ciclo ($r \rightarrow K$) debido a la falta de recursos necesarios para iniciar

las relaciones de retroalimentación positiva (Fath et al. 2015). Las explotaciones de menor nivel de capitalización dedicadas típicamente al cultivo de tabaco se encuentran en esta situación. Estas explotaciones no solo no cuentan con el capital ni con la mano de obra necesaria para diversificar sus fuentes de ingreso, sino que además se encuentran atrapadas en ciclos de endeudamiento y producción característicos del cultivo de tabaco (Cáceres 2003, Diez 2013, García 2010). El escape de la trampa de pobreza depende del cambio en una variable o proceso particular que refuerce cambios subsecuentes y resulte en la auto-catálisis (Ulanowicz et al. 2009). Estos cambios pueden ser el producto de la modificación en el comportamiento de las fuerzas motrices externas, como se registra en el impacto de los escenarios futuros en el modelo de explotación de menor nivel de capitalización, o de cambios en la dinámica interna del sistema. Este último requiere que los actores posean el conocimiento necesario para llevar a cabo estos cambios a partir de memorias pasadas o nuevo entrenamiento (Fath et al. 2015).

El Estado tiene un rol fundamental en la resiliencia de las explotaciones familiares de la Provincia de Misiones. El mismo ha facilitado la introducción de actividades y generado mecanismos de regulación que han permitido reducir el impacto de crisis de precios y superproducción, pero también en algunas circunstancias ha favorecido al sector agroindustrial en detrimento de los agricultores familiares (Cuadro 2.1). En el análisis de los escenarios futuros se evidencia el impacto positivo o negativo que las regulaciones estatales y los subsidios pueden tener sobre las trayectorias de las explotaciones. Estos pueden tener un impacto mayor en los sistemas ubicados en las trampas de pobreza, donde los subsidios desde las escalas mayores tienen el potencial de generar relaciones de retroalimentación positiva que permiten la acumulación de capital en las explotaciones. En el caso particular de la acuicultura, el Estado ha facilitado la introducción de la actividad mediante la entrega de créditos para la construcción de estanques. A pesar de que la misma ha sido promovida como una actividad de diversificación del ingreso, su introducción no ha resultado en el aumento significativo de los mismos (Figura 4.13).

La introducción de la acuicultura en las explotaciones familiares se ha limitado al otorgamiento de créditos. La baja productividad de los estanques es el resultado de prácticas de manejo subóptimas y de un bajo nivel de uso de insumos. El apoyo técnico y las oportunidades de entrenamiento desde el Estado Nacional y Provincial han sido escasos y limitados al manejo de los estanques (p.ej. Pacic 2010). Lamentablemente, estas aproximaciones consideran a la acuicultura como un componente aislado del resto de la explotación. Los estanques se encuentran altamente conectados al resto de la explotación no sólo a partir de su dependencia de insumos, sino también mediante la competencia ejercida por otras actividades. El desarrollo de la acuicultura en las explotaciones familiares misioneras debe contar con un programa de apoyo técnico de la actividad que considere sus características particulares incluyendo el uso de mano de obra familiar, la integración en el contexto de la explotación y el componente de auto-consumo de una proporción del pescado cosechado.

6.4. El futuro de los sistemas de agro-acuicultura integrada

El análisis de la resiliencia de los sistemas de AAI en la Provincia de Misiones contradice los pronósticos acerca de su desaparición (Hambrey 2008, Little y Edwards 1997, 2003; Hishamunda y Ridler 2002, 2006). Estos estudios se basan en trayectorias determinísticas que no son exclusivas de la acuicultura, sino que han sido aplicadas al sector de la agricultura familiar en general (Abramovay 2007, Pingali 1993, Pingali y Rosengrat 1995). Estas teorías sirvieron a su vez de base para la formulación de políticas neoliberales en las cuales los sistemas familiares de producción agropecuaria han sido considerados como un problema social, con poca relevancia para la producción de alimentos (Borrás Jr. 2009). Mientras que la importancia de la agricultura familiar ha sido redescubierta en la última década (McMichael 2011, Wiggins et al. 2010), esta visión persiste en el sector de la acuicultura, inclusive cuando se reconoce que los sistemas familiares aportan una porción significativa de la producción global de pescado, y que presentan un potencial para el aumento de la misma en el futuro (Diana 2012, Muir 2013). La persistencia de los sistemas de AAI, registrada en el análisis de los escenarios, establece la necesidad de reconsiderar su importancia como proveedores de alimento, y de desarrollar tecnologías de manejo apropiadas para estos sistemas.

Los resultados también sugieren que los múltiples beneficios asignados a los sistemas de AAI no pueden ser maximizados simultáneamente. La promoción de la acuicultura en las explotaciones familiares ha estado basada en su contribución potencial a la eficiencia, construcción de resiliencia, reducción del riesgo y aumento del ingreso y de la producción de alimento para auto-consumo, entre otros (Bailey 2008, Limbu et al. 2016, Prein 2002). El análisis de los indicadores demuestra una relación negativa entre el nivel de reciclaje y la eficiencia de uso de los recursos y la productividad (Figura 5.4).

El análisis de los sistemas de AAI en Misiones sugiere la existencia de estados alternativos estables y trayectorias divergentes. Los estados alternativos estables sugeridos en el modelo conceptual de la dinámica de la escala predial indican la presencia de relaciones no lineales. La incertidumbre respecto de las variables que definen la posición de las explotaciones en los estados alternativos, de los umbrales que los delimitan y de las formas de las curvas rechazan la idea de una trayectoria determinística para los sistemas de AAI. Asimismo, el cambio de régimen es difícil de predecir debido a que la variable rápida del sistema prácticamente presenta modificaciones hasta antes de cruzar el umbral (Scheffer et al. 2009).

La permanencia de las explotaciones familiares no necesariamente representa una contribución directa a la reducción de la pobreza y el fortalecimiento de la soberanía alimentaria. Tanto la persistencia de las explotaciones agropecuarias familiares misioneras luego de la crisis de precios durante la década de 1990 (Obschatko et al. 2007), como el aumento en la cantidad de explotaciones agropecuarias familiares a nivel mundial (Hazell et al. 2010) no han resultado en menores índices de pobreza y desnutrición (FAO 2011, Ministerio de Salud 2004). La supervivencia de la agricultura familiar es el resultado de la acción de fuerzas opuestas que afectan su reproducción (Ellis

1993). En el caso de Misiones, las agroindustrias y el Estado tienen un rol fundamental sobre las posibilidades de supervivencia de la agricultura familiar. El sector agroindustrial depende del mantenimiento de las explotaciones familiares para el abastecimiento de productos primarios como yerba mate, té y tabaco (García 2010, Rau 2009), y debido a su elevado poder de negociación tiene la capacidad de fijar los precios, las condiciones de pago y los métodos de producción. Por lo tanto, el mantenimiento de las explotaciones familiares representa para el sector agroindustrial la posibilidad de continuar apropiándose de una parte significativa de la renta producida por el trabajo mediado por relaciones no capitalistas de producción (Chayanov 1925, Paulino 2006, Soares Pontes 2005). En este sentido, la discusión sobre el futuro de la agricultura familiar se enmarca en un debate más amplio sobre la persistencia de las formas familiares de trabajo y producción en una sociedad dominada por las relaciones sociales de carácter capitalista (Schneider 2010). En el caso del Estado, la permanencia de los agricultores se constituye en una oportunidad para distribuir los beneficios de otras actividades entre los más pobres, especialmente en un país con una distribución bimodal de la tierra como Argentina (Hazell et al. 2010).

Los sistemas de agro-acuicultura integrada tienen el potencial para contribuir a fortalecer la soberanía alimentaria en áreas rurales. La producción de pescado a bajo costo, como consecuencia del aprovechamiento de subproductos de la explotación, podría beneficiar tanto a los agricultores familiares como a otros grupos sociales de menores recursos que podrían acceder a proteína animal de elevado valor nutritivo. El aumento de los ingresos reviste particular importancia en las explotaciones de menor nivel de capitalización. En Misiones, estas explotaciones son altamente dependientes de los ingresos generados por el cultivo de tabaco, y por lo tanto, vulnerables a los cambios que pudieran ocurrir en esta actividad (Baranger 2007). La diversidad de respuesta que presenta la acuicultura es crítica para la resiliencia del sistema (Di Falco 2012, Elmqvist et al. 2003). Sin embargo, la acuicultura podría contribuir a perpetuar las relaciones de producción existentes, que permiten la apropiación del trabajo familiar por parte de la agroindustria. Por lo tanto, la difusión de sistemas de AAI debe estar acompañada por cambios en las condiciones de producción y comercialización que caracterizan a los sistemas familiares de producción. Estas modificaciones exceden a la escala de la explotación, y por lo tanto implican la transformación de las relaciones entre los agricultores familiares, el Estado, y el sector agroindustrial (Bowman y Zilberman 2013).

Referencias

- Abramovay, R. 2007. Paradigmas do capitalismo agrário em questão. Edusp, San Pablo.
- Acosta-Nassar M.V., J.M. Morell y J.E. Corredor. 1994. The nitrogen budget of a tropical semi-intensive freshwater fish culture pond. *Journal of the World Aquaculture Society* 25: 261-270.
- Adger, W.N., T.P. Hughes, C. Folke, S.R. Carpenter y J. Rockström. 2005. Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science* 309 (5737): 1036-1039.
- Ahmed, M. y M.H. Lorica. 2002. Improving developing country food security through aquaculture development—lessons from Asia. *Food Policy* 27 (2): 125-141.
- Ahmed, N., E.H. Ellison y J.F. Muir. 2010. Rice fields to prawn farms: a blue revolution in southwest Bangladesh? *Aquaculture International* 18: 555-574.
- Ahmed, N., K.K. Zander y S.T. Garnett. 2011. Socioeconomic aspects of rice-fish farming in Bangladesh: opportunities, challenges and production efficiency. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 55: 199–219.
- Akram-Lodhi, A.H. y C. Kay. 2010. Surveying the agrarian question (part 1): unearthing foundations, exploring diversity, *Journal of Peasant Studies* 37 (1): 177-202.
- Albaladejo, C. 1987. Aménagement de l'espace rural et activités d'élevage dans des Régions de petites exploitations agricoles. L'exemple des Cévennes-Sud en France et de la province de Misiones en Argentine. Tesis de doctorado, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Toulouse.
- Albaladejo, C. y Lardon, S. 1990. La dynamique spatiale d'une zone pionnière agricole en Argentine. *Mappe Monde* 90 (4): 37-41.
- Altieri, M.A. 2009. Agroecology, small farms, and food sovereignty. *Monthly Review* 61 (3): 102-113.
- Altieri, M.A. y V.M. Toledo. 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering Peasant. *Journal of Peasant Studies* 38 (3): 587-612.
- Alvarez, S., M.C. Rufino, J. Vayssières, P. Salgado, P. Tiftonell, E. Tillard y F. Bocquier. 2013. Whole-farm nitrogen cycling and intensification of crop-livestock systems in the highlands of Madagascar: an application of network analysis. *Agricultural Systems* 126: 25-37.
- Araujo, S. 2010. The promise and challenges of food sovereignty policies in Latin America. *Yale Human Rights & Development Law Journal* 13 (2): 99-114.
- Ares, J. 2004. Estimating pesticide environmental risk scores with land use data and fugacity equilibrium models in Misiones, Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 103 (1): 45–58.

Arrechea, E.C. 1975. Consideraciones sobre la demanda de yerba mate en la República Argentina: período 1951-1970. Universidad Nacional de Misiones, Posadas.

Badgley, C., J. Moghtader, E. Quintero, E. Zakem, M.J. Chappell, K. Aviles-Vazquez, A. Samulon e I. Perfecto. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22 (2): 86-108.

Bailey, C. 2008. Human dimensions of an ecosystem approach to aquaculture. En: D. Soto, J. Aguilar-Manjarrez y N. Hishamunda (Eds.) *Building an ecosystem approach to aquaculture*. FAO, Roma, pp. 37-46.

Baranger, D. 1978. Análisis de algunos aspectos de la estructura agraria de Misiones. Centro de Investigación Social (CIS), Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Misiones, Posadas.

Baranger, D. 2007. Tabaco y agrotóxicos. Un estudio sobre productores de Misiones. Editorial Universitaria UNaM, Posadas.

Barrett, C.B. 1996. On price risk and the inverse farm size-productivity relationship. *Journal of Development Economics* 51 (2): 193-215.

Barrett, C.B. 2008. Poverty traps and resource dynamics in smallholder agrarian systems. En: R.B. Dellink y A. Ruijs (Eds.). *Economics of Poverty, Environment and Natural Resource Use*. Springer, Dordrecht, pp. 17-40.

Barsky, O. y J. Gelman. 2001. *Historia del agro argentino: Desde la conquista hasta fines del siglo XX*. Grijalbo Mondadori, Buenos Aires.

Bartolomé, L.J. 1974. Apóstoles: origen, evolución y crisis de la colonización agrícola europea en el SE de Misiones. Publicación del CIS, Facultad de Ciencias Sociales, UNaM, Posadas.

Bartolomé, L.J. 1975. Colonos plantadores y agroindustrias: La explotación agrícola familiar en el sudeste de Misiones. *Desarrollo Económico* 58 (15): 239-264.

Bartolomé, L.J. 1982. Base social e ideología en las movilizaciones agraristas en Misiones entre 1971 y 1975— Emergencia de un populismo agrario. *Desarrollo Económico* 22 (85): 25-56.

Bartolomé, L.J. 2000. Los colonos de Apóstoles- Estrategias adaptativas y etnicidad en una colonia eslava en Misiones. Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Misiones, Posadas.

Bartolomé, L.J. y G. Schiavoni (Eds.) 2008. *Desarrollo y estudios rurales en Misiones*. Editorial Ciccus, Buenos Aires.

Basualdo, E. y P. Castillo. 1995. *Estudios provinciales: provincia de Misiones, características productivas*. Instituto de Estudios sobre Estado y Participación (IDEP), Asociación de Trabajadores del Estado (ATE), Buenos Aires.

- Belik, W. 1997. Changing patterns of state intervention in the Brazilian agro-industrial complex. *Sociologia Ruralis* 37 (3): 405-424.
- Bellon, M.R. 2001. Participatory research methods for technology evaluation: a manual for scientist working with farmers. CIMMYT, México DF.
- Belton, B. y D.C. Little. 2008. The development of aquaculture in Central Thailand: domestic demand versus export-led production. *Journal of Agrarian Change* 8 (1): 123–143.
- Belton, B. y D.C. Little. 2011. Immanent and interventionist island Asian aquaculture development and its outcomes. *Development Policy Review* 29 (4): 459-484.
- Belton, B., M. Karim, S. Thilsted, K. Murshed-E-Jahan, W. Collis y M. Phillips. 2011. Review of aquaculture and fish consumption in Bangladesh. *Studies and Reviews* 53, The WorldFish Center, Penang.
- Belton, B. M.H. Haque y D.C. Little. 2012. Does size matter? Reassessing the relationship between aquaculture and poverty in Bangladesh. *Journal of Development Studies* 48 (7): 904-922.
- Béné, C., E. Steel, L.B. Kambala y A. Gordon. 2009. Fish as the ‘bank in the water’: evidence from chronic-poor communities in Congo. *Food Policy* 34 (1): 108–118.
- Bennett, E.M., S.R. Carpenter, G.D. Peterson, G.S. Cumming, M. Zurek and P. Pingali. 2003. Why global scenarios need ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1 (6): 322–329.
- Bennett, E.M., G.S. Cumming y G.D. Peterson. 2005. A systems model approach to determining resilience surrogates for case studies. *Ecosystems* 8: 1-14.
- Berkes, F., J. Colding, y C. Folke. 2003. *Navigating social–ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bernal-Meza, R. y S.F. Christensen. 2012. Latin America’s political and economic responses to the process of globalization. En: M. Nilsson y J. Gustafsson (Eds.) *Latin American responses to globalization in the 21st century*, Palgrave MacMillan, Nueva York, pp. 16-35.
- Bernoux, M., C.C. Cerri, C.E.P. Cerri, M.S. Neto, A. Metay, A.S Perrin, E. Scopel, R. Tantely, D. Blavet, M.C. Piccolo, M. Pavei y E. Milne. 2009. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 26 (1): 1-8.
- Bolsi, A. 1986. Misiones (una aproximación geográfica al problema de la yerba mate y sus efectos en la ocupación del espacio y el poblamiento). *Folia Histórica del Nordeste* 7: 9-253.
- Borrás Jr., S.M. 2009. Agrarian change and peasant studies: changes, continuities and challenges - an introduction. *Journal of Peasant Studies* 36 (1): 5-31.

Bosma, R.H., L.T. Phong, U. Kaymak, J. Van Den Berg, H.M.J. Udo, M.E.F. Van Mensvoort y L.Q. Tri. 2006. Assessing and modelling farmers' decision making on integrating aquaculture into agriculture in the Mekong Delta. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 53 (3-4): 281-300.

Bosma, R.H. 2007. Using fuzzy logic models to reveal farmers' motives to integrate livestock, fish, and crops. Tesis de doctorado, Wageningen University, Wageningen.

Bostock, J., B. McAndrew, R. Richards, K. Jauncey, T. Telfer, K. Lorenzen, D. Little, L. Ross, N. Handisyde, I. Gatward y R. Corner. 2010. Aquaculture: global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 2897-2912.

Bowman, M.S. y D. Zilberman. 2013. Economic factors affecting diversified farming systems. *Ecology and Society* 18(1): 33. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05574-180133>

Boyd, C.E. y C.S. Tucker. 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publisher, Norwell.

Boyd, C.E. 2012. Water Quality and Pond Fertilization. En: C.C. Mischke (Ed.) *Aquaculture pond fertilization: impacts of nutrient input on production*. Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 47-63.

Braticevic, S.I. y E. Vitale. 2010. Redefiniciones espaciales recientes en El Soberbio, Misiones. Avá 17. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185116942010000200004&script=sci_arttext

Brummett, R.E. y R. Noble (Eds) 1995. *Aquaculture for African smallholders*. ICLARM-The World Fish Center, Penang.

Brummett, R.E., J. Lazard y J. Moehl. 2008. African aquaculture: realizing the potential. *Food Policy* 33 (5): 371-385.

Brummett, R.E. y D.M. Jamu. 2011. From researcher to farmer: partnerships in integrated aquaculture—agriculture systems in Malawi and Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9 (1): 282-289.

Bunge, A.E. 1934. La cercana tragedia de la yerba. *Revista de economía argentina* 32 (188): 61-62.

Cáceres, D.M. 2002. Intervención tecnológica en sistemas de pequeños productores agropecuarios. Un análisis de modelos tecnológicos contrapuestos. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

Cáceres, D.M. 2003. Los Sistemas Productivos de Pequeños Productores Tabacaleros y Orgánicos de la Provincia de Misiones. *Estudios Regionales* 23: 13-29.

Cáceres, D.M. 2006. Dos estrategias de articulación entre técnicos y pequeños productores. Diferentes enfoques metodológicos y tecnológicos. *Cuadernos de Desarrollo Rural* 57: 59-99.

- Cafferata, A., C. De Santos y G. Tesoriero. 1974. Formación y desarrollo de las estructuras agrarias regionales: Misiones y Formosa. CFI, Buenos Aires.
- Carballo González, C. 1991. Los pequeños productores y el desarrollo rural en la Argentina. *Realidad Económica* 110: 147-162.
- Carberry, P.S., W. Liang, S. Twomlow, D.P. Holzworth, J.P. Dimes, T. McClelland, N.I. Hurt, F. Chen, Z. Hochman y B.A. Keating. 2013. Scope for improved eco-efficiency varies among diverse cropping systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (21): 8381–8386.
- Carpenter, S.R., W. Brock, y P. Hanson. 1999. Ecological and social dynamics in simple models of ecosystem management. *Conservation Ecology* 3 (2): 4.
- Carpenter, S.R., B. Walker, J.M. Anderies y N. Abel. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems* 4: 765-781.
- Carpenter, S.R., F. Westley y M.G. Turner. 2005. Surrogates for resilience of social–ecological systems. *Ecosystems* 8: 941–944.
- Carranza, C.A. y M. Ledesma. 2009. Bases para el manejo de sistemas silvopastoriles. Presentado en el XIII Congreso Forestal Mundial, 18-23 Octubre 2009, FAO, Buenos Aires.
- Casaca, J.M., M.G. Boll, G. Testolin y M. Roczanski. 2006. Piscicultura sustentável integrada com suínos. *Boletim Técnico EPAGRI* 131, Florianópolis.
- Casaca, J.M. 2008. Policultivos de peixes integrados à produção vegetal: avaliação econômica e sócio ambiental (Peixe-verde). Tesis de doctorado, Universidad Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Casaca, J.M. y O. Tomazelli Junior. 2009. Peixe verde: uma alternativa para a agricultura familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia* 4 (2): 609-612.
- Cassman, K.G. y S. Wood. 2005. Cultivated systems. En: R. Hassan, R. Scholes and N. Ash (Eds.) *Ecosystems and human well-being: current state and trends. Millennium Ecosystem Assessment Series Vol. 1*, Island Press, Washington DC, pp. 745–794.
- Cavalett, O. 2004. Análise emergética da piscicultura integrada a criação de suínos e de pesque-pagues. *Disertación de Maestría*, Universidad Estadual de Campinas, Campinas.
- Chambers, R. 1983. *Rural Development: Putting the Last First*. Longman, Nueva York.
- Chappell, M.J., y L.A. LaValle. 2011. Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis. *Agriculture and Human Values* 28 (1): 2-26.
- Chayanov, A.V. 1925. *Organizatsiya krest'yanskogo khozyaistva*, Moscú [Traducido y publicado en 1974: *La organización de la unidad económica campesina*. Editorial Nueva Visión, Buenos Aires.]

Coomes, O. T., Y. Takasaki y J.M. Rhemtulla. 2011. Land-use poverty traps identified in shifting cultivation systems shape long-term tropical forest cover. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 108:13925-13930.

Costanza, R. y M. Mageau. 1999. What is a healthy ecosystem? *Aquatic Ecology* 33: 105–115.

Da Silva, J.G., J. Ortega y S. Faiguenbaum. 2008a. Estrategias de desarrollo, políticas públicas y seguridad alimentaria en America Latina y el Caribe. Documento de Trabajo N°18. Rimisp, Santiago.

Da Silva, L.B., L.J.G. Barcellos, R.M. Quevedo, S.M.G. De Souza, A.D.M. Kessler, L.C. Kreutz, F. Ritter, J.A. Finco y A.C. Bedin. 2008b. Introduction of jundia *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) and Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) increases the productivity of carp polyculture in southern Brazil. *Aquaculture Research* 39: 542–551.

Dalsgaard, J.P.T. y R.T. Oficial. 1997. A quantitative approach for assessing the productive performance and ecological contributions of smallholder farms. *Agricultural Systems* 55 (4): 503-533.

Daumas, E. 1930. El problema de la yerba mate. Compañía Impresora Argentina, Buenos Aires.

De Bernardi, L.A. y S.D. Prat Kricun. 2001. Diagnóstico preliminar de la región yerbatera. SAGPyA, Buenos Aires.

De Schuter, O. 2010. Agroecology and the right to food. Consejo de Derechos Humanos, ONU, Nueva York.

De Silva, S.S. 2008. Market chains of non-high value cultured aquatic commodities: case studies from Asia. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular* 1032. FAO, Roma.

Deadman, P., D. Robinson, E. Moran y E. Brondizio. 2004. Colonist household decision making and land-use change in the Amazon Rainforest: an agent-based simulation. *Environment and Planning B: Planning and Design* 31: 693-709.

Delgado, C.L., N. Wada, M.W. Rosegrant, S. Meijer y M. Ahmed. 2003. Fish to 2020: supply and demand in changing global markets. IFPRI/World Fish Center, Washington DC.

Demaine, H. 2009. Rural aquaculture: reflections ten years on. En: M.G. Bondad-Reantaso and M. Prein (Eds.) *Measuring the contribution of small-scale aquaculture: an assessment*. FAO, Rome, pp. 45-58.

Dey, M.M., M.F. Alam y M.L. Bose. 2010a. Demand for aquaculture development: perspectives from Bangladesh for improved planning. *Reviews in Aquaculture* 2: 16–32.

Dey, M.M., F.J. Paraguas, P. Kambewa y D.E. Pemsil. 2010b. The impact of integrated aquaculture–agriculture on small-scale farms in Southern Malawi. *Agricultural Economics* 41: 67–79.

Di Bitetti, M. S., G. Placci y L. A. Dietz. 2003. Una visión de biodiversidad para la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: Diseño de un paisaje para la conservación de la biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. World Wildlife Fund, Washington DC.

Di Falco, S. 2012. On the value of agricultural biodiversity. *Annual Review of Resource Economics* 4: 207-223.

Diana, J.S. 2009. Aquaculture production and biodiversity conservation. *BioScience* 59 (1): 27-38.

Diana, J.S. 2012. Is lower intensity aquaculture a valuable means of producing food? An evaluation of its effects on near-shore and inland waters. *Reviews in Aquaculture* 4: 234-245.

Díaz, A.M.L., M. Guarrochena de Arjol y D.E. Díaz. 2009. Dinámica de las exportaciones forestales en la Provincia de Misiones. *Visión del futuro* 12 (2): 1-6.

Diez, M.C. 2010. Análisis de la “tutela” estatal en la producción de tabaco Burley (Misiones, Argentina), significados y disputas. *Cadernos de campo* 19: 151-164.

Diez, M.C. 2013. Pequeños productores y agroindustria. Un estudio sobre los tabacaleros de Misiones. Posadas. Editorial Universitaria, Posadas, 201 p.

Domínguez, C. 1994. Nouvelles articulations entre petite agriculture et agro-industrie: Le secteur tabacole à Misiones (Argentine). *Économie rurale* 223: 39-45.

Doran, M.H., A.R.C. Low y R.L. Kemp. 1979. Cattle as a store of wealth in Swaziland: implications for livestock development and overgrazing in Eastern and Southern Africa. *American Journal of Agricultural Economics* 61(1): 41-47.

Duarte, C.M., M. Holmer, Y. Olsen, D. Soto, N. Marbà, J. Guiu, K. Black e I. Karakassis. 2009. Will the oceans help feed humanity? *BioScience* 59 (11): 967-976.

Duvernoy, I. 2000. Use of a land cover model to identify farm types in the Misiones agrarian frontier (Argentina). *Agricultural Systems* 64 (3): 137-149

Edwards, C.A., T.L. Grove, R.R. Harwood y C.J.P. Colfer. 1993. The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 46 (1): 99-121.

Edwards, P., C. Pacharaprakiti y M. Yomjinda. 1994. An assessment of the role of buffalo manure for pond culture of tilapia. I. On-station experiment. *Aquaculture* 126 (1-2): 83-95.

Edwards, P. 1999. Towards increased impact of rural aquaculture. Discussion paper prepared for the First Meeting of the APFIC Ad-Hoc Working Group of Experts on Rural Aquaculture. FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), Bangkok.

- Ellis, F. 1993. Peasant economics: farm households in agrarian development. Cambridge University Press, Cambridge.
- Elmqvist, T., C. Folke, M. Nystrom, G. Peterson, J. Bengtsson, B. Walker y J. Norberg. 2003. Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and Environment* 1(9): 488–494.
- Evenson, R.E. y D. Gollin. 2003. Assessing the impact of the green revolution, 1960-2000. *Science* 300: 758-762.
- Fabio, J. 2008. Representación de intereses de agricultores familiares. El caso de la Asociación de Productores Agrícolas de Misiones (APAM). En: L. Bartolomé y G. Schiavoni (Eds.) *Desarrollo y estudios rurales en Misiones*. Editorial Ciccus, Buenos Aires., pp. 125-146.
- FAO. 1997. Report of the expert consultation on small-scale rural aquaculture. Documento Técnico de Pesca 248. FAO, Roma.
- FAO. 2008. Glossary of aquaculture. FAO, Roma.
- FAO. 2011. Marco estratégico de mediano plazo de cooperación de la FAO en agricultura familiar en América Latina y el Caribe 2012 -2015. FAO, Roma.
- FAO. 2012. The state of food insecurity in the world 2012. FAO, Roma.
- FAO. 2014. The state of world fisheries and aquaculture. FAO, Roma.
- Faifer, G. y J. Urzua. 2010. La acuicultura en la Provincia de Misiones. Presentación en la Jornada Nacional de Acuicultura. Jornada Nacional de Acuicultura, 29 de junio de 2010, Avellaneda, Santa Fe
- Fath, B.D., U.M. Scharler, R.E. Ulanowicz y B. Hannon, 2007, Ecological network analysis: network construction, *Ecological modelling* 208: 49-55.
- Fath, B. D., C. A. Dean, and H. Katzmair. 2015. Navigating the adaptive cycle: an approach to managing the resilience of social systems. *Ecology and Society* 20(2): 24. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07467-200224>
- Fassola, H.E., S.M. Lacorte, A.N. Pachas, C. Goldfarb, J. Esquivel, L. Colcombet, E.H. Crechi, A. Keller y S.R. Barth. 2009. Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino. Presentado en el XIII Congreso Forestal Mundial, 18-23 Octubre 2009, Buenos Aires.
- Fedoroff, N.V., D.S. Battisti, R.N. Beachy, P.J.M. Cooper, D.A. Fischhoff, C. N. Hodges, V. C. Knauf, D. Lobell, B. J. Mazur, D. Molden, M. P. Reynolds, P.C. Ronald, M.W. Rosegrant, P.A. Sanchez, A. Vonshak y J.-K. Zhu. 2010. Radically rethinking agriculture for the 21st century. *Science* 327 (5967): 833-834.
- Ferrero, B.G. 2005. Estudio de la gestión territorial y de los recursos naturales, de la población rural del Área de Influencia de la Reserva de Biosfera Yabotí –Argentina–.

Buscando alternativas para un desarrollo local sustentable en torno a una Reserva de Biosfera. Programa de Postgrado en Antropología Social Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Misiones.

Finn, J.T. 1980. Flow analysis of models of the Hubbard brook ecosystem. *Ecology* 61: 562–571.

Fiorentino, R. 1973. A structural approach to agricultural poverty policy in Northeast Argentina. Tesis de doctorado, University of California, Davis.

Folke, C., S. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Elmqvist, L. Gunderson y C.S. Holling. 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 557-581.

Freebairn, D.K. 1995. Did the green revolution concentrate incomes? A quantitative study of research reports. *World Development* 23: 265–279.

Gallero, M.C. 2011. Tabacaleros y acopiadores en la colonización del Alto Paraná Misionero (1930-1946). *Mundo Agrario* 11 (22). <http://www.scielo.org.ar/pdf/magr/v11n22/v11n22a04.pdf>

García, A. 2010. Contratos de producción tabacalera en Misiones (Argentina) y Río Grande do Sul (Brasil). *Realidad Económica* 254: 135-154.

García, A.O. 2011. Adaptaciones frente a una relación asimétrica: agricultores familiares y agroindustrias en el Nordeste de Misiones (Argentina). *Estudios Socioterritoriales* 10: 41-64.

Garnett, T., M. C. Appleby, A. Balmford, I. J. Bateman, T. G. Benton, P. Bloomer, B. Burlingame, M. Dawkins, L. Dolan, D. Fraser, M. Herrero, I. Hoffmann, P. Smith, P.K. Thornton, C. Toulmin, S.J. Vermeulen y H.C.J. Godfray. 2013. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. *Science* 341: 33-34.

Giarraca, N. y M. Teubal. 2006. Democracia y neoliberalismo en el campo argentino. Una convivencia difícil. En: H. Grammont (Comp.) *La construcción de la democracia en el campo latinoamericano*. CLACSO, Buenos Aires, pp. 69-94.

Girbal-Blacha, N.M. 2008. “Justicia fiscal” o “inconvenientes del empirismo”: una cuestión de privilegio – industriales y productores tabacaleros en la Argentina, 1920-1960. *Estudios Ibero-Americanos* 34 (2): 49-75.

Girbal-Blacha, N.M. 2009. Poder político y acción privada en el agro argentino. La industria tabacalera (1900-1950). *Estudios Avanzados* 2: 49-78.

Glaser, B.G. y A.L. Straus. 2012. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Aldine Transactions, New Brunswick, 271 p.

Gobierno de la Provincia de Misiones. 2006. Provincia de Misiones situación actual. Estrategia de desarrollo. Objetivos y proyectos. Comisión Coordinadora de Ordenamiento Territorial, Posadas.

Gobierno de la Provincia de Misiones. 2008. Discurso del Sr. Gobernador de la Provincia de Misiones Maurice Closs ante la Cámara de Representantes. 1ro de Mayo de 2010, Misiones. <http://www.misiones.gov.ar/documentos/Discurso-Gobernador-Closs-01-Mayo-2010.pdf>

Gobierno de la Provincia de Misiones. 2010. Areas naturales protegidas. Departamento Planificación de Áreas Naturales Protegidas, Ministerio de Ecología, Recursos Naturales y Turismo, Posadas.

Godfray, H.C.J., J.R. Beddington, I.R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J.F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S.M. Thomas y C. Toulmin. 2010. Food Security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327(812): 812-818.

Graeff, A. y E.N. Pruner. 1999. Efeito da densidade de estocagem na produtividade final de carpas, *Cyprinus Carpio* Linnaeus, 1758 (var *Specularis*) na fase de engorda. Período – Inverno. *Ciência e Agrotecnologia* 23(4): 958-967.

Graeff, A. y E.N. Pruner. 2000. Efeito da densidade de povoamento na produtividade final em carpas (*Cyprinus carpio* var *specularis*) em fase de engorda, durante o verão. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29(3): 639-645.

Graeff, A., C.L. Kreuz, E.N. Pruner y M.M. Spengler. 2001. Viabilidade econômica de estocagem de alevinos de carpa comum (*Cyprinus Carpio* Var. *Specularis*) no inverno em alta densidade. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30(4): 1150-1158.

Green, B.W. y C.E. Boyd. 1995. Chemical budgets for organically fertilized fish ponds in the dry tropics. *Journal of the World Aquaculture Society* 26: 284–296.

Gressler, P., M. Hernández y D. Krise. 2007. Comparação do fator de condição de carpas em policultivo, entre dois sistemas de criação, no Município de Sobradinho, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa Série Biologia* 19(3): 6-15.

Gross, C. y R. Strand. 2000. Can agent-based models assist decisions on large-scale practical problems? a philosophical analysis. *Complexity*, 5 (5): 26-33.

Guardia, L. y L. Tornarolli. 2010. Boom agrícola y persistencia de la pobreza rural en Argentina. Documento de Trabajo 98, Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales, Universidad Nacional de La Plata.

Guber, R. 2005. El salvaje metropolitano- reconstrucción del conocimiento social en el trabajo de campo. Editorial Paidós, Buenos Aires.

Gunderson, L. H., C.S. Holling y S.S. Light (Eds.) 1995. Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions. Columbia University Press, Nueva York.

Gunderson, L.H. y C.S. Holling (Eds.) 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington DC.

Gunther, D.F., M. Correa de Temchuk y E. Lysiak. 2008. Zonas agroeconómicas

homogéneas. INTA, Buenos Aires.

Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham y W.C. Black. 1998. *Multivariate data analysis*. Prentice-Hall International, Nueva Jersey.

Hambrey, J., P. Edwards y B. Belton. 2008. An ecosystem approach to freshwater aquaculture: a global review. En: D. Soto, J. Aguilar-Manjarrez y N. Hishamunda (Eds.) *Building an ecosystem approach to aquaculture*. FAO/Universitat de les Illes Balears Experts Workshop. 7–11 Mayo 2007, Mallorca España. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings 14. FAO, Roma, pp. 117–221.

Harrison, M. 1975. Chayanov and the economics of the Russian peasantry. *Journal of Peasant Studies* 2 (4): 389-417.

Hazell, P., C. Poulton, S. Wiggins y A. Dorward. 2010. The future of small farms: trajectories and policy priorities. *World Development* 38 (10): 1349-1361.

Hishamunda, N. y N.B. Ridler. 2002. Macro policies to promote sustainable commercial aquaculture. *Aquaculture International* 10: 491-505.

Hishamunda, N. y N.B. Ridler. 2006. Farming fish for profits: A small step towards food security in sub-Saharan Africa. *Food Policy* 31: 401–414.

Hishamunda, N., N.B. Ridler, P. Bueno y W.G. Yap. 2009. Commercial aquaculture in Southeast Asia: some policy lessons. *Food Policy* 34 (1): 102-107.

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:1-23.

Holling, C.S. 1986. The resilience of terrestrial ecosystems; local surprise and global change. En W.C. Clark y R.E. Munn (Eds.) *Sustainable Development of the Biosphere*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 292-317.

Holling, C.S. 1992. Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs* 62: 447–502.

Holling, C.S., L.H. Gunderson y D. Ludwig. 2002. In quest of a theory of adaptive change. En: L.H. Gunderson y C.S. Holling (Eds.) *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington DC, pp. 3-22.

Holt-Giménez, E. 2002. Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 87–105.

IAASTD. 2009. *Agriculture as a crossroads: global report*. Island Press, Washington DC.

Ilany, T., M.S. Ashton, F. Montagnini y C. Martinez. 2010. Using agroforestry to improve soil fertility: effects of intercropping on *Ilex paraguariensis* (yerba mate) plantations with *Araucaria angustifolia*. *Agroforestry systems* 80 (3): 399-409.

- INDEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario 2002. INDEC, Buenos Aires.
- Kapetsky, J.M. 1995. A first look at the potential contribution of warm water fish farming to food security in Africa. En: J.J. Symoens, y J.C. Micha (Eds.). Proceedings of the seminar on the management of integrated freshwater agro-piscicultural ecosystems in tropical areas, Brussels, 16-19 Mayo, 1994. Technical Centre for Rural Co-operation (CTA), Wageningen, pp. 547-592.
- Kapetsky, J.M. y S.S. Nath. 1997. A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America. Copescal Technical Paper 10, FAO, Roma.
- Karim, M., D.C. Little, M.S. Kabir, M.J.C. Verdegem, T. Telfer y M.A. Wahab 2011. Enhancing benefits from polycultures including tilapia (*Oreochromis niloticus*) within integrated pond-dike systems: a participatory trial with households of varying socio-economic level in rural and peri-urban areas of Bangladesh. *Aquaculture* 314: 225–235.
- Kassam, L., R. Subasinghe, R. y M. Phillips. 2011. Aquaculture farmer organizations and cluster management: concepts and experiences. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 563. FAO, Roma.
- Kautsky, K. 1899. Die Agrarfrage. Eine Uebersicht über die Tendenzen der modernen Landwirtschaft und die Agrarpolitik. Stuttgart, Dietz. [Traducido y Publicado en 1974. La cuestión agraria. Siglo XXI editores, México DF.]
- Kay, C. 2008. Reflections on Latin American rural studies in the neoliberal globalization period: a new rurality. *Development and Change* 39 (6): 915–943.
- Kawarazuka, N. y C. Béné. 2011. The potential role of small fish species in improving micronutrient deficiencies in developing countries: building evidence. *Public Health Nutrition* 14 (11): 1927-1938.
- Kipkemboi, J., A.A. van Dam, M.M. Ikiara y P. Denny. 2007. Integration of smallholder wetland aquaculture–agriculture systems (fingerponds) into riparian farming systems on the shores of Lake Victoria, Kenya: socio-economics and livelihoods. *The Geographical Journal* 173: 257-272.
- Kirner, L. y R. Kratochvil. 2006. The role of farm size in the sustainability of dairy farming in Austria: An empirical approach based on farm accounting data. *Journal of Sustainable Agriculture* 28 (4): 105-124.
- Knud-Hansen, C.F., K.D. Hopkins y H. Guttman. 2003. A comparative analysis of the fixed-input, computer modeling, and algal bioassay approaches for identifying pond fertilization requirements for semi-intensive aquaculture. *Aquaculture* 228: 189-214.
- Knud-Hansen, C.F. 2006. Pond fertilization: ecological approach and practical application. Aquaculture Collaborative Research Support Program. Oregon State University, Corvallis.
- Kottegoda, N.T. y R. Rosso .2008. Applied statistics for civil and environmental engineers, Segunda Edición. Blackwell Publishing, Oxford.
- Lacorte, S. M., C. Domecq, M. San José, A. Hennig, H. Fassola, A. Pachas, L. Colcombet,

H. Hampel y H.F.I. Espíndola. 2009. Análisis de un sistema silvopastoril en el sur de Misiones, Argentina Producción forestal, forrajera y de carne. Estudio de caso. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 400-411.

Lattuada, M. y E. Moyano Estrada. 2001. Crecimiento económico y exclusión social en la agricultura familiar argentina. *Economía agraria y recursos naturales* 1-2: 171-193.

Lenin, V.I. 1917. Colección de obras, *Zhizn i Znaniye*, Moscú, volumen 22, pp. 13-102 [Traducido y publicado en 1980. *Capitalismo e agricultura nos Estados Unidos da America: novos dados sobre as leis do desenvolvimento do capitalismo na agricultura*. Brasil Debates, San Pablo.]

Lewis, D. 1997. Rethinking aquaculture for resource poor farmers: perspectives from Bangladesh. *Food Policy* 22 (6): 533-546.

Lightfoot, C., M. Prein y J.K. Ofori. 1996. The potential of integrated agriculture-aquaculture systems on sustainable farming. En: M. Prein, J.K. Ofori y C. Lightfoot (Eds.) *Research for the future development of aquaculture in Ghana*. ICLARM Conference Proceedings 42, pp. 51-56.

Limbu, S.M., A.P. Shoko, H.A. Lamtane, M.A. Kishe-Machumu, M.C. Joram, A.S. Mbonde, H.F. Mgana y Y.D. Mgaya. 2016. Fish polyculture system integrated with vegetable farming improves yield and economic benefits of small-scale farmers. *Aquaculture Research* doi:10.1111/are.13188.

Little, D.C., P. Surintaraseree y N. Innes-Taylor. 1996. Fish culture in rainfed rice fields of northeast Thailand. *Aquaculture* 140: 295-321.

Little, D.C. y P. Edwards. 1997. Contrasting strategies for inland fish and livestock production in Asia. En: J.L. Corbett, M. Choct, J.V. Nolan, y J.B. Rowe, J.B. (Eds.) *Recent advances in Animal Nutrition in Australia*. University of New England, Armidale

Little, D.C. y P. Edwards. 2003. *Integrated livestock-fish farming systems*. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service Animal Production Service, Roma.

Little, D.C.D. B.K. Barman, M.M. Haque y M.A. Wahab. 2007a. Decentralised Nile tilapia seed production. En: A.J. van der Zijp, J.A.J. Verreth, L.Q. Tri, M.E.F. Mensvoortm R.H. Bosma y M.C.M. Beveridge (Eds.) *Fishponds in farming systems*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 49-58.

Little, D.C., M. Karim, M., D. Turongrouang, E.J. Morales, F.J. Murray, B.K. Barman, M.M. Hague, N. Kundu, B. Belton, A.S.G. Faruque, M.E. Azim, F.U. Islam, L. Pollock, M.C.J. Verdegem, J.A. Young, W. Leschen y M.A. Wahab. 2007b. Livelihood impacts of ponds in Asia- opportunities and constraints. En: A.J. van der Zijpp, J.A.J. Verreth, Le Quang Tri, M.E.F. van Mensvoort, R.H. Bosma and M.C.M. Beveridge (Eds.) *Fishponds in farming systems*. Proceedings of a symposium held in Can Tho City, 28-30 April 2006, Wageningen, pp. 177-202.

López-i-Gelats, F., M.J. Milán y J. Bartolomé. 2011. Is farming enough in mountain areas? Farm diversification in the Pyrenees. *Land Use Policy* 28 (4): 783-791.

- Luchini, L. y S. Panné Huidobro. 2008. *Perspectivas en acuicultura: nivel mundial, regional y local*. Dirección Nacional de Acuicultura, SAGPyA, Buenos Aires.
- Magan, M.V. 2006. *Once años sin regulación. La evolución del sector yerbatero argentino desde 1991 a 2002*. Documentos del CIEA N° 3, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.
- Mageau, M.T., R. Costanza y R.E. Ulanowicz. 1998. Quantifying the trends expected in developing ecosystems. *Ecological Modelling* 112: 1–22.
- Mantelli, S.A., M.T. Poggi, M.L. Sandoval, S. Fratto y A.B. Bozzotti. 2011. *Informe estadístico exportaciones argentinas yerba mate*. Fundación ExportAr Argentina, Buenos Aires.
- Manzanal, M. 1999. La cuestión regional en la Argentina de fin de siglo. *Realidad Económica* 166: 70-99.
- Manzanal, M. 2000. Neoliberalismo y territorio en la Argentina de fin de siglo. *Economía, Sociedad y Territorio* 2 (7): 433-458.
- Manzanal, M. y S. Schneider. 2011. Agricultura familiar y políticas de desarrollo rural en Argentina y Brasil (análisis comparativo, 1990-2010). *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios* 34: 35-71.
- Manzi, G.A. 1999. *Desarrollo industrial de Misiones*. Editorial Universitaria de Misiones, Posadas.
- Martínez-Espinosa, M. 1994. Entre la acuicultura de los “más pobres” y la de los “menos pobres”. Proyecto GCP/RLA/102/ITA, FAO, México DF.
- Matson, P.A., W. J. Parton, A. G. Power y M. J. Swift. 1997. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science* 277: 504-509.
- Marx, K. 1998. *El capital: crítica de la economía política*. Volumen 3. Siglo XXI, México DF.
- McMichael, P. 2011. Food system sustainability: Questions of environmental governance in the new world (dis)order. *Global Environmental Change* 21: 804–812.
- Mezza, N. y A. Ocaranza. 2009. *Mapa de pobreza e indigencia. Análisis por provincias y regiones*. INTA, Buenos Aires.
- Mills, D.J., D.S. Adhuri, M.J. Phillips, B. Ravikumar y A.P. Padiyar. 2011. Shocks, recovery trajectories and resilience among aquaculture-dependent households in post-tsunami Aceh, Indonesia, *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability* 16 (5): 425-444.
- Ministerio de Salud. 2004. *Encuesta nacional de nutrición y salud*. Dirección Nacional de Salud Materno Infantil, Ministerio de Salud, Buenos Aires.

- Moll, H.A.J. 2005. Costs and benefits of livestock systems and the role of market and nonmarket relationships. *Agricultural Economics* 32 (2): 181-193.
- Montagnini, F. y P.K.R. Nair. 2004. Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61: 281-295.
- Moreira, H.L.M., L. Vargas, R.P. Ribeiro y S. Zimmerman. 2001. *Fundamentos da moderna aqüicultura*. Editora da ULBRA, Canoas.
- Muir, J. 2005. Managing to harvest? Perspectives on the potential of aquaculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 191-218.
- Muir, J.F. 2013. Fish, feeds, and food security. *Animal Frontiers* January 3 (1): 28-34.
- Murmis, M. 1980. Tipología de pequeños productores campesinos en América Latina, Documento PROTAAL No 55, Costa Rica.
- Myers, N. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Naylor, R.L., R.J. Goldberg, J.H. Primavera, N. Kautsky, M.C.M. Beveridge, J. Clay, C. Folke, J. Lubchenco, H. Mooney and M. Troell. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1017-1024.
- Netting, R.M. 1993. *Smallholders, householders: farm families and the ecology of intensive, sustainable agriculture*. Stanford University Press, Stanford.
- Nhan, D.K., L.T. Phong, M.J.C. Verdegem, L.T. Duong, R.H. Bosma y D.C. Little. 2007. Integrated freshwater aquaculture, crop and livestock production in the Mekong delta, Vietnam: Determinants and the role of the pond. *Agricultural systems* 94: 445-458.
- Nielsen, S. N., and R. E. Ulanowicz. 2011. Ontic openness: na absolute necessity for all developmental processes. *Ecological Modelling* 222(16): 2908-2912.
- Nijishima, M., M.S.M. Saes y F.A.S. Postali. 2012. Análise de concorrência no mercado mundial de café verde. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 50 (1). <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032012000100004>
- Notcheff, H. 1996. La experiencia argentina ¿desarrollo o sucesión de burbujas? *Revista CEPAL* 59: 113-127.
- Obschatko, E.S., M.P. Foti y M. Román. 2007. *Los pequeños productores en la República Argentina: importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al Censo Nacional Agropecuario 2002, 2da Edición*. SAGPyA/IICA, Buenos Aires.
- Oviedo, A.D. y J.E. Gortari. 2004. Desafíos para las cooperativas en Misiones: experiencias de economía social en el escenario local y regional. *Revista de la Cooperación Internacional* 37 (1): 95-112.
- Pacic, A. 2010. Cría de Pacú en cautiverio. *Serie Piscicultura*, INTA, Saénz Peña, 11 p.

- Pant, J., H. Demaine y P. Edwards. 2005. Bio-resource flow in integrated agriculture–aquaculture systems in a tropical monsoonal climate: a case study in Northeast Thailand. *Agricultural Systems* 83 (2): 203-219.
- Patel, R. 2009. What does food sovereignty look like? *Journal of Peasant Studies* 36 (3): 663–706.
- Paulino, E.T. 2006. *Por una geografía dos camponeses*. Editora UNESP, San Pablo.
- Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: A new conservation paradigm. *Annals of New York Academy of Sciences* 1134: 173–200.
- Peterson, G., C.R. Allen y C.S. Holling. 1998. Ecological resilience, biodiversity, and scale. *Ecosystems* 1: 6–18.
- Phong, L.T., A.A. van Dam, H.M.J. Udo, M.E.F. van Mensvoort, L.Q. Tri, F.A. Steenstrab y A.J. van der Zijpp. 2010. An agro-ecological evaluation of aquaculture integration into farming systems of the Mekong Delta. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138: 232–241.
- Piccolo, G.A., R.A. Rosell, J.A. Galantini y A.M. Miglierina. 1998. Transformaciones de la materia orgánica en un suelo laterítico (Misiones, Argentina): II. Cambios en la materia orgánica particulada y humificada. *Agricultura Técnica* 58: 142-150.
- Pingali, P.L. y M.W. Rosegrant. 1995. Agricultural commercialization and diversification: processes and policies. *Food Policy* 20 (3): 171-185.
- Pingali, P.L. 2007. Agricultural growth and economic development: a view through the globalization lens. *Agricultural Economics* 37 (s1): 1-12.
- Pintus, P.V., Y.A. Mazal y J. Woloszyn. 2011. Plan de competitividad: conglomerado cítrico de Misiones. Programa de Competitividad del Norte Grande. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Secretaría de Política Económica, Buenos Aires.
- Poppy, G.M. P. C. Jepson, J. A. Pickett y M. A. Birkett. 2014. Achieving food and environmental security: new approaches to close the gap. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 1639 (369) 10.1098/rstb.2012.0272
- Portantiero, J.C. 1977. Economía y política en la crisis argentina: 1958-1973. *Revista Mexicana de Sociología* 39 (2): 531-565.
- Prat-Kricun, S.D., L.D. Belingheri, H.P. Fontana, S.E. Rivera Flores y R.A. Dehle. 2011. *Té: técnicas de cultivo y manufactura*. INTA, Cerro Azul.
- Prein, M., C. Lightfoot y R.S.V. Pullin. 1998. ICLARM's approach to the integration of aquaculture into sustainable farming systems. En: ADB/NACA. Report on a Regional Study and Workshop on Aquaculture Sustainability and the Environment. Network of Aquaculture Centres in Asia, Bangkok, Thailand and the Asian Development Bank,

Manila, pp. 257–265.

Prein, M. 2002. Integration of aquaculture into crop–animal systems in Asia. *Agricultural systems* 71: 127-146.

Prein, M. 2007. Comparative analysis of material flows in low input carp and poultry farming: an overview of concepts and methodology. En D.M. Bartley, C. Brugère, D. Soto, P. Gerber y B. Harvey (eds). *Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons*. FAO/WFT Expert Workshop. 24-28 Abril 2006, Vancouver, Canadá. FAO, Roma, pp. 183–200.

Pretty, J.N., A.D. Noble, D. Bossio, J. Dixon, R.E. Hine, F.W.T. Penning Devries y J.I.L. Morrison. 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science & Technology* 40 (4): 1114-1119.

Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363: 447-465.

Provincia de Misiones. 1971. Estudio sobre el nivel de vida de la población rural de Misiones. Dirección General de Estadísticas y Censos, Posadas.

Pucher, J., R. Mayrhofer, M. El-Matbouli y U. Focken, 2016, Effects of modified pond management on limnological parameters in small-scale aquaculture ponds in mountainous Northern Vietnam, *Aquaculture Research* 47 (1): 56-70.

Pullin, R.S.V. 1998. Aquaculture, integrated resources management and the environment. En: J.A. Mathias, A.T. Charles y H. Baotong (Eds.) *Integrated fish farming*. Actas de una reunion sobre cultivo integrado de peces, 11–15 Octubre 1994, Wuxi, Jiangsu Province. CRC Press, Boca Raton, pp. 19–43.

Pullin, R.S.V., R. Froese y D. Pauly. 2007. Indicators for the sustainability of aquaculture. En: T.M. Bert (Ed.) *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*. Springer, Dordrecht, pp. 53–72.

Punj, G. y D. Stewart. 1983. Cluster Analysis in Marketing Research: Review and Suggestions for Application. *Journal of Marketing Research* 20: 134-148.

R Development Core Team. 2005. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, www.R-project.org

Raddavero, B. 1968. Misiones: síntesis de su evolución agraria. COPRODE, Posadas.

Rasmussen, S. 2011. *Production economics: the basic theory of production optimisation*. Springer, Nueva York.

Rau, V. 2009. La yerba mate en Misiones (Argentina). Estructura y significados de una producción localizada. *Agroalimentaria* 28: 49-58.

Reardon, T., C. Delgado y P. Matlon. 1992. Determinants and effects of income

diversification amongst farm households in Burkina Faso. *The Journal of Development Studies* 28 (2): 264-296.

Reca, L.G. 2006. Aspectos del desarrollo agropecuario argentino 1875-2005. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Buenos Aires. http://www.anav.org.ar/trabajos_publicados/4/reca.pdf

Rencher, A. C. 2002. *Methods of multivariate analysis*, Segunda Edición. John Wiley & Sons, Nueva York.

Rodrigues dos Santos, A., N. dos Santos Vieira, P.R. Ferreira y T.T. Sant'Ana e Castro. 2012. Agricultura familiar e segurança alimentar e nutricional: análise dos resultados do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA Doação Simultânea) nos Estados da Bahia e Minas Gerais. *Cadernos Gestão Social* 3 (1): 9-24.

Rofman, A., A. Garcia, L. Garcia, F. Lampreabe, E. Rodriguez y J.M. Vazquez Blanco. 2008. Subordinación productiva en las economías regionales de la posconvertibilidad. *Realidad económica* 240: 98-132.

Rufino, M.C., E. Rowe, R.J. Delve y K.E. Giller. 2006. Nitrogen cycling efficiencies through resource-poor African crop-livestock systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 261-282.

Rufino, M.C., H. Hengsdijk y A. Verhagen. 2009. Analysing integration and diversity in agro-ecosystems by using indicators of network analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 84: 229–247.

SAGPyA. 1990. Caracterización del sector agropecuario: Provincia de Misiones. Proyecto PNUD Arg. 85/019.

Salomone, G.A. 1921. Misiones como factor preponderal de la economía del país. Conferencia en la Sociedad Científica Argentina, Buenos Aires, pp. 139-188.

Sarandón, S.J., M.S. Zuluaga, R. Cieza, L. Janjetic y E. Negrete. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* 1: 19-28.

Schamber, P.J. 2000. Barajar y dar de nuevo: consecuencias de la desregulación del sector yerbatero. *Realidad Económica* 169: 125-148.

Scheffer, M., S.R. Carpenter, J.A. Foley, C. Folke y B.H. Walker. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413: 591-596.

Scheffer, M. y S.R. Carpenter. 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *TRENDS in Ecology and Evolution* 18(12): 648-656.

Scheffer, M., J. Bascompte, W.A. Brock, V. Brovkin, S.R. Carpenter, V. Dakos, H. Held, E.H. van Nes, M. Rietkerk y G. Sugihara. 2009. Early-warning signals for critical transitions. *Nature* 461: 53–59.

Schiavoni, G.M. 1998. Colonos y ocupantes. Parentesco, reciprocidad y diferenciación social en la frontera agraria de Misiones. Editorial Universitaria de Misiones, Posadas.

Schneider, S. 2010. Reflexões sobre diversidade e diversificação- agricultura, formas familiares e desenvolvimento rural. *Ruris* 4 (1): 85-131.

de Scusería, S.B. y O. Ritondale. 1978. El tung, situación actual y perspectivas. Serie Contribución 231, Instituto de la Producción, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Seixas, C.S. y F. Berkes. 2002. Dynamics of social-ecological changes in a lagoon fishery in southern Brazil. In: F. Berkes, J. Colding y C. Folke (Eds.) *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 271-298.

Sen, A.K. 1981. Ingredients of famine analysis: availability and entitlements. *The Quarterly Journal of Economics* 96 (3): 433-464.

Sevilla Guzmán, E. y M.P. Yruela. 1976. Para una definición sociológica del campesinado. *Agricultura y Sociedad* 1: 15-39.

Shanin, T. 1972. *The awkward class: political sociology of peasantry in a developing society: Russia 1910-1925*. Clarendon Press, Oxford.

Sheriff, N., D.C. Little y K. Tantikamton. 2008 Aquaculture and the poor—Is the culture of high-value fish a viable livelihood option for the poor? *Marine Policy* 32 (6): 1094-1102.

Siegmund-Schultze, M., B. Rischkowsky y J.M. King. 2011. Cattle as live stock: a concept for understanding and valuing the asset function of livestock. *Outlook on Agriculture* 40(4): 287-292.

Smith, A. 1776. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Londres.[Traducido y publicado en 1997. *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Fondo de Cultura Económica, México DF.]

Smith, M.D., C.A. Roheim, L.B. Crowder, B.S. Halpern, M. Turnipseed, J.L. Anderson, F. Asche, L. Bourillón, A.G. Guttormsen, A. Khan, L.A. Liguori, A. McNevin, M.I. O'Connor, D. Squires, P. Tyedmers, C. Brownstein, K. Carden, D.H. Klinger, R. Sagarin y K.A. Selkoe. 2010 Sustainability and global seafood. *Science* 327: 784-786.

Soares Pontes, B.M. 2005. A organizacao da unidade económica camponesa: alguns aspectos do pensamento de Chayanov e Marx. *Revista NERA* 8 (7): 35-47.

Sonzogni, C.M. 1983. Evolución de la actividad tabacalera en Corrientes y en Misiones (1870-1940). Instituto de Investigaciones Geohistóricas-Conicet-Fundanord, Corrientes, 107 p.

Soverna, S., P. Tsakoumagkos y R. Paz. 2008. *Revisando la definición de agricultura familiar*. SAGPyA, Buenos Aires.

- Stark, F., A. Franchone, I. Semjen, C-H. Moulin y H. Archimede. 2016. Crop-livestock integration, from single practice to global functioning in the tropics: Case studies in Guadeloupe, *European Journal of Agronomy* 80: 9-20.
- Stevenson, N. y X. Irz 2009. Is aquaculture development an effective tool for poverty alleviation? A review of theory and evidence. *Cahiers Agricultures* 18 (2-3): 292-299.
- Stewart, N.R. 1960. Tea - a new agricultural industry for Argentina. *Economic Geography* 36 (3): 267-276.
- Swart, R.J., P. Raskin y J. Robinson. 2004. The problem of the future: sustainability science and scenario analysis. *Global Environmental Change* 14 (2): 137-146.
- Tainter, J. A. 1988. *The collapse of complex societies*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor y S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677.
- Tilman, D., C. Balzer, J. Hill, y B.L. Befort. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 108 (50): 20260–20264.
- Tipraqsa, P., E.T. Craswell, A.D. Noble y D. Schmidt-Vogt. 2007. Resource integration for multiple benefits: multifunctionality of integrated farming systems in Northeast Thailand. *Agricultural Systems* 94:694–703.
- Tort, M.I. y M. Román. 2005. Explotaciones Familiares: diversidad de conceptos y criterios operativos. En: M.C. González (Ed). *Productores Familiares Pampeanos: hacia la comprensión de similitudes y diferencias zonales*. Astralib, Buenos Aires, pp. 35-66.
- Tscharntke, T., A.M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter y C. Thies. 2005 Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity: ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857–874.
- Tveterås, S., F. Asche, M.F. Bellemare, M.D. Smith, A.G. Guttormsen, A. Lem, K. Lien y S. Vannuccini. 2012. Fish is food - The FAO's fish price index. *PLoS ONE* 7(5): e36731.
- Ulanowicz, R.1986. *Growth and Development: Ecosystems Phenomenology*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Ulanowicz, R.E. 2000. Ascendency: a measure of ecosystem performance, En: S.E. Jorgensen y F. Muller (Eds.) *Handbook of Ecosystem Theories and Management*, Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 303-315.
- Ulanowicz, R.E., S.J. Goerner, B. Lietaer y R. Gomez. 2009. Quantifying sustainability: Resilience, efficiency and the return of information theory. *Ecological Complexity* 6: 27-36.
- Uset, O.A. y M. Lazzaro. 2009. *Reservas forrajeras*. EEA Montecarlo Informe Técnico

63, INTA, Montecarlo.

Valtriani, A. 2008. Modelos de desarrollo forestal, sus conflictos y perspectivas en el sector de micro PyMEs forestales. Estudio de caso en la región noroeste y centro de la provincia del Chubut. Tesis doctoral, FCE, Universidad de Buenos Aires.

van Apeldoorn, D.F., K. Kok, M.P.W. Sonneveld y T. Veldkamp. 2011. Panarchy rules: rethinking resilience of agroecosystems, evidence from Dutch dairy-farming. *Ecology and Society* 16(1): 39. <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art39/>

van der Ploeg, J.D. 2003. The virtual farmer: past, present, and future of the Dutch peasantry. Royal Van Gorcum, Assen.

van der Ploeg, J.D. 2009. The new peasantries: struggles for autonomy and sustainability in an era of globalization. Earthscan, Londres.

von Braun, J. 2009. Addressing the food crisis: governance, market functioning, and investment in public goods. *Food Security* 1 (1): 9-15.

Walker, B., S. Carpenter, J. Anderies, N. Abel, G. Cumming, M. Janssen, L. Lebel, J. Norberg, G.D. Peterson y R. Pritchard. 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* 6 (1): 14. <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>

Walker, B.H, C.S. Holling, S.R. Carpenter y A. Kinzig. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2):5. <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>.

Walker, B.H. y D.A. Salt. 2006. Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world, Island Press, Washington DC.

Walker, B. H., S.R. Carpenter, J. Rockstrom, A.-S. Crépin, y G.D. Peterson. 2012. Drivers, "slow" variables, "fast" variables, shocks, and resilience. *Ecology and Society* 17(3): 30. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05063-170330>

Weber, M. 1923. Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschicht. F. Steiner, Wiesbaden [Traducido y Publicado en 1997. Historia económica general. Fondo de Cultura Económica, México DF.]

Wicki, G.A. 2003. Cultivo y producción de Pacú (*Piaractus mesopotamicus*): Incidencia de dos dietas de diferente composición y de la densidad de siembra, en sistema de cultivo semi-intensivo. Tesis de Maestría en Acuicultura. EPG- FAUBA, Buenos Aires.

Wiggins, S., J. Kirsten and L. Llambí. 2010. The future of small farms. *World Development* 38 (10): 1341–1348.

Wolfe, E.C. 2011. Interactions between crop and livestock activities in rainfed farming systems. En: P. Tow, I. Cooper, I. Partridge y C. Birc (Eds.) Rainfed farming systems. Springer, Dordrecht, pp. 271-298.

Yssouribehere, P.J. 1904. Investigación agrícola en el territorio de Misiones. Anales del Ministerio de Agricultura 1:9.

Zonta, M.L., E.E. Oyhenart y G.T. Navone. 2010. Nutritional status, body composition, and intestinal parasitism among the Mbyá-Guaraní communities of Misiones, Argentina. *American Journal of Human Biology* 22 (2):193-200.

Zorach, A.C. y R.E. Ulanowicz. 2003. Quantifying the complexity of flow networks: how many roles are there? *Complexity* 8(3): 68–76.

Apéndice 1. Coeficientes utilizados para la cuantificación de los flujos de nitrógeno

| Componente | Valor | Fuente |
|---|--------|---------------------------------|
| Afrecho de arroz - MS (g/kg MF) | 880 | Benvenuti et al. (2006) |
| Afrecho de arroz - N (%MS) | 1,92 | Benvenuti et al. (2006) |
| Afrecho de trigo - MS (g/kg MF) | 901,1 | USDA (2016) |
| Afrecho de trigo - N (%MS) | 2,67 | Rochinotti y Balbuena (2013) |
| <i>Araucaria angustifolia</i> – N (kg/ha) | 12,27 | Martiarena et al. (2010) |
| Aves - % N excreción | 0,6 | FAO/IAEA (2008) |
| Aves - N carne (% MF) | 2,9 | USDA (2016) |
| Aves - N estiércol (% MF) | 3,34 | Andreola et al. (2000) |
| Batata - MS hoja (g/kg MF) | 120,5 | de Andrade Junior et al. (2012) |
| Batata - MS raíz (g/kg MF) | 275,5 | de Andrade Junior et al. (2012) |
| Batata - N hoja (% MS) | 1,75 | Viana et al. (2011) |
| Batata - N raíz (% MS) | 0,68 | de Andrade Junior et al (2012) |
| Bovinos - % N excreción | 0,83 | FAO/IAEA (2008) |
| Bovinos - N carne (% MF) | 3,4 | USDA (2016) |
| Bovinos - N estiércol (% MF) | 0,8 | Severino et al. (2006) |
| Caña de azúcar - MS (g/kg MF) | 243,7 | Urdaneta (2004) |
| Caña de azúcar - N (% MS) | 0,58 | Urdaneta (2004) |
| Citrus - MS fruto (g/kg MF) | 136,6 | USDA (2016) |
| Citrus - N fruto (% MS) | 0,17 | USDA (2016) |
| <i>Eucalyptus grandis</i> – N (kg/ha) | 20,06 | SAGPyA (2004) |
| Maíz - MS grano (g/kg MF) | 750 | Nussio et al. (2001) |
| Maíz - MS rastrojo (g/kg MF) | 341,95 | Zeoula et al. (2003) |
| Maíz - N grano (% MS) | 1,41 | Duarte et al. (2006) |
| Maíz - N rastrojo (% MS) | 0,96 | Guaita y Fernandez (2011) |
| Mandioca - MS hoja (g/kg MF) | 868 | Santos et al. (2009) |

| | | |
|--|-------|--------------------------------------|
| Mandioca - MS raíz (g/kg MF) | 891,5 | Santos et al. (2009) |
| Mandioca - N hoja (% MS) | 4,98 | Santos et al. (2009) |
| Mandioca - N raíz (% MS) | 0,42 | Santos et al. (2009) |
| Palta - MS fruto (g/kg MF) | 267,7 | USDA (2016) |
| Palta - N fruto (% MS) | 0,32 | USDA (2016) |
| Pastizal - N (%MS) | 14,2 | Deschamps y Tcacenco (2000) |
| Pasto elefante - MS hoja (g/kg MF) | 186,5 | de Oliveira et al (2014) |
| Pasto elefante - N hoja (% MS) | 1,21 | Leite de Queiroz Filho et al. (1998) |
| Pastura - MS (g/kg MF) | 200 | FAO (2016) |
| Pastura - N (%MS) | 1,76 | Pantiu et al. (2010) |
| Pescado - N carne (% MF) | 2,85 | USDA (2016) |
| Pino – N (kg/ha) | 27,3 | Goya et al. (2003) |
| Porcinos - % N excreción | 0,7 | FAO/IAEA (2008) |
| Porcinos - MS estiércol (g/kg MF) | 81,5 | Basso et al. (2004) |
| Porcinos - N carne (%MF) | 2,7 | USDA (2016) |
| Porcinos - N estiércol (% MS) | 0,43 | Basso et al. (2004) |
| Poroto - MS grano (g/kg MF) | 870 | Bisognin et al. (1997) |
| Poroto - N grano (% MS) | 4,69 | Mesquita et al. (2007) |
| Restos de comida - Ms fideos (g/kg MF) | 312,9 | USDA (2016) |
| Restos de comida - N fideos (% MS) | 0,85 | USDA (2016) |
| Tabaco – N (%) | 4,77 | Villares et al. (2009) |
| Té - MS brote verde (g/kg MF) | 233 | Burgess et al. (2006) |
| Té - N brote verde (% MS) | 4,68 | Sitienei et al. (2013) |
| Urea - N (%MF) | 46 | |
| Yerba mate - MS hoja verde (g/kg MF) | 180 | Benedetti et al. (2011) |
| Yerba mate - N hoja verde (% MS) | 4,99 | Lysiak (2012) |
| Zapallo - MS fruto (g/kg MF) | 162,8 | Tosse et al. (2010) |
| Zapallo - N fruto (% MS) | 0,28 | USDA (2016) |
| Zapallo - MS hoja (g/kg MF) | 71,2 | USDA (2016) |

| | | |
|-------------------------|-----|-------------|
| Zapallo - N hoja (% MS) | 0,5 | USDA (2016) |
|-------------------------|-----|-------------|

MS: materia seca, PF: peso fresco, N: nitrógeno

Apéndice 2. Matrices representando los flujos de nitrógeno

A2.1. Explotación modelo 1

| | Té | Yerba mate | Maíz | Mandioca | Bovinos | Aves | Porcinos | Estanque | PE | Batata | Poroto | Cítricos | Vivienda | AP | Palta | CD | Zapallo | Exterior | |
|------------|-----|------------|------|----------|---------|------|----------|----------|----|--------|--------|----------|----------|-----|-------|----|---------|----------|------|
| Té | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Yerba mate | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maíz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mandioca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bovinos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 101 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| Aves | 0 | 0 | 28 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porcinos | 0 | 0 | 18 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Estanque | 0 | 0 | 1 | 1 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0.01 | 0 | 0 |
| PE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Batata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Poroto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cítricos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vivienda | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 |
| AP | 0 | 0 | 0 | 0 | 76 | 22 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Palta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zapallo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Exterior | 75 | 179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| Ti | 144 | 175 | 79 | 94 | 131 | 38 | 89 | 33 | 10 | 2 | 60 | 0 | 16 | 269 | 0.23 | 15 | 0.28 | | |

A2.2. Explotación modelo 2

| | Yerba mate | Maíz | Mandioca | Bovinos | Aves | Porcinos | Estanque | PE | Cítricos | Vivienda | Pastizal | Pastura | Palta | CD | Reforestación | Exterior |
|---------------|------------|------|----------|---------|------|----------|----------|----|----------|----------|----------|---------|-------|------|---------------|----------|
| Yerba mate | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 |
| Maíz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mandioca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bovinos | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 138 | 39 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Aves | 0 | 16 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porcinos | 0 | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0 |
| Estanque | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cítricos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vivienda | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pastizal | 0 | 0 | 0 | 118 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pastura | 0 | 0 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Palta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reforestación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| Exterior | 377 | 0 | 0 | -38 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 249 | |
| Ti | 494 | 93 | 12 | 235 | 18 | 14 | 7 | 9 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 78 | 0.34 | 4 | 249 |

A2.3. Explotación modelo 3

| | Yerba mate | Maíz | Mandioca | Bovinos | Aves | Porcinos | Estanque | PE | Cítricos | Vivienda | AP | Palta | CD | Batata | Tabaco | Exterior |
|------------|------------|------|----------|---------|------|----------|----------|----|----------|----------|-----|-------|----|--------|--------|----------|
| Yerba mate | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maíz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mandioca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bovinos | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 64 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Aves | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| Porcinos | 0 | 24 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estanque | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cítricos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vivienda | 0 | 0 | 0 | 16 | 4 | 6 | 1 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| AP | 0 | 0 | 0 | 71 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Palta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Batata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tabaco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 138 |
| Exterior | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 |
| Ti | 54 | 50 | 16 | 83 | 33 | 32 | 3 | 15 | 0.14 | 29 | 145 | 0.12 | 3 | 0 | 201 | |

Apéndice 3. Escenarios futuros

A3.1. Supuestos

Generales

| Componente | Supuesto | Fuente |
|------------|--|---------------|
| Vivienda | Consumo anual calculado por persona por ítem de la Estructura de la dieta basado en canasta básica del NEA | Britos (2004) |

Escenario foresto-ganadero

| Componente | Cambios | Fuente |
|----------------|--|---|
| Bovinos | Carga animal aumenta a 1,41 EV/ha Suplementación con maíz | Houriet et al. (2009) |
| Caña de azúcar | Fertilización (100 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (144,6 ton/ha) | Rocha et al. (1997) y Tedesco et al. (2004) |
| Forestación | El componente forestal adicional es constituido por <i>Pinus taeda</i> | |
| Maíz | Fertilización (100 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (6,4 ton/ha) | Hofs et al. (2016) y Tedesco et al. (2004) |
| Pasto elefante | Fertilización (200 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (53 ton/ha) | Tedesco et al. (2004) |
| Té | Pérdida de rendimiento por ausencia de fertilización (0,44 kg por kg de N no aplicado) | Albrechts (2005) |

Escenario cooperativista

| Componente | Cambios | Fuente |
|----------------|--|--|
| Aves | +20% carga animal | |
| Bovinos | Consumo adicional de maíz y mandioca y +20% carga animal | |
| Batata | Fertilización (70 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (36 ton/ha) | Wamser et al. (2016) y Tedesco et al. (2004) |
| Caña de azúcar | Fertilización (100 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (144,6 ton/ha) | Rocha et al. (1997) y Tedesco et al. (2004) |

| | | |
|----------------|--|--|
| Mandioca | Fertilización (80 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (22,2 ton/ha) | Neubert et al (2016) y Tedesco et al. (2004) |
| Maíz | Fertilización (100 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (6,3 ton/ha) | Hofs et al. (2016) y Tedesco et al. (2004) |
| Pastizal | Fertilización (40 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (14 ton/ha) | Lacorte et al. (2004) |
| Pasto elefante | Fertilización (200 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (53,7 ton/ha) | Tedesco et al. (2004) |
| Porcinos | +20% carga animal El excedente se destina a la venta | |
| Poroto | Uso de variedades de alto rendimiento (4 ton/ha) | Kavalco et al. (2016) |
| Té | Fertilización (138 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (22 ton/ha) | Gunther et al. (2008) |
| Yerba mate | Fertilización (122,5 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (7,8 ton/ha) | Kurtz et al. (2014) |
| Zapallo | Fertilización (100 kg N/ha) y uso de variedades de alto rendimiento (144,6 ton/ha) | Blum et al. (2003) y Tedesco et al. (2004) |

Escenario dominado por la agroindustria

| Componente | Cambios |
|------------|--|
| Té | No se fertilizan Rendimiento (modelo 1) = 2,24 ton/ha |
| Yerba mate | No se fertilizan Redimiento (modelo 1) = 4 ton/ha |

Escenario conservacionista

| Componente | Cambios | Fuente |
|---------------------|--|---------------|
| Acuicultura | Sistema de manejo "Peixe verde" Rendimiento = 701 kg/ha.año | Casaca (2008) |
| Cultivos terrestres | No se aplican fertilizantes ni pesticidas | |

| | | |
|---------------|--|--|
| Reforestación | Cultivo de especies nativas (<i>Araucaria angustifolia</i>) | |
| Tabaco | Removido de las explotaciones (exclusivamente aplicado al modelo 3) | |
| Té | No se aplica fertilizante Manejo bajo sombra | |
| Yerba mate | No se aplica fertilizante Manejo bajo sombra | |

A3.2. Datos utilizados para la construcción de matrices (no actuales)

Rendimientos en escenarios futuros

| Cultivo | Rendimiento (kg/ha) | Fuente |
|--|---------------------|-----------------------|
| Batata | 36.000 | Wamser et al. (2016) |
| Caña de azúcar | 144,600 | Rocha et al. (1997) |
| Carpas (policultivo) | 701 | Casaca (2008) |
| Maíz | 6.337 | Hofs et al. (2016) |
| Mandioca | 32.691 | Neubert et al. (2016) |
| Pastizal | 7.520 (MS) | Lacorte et al. (2004) |
| Pastura (<i>Brachiaria brizantha</i>) | 12.000 (MS) | Avila et al. (2014) |
| Poroto | 4.006 | Kavalco et al. (2016) |
| Té | 22.000 | Gunther et al. (2008) |
| Yerba mate | 7.826 | Kurtz et al. (2014) |
| Zapallo | 14.490 | Blum et al. (2003) |

Fertilización

| Cultivo | Dosis (kg N/ha) | Fuente |
|---|-----------------|--------------------------|
| Batata | 70 | Tedesco et al. (2004) |
| Caña de azúcar | 100 | Tedesco et al. (2004) |
| Carpas (policultivo) | | Casaca (2008) |
| Maíz | 100 | Vogt et al. (2013) |
| Mandioca | 80 | Tedesco et al. (2004) |
| Pasto elefante | 200 | Tedesco et al. (2004) |
| Pastura (<i>Brachiaria brizantha</i>) | 100 | Tedesco et al. (2004) |
| Pinus taeda | 31,4 | Martiarena et al. (2016) |
| Té | 138 | Gunther et al. (2008) |
| Yerba mate | 245 | Kurtz et al. (2014) |
| Zapallo | 60 | Tedesco et al. (2004) |

Referencias

Albrechts, C. 2005. The effect of plant mineral nutrition on yield and quality of green tea (*Camellia sinensis* L.) under field conditions. Disertación doctoral, Universidad de Kiel.

Andreola, F., L.M. Costa, N. Olszewski e I. Jucksch. 2000. A cobertura vegetal de inverno e a adubacao organica e, ou, mineral influenciando a sucessao feijao/milho. Revista Brasileira de Ciencias do Solo 24: 867-874.

Avila, R., P. Barbera, L. Blanco, V. Burghi, J.P. de Battista, C. Frasinelli, K. Frigerio, L. Gandara, M.C. Goldfarb, S. Griffa, K. Grunberg, K. Leal, C. Kunst, S.M. Lacorte, A. Lauric, L.M. Calsina, G. McLean, F. Nanning, J. Otondo, H. Petruzzi, R. Pizzio, J.D. Pueyo, A.E. Re, A. Ribotta, L. Romero, N. Stritzler, M.A. Tomas, C.T. Carbonell, C. Ugarte y J. Veneciano. 2014. Gramineas forrajeras para el subtropico y el semiarido central de la Argentina. INTA, Buenos Aires.

Basso, C.J., C.A. Ceretta, P.S. Pavinato y M.J. da Silveira. 2004. Perdas de nitrogenio de dejetos liquido de suinos por volatilizacao de amonia. Ciencia Rural 34(6): 1773-1778.

Benedetti, E.L., N.F. de Barros, D. Santin, I. Carvalho de Almeida, G. Pereira Leal y L. Fontes. 2011. Aluminio favorece o crescimento de mudas de erva-mate. Actas del 5to Congreso Sudamericano de la Yerba Mate, 5 y 6 de Mayo de 2011, Posadas, Misiones, p. 153.

- Bisognin, D.A., M.L. de Almeida, A.F. Guidolin y J.A. do Nascimento. 1997. Desempenho de cultivares de feijao em semeadura tardia no planalto catarinense. *Ciencia Rural* 27 (2): 193-199.
- Britos, S. 2004. elaboracion de las canastas basicas de alimentos de seis regiones de argentina. Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil, Buenos Aires, 28 p.
- Burgess, P.J., M.K.V. Carr, F.C.S. Mizambwa, D.J. Nixon, J. Lugusi y E.I. Kikmambo. 2006. Evaluation of simple hand-held mechanical systems for harvesting tea (*Camellia sinensis*). *Experimental Agriculture* 42: 165-187.
- de Andrade Junior, V.C., D.J.S. Viana, N.A.V.D. Pinto, K.G. Ribeiro, R.C. Pereira, I.P. Neiva, A.M. Azevedo y P.C.R. Andrade. 2012. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. *Horticultura Brasileira* 30: 584-589.
- de Oliveira, L.P., A.J. Paiva, L.E.T. Pereira, E.V. Geremia y S.C. Da Silva. 2014. Morning and afternoon sampling and herbage chemical composition of rotationally stocked elephant grass cv. Napier. *Tropical Grasslands* 2: 106-107.
- De Bernardi, L.A. 2016. Analisis tecnologicos y prospectivos sectoriales: complejo agro-industrial de yerba mate y te. Ministerio de Ciencia y Tecnologia, Buenos Aires, 70 p.
- Deschamps, F.C. y F. Adamitcenco. 2000. Parametros nutricionais de forrageiras nativas e exóticas no Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 35 (a2): 457-465.
- Duarte, A.P., S.C. Mason, D.S. Jackson y J de C. Kiehl. 2005. Grain Quality of Brazilian Maize Genotypes as Influenced by Nitrogen Level. *Crop Science* 45: 1958-1964.
- FAO/IAEA. 2008. Guidelines for Sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems. IAEA Technical Document 1582, Viena, 118 p.
- FAO. 2016. Feedipedia - Animal Feed Resources Information System. INRA/CIRAD/AFZ/FAO. <http://www.feedipedia.org/>
- Goya J.F., C. Perez, J.L. Frangi y R. Fernandez. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecología Austral* 13:139-150.
- Guaita, R. y C. Fernandez. 2011. Curso: Alimentos y alimentación: Valor nutritivo promedio de una selección de alimentos para los rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 14-16 de mayo de 2009, Posadas.
- Gunther, D.F. 2008. Margen bruto de plantaciones de té. En: R. Bongiovanni (Ed.) *Economía de los cultivos industriales: algodón, caña de azúcar, maní, tabaco, té y yerba mate*. INTA, Buenos Aires, pp. 71-74.

Hofs, A., F.B. Pereira, C.N. Nesi, G.A. Vogt, L.C. Vieira y S.R. Zoldan. 2016. Milho. En: P.S. Tagliari (Eds.) Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2015-2016. Boletim Técnico 171, EPAGRI, Florianópolis, pp. 50-52.

Houriet, J.L., M.B. Rossner y L. Colcombet. 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles en establecimientos de pequeños productores de Misiones, Argentina. Presentado en el Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, 14-16 de mayo de 2009, Posadas.

Kavalco, S.A.F., W. Nicknish, A. Hofs, A.F. Guidolin, J.V. Neto, J.E. Crispim y C. Pazizotto. 2016. Feijao. En: P.S. Tagliari (Eds.) Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2015-2016. Boletim Técnico 171, EPAGRI, Florianópolis, pp. 35-41.

Kurtz, V., D. Chiffarelli, N. Munaretto y S. Korth. 2014. Poda de rebaje en plantaciones de yerba mate (*Ilex paraguariensis*): mortandad y productividad. En: A.M. Rago (Ed.) Yerba Mate, Té, Mandioca y Stevia. Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales 6, INTA, Buenos Aires. pp. 11-17.

Lacorte, S.M., L.E. Fassola, N. Pachas y L. Colcombet. 2004. Efecto de diferentes grados de sombreado con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de *Axonopus compressus* (Swartz) en el sur de Misiones, Argentina. XI Jornadas Forestales, INTA EEA Montecarlo.

Lysiak, E. 2012. Modelo familiar mixto ganadero-forestal-yerbatero: Ganadería Ciclo Completo. Noroeste de la Provincia de Misiones. En: F. Acosta, M. Calvi, E. Lysiak, M. Rodriguez y P. Sarco (Eds.) Análisis de resultados y sustentabilidad económica de sistemas ganaderos representativos en el Noreste Argentino. INTA, Buenos Aires, p. 62-74.

Martiarena, R., J. Goya, R. Fernandez, J. Frangi y A. Lupi. 2010. Exportación de nitrógeno y fósforo durante la cosecha de una cronosecuencia de *Araucaria angustifolia* (BERT) O. KTZE. 14as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones - EEA Montecarlo, INTA. 10, 11 y 12 de junio de 2010. Eldorado, Misiones, Argentina.

Neubert, E.O., A.L. Moreto, L.A.M. Peruch, M. Miranda, E. Schallenberger, E.C. Nunes y J.A. Rebelo. 2016. Aipim. En: P.S. Tagliari (Eds.) Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2015-2016. Boletim Técnico 171, EPAGRI, Florianópolis, pp. 5-12.

Nussio, L.G., F.P. Campos y F.N. Dias. 2001. Importancia da qualidade da porcao vegetativa no valor alimenticio da silagem de milho. En: C. Cabreira, U. Cecato, J.C. Damasceno y G. Tadeu dos Santos(Eds.) Anais do Simposio sobre Producao e Utilizacao de Forragens Conservadas. Maringá, pp. 127-145.

Pantiu, A.J., A. Capellari y V.D. Kurtz. 2010. Sistemas silvopastoriles del centro y norte de la Provincia de Misiones, Argentina. Revista veterinaria 21(1): 69-75.

- Rocha, R., M. Miranda y P. Godin. 1997. Avaliação de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) no oeste de Santa Catarina, En: Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais da 34 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Juiz de Fora, Sociedade Brasileira de Zootecnia, pp. 92-93.
- Rochinotti, D. y O. Balbuena. 2003. Efecto de la nutrición sobre la eficiencia reproductiva en rodeos de carne. INTA Estación Experimental Colonia Benítez, 9 p.
- SAGPyA. 2004. Investigación forestal al servicio de la producción II: resultados aplicables al cultivo de bosques y la producción de madera en Argentina. Proyecto Forestal de Desarrollo, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Buenos Aires.
- Santos, E.L., M.C.M.M. Ludke, A.M.P. Ramos, J.M. Barbosa, J.V. Ludke y C.B.V. Rabello. 2009. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a Tilapia do Nilo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 4(3): 358-362.
- Severino, L.S., R.L.S. de Lima y N.E. de Macedo Beltrão. 2006. Composição Química de Onze Materiais Orgânicos Utilizados em Substratos para Produção de Mudanças. EMBRAPA, Comunicado Técnico 278, Campina Grande.
- Sitinei, K., P.G. Holme, D.M. Kamau y J.K. Wanyoko. 2013. Nitrogen and Potassium Dynamics in Tea Cultivation as Influenced by Fertilizer Type and Application Rates. American Journal of Plant Sciences 4: 59-65.
- Tedesco, M.J., C. Gianello, I. Anghinoni, C.A. Bissani, F.A.O. Camargo y S. Wiethölter (Eds.). Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, Porto Alegre, 404 p.
- Tosse, D.E.T., F.A.V. Cabrera y D.B. Garcia. 2010. Evaluación de familias de zapallo (*Cucurbita moschata* Duch.) seleccionadas por mayor contenido de materia seca en el fruto y otras características agronómicas. Acta Agronómica 59: 65-72.
- Urdaneta. J. 2004. Uso de la caña de azúcar y follaje de *Gliricidia sepium* en la producción de leche y ganancias diarias de peso en la época seca. Zootecnia Tropical 22(3): 221-229.
- USDA. 2016. Nutrient Data Laboratory USDA ARS: National nutrient database for standard reference, release 28. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search>
- Viana, D.J.S., V.C. de Andrade Junior, K.G. Ribeiro, N.A.V.D. Pinto, I.P. Neiva, J.A. Figueiredo, V.T. Lemos, C.E. Pedrosa y A.M. Azevedo. 2011. Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentacao animal. Ciencia Rural 41(8): 1466-1471.
- Vieira, L.C., G.A. Vogt y S.R. Zoldan. 2015. Milho. En: P.S. Tagliari (Ed.) Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2015-2016. Boletim Técnico 171, EPAGRI, Florianópolis, pp. 50-51.

Villares, A.E., M.A. Morandini, C.F. Hernandez, A. Duran y M. Coroneol. 2009. Estudios para la fertilizacion del tabaco tipo Burley en la Provincia de Tucuman. *Informaciones Agronómicas* 44: 8-15.

Wamser, G.H., D.P. Alves, E. Schallenberger y R.F.G. Morales. 2016. Batata-doce. En: P.S. Tagliari (Eds.) *Avaliacao de cultivares para o estado de Santa Catarina 2015-2016*. Boletim Tecnico 171, EPAGRI, Florianopolis, pp. 27-28.

Zeoula, L.M., J.R.F. Beleze, U. Cecato, C.C. Jobim, L.J.V. Geron, O.P.P. do Prado y A.J. da Silva Falcao. 2003. Avaliacao de cinco hibridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estadios de maturacao. 4. Digestibilidade da Materia seca, materia organica e fibra em detergente neutro da porcao vegetativa e planta inteira. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32(3): 567-575.