

Diagnóstico sobre la situación y potencial del sector riego en Nicaragua

Eduardo Zegarra
Orlando Chirinos

El Departamento de Países de
Centroamérica, México,
Panamá y la República
Dominicana (CID)

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-1063

Diagnóstico sobre la situación y potencial del sector riego en Nicaragua

Eduardo Zegarra
Orlando Chirinos

Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE)

Julio 2016



Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo
Zegarra Méndez, Eduardo.
Diagnóstico sobre la situación y potencial del sector riego en Nicaragua / Eduardo
Zegarra, Orlando Chirinos.
p. cm. — (Nota técnica del BID ; 1063)
Incluye referencias bibliográficas.
1. Irrigation-Nicaragua. 2. Irrigation farming-Nicaragua. I. Chirinos, Orlando. II.
Banco Interamericano de Desarrollo. Representación en Nicaragua. III. Título. IV.
Serie.
IDB-TN-1063

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2016 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0

Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Abstract

Nicaragua ha tenido una importante expansión de la superficie provista para riego en las últimas dos décadas. No obstante, la superficie irrigada ha tenido una importancia limitada y fluctuante en las últimas cinco décadas, llegando a cubrir entre un mínimo de 1% (a principios de los 1960s y 1990s) y un máximo 6% (fines de los 1980s y en 2011) de la superficie agrícola del país. El presente estudio constituye un diagnóstico inicial sobre la situación y potencialidades para el desarrollo del riego en Nicaragua. Un elemento central del estudio es la evaluación de las diversas dimensiones que moldean las posibilidades de expansión del riego en Nicaragua, que abarcan desde consideraciones socio-económicas, físicas y tecnológicas hasta legales e institucionales. Se plantea la evolución y situación actual del riego en el país, se evalúa el estado de la oferta de agua para uso agrario y se explora el potencial para la expansión del riego y las zonas y tipos de cultivo para los que se podría utilizar. De igual forma, se analiza el marco legal actual para la gestión del agua y la institucionalidad para la asignación de derechos, gestión y planificación del agua al tiempo que se presentan algunas experiencias y lecciones en el desarrollo del riego en Latinoamérica. Finalmente, se discuten algunas alternativas de política que brindan sustento para una expansión del riego en los próximos años.

Clasificación JEL: Q11, Q12, Q15, Q18

Palabras claves: Riego, Demanda por riego, Institucionalidad, Políticas, Nicaragua

Resumen Ejecutivo

- 1. El presente estudio está orientado a generar información y análisis actualizados sobre el potencial de riego de Nicaragua en el contexto del cambio climático y la ocurrencia de eventos climatológicos adversos como sequías e inundaciones, que afectan recurrentemente al crecimiento económico y social del país.*
- 2. Para el estudio se han combinado fuentes de información cuantitativa como los censos agropecuarios y bases de datos internacionales (FAOSTAT, AQUASTAT) con fuentes cualitativas (entrevistas) y resultados de estudios previos para estructurar una imagen actualizada de las potencialidades para el desarrollo del riego en Nicaragua en los próximos años.*
- 3. Nicaragua tiene una dotación relativamente alta de recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos. Es el país de mayor dotación media per cápita de recursos hídricos en Centro América, aunque con una marcada heterogeneidad temporal y espacial en dicha dotación.*
- 4. La fuerte heterogeneidad en la distribución temporal y espacial del agua en el territorio ha hecho técnicamente difícil y económicamente costoso el acceso a agua para riego en las diversas zonas del país. En conjunto, Nicaragua ha llegado a irrigar en la última década un total de aproximadamente 100,000 Ha., de las cuales se estima que un 30% es irrigada con agua subterránea y un 70% con aguas de fuente superficial;*
- 5. En un análisis de la evolución del riego en el país se puede ver que históricamente ha existido alta inestabilidad en la proporción del área agrícola bajo riego, llegando a un máximo del 6% pero con caídas que la llevaron al 1% del área agrícola. En la última década (periodo intercensal 2001-2011) se observa un crecimiento del área bajo riego hasta llegar a la situación previa de los 1990s, con una cobertura que llega aproximadamente al 5.5% del área agrícola.*
- 6. Esta expansión se ha basado casi exclusivamente en la iniciativa de los actores privados de la agricultura, en base a infraestructura pública pre-existente de riego (abandonada en los 1990s) y por el creciente uso de riego por bombeo en un contexto de expansión del sector agropecuario orientado a la exportación. Aun así, el acceso al riego en Nicaragua es muy reducido, y sólo unos 12 mil productores o 3.8% usan el riego. Igualmente, sólo un 1.8% de agricultores con menos de 1 Has. tienen acceso a riego, mientras casi 7% de los que tienen más de 100 Has. tienen acceso a riego. Un patrón similar--quizás un poco más concentrado hacia los más grandes--también se observa en el uso de equipamiento de bombeo para riego.*
- 7. El crecimiento del riego sólo por iniciativa privada, sin embargo, enfrenta límites concretos en la medida que únicamente permite la expansión del riego de uso privado (bombeo e infraestructura pre-existente), pero no la del riego de mediana o gran escala donde existen elementos de bien público y baja exclusión que limitan el rol de la iniciativa privada para obtener retornos a la inversión. En este sentido, el estudio explora alternativas para promover una mayor participación del Estado en los*

próximos años en el sector de riego, en un contexto de buenas prácticas, adecuada racionalidad económica y manejo sostenible del recurso hídrico.

- 8. Los estimados previos de FAO sobre potencialidad para el desarrollo del riego arrojan la existencia de unas 356 mil Ha. para este fin. Con las 100 mil Ha bajo riego actuales, Nicaragua se encontraría a menos de 30% de utilización de su potencial. Igualmente, un estimado propio utilizando la base de datos de 87 países en AQUASTAT indica que Nicaragua se encontraría a un 50% de lo esperado en función a variables de dotación de agua, precipitación anual e ingresos per cápita.*
- 9. Un esfuerzo crucial de este estudio ha sido la generación de un estimado de demanda de riego por tipo de agricultor con información del censo 2011. Se generaron estimados relativamente conservadores sobre las posibilidades de expansión del riego en Nicaragua en base a características observables de los agricultores y a condiciones geográficas relacionadas a la probabilidad de acceder a riego en las condiciones tecnológicas y socio-económicas prevalecientes.*
- 10. La demanda adicional de riego estimada en dos escenarios ha sido de entre 33,000 Ha y 50,000 Ha, adicionales a las 100,000 Ha existentes. En términos numéricos, la primera expansión llevaría al número de agricultores con riego de 12,000 a 65,000 en el primer escenario, y a 130,000 en el segundo. Aunque la expansión de superficie irrigada en el país sería de entre 33 y 50%, la cantidad de agricultores con riego subiría desde menos de 4% a entre 25 y 50%.*
- 11. Consideramos que durante la última década se han consolidado algunos procesos generales que apuntalan la posibilidad de una expansión del riego en Nicaragua. Quizás la tendencia más importante se refiere a la dinámica del sector agropecuario, que viene expandiéndose a tasas superiores a sus vecinos de Centro América y con creciente presencia en mercados de exportación de productos como el carne, café, caña de azúcar, frijol y maní. Igualmente, el mercado interno viene creciendo en términos de granos básicos (entre ellos arroz) y hortalizas y frutas. El importante potencial de crecimiento agropecuario de Nicaragua es sin duda la mayor fuente de demanda para el crecimiento del riego en los próximos años.*
- 12. Pero también ha sido un hallazgo importante del estudio el hecho de que la institucionalidad pública para la gestión del agua y la promoción de la agricultura de riego aparece como extremadamente débil en Nicaragua. Actualmente no existen mecanismos ni instancias públicas con capacidad para promover proyectos de irrigación a una escala mínima que justifiquen la inversión. Estas condiciones limitan las posibilidades de expansión, pero pueden revertirse con políticas y algunas estrategias orientadas a promover la agricultura bajo riego como lo han hecho otros. Una ventaja de Nicaragua en este ámbito es que tiene una Ley de Aguas relativamente moderna y con conceptos adecuados para la gestión integral de los recursos hídricos a nivel de cuencas.*
- 13. Sobre la base de los hallazgos del estudio se plantean cuatro alternativas generales de política para expandir el riego en Nicaragua: (i) Expansión de la infraestructura mayor*

de embalsamiento de agua para fines agropecuarios; (ii) Expansión del uso de equipos y tecnologías para una mayor extracción de agua de fuentes subterráneas y superficiales; (iii) Uso de tecnologías de cosecha de agua en zonas específicas; (iv) Tecnificación del riego a nivel parcelario. Cabe decir que estas alternativas no son mutuamente excluyentes y que, muy probablemente, lo más recomendable para el país es una combinación costo-eficiente de estas alternativas.

14. Una ventaja decisiva de promover **proyectos de irrigación de infraestructura mayor** es la escala. Según el estudio de Inocencio et al (2007) el "tamaño del proyecto", medido en área total irrigada, es la variable más importante para explicar menores costos unitarios y mejor performance en términos de retorno de la inversión. Esto demuestra que existen importantes economías de escala en los proyectos de riego que hacen más eficientes proyectos de cierta mayor escala que varios proyectos pequeños para la misma área a irrigar. Las economías de escala se generan tanto en el proceso de construcción y distribución del agua, como en el uso de recursos humanos y técnicos que son no divisibles.
15. Otra ventaja de los proyectos de riego con financiamiento público de cierta escala es que los beneficios generalmente son colectivos (aunque acotados a ciertos grupos y zonas). Estos proyectos generan una infraestructura de uso colectivo (embalse y sistema de distribución), que genera beneficios a un grupo de agricultores y sectores relacionados, y el beneficio no es privadamente apropiado como en el caso de subsidios al consumo de energía o subsidio directo a ciertos cultivos o tecnologías específicas.
16. En cuanto a las desventajas, cabe señalar que los proyectos públicos de irrigación están sometidos a problemas tanto de diseño, financiamiento como implementación. Bajo diversas circunstancias, estos proyectos son sobredimensionados por intereses de la construcción, inflándose los potenciales beneficios para justificar mayores costos de construcción. Igualmente, existen dificultades para generar condiciones adecuadas de distribución, cobro de tarifas y uso sostenible del agua por parte de los regantes. Un problema frecuente es que se le dé mayor importancia a la construcción en perjuicio de procesos de capacitación y fortalecimiento de la organización e institucionalidad de los regantes.
17. Una estrategia de política pública para incrementar la **adquisición y uso de equipos de bombeo para riego** en Nicaragua pasa por algunas de las siguientes opciones (no mutuamente excluyentes): (i) una política energética que reduzca el costo de producir energía en términos generales (actualmente la más cara de Centro América); (ii) cambios en la normatividad sobre financiamiento de la conexión a la red eléctrica en zonas rurales (iii) subsidios directos y/o exoneraciones tributarias al consumo de energía para el uso de equipos de bombeo para riego; (iv) subsidios y/o exoneraciones tributarias para la adquisición de equipos de bombeo para riego.
18. La opción (i) es parte de una decisión de política nacional relacionada a procesos más amplios de mejora y ampliación y diversificación de la capacidad generadora y distribuidora de energía en el país. Igualmente, podría incluir políticas más agresivas

para reducir las pérdidas de energía en el sistema y distribuir mejor los subsidios cruzados entre consumidores y sectores productivos.

19. En cuanto a la opción (ii) sobre conexiones al sistema de la red eléctrica, el sector riego es particularmente sensible a la situación de la red de distribución de energía hacia zonas rurales del país. La normatividad actual es en nuestra opinión muy adversa a la expansión de las conexiones de los agricultores a la red de energía eléctrica del país al disponer que clientes con más de 150 metros a la red existente deben financiar la conexión para recibir un repago luego de 18 meses de parte de las empresas distribuidoras. Esta disposición limita seriamente la expansión del uso de la energía eléctrica para el riego en zonas rurales de Nicaragua y debería ser reformada para incrementar sustancialmente la conexión de los agricultores a una fuente más estable y menos costosa de energía.
20. En el caso de las opciones (iii) y (iv) sobre subsidios y exoneraciones al consumo de energía para bombeo y adquisición de equipos, se requieren hacer estudios de costo beneficio y tener estimaciones de la elasticidades de respuesta de la oferta de riego con respecto al costo de la energía y los equipos. Este estudio considera que en la situación actual del sistema energético de Nicaragua es poco probable que se pueda generar un subsidio significativo y específico para el sector riego en el marco tarifario vigente, aunque sí se podrían hacer algunos ajustes para promover el mayor uso de energía en el sector riego (que ha perdido participación en el consumo de energía eléctrica en la última década), por ejemplo, incrementando incentivos para el riego en horas que no son punta para el conjunto de usuarios.
21. Con respecto a tecnología de **cosecha de agua** como una alternativa interesante pero aún en proceso de evaluación y validación en Nicaragua. La tecnología aparece como una alternativa relevante para pequeños agricultores en las zonas más pobres del llamado corredor seco, sujeto a alta vulnerabilidad climática. Igualmente se reconocen potencialidades para el uso de esta técnica en la ganadería con abrevaderos y lagunetas ganaderas, así como para el consumo humano. Luego de la ejecución del proyecto COSUDE-MEFCCA con un adecuado esquema de evaluación de impactos, se podrá contar con mayores elementos de juicio para que esta alternativa pueda considerarse como una política y estrategia más amplia para la expansión del riego para pequeños productores en Nicaragua en los próximos años.
22. La estrategia de **tecnificación del riego** es un complemento importante de las tres estrategias previas. El paso del riego por gravedad a riego por goteo y/o aspersión genera impactos inmediatos de mayor productividad y menor consumo de agua por unidad de tierra. Esto permite, a su vez, expandir las áreas irrigadas con la misma cantidad de agua y, por ende, es una forma indirecta de incrementar el riego. La tecnificación del riego es un fenómeno básicamente a nivel predial.
23. La política pública tiene dos roles cruciales para la expansión **del riego tecnificado**. En primer lugar, puede generar incentivos y promover esquemas financieros que hagan accesible los altos niveles iniciales de inversión requeridos para el equipamiento. En segundo término, las entidades públicas pueden proveer de esquemas de capacitación

o asistencia técnica, o convertirse en entidades de segundo piso (como lo está haciendo INTA) para el desarrollo de capacidades para el riego tecnificado entre los agricultores.

24. *Los temas estratégicos y recomendaciones en base a los hallazgos del presente estudio a considerar para promover una expansión significativa del riego en Nicaragua giran en torno a los siguientes ejes de acción:*
25. **Eje institucional:** *implementación de la institucionalidad básica para la gestión del agua de la Ley 620 y su reglamento: funcionamiento activo del Concejo Nacional de Recursos Hídricos (presidido por MARENA); fortalecimiento de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), creación de Organismos y Comités de Cuenca; aprobación del reglamento e implementación de distritos de riego en zonas actualmente irrigadas con fuentes de embalses (Apanás y Las Canoas) para su posterior extensión a futuras zonas irrigadas en todo el país. Igualmente, se considera importante crear una dirección de línea orientada a la promoción y regulación del riego en Nicaragua dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Esta instancia deberá estar en capacidad de formular proyectos de riego de mediana y gran escala a ser presentados al sistema nacional de inversión pública (SNIP).*
26. **Eje de políticas y planificación:** *es crítico que el país cuente con los siguientes instrumentos: (i) Política Nacional de Recursos Hídricos; (ii) Plan Nacional de Recursos Hídricos y; (iii) Estrategia y Plan Nacional para el Desarrollo del Riego. Estos instrumentos de planificación deben ser impulsados por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, ANA y en el caso del riego también por el sector público Agropecuario (MAG).*
27. **Eje de gestión de la oferta:** *Nicaragua requiere medidas tendientes a la Gestión de la Oferta del recurso hídrico, la que debe incluir acciones para la regulación del recurso hídrico basadas en el manejo del ciclo hidrológico, almacenamiento en reservorios superficiales (embalses, lagunas) así como uso sostenible de reservorios subterráneos (recargas de acuíferos), este último una realidad en las regiones Pacífico. Algunos componentes de este eje:*
 - a. **Eje de infraestructura para el riego:** *se requiere generar una cartera de proyectos de represamiento y distribución de agua para uso agrícola en las regiones identificadas con mayor demanda por riego (ver sección 5). Estos proyectos deben tener una escala mínima de 1,000 Has. de cobertura (hasta un máximo de 5,000 Has.) y considerar la creación de distritos de riego y procesos de capacitación y asistencia técnica para que los beneficios sean sostenibles en el tiempo.*
 - b. **Eje de cosecha de agua y cambio climático:** *se sugiere monitorear la ejecución del proyecto de cosecha de agua promovido por COSUDE-MEFCCA en algunos municipios del corredor seco, el cual es debe ser evaluado en un periodo de tres años. Luego de esto será posible plantear un escalamiento de esta tecnología.*
 - c. **Eje de medidas para promover el riego en base a extracción de agua:** *para zonas y cultivos de muy alta rentabilidad, se pueden implementar algunas medidas de*

apoyo (subsidio) para reducir los costos de la energía y expandir las conexiones de los agricultores a la red eléctrica nacional, siempre considerando extracción de agua en forma sostenible. Se recomienda que esta iniciativa esté atada al cobro de la cuota o canon por la extracción de agua, recursos que ANA debe orientar a la gestión integral del agua en las cuencas y al desarrollo de infraestructura de riego en el país;

- d. Eje de promoción de la tecnificación del riego:** *se plantea la promoción del riego tecnificado mediante incentivos para el financiamiento de equipos y tecnologías de riego por goteo y aspersión de diversa escala y rentabilidad. El aparato público de investigación y extensión (INTA-MAG-MEFFCA) debe considerar un componente fuerte de promoción de técnicas de riego modernas que incrementan la productividad y permiten utilizar menos agua para generar más valor.*

Contenido

1. Introducción	3
2. Situación del riego en Nicaragua.....	5
2.1. Evolución del uso del suelo para fines agropecuarios en Nicaragua.....	5
2.2. La evolución del área bajo riego en Nicaragua.....	7
2.3. Los cambios intercensales en el riego: 2001-2011.....	9
2.4. La distribución de las áreas agrícolas bajo riego en Nicaragua (2011).....	14
2.5. Hacia una tipología de agricultores con riego en Nicaragua	19
2.5.1. Riego y tamaño de los agricultores.....	19
2.5.2. La importancia del riego por regiones geográficas.....	20
2.5.3. Riego, propiedad de la tierra y orientación productiva.....	21
2.5.4. Riego y elevación	22
3. Características de la oferta de agua en Nicaragua.....	23
3.1. Disponibilidad de recursos hídricos en Nicaragua.....	23
3.1.1. Régimen de precipitaciones.....	24
3.1.2. La dotación de agua superficial	26
3.1.3. Dotación de aguas subterráneas	27
3.2. Evolución y situación actual de la infraestructura hídrica.....	30
3.3. Calidad del agua.....	33
4. Potencialidad y costos del desarrollo del riego en Nicaragua	34
4.1. Evolución histórica del riego.....	34
4.2. Estimaciones de potencialidad de la FAO.....	35
4.2. Un estimado sobre potencial de riego relativo de Nicaragua en la base AQUASTAT ..	36
4.3. Los costos del riego	38
4.3.1. Costos de inversión.....	38
4.3.2. Costos de operación y mantenimiento.....	39
4.3.3. Costos de energía para riego por bombeo	40
5. Estimación del potencial y la demanda por riego en Nicaragua.....	44
5.1. Evolución del sector agropecuario de Nicaragua	44
5.2. Estimación de la demanda potencial por riego en Nicaragua	47
5.2.1. Modelo Probit de acceso y demanda por riego.....	47
5.2.2. Descripción de las variables a utilizar en la estimación.....	48
5.2.3. Resultados de la estimación	50
5.3. Caracterización de los demandantes de riego	54
5.3.1. Características generales	54
5.3.2. Demanda potencial de riego por productores de granos básicos y arroz.....	57
5.3.3. Demanda por riego y otros cultivos importantes.....	58
6. El marco legal para el uso del agua en Nicaragua	59
6.1. La institucionalidad legal para la gestión del agua	59
6.2. Derechos de acceso al agua.....	61
6.3. Régimen económico	62
6.4. Infraestructura hidráulica	63
6.5. Planificación hídrica.....	64
7. Diagnóstico institucional del riego en Nicaragua	65
7.1. La situación de la institucionalidad creada por la Ley 620	65
7.2. ANA y la gestión del agua para riego.....	67
7.3. Visión del sector público agricultura (MAG e INTA)	68
7.4. Visión de autoridades ambientales (MARENA)	69
7.5. El sistema de inversión pública.....	70
7.6. Perspectivas de actores privados con respecto al riego.....	70
8. Experiencias, lecciones y buenas prácticas de otros países en riego	73
8.1. La experiencia en riego de países de Centro América.....	73

8.2. Experiencias de países en la región con alta proporción de riego	78
8.3. Tendencias relevantes sobre buenas prácticas en riego	81
8.3.1. Condiciones que influyen en el éxito de los proyectos de riego	81
8.3.2. Nuevos modelos de asociación público-privada para proyectos de riego	82
9. Alternativas de política para el desarrollo del riego en Nicaragua	83
9.1. Síntesis de los hallazgos de las secciones previas	83
9.2. Discusión de las alternativas de política	84
9.2.1. Expansión de infraestructura mayor para riego superficial	84
9.2.2. Expansión de extracción de agua usando equipos de bombeo.....	87
9.2.3. La tecnología de cosecha de agua	89
9.2.4. Tecnificación del riego	91
9.3. Ejes de acción recomendados	92
Bibliografía.....	95
Anexos a las Secciones.....	99
Anexo a Sección 2.....	100
Anexo a Sección 3.....	103
Anexo a Sección 5.....	104
Anexos adicionales	107
Anexo 1: Técnicas de riego utilizadas en Nicaragua	108
Glosario de Términos.....	114

1. Introducción

El presente estudio ha sido encargado a GRADE por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con el fin de disponer de un diagnóstico sobre la situación y potencialidades para el desarrollo del riego en Nicaragua. El estudio busca generar información y análisis actualizados sobre una materia que es de creciente interés para la discusión y diseño de políticas por parte de las autoridades de Nicaragua en el contexto del cambio climático y la ocurrencia de eventos climatológicos adversos como sequías e inundaciones, que afectan recurrentemente al crecimiento económico y social del país.

El estudio combina fuentes de información integrales como los censos agropecuarios de 2001 y 2011, bases de datos de FAOSTAT y AQUASTAT; con mapas temáticos y estudios previos; así como información primaria obtenida de entrevistas a actores clave relacionados a la gestión del agua y las actividades productivas de la agricultura, tanto del sector público como privado. Un elemento central del estudio es que se evalúan las diversas dimensiones que moldean las posibilidades de expansión del riego en Nicaragua, que van desde consideraciones socio-económicas, físicas y tecnológicas hasta legales e institucionales.

El informe se divide en nueve secciones, incluyendo esta introducción, además de un conjunto de anexos. La **segunda** sección plantea la evolución y situación actual del riego en Nicaragua. Se parte de un análisis de cómo ha evolucionado el uso de la tierra y del riego durante las últimas décadas, el cual se hace en forma comparativa con otros países de Centro América. Luego se analiza la evolución más reciente del riego en Nicaragua en el periodo intercensal 2001-2011, para finalmente generar una **tipología** de agricultores y su relación con el uso del riego por tamaño, ubicación y orientación productiva.

La **tercera** sección está orientada a evaluar la oferta y disponibilidad del recursos hídricos y la situación de la infraestructura hidráulica del país, considerando sus características especiales en términos temporales y espaciales, así como elementos de la cantidad y calidad del recurso. Esta sección establece, en cierta forma, el estado de la "oferta" de agua para uso agrario, que es evidentemente un elemento clave para cualquier planteamiento de expansión del riego en los próximos años.

La **cuarta** sección está dedicada al tema del potencial para la expansión del riego en Nicaragua, utilizando estimados realizados por FAO y una estimación propia en base a base de datos de AQUASTAT de 87 países. En esta sección también se analizan los costos del riego, tanto de inversión, operación y mantenimiento de sistemas superficiales y de riego por bombeo.

La **quinta** sección se orienta a evaluar las zonas y tipos de cultivo para los que se podría expandir (debido a mayor demanda) el riego en Nicaragua en los próximos años tomando en cuenta aspectos físicos, socio-económicos y geográficos. Se inicia la sección con un análisis de la evolución del sector agropecuario de Nicaragua (demandante del riego), el que ha venido creciendo en forma sostenida durante la última década. Se observa que la limitada extensión bajo riego estaría ya poniendo límites al crecimiento futuro del sector agropecuario en el país. A continuación, y en base a datos del censo agropecuario 2011, se estima un modelo de "demanda por riego" basado en la probabilidad observada de acceder a riego por parte de los

agricultores en el censo en función a variables observables. Las estimaciones generan una especie de "demanda potencial" localizada por mayor riego en Nicaragua, la cual se puede caracterizar por zonas y cultivos usando los propios datos del censo.

La **sexta** sección del informe presente el análisis del marco legal actual para la gestión del agua en Nicaragua a partir de la Ley 620 del año 2007. En particular, se analiza la institucionalidad creada por la norma para la asignación de derechos, gestión y planificación del agua. Se le presta particular atención a las implicancias del marco legal para el sector de usuarios de agua para riego.

La **séptima** sección, por su parte, introduce un elemento crucial del presente estudio basado en las entrevistas realizadas: un diagnóstico institucional del sector riego, con énfasis en la situación de la institucionalidad para la gestión del agua; las percepciones de los actores públicos y privados relevantes, así como los roles y propuestas emergentes para el desarrollo del riego en el contexto actual.

La **octava** sección presenta un balance de las experiencias y lecciones en el desarrollo del riego de países tanto de Centro América como de la región más amplia de Latinoamérica. En esta sección también se destacan algunas tendencias con respecto a buenas prácticas en el desarrollo del riego a nivel internacional.

En la **novena y última** sección se discuten las alternativas de política para la expansión del riego en Nicaragua en la dirección de atender la demanda potencial estimada. En este caso se evalúan alternativas técnicas e institucionales que podrían darle sustento a una expansión económica, social y técnicamente viable en los próximos años. Se le presta particular atención a requerimientos financieros y de capacidades institucionales en las estrategias planteadas. Igualmente, en esta sección se plantean ejes de acción para la posible expansión del riego en Nicaragua en base a los hallazgos del estudio y se alcanzan recomendaciones para los tomadores de decisiones interesados en el crecimiento y desarrollo económico y social de la agricultura del país.

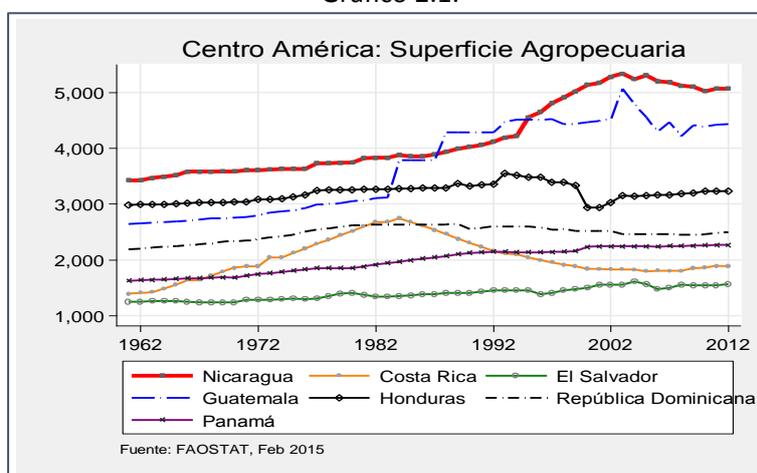
2. Situación del riego en Nicaragua

En esta sección se realiza un análisis descriptivo del riego en Nicaragua, con énfasis en la evolución general de largo plazo y la situación actual más específica de las áreas bajo irrigación en el país. Al final de la sección se plantea una **tipología de agricultores con riego**, la cual será retomada en la sección 5 sobre demanda de riego.

2.1. Evolución del uso del suelo para fines agropecuarios en Nicaragua

Nicaragua ha tenido un importante crecimiento en términos de área agropecuaria durante las últimas dos décadas, como se puede ver en el gráfico siguiente (comparativo con otros países de Centro América).

Gráfico 2.1.



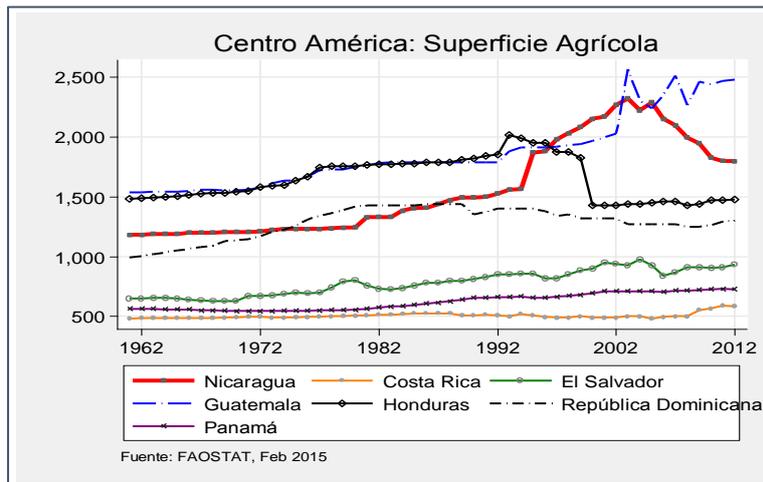
Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

Se puede ver que Nicaragua ha pasado a ser el país con mayor extensión de superficie agropecuaria en Centro América, superando a Guatemala desde mediados de los 1990s. En la última década, la superficie agropecuaria de Nicaragua se ha estabilizado en un poco más de 5 millones de hectáreas.

La expansión de superficie agropecuaria total se relaciona a cambios en superficie agrícola y no agrícola (básicamente pastos o pasturas, que sustentan a la ganadería). En términos de superficie agrícola¹--si bien Nicaragua tuvo una expansión importante hasta fines de los 1990s-- en la última década ha venido mostrando un declive, como se puede ver en el siguiente gráfico que también compara la evolución con el resto de países de Centro América.

¹ Para una descripción de la distribución territorial de la superficie agrícola y bajo riego de Nicaragua ver sección 2.4., especialmente el Mapa 2.3.

Gráfico 2.2.

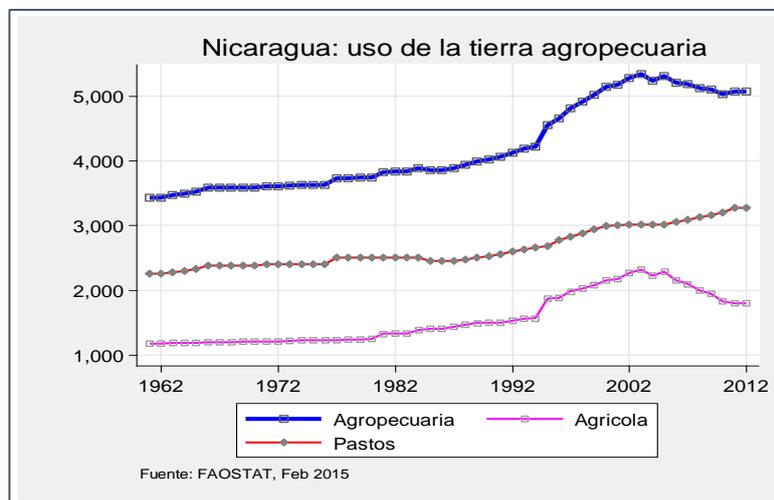


Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

En este caso Guatemala sí ha superado a Nicaragua en la última década, llegando a 2.5 millones de hectáreas de superficie agrícola. En contraste, Nicaragua ha caído de 2.3 millones a fines de los 1990s a un promedio de 1.8 millones de hectáreas hacia el final de la serie (2012).

Si el área cultivada ha caído, lo que ha incrementado la superficie agropecuaria de Nicaragua en la última década ha sido la fuerte expansión de pasturas (asociadas a la ganadería), como se puede ver en el gráfico a continuación.

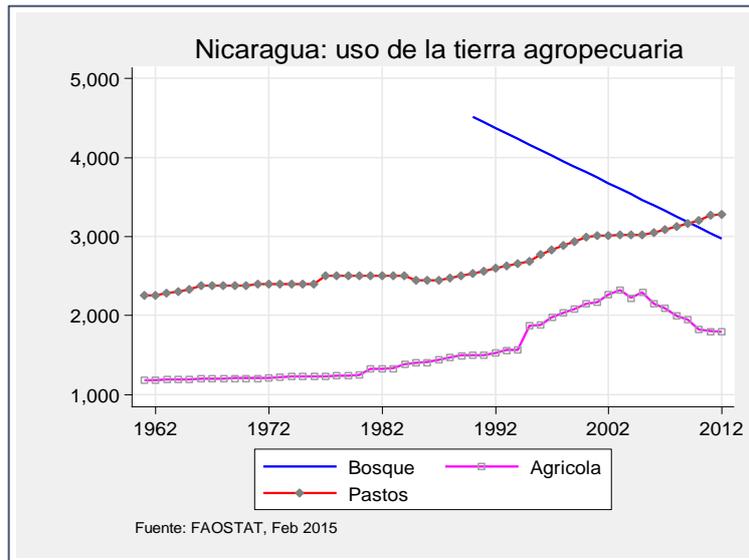
Gráfico 2.3.



Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

También cabe decir que esta fuerte expansión de pasturas estaría relacionada tanto al cambio de uso de tierra cultivada, como a la sustitución de bosques (deforestación), como se puede ver en el gráfico siguiente.

Gráfico 2.4.

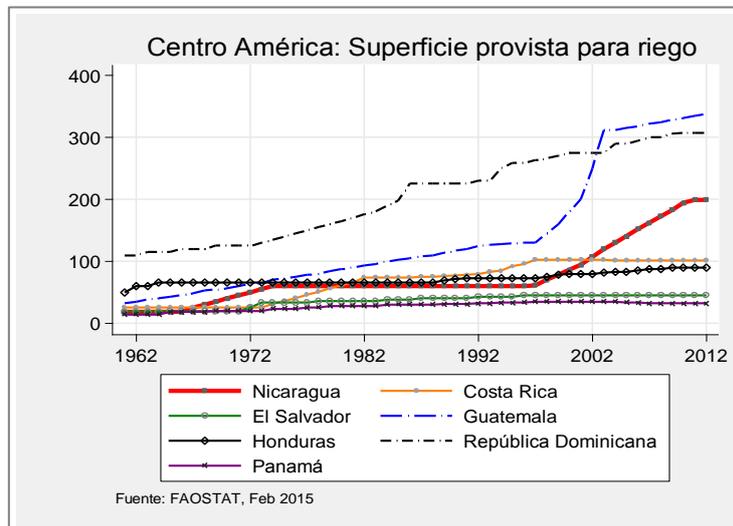


Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

2.2. La evolución del área bajo riego en Nicaragua

En la base de datos FAOSTAT (2015) se registra la evolución de "superficie provista para riego"² de los países, como se puede ver a continuación en términos comparativos para Centro América.

Gráfico 2.5.



Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

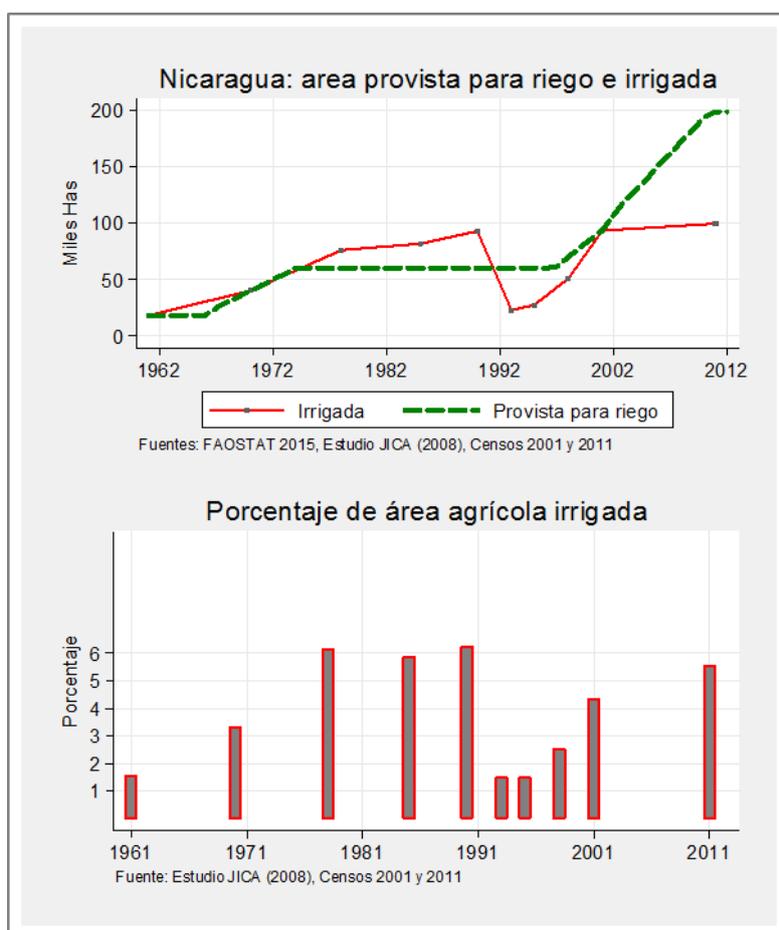
² Según glosario de FAOSTAT: "Superficie con infraestructura para suministrar agua a los cultivos (vía regadío). Incluye la superficie con control total o parcial del riego, las zonas bajas con control del agua y la superficie con riego por aprovechamiento de avenidas. Cultivos forrajeros y pastos en regadío están incluidos."

Nicaragua y Guatemala han tenido una importante expansión de la superficie "provista para riego" en las últimas dos décadas. Incluso Guatemala habría superado en esta variable a República Dominicana, el país con mayor trayectoria histórica de riego en la región. Cabe decir que la superficie realmente regada puede ser distinta a esta capacidad o provisión para riego (por ejemplo, porque el costo de regar supera a sus beneficios en ciertos momentos). Esto se puede ver en el gráfico que sigue para Nicaragua, donde se ha construido el área total realmente irrigada de otras fuentes (sólo para algunos de los años de la serie)

Existiría una incongruencia en los datos de FAO en el periodo 1973-1990 en el que la superficie irrigada aparece como mayor a la "provista para riego". A partir de 1991 la superficie irrigada es inferior al área provista para riego llegando a cubrir sólo un 50% de dicha superficie para el año 2011 (donde el dato sobre área efectivamente irrigada corresponde al censo agropecuario de ese año).

La evolución del área irrigada estimada (sólo para algunos años) y como porcentaje de la superficie agrícola total de Nicaragua se muestra a continuación.

Gráfico 2.6.

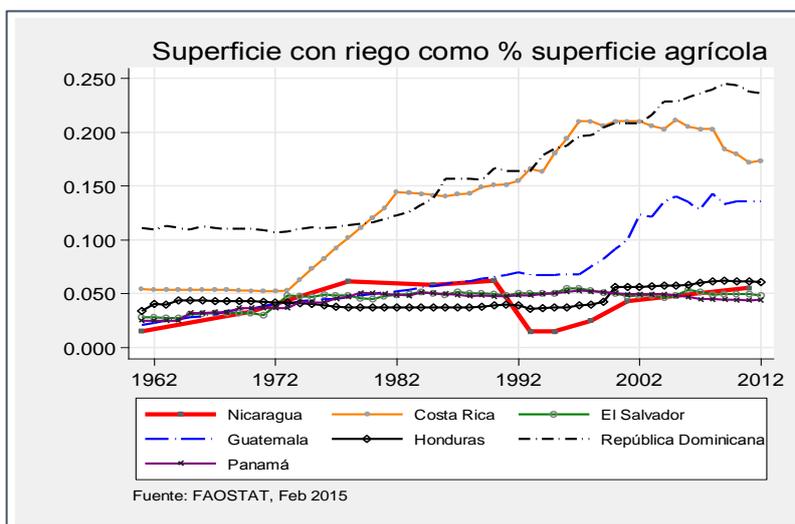


Fuentes: Estudio JICA (2008); Censos 2001 y 2011

La superficie irrigada ha tenido una importancia limitada y fluctuante en Nicaragua en las últimas cinco décadas, llegando a cubrir entre un mínimo de 1% (a principios de los 1960s y 1990s) y un máximo 6% (fines de los 1980s y en 2011) de la superficie agrícola del país. Para el

año 2011, Nicaragua habría llegado a tener cerca de 100,000 hectáreas bajo riego, es decir un 5.5% del total del área agrícola del país. Este porcentaje es similar al máximo alcanzado hacia fines de los 1990s o a fines de los 1970s. La evolución comparativa de este porcentaje con otros países de Centro América se muestra a continuación.

Gráfico 2.7



Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

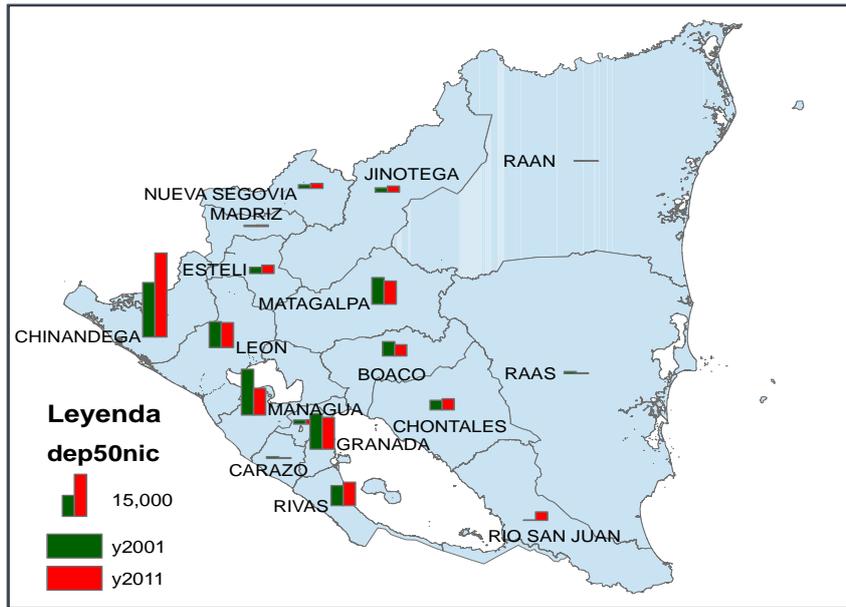
Guatemala y Costa Rica han tenido incrementos notorios en esta proporción durante las últimas dos décadas, mientras Nicaragua recién ha recuperado el porcentaje de 5.5% que ya tuvo antes (finales de los 1980s) en los años recientes. El promedio regional en Centro América de superficie con riego como porcentaje de la superficie agrícola fue de 11.2% para el periodo 2000-2012, casi el doble del porcentaje de Nicaragua.

2.3. Los cambios intercensales en el riego: 2001-2011

Nicaragua ha ejecutado censos agropecuarios en los años 2001 y 2011, lo cual permite hacer un análisis más detallado sobre los cambios en el uso del riego durante la última década³. Como se vio previamente, la superficie total irrigada no varió sustancialmente entre 2001 y 2011, aunque pueden haber ocurrido cambios importantes en la estructura y distribución de áreas irrigadas como analizaremos en este acápite. En el mapa siguiente (ver cuadro A.2.1 en Anexo a sección 2) se consigna la distribución del área bajo riego por departamento y cambios en el periodo intercensal 2001-2011.

³ La comparación se puede hacer con ciertas limitaciones y sólo a nivel departamental al contar solamente con ese nivel de desagregación en el caso el III Censo del 2001. También es preciso considerar que la pregunta específica referida a áreas bajo riego tuvo algunos cambios en la cédula de ambos censos.

Mapa 2.1. Nicaragua: cambio en superficie bajo riego 2001-2011



Fuentes: III y IV Censos Agropecuarios, INIDE.

Con respecto a los cambios, el departamento de Chinandega tuvo la mayor expansión: pasó de 20 mil en 2001 a más de 30 mil hectáreas de superficie bajo riego en 2011. También tuvo fuerte expansión el departamento de Río San Juan, aunque tiene una limitada extensión (pasó de casi 0 en 2001 a 3 mil hectáreas en 2011). En contraste, el departamento de Managua tuvo la mayor caída en área bajo riego, con una pérdida de casi 7 mil hectáreas entre 2001 y 2011. Granada, Matagalpa y Boaco tuvieron también caídas importantes. Como se puede ver, la distribución de las áreas bajo riego en el país han tenido cambios significativos entre 2001 y 2011, proceso que se puede explicar por condiciones de rentabilidad diferenciadas ante cambios tanto en mercados, tecnología y condiciones climáticas e hidrológicas.

En el siguiente cuadro se presenta la evolución de las tres técnicas de riego más importantes (gravedad, goteo y aspersión, ver Anexo 1 sobre técnicas de riego existentes en Nicaragua) entre ambos periodos censales.

Cuadro 2.1. Cambios en área bajo irrigación por técnica de riego

	riego por gravedad			riego por goteo			riego por aspersión		
	2001	2011	Has	2001	2011	Has	2001	2011	Has
NUEVA SEGOVIA	505	487	-18	25	225	200	788	972	184
JINOTEGA	1,047	816	-231	28	207	179	500	640	140
MADRIZ	298	179	-119	19	194	175	157	128	-29
ESTELÍ	1,472	1,471	-1	60	425	365	749	651	-98
CHINANDEGA	13,840	10,183	-3,657	554	1,453	899	5,471	14,831	9,360
LEÓN	4,541	5,183	642	379	284	-95	4,557	3,006	-1,551
MATAGALPA	8,541	6,993	-1,548	245	195	-50	912	571	-341
BOACO	5,142	3,263	-1,879	11	29	18	99	653	554
MANAGUA	3,521	5,900	2,379	1,169	2,280	1,111	12,099	1,484	-10,615
MASAYA	426	505	79	11	32	21	1,028	815	-213
CHONTALES	3,414	3,742	328	11	13	2	51	58	7
GRANADA	11,684	8,355	-3,329	306	40	-266	983	3,168	2,185
CARAZO	110	112	2	16	38	22	527	79	-448
RIVAS	5,208	6,359	1,151	100	152	52	1,966	1,670	-296
RÍO SAN JUAN	6	3,018	3,012	9	0	-9	30	23	-7
RAAN	141	11	-130	34	6	-28	15	5	-10
RAAS	688	85	-603	16	60	44	61	50	-11
TOTAL	60,582	56,663	-3,919	2,994	5,634	2,640	29,996	28,804	-1,192

Fuentes: III y IV Censos Agropecuarios, INIDE.

El riego por gravedad es el más importante en el país, con unas 60,000 Has. seguido por aspersión con alrededor de 30,000 Has.; y en menor medida el riego por goteo que abarcó en 2011 unas 5,600 Has. En el agregado, el riego por gravedad ha tenido una caída de casi 4,000 Has. (de 60.6 a 56.6 mil Has.) entre ambos censos mientras el riego por goteo se incrementó significativamente (partiendo de una base pequeña) de casi 3,000 a 5,600 Has. El riego por aspersión cayó ligeramente en unas 1,000 Has, de 30 a 29 mil Has.

Las dos regiones que han sufrido cambios en los tipos de riego han sido Chinandega y Managua. En la primera se observó un aumento muy fuerte del riego con aspersión, ligado fundamentalmente a la mayor producción de caña de azúcar que desplazó completamente a la producción de arroz⁴. El caso de Managua parece ser el inverso, se ve una fuerte caída del riego por aspersión mientras aumenta (en menor proporción) el riego por gravedad y por goteo. En este caso se trataría de una retracción del cultivo de caña en favor de arroz (ver cuadro 2.2). El departamento de Granada también muestra un aumento importante en el riego por aspersión, pero con caídas tanto en el riego por gravedad como por goteo. En este caso no se observa sustitución entre caña de azúcar y arroz, y la explicación podría estar en el crecimiento de otros cultivos que también se riegan por aspersión como hortalizas y frutas. Por su parte, el departamento de León mostró una caída significativa del riego por aspersión, en favor del riego por gravedad, básicamente por la expansión del arroz. Finalmente, la expansión en Río San Juan se ha debido exclusivamente al aumento en el riego por gravedad,

⁴ La caña de azúcar y el arroz tienen sistemas de riego distintos. Mientras los grandes ingenios de caña usan predominantemente el riego por aspersión (pivotes); el arroz se riega exclusivamente por gravedad (incluso por inundación, que es una característica casi única de este cultivo).

el cual también se explica por el fuerte crecimiento en siembras de arroz bajo riego en este departamento (cuadro 2.2.).

Cuadro 2.2. Siembra de arroz bajo riego y caña de azúcar en 2001 y 2011 (Has.)

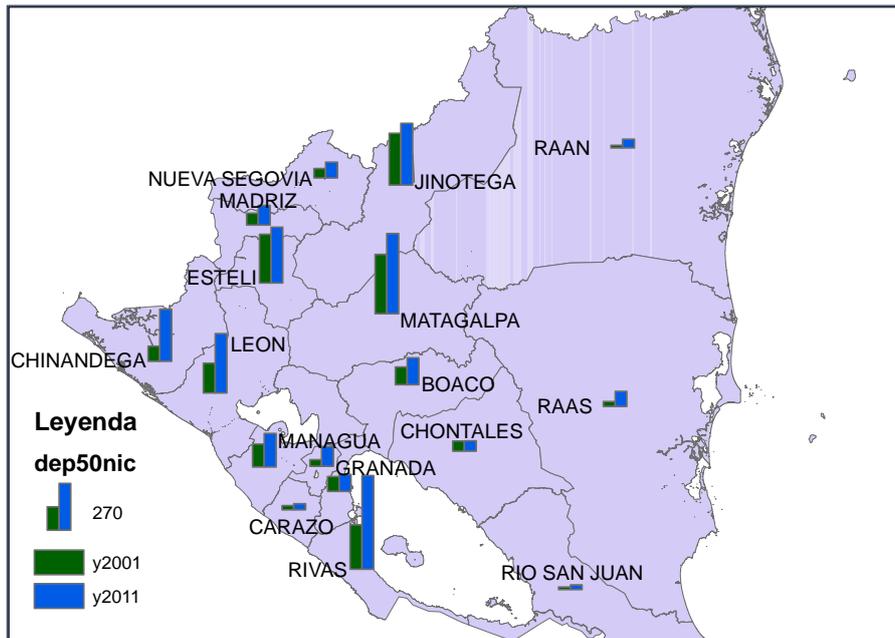
	Arroz bajo riego			Caña de Azúcar		
	2001	2011	Cambio	2001	2011	Cambio
NUEVA SEGOVIA	142	0	-142	324	390	66
JINOTEGA	1	0	-1	541	471	-70
MADRIZ	0	0	0	45	37	-8
ESTELÍ	1	0	-1	41	57	16
CHINANDEGA	592	0	-592	31,228	45,992	14,764
LEÓN	2,454	4,327	1,873	2,292	2,875	583
MATAGALPA	10,891	9,788	-1,103	509	605	96
BOACO	2,082	3,866	1,784	291	439	148
MANAGUA	1,094	7,068	5,974	13,627	3,402	-10,225
MASAYA	0	0	0	722	46	-676
CHONTALES	1,174	2,905	1,731	41	43	2
GRANADA	10,671	9,672	-999	2,846	1,871	-975
CARAZO	0	0	0	1,455	1,002	-453
RIVAS	507	878	371	4,521	4,252	-269
RÍO SAN JUAN	0	2,903	2,903	98	91	-7
RAAN	1	0	-1	1,070	718	-352
RAAS	0	0	0	1,557	800	-757
TOTAL	29,609	41,406	11,797	61,208	63,093	1,885

Fuentes: III y IV Censos Agropecuarios, INIDE.

Los datos de ambos censos también permiten captar a las explotaciones agropecuarias⁵ que utilizan equipos de bombeo para riego y sus cambios entre 2001 y 2011, como se puede ver en el mapa siguiente (ver cuadro A.2.2 en anexo a esta sección).

⁵ Una explotación agropecuaria se define como una o más parcelas de uso agropecuario conducida/as por una misma persona natural o jurídica.

Mapa 2.2. Cambio en unidades agropecuarias con bomba de riego 2001-2011



Fuentes: III y IV Censos Agropecuarios, INIDE.

En conjunto, se registró un aumento de aproximadamente 1,300 explotaciones agropecuarias en el uso de bombas para riego entre 2001 y 2011, un aumento de 63% (los datos censales no permiten establecer la capacidad de los equipos ni el área irrigada mediante bombeo).

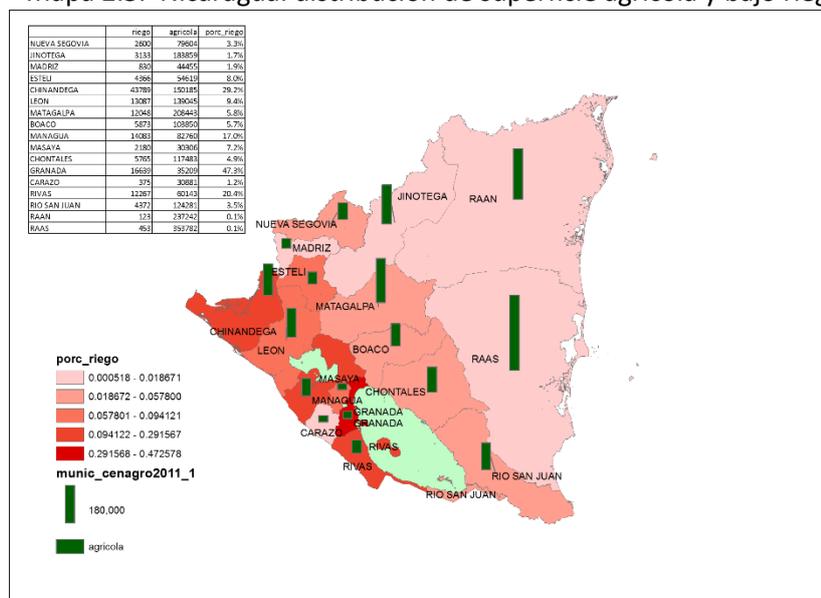
La mayor expansión en número de unidades con equipos de bombeo se observa en la región del Pacífico sur de Rivas, y norte de Chinandega y León. Los equipos de bombeo también son importantes en las regiones centrales de Matagalpa, Estelí y Jinotega, donde han tenido expansión numérica aunque menos pronunciada que en las regiones del Pacífico antes mencionadas.

Este aumento general del uso de equipos de bombeo en todas las zonas agropecuarias implica una creciente demanda por riego en la agricultura de Nicaragua, considerando el alto costo de la energía eléctrica (o del combustible). La adopción de equipos de bombeo por parte de los agricultores ocurre donde existe disponibilidad de fuentes de agua subterránea y el incremento en productividad y rentabilidad de los cultivos a regar lo justifican. De otro lado, el costo de la energía se convierte en una limitante importante para el aumento del riego en estas zonas, como se verá más adelante en la sección 4.

2.4. La distribución de las áreas agrícolas bajo riego en Nicaragua (2011)

Es importante considerar la distribución territorial de las áreas agrícolas (bajo cultivos) y las que tienen riego en Nicaragua. En el mapa siguiente se muestra la distribución de las áreas agrícolas (en barras) y el porcentaje de superficie agrícola bajo riego (en colores) por departamentos de acuerdo a las cifras del censo 2011.

Mapa 2.3. Nicaragua: distribución de superficie agrícola y bajo riego

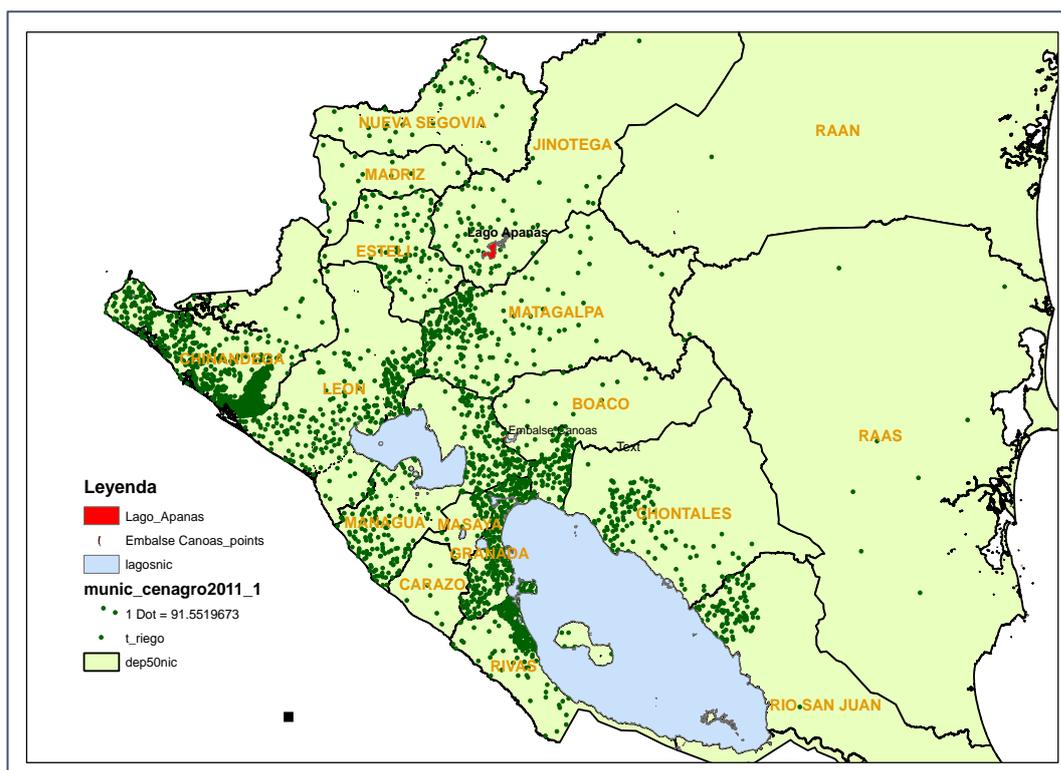


Fuente: IV Censo Agropecuario 2011, INIDE

Se observa que la mayor importancia relativa del riego se encuentra en los departamentos de la región Pacífico (Granada, Carazo, Rivas, Managua, Chinandega) y en menor medida en la región Central (Estelí, Matagalpa y Chontales), mientras que el riego es marginal o inexistente en las regiones orientales de la costa Caribe (RAAS y RAAN).

En el mapa siguiente se puede ver la distribución de áreas bajo riego a nivel de municipios (cada punto significa aproximadamente 90 has bajo riego).

Mapa 2.4. Nicaragua: densidad de áreas bajo riego por municipio, 2011



Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011.

Como se puede ver, las áreas bajo riego están localizadas en algunos distritos al interior de los departamentos y por lo tanto se pueden identificar con mayor precisión algunas zonas importantes bajo riego. En primer lugar se encuentran las áreas circundantes al norte del gran Lago Nicaragua en los departamentos de Rivas, Granada y Boaco. También se observa una concentración en la zona oriental de Managua, en parte por las áreas irrigadas del esquema del embalse Las Canoas (frontera de Managua y Boaco, señalado en Mapa).

Igualmente, en el caso de Chinandega, las zonas de riego están concentradas en las zonas costeras del sur y norte del departamento. En el caso de Matagalpa y León, las zonas bajo riego se ubican en las áreas irrigadas por el sistema de la gran presa del Lago Apanás (señalado en Mapa) y el río Viejo, que es parte de un sistema de generación de energía hidroeléctrica. Se puede ver que la reciente expansión del riego en el departamento de Río San Juan se ha concentrado exclusivamente en el vértice norte del departamento. También que el riego en Chontales se concentra en la zona centro y aledaña al Lago Nicaragua. En otros departamentos las áreas bajo riego muestran menos importancia y mayor dispersión territorial.

A diferencia del censo 2001, el censo 2011 consideró no sólo la existencia de capacidad de riego sino también el uso del riego por parte de los agricultores⁶. Las cifras sobre capacidad y uso por departamento se presentan en el cuadro siguiente.

⁶ En el censo 2001 sólo se pregunta por la superficie con riego. En el censo 2011 se agrega la pregunta de la superficie con capacidad para riego y sobre la que es efectivamente irrigada por el agricultor en ese momento.

Cuadro 2.3. Capacidad y uso de riego⁷ por departamentos (2011)

	Número de agricultores			Superficie (Has)		
	# agricultores	% capacidad de riego	% en uso	cultivable	% capacidad de riego	% uso
NUEVA SEGOVIA	17,739	4.8%	84%	79,604	2.3%	81%
JINOTEGA	30,330	4.9%	86%	183,859	1.2%	87%
MADRIZ	13,744	4.7%	86%	44,455	1.3%	89%
ESTELÍ	10,951	15.3%	86%	54,619	5.6%	90%
CHINANDEGA	15,368	4.7%	86%	150,185	20.4%	96%
LEÓN	18,274	4.3%	87%	139,045	6.6%	96%
MATAGALPA	29,041	6.9%	86%	208,443	4.0%	87%
BOACO	12,487	3.9%	89%	103,850	4.0%	94%
MANAGUA	13,131	4.9%	88%	82,760	11.9%	93%
MASAYA	14,905	2.9%	94%	30,306	5.0%	97%
CHONTALES	8,366	1.4%	96%	117,483	3.4%	96%
GRANADA	5,616	4.9%	90%	35,209	33.1%	95%
CARAZO	7,959	2.0%	90%	30,881	0.9%	84%
RIVAS	12,242	8.9%	88%	60,143	14.3%	94%
RÍO SAN JUAN	9,138	0.6%	91%	124,281	2.5%	100%
RAAN	20,541	0.3%	96%	237,242	0.0%	94%
RAAS	22,714	0.5%	82%	353,782	0.1%	78%
TOTAL	262,546	4.4%	87%	2,036,148	4.9%	94%

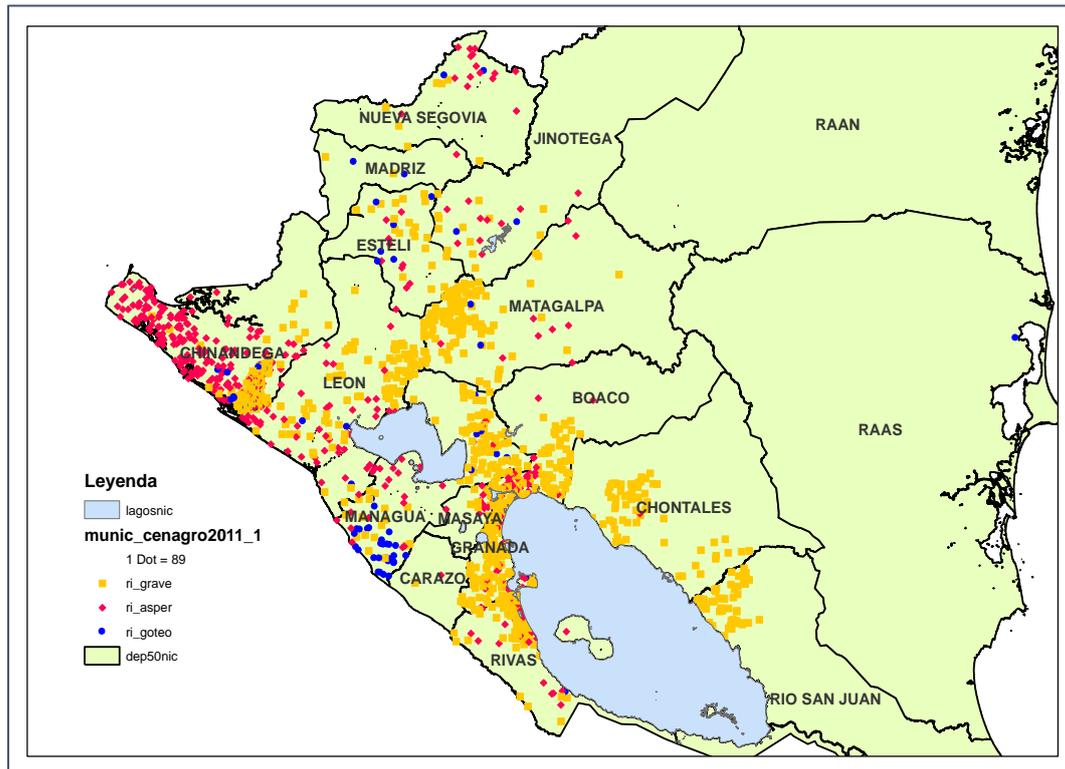
Fuente: IV Censo Agropecuario 2011, INIDE.

En el año 2011 existían en Nicaragua 11,599 explotaciones agropecuarias (agricultores) con capacidad de riego, es decir, un 4.4% del total. De aquellas, un 87% (10,085) estaba haciendo uso del riego, mientras que un 13% no estaba utilizando esta capacidad en ese momento. En términos de superficie, la capacidad declarada llegó a 99,387 Has., es decir, un 4.9% del área cultivada del país (transitorios, permanentes y pastos cultivados, ver Mapa 2.3.). Pero sólo un 94% de la superficie con capacidad de riego se estaba utilizando (93,407 Has.), quedando casi 6,000 Has. con capacidad de riego sin uso. Lamentablemente el censo no indaga por las razones del no uso de la capacidad de riego por parte de los agricultores.

En el siguiente mapa se muestran las densidades de las áreas bajo irrigación pero por tipo de riego (gravedad, goteo o aspersión).

⁷ La capacidad de riego hace referencia al porcentaje de agricultores con capacidad de aplicar riego en sus tierras con la infraestructura disponible, mientras el uso hace referencia al porcentaje de agricultores con dicha capacidad que la utilizó en el periodo en el que se aplicó el censo. La misma definición se usa tanto para número de agricultores como para las áreas en términos de capacidad y uso de riego.

Mapa 2.5. Nicaragua: densidad de áreas por tipo de riego por municipio, 2011



Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011.

Se observa un patrón de distribución territorial. El riego por aspersión (diamantes rojos en Mapa) está básicamente concentrado en la franja costera del Pacífico del departamento de Chinandega con el cultivo de caña de azúcar en gran escala (uso del pivote central mecanizado). Pero también existen algunas áreas más dispersas con riego por aspersión en las zonas cercanas a la parte norte del Lago Nicaragua y, en menor medida, en la zona Pacífico de León. El riego por gravedad, por su parte, es importante en la mayor parte de las áreas irrigadas del país, especialmente en las zonas vecinas al norte del lago Nicaragua, en la parte sur de Chinandega, las áreas irrigadas del sistema por el embalse del Lago Apanás y en las del embalse Las Canoas. El riego por goteo (círculos azules en Mapa) está bastante localizado en la parte sur costera de Chinandega y Managua, aunque tiene cierta presencia en Estelí, Madriz y Jinotega.

El censo permite identificar algunos cultivos bajo riego, básicamente los granos básicos y las oleaginosas. En el caso de otros cultivos para los que el riego es importante (como caña de azúcar o tabaco), el censo no registró la superficie bajo de riego en forma directa. La superficie bajo riego de granos básicos se presenta por departamento en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.5. Superficie de granos básicos con riego (2011)

	Maíz	Frijol	Arroz	Sorgo	Total
NUEVA SEGOVIA	37	63	0	1	101
JINOTEGA	120	154	0	2	276
MADRIZ	65	56	0	1	122
ESTELÍ	139	171	0	9	319
CHINANDEGA	60	5	0	12	77
LEÓN	218	21	4,327	170	4,736
MATAGALPA	329	180	9,788	34	10,331
BOACO	57	28	3,866	15	3,966
MANAGUA	23	10	7,068	9	7,110
MASAYA	98	4	0	0	102
CHONTALES	14	5	2,905	2	2,926
GRANADA	9	2	9,672	0	9,683
CARAZO	1	0	0	0	1
RIVAS	20	5	878	3	906
RÍO SAN JUAN	14	69	2,903	0	2,986
RAAN	33	19	0	0	52
RAAS	65	50	0	0	115
TOTAL	1,301	842	41,406	257	43,806

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011.

Se tiene un total de 43,806 Has. de granos básicos bajo riego, básicamente por el riego del arroz (41,406 Has.), mientras el resto de granos tienen una importancia marginal. La superficie de granos básicos bajo riego equivale al 47% de la superficie bajo riego en Nicaragua. Sólo la siembra de arroz bajo riego ocupa el 44% de la superficie total bajo uso de riego en Nicaragua, convirtiéndose en uno de los cultivos de mayor uso de riego en el país.

La superficie de riego con oleaginosas se presenta en el cuadro A.2.3. en el anexo a esta sección. Los cultivos de oleaginosas bajo riego no tienen un peso significativo en el uso del agua para irrigación en el país. En el caso de otros dos cultivos importantes en términos de riego como caña de azúcar y tabaco, como ya se dijo, el censo no registra la superficie bajo riego. En el cuadro A.2.4 del anexo a esta sección se consigna la superficie sembrada total de estos dos cultivos por departamento, donde no es posible distinguir las áreas bajo riego de las de secano.

Las siembras totales de caña de azúcar en Nicaragua en el año 2011 llegaron a 63,093 Has., mientras que las de tabaco a 1,869 Has. En el caso de la caña, una buena parte de la superficie sembrada utiliza el riego (solo en un ingenio en Chinandega la superficie bajo riego de caña es de más de 20,000 Has.), aunque no es posible saber la cifra exacta utilizando el censo. Si se sustraen al total de superficie en uso de riego en el país las áreas con arroz bajo riego, se tienen 49,600 Has. , que serían el límite superior de caña de azúcar bajo riego. De acuerdo a entrevistas realizadas para este estudio, lo más probable es que la caña de azúcar bajo riego en Nicaragua esté cerca de las 40,000 Has. (un 66% del área total con caña), con una superficie bajo riego similar a la del arroz.

En conjunto, las áreas de arroz y caña de azúcar bajo riego en Nicaragua ocuparían unas 83,000 Has. del total de 93,000 Has. en uso en el año 2011. El uso del riego para otros cultivos

es bastante limitado, aunque puede haberse incrementado moderadamente el uso del riego para cultivos de alto valor como las hortalizas y maní de exportación en los últimos cuatro años (desde la medición del censo 2011). En todo caso, se puede afirmar con certeza que los cultivos que actualmente demandan la mayor parte del riego en Nicaragua (más del 85%) son la caña de azúcar y el arroz.

2.5. Hacia una tipología de agricultores con riego en Nicaragua

El censo 2011 permite generar una tipología o perfil de los usuarios del riego en Nicaragua, la cual es útil para identificar patrones diferenciados de acceso y uso del riego por parte de los agricultores. Para tal fin hemos seleccionado algunas variables que podrían generar "tipos" de agricultores, los cuales serán relacionados con algunos indicadores del uso del riego. Los indicadores⁸ seleccionados de uso de riego son los siguientes:

- Agricultor tiene riego
- Agricultor usa el riego
- Agricultor riega por gravedad
- Agricultor riega por goteo
- Agricultor riega por aspersión
- Agricultor usa equipo de bombeo para riego

2.5.1. Riego y tamaño de los agricultores

Una primera clasificación de los agricultores se refiere al tamaño de sus explotaciones agropecuarias y su relación con el uso del riego. En el cuadro siguiente se muestra la relación.

Cuadro 2.6. Indicadores de riego por tamaño de agricultores (2011)

	# Agricultores		Características en acceso a riego					
	Número	%	Tiene riego	Usa riego	Gravedad	Goteo	Aspersión	Usa bomba
A. 0-1Ha	57,588	21.9%	1.80%	1.50%	0.60%	0.10%	0.20%	0.50%
B. 1-2Ha	31,694	12.1%	3.90%	3.40%	1.50%	0.50%	0.80%	1.30%
C. 2-5Ha	49,528	18.9%	5.10%	4.40%	2.10%	0.70%	1.10%	1.80%
D. 5-20Ha	60,020	22.9%	5.90%	5.20%	2.50%	0.90%	1.60%	2.30%
E. 20-100Ha	51,781	19.7%	4.60%	4.10%	2.20%	0.70%	1.30%	2.50%
F. >100Ha	11,935	4.5%	6.90%	6.00%	3.60%	0.80%	2.10%	5.30%
Total	262,546	100.0%	4.40%	3.84%	1.88%	0.59%	1.07%	1.87%

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011

Sólo un 1.8% de agricultores con menos de 1 Has. tienen acceso a riego, mientras casi 7% de los que tienen más de 100 Has. tienen acceso a riego. Un patrón similar--quizás un poco más

⁸ Cabe decir que estos indicadores tienen como unidad de medida al número de agricultores con riego por lo que la importancia de riego aquí se mide por el peso numérico de agricultores y no por la superficie irrigada.

concentrado hacia los más grandes--también se observa en el uso de equipamiento de bombeo para riego.

En cuanto a los tres tipos principales de riego, se observa similar patrón de acceso por tamaño para el riego por gravedad y por aspersión. En el caso del riego por goteo, no obstante, se puede ver un acceso más parejo entre tamaños, aunque a un nivel bastante bajo en general (sólo 0.6% de agricultores riegan por goteo en Nicaragua).

2.5.2. La importancia del riego por regiones geográficas

El territorio de Nicaragua puede dividirse en 3 regiones geográficas: Pacífico, Central y Atlántico; y en 9 regiones específicas (estas regiones se pueden ver en el mapa A.2.1 en el anexo a esta sección). La importancia relativa de los indicadores de acceso a riego por regiones se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 2.7. Acceso a riego y regiones geográficas de Nicaragua (2011)

	# agricultores	Tiene riego	Usa riego	Gravedad	Goteo	Aspersión	Usa bomba
REGIONES GEOGRÁFICAS							
ATLÁNTICO	52,393	0.4%	0.4%	0.10%	0.00%	0.10%	0.50%
CENTRAL	122,658	5.9%	5.1%	2.50%	0.80%	1.60%	1.80%
PACÍFICO	87,495	4.7%	4.1%	2.10%	0.70%	1.00%	2.70%
REGIONES ESPECÍFICAS							
I - LAS SEGOVIAS	42,434	7.50%	6.40%	3.00%	1.50%	1.90%	1.80%
II - OCCIDENTAL	33,642	4.50%	3.90%	1.60%	1.00%	1.40%	2.80%
III - MANAGUA	13,131	4.90%	4.30%	1.70%	1.20%	0.60%	2.10%
IV - SUR	40,722	4.80%	4.30%	2.70%	0.20%	0.70%	2.80%
V - CENTRAL	20,853	2.90%	2.60%	1.10%	0.20%	0.80%	1.50%
VI - NORTE	59,371	5.90%	5.00%	2.60%	0.50%	1.50%	2.00%
VII - RAAN	20,541	0.30%	0.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.40%
VIII - RAAS	22,714	0.50%	0.40%	0.10%	0.10%	0.10%	0.60%
IX - RIO SAN JUAN	9,138	0.60%	0.50%	0.20%	0.00%	0.10%	0.40%

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011

El acceso de agricultores a riego es casi nulo en la región Atlántico, llegando a 5.9% en la región Central y a 4.7% en la región Pacífico. En cuanto a las regiones específicas, en la región I. de Las Segovias, un 7.5% de los agricultores tiene acceso a riego y 5.9% en la región VI (Norte). Las regiones II, III y IV (Occidental, Managua y Sur) tienen entre 4.5 y 4.9% de agricultores con riego. La región V (Central) tiene sólo 2.9% de agricultores con riego, mientras que en las regiones VII, VIII y IX el riego es prácticamente inexistente (entre 0 y 0.2% de agricultores). Cabe decir que el uso de equipos de bombeo es más elevado relativamente en los agricultores de las regiones occidentales (II, III y IV). Igualmente se observa que el uso de riego por goteo y aspersión es relativamente más importante (en peso numérico de agricultores) en la región I que en el resto de regiones.

2.5.3. Riego, propiedad de la tierra y orientación productiva

Otros dos cortes importantes para el perfil de acceso a riego son el estatus de acceso y propiedad de la tierra y con la orientación productiva general de los agricultores. En el cuadro siguiente se consignan los indicadores de acuerdo a estas características.

Cuadro 2.8. Acceso a riego, propiedad de la tierra y orientación productiva

	# agricultores	Tiene riego	Usa riego	Gravedad	Goteo	Aspersión	Usa bomba
Propiedad de la tierra							
Tierra propia	235,627	4.6%	4.0%	1.9%	0.6%	1.1%	1.9%
Tierra propia con título	187,511	4.8%	4.2%	2.1%	0.7%	1.2%	2.1%
Tierra propia sin título	48,116	3.7%	3.2%	1.4%	0.5%	0.9%	1.3%
Tierra no es propia	26,919	3.2%	2.8%	1.6%	0.4%	0.5%	1.3%
Orientación productiva							
Granos básicos	181,046	4.8%	4.2%	2.1%	0.7%	1.2%	1.7%
Oleaginosas	4,374	3.8%	3.4%	0.8%	1.3%	1.3%	2.5%
Hortalizas y frutas	53,429	10.6%	9.6%	4.4%	2.0%	2.2%	3.6%
Permanentes y semipermanentes	104,334	5.8%	5.0%	2.3%	0.6%	1.6%	2.3%

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011

El acceso a riego es mayor cuando el agricultor es propietario de la tierra (4.6% versus 3.2% para no propietarios, es decir arrendatarios u otras formas). Igualmente, el acceso a riego se incrementa cuando el agricultor tiene alguna forma de título sobre su tierra (4.8% versus 3.7% para los que no tienen título).

En cuanto a la orientación productiva por cultivos, un significativo 10.6% de agricultores que siembran hortalizas y frutas tienen riego, con un 3.6% utilizando equipos de bombeo. Le sigue en importancia en la proporción el grupo de productores de cultivos permanentes y semipermanentes (5.8% tienen riego), mientras en los productores de granos básicos (básicamente por arroz) el porcentaje de acceso a riego llega a 4.8%. En los productores de oleaginosas (que son bastante pocos, productores de maní, soya, ajonjolí y algodón) la proporción con riego sólo llega a 3.8%.

Adicionalmente a la orientación general en cultivos, es posible identificar el uso de riego de agricultores que siembran algunos cultivos específicos. En el cuadro siguiente se presentan los indicadores de acceso a riego para algunos de los principales cultivos en el censo agropecuario del año 2011.

Cuadro 2.9. Acceso a riego de productores de cultivos específicos

	# agricultores	Tiene riego	Usa riego	Gravedad	Goteo	Aspersión	Usa bomba
Cacao	10,061	2.0%	1.9%	0.4%	0.2%	0.6%	1.1%
Yuca	36,541	2.7%	2.3%	0.8%	0.4%	0.5%	1.0%
Café	44,519	5.7%	4.9%	1.9%	0.5%	2.0%	1.3%
Musáceas	56,348	5.9%	5.2%	2.6%	0.7%	1.5%	2.8%
Caña de azúcar	7,312	6.8%	6.1%	2.8%	1.0%	2.2%	3.1%
Cítricos	10,054	7.9%	7.1%	2.4%	1.5%	1.7%	3.1%
Mango	5,629	8.1%	7.0%	2.7%	1.8%	1.8%	3.3%
Maní	503	8.5%	8.0%	1.4%	1.2%	5.6%	7.6%
Chiltoma	4,326	36.1%	32.6%	15.8%	8.0%	6.7%	12.4%
Tomate	5,202	39.3%	35.9%	15.6%	11.4%	8.1%	12.5%
Arroz bajo riego	822	55.8%	52.8%	45.9%	1.1%	6.9%	27.5%
Tabaco	218	61.5%	57.3%	38.1%	6.4%	16.1%	28.0%

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011

En términos de proporción numérica (no de superficie), los productores de tabaco, arroz bajo riego, tomate y chiltoma (pimiento verde) tienen los mayores porcentajes (entre 40% y 60%). En un segundo rango se encuentran el maní, el mango, cítricos y musáceas (7% al 9%), mientras que en café, yuca o cacao la proporción de uso del riego es marginal.

2.5.4. Riego y elevación

La topografía de las zonas también puede ser importante para la posibilidad del riego. Para evaluar esta variable hemos clasificado a los agricultores de acuerdo a la elevación media de los municipios donde están sus tierras, generando cinco quintiles. La relación entre quintiles de elevación y los indicadores de acceso a riego se muestran a continuación.

Cuadro 2.10. Altitud media y acceso a riego de los agricultores (2011)

	# Agricultores		Características en acceso a riego					
	Número	%	Tiene riego	Usa riego	Gravedad	Goteo	Aspersión	Usa bomba
1.0-172m	53,408	20%	4.50%	4.00%	2.40%	0.50%	1.00%	3.30%
2.173-300m	52,057	20%	2.60%	2.30%	1.10%	0.40%	0.50%	1.50%
3.301-564m	53,018	20%	1.90%	1.70%	0.60%	0.20%	0.40%	0.80%
4.565-874m	52,415	20%	4.50%	3.80%	2.10%	0.50%	0.90%	1.40%
5.>874m	51,648	20%	8.70%	7.50%	3.40%	1.30%	2.50%	2.30%
Total	262,546	100%						

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011

Se puede ver que existe una relación del tipo U entre acceso a riego y altitud media, la cual es similar para los distintos tipos de acceso a riego (gravedad, goteo, etc). Esto indicaría que las zonas más bajas y las más elevadas tienen mejores condiciones para el riego, probablemente por tener áreas más amplias y extensas con acceso al recurso.

3. Características de la oferta de agua en Nicaragua

En esta sección se evalúan algunos elementos claves de la oferta de agua en Nicaragua: (i) la disponibilidad global y específica; (ii) la situación de la infraestructura hidráulica; (iii) la calidad del agua; (iv) las áreas con potencialidad para el desarrollo del riego; y (v) costos estimados de los distintos tipos de riego.

3.1. Disponibilidad de recursos hídricos en Nicaragua

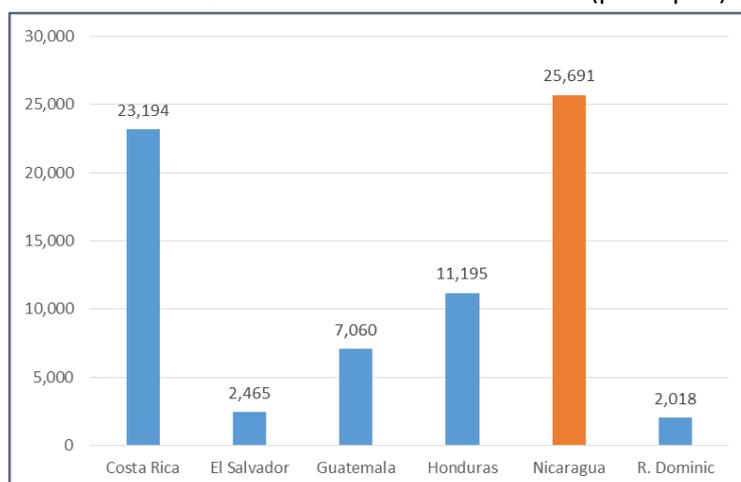
Nicaragua es el país con los mayores recursos hídricos agregados en Centro América, como puede verse en el siguiente cuadro y gráfico.

Cuadro 3.1. Variables sobre recursos hídricos de países de Centro América

	unidades	años	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Rep. Dominicana
Precipitación media anual	mm/año	2013-2017	2,926	1,784	1,996	1,976	2,280	1,410
Precipitación en volumen anual	10 ⁹ m ³ /año	2008-2012	149.5	37.54	217.3	222.3	297.2	68.62
Agua superficial producida al interno del país	10 ⁹ m ³ /año	2013-2017	113	12.05	100.7	81.57	152.6	21
Agua subterránea producida al interno del país	10 ⁹ m ³ /año	2013-2017	37.31	6.15	33.7	39	59	11.7
Recursos hídricos internos renovables totales	10 ⁹ m ³ /año	2013-2017	113	15.63	109.2	90.66	156.2	21
Recursos hídricos internos renovables totales per cápita	m ³ /hab./año	2013-2017	23,194	2,465	7,060	11,195	25,691	2,018
Capacidad total de presas	km ³	2008-2012	1.997	3.879	0.4638	5.805	32.01	2.334

Fuente: AQUASTAT, FAO 2015

Gráfico 3.1. Recursos hídricos renovables (per cápita)



Fuente: AQUASTAT, FAO 2015

En volúmenes per cápita, Nicaragua tiene una dotación de 25,691 m³/hab./año. Sólo Costa Rica tiene una dotación de tamaño similar, pero Honduras y Guatemala tienen entre menos de la mitad y menos de un tercio, respectivamente, de la dotación per cápita de Nicaragua. Por su parte, El Salvador y República Dominicana tienen las menores dotaciones de recursos hídricos per cápita de la región (entre 2,000 y 2,400 m³/hab/año).

Existe una fuerte heterogeneidad en la distribución del agua superficial entre regiones. En el siguiente cuadro se consigna la dotación de agua estimada en un informe de OPS-OMS 2005.

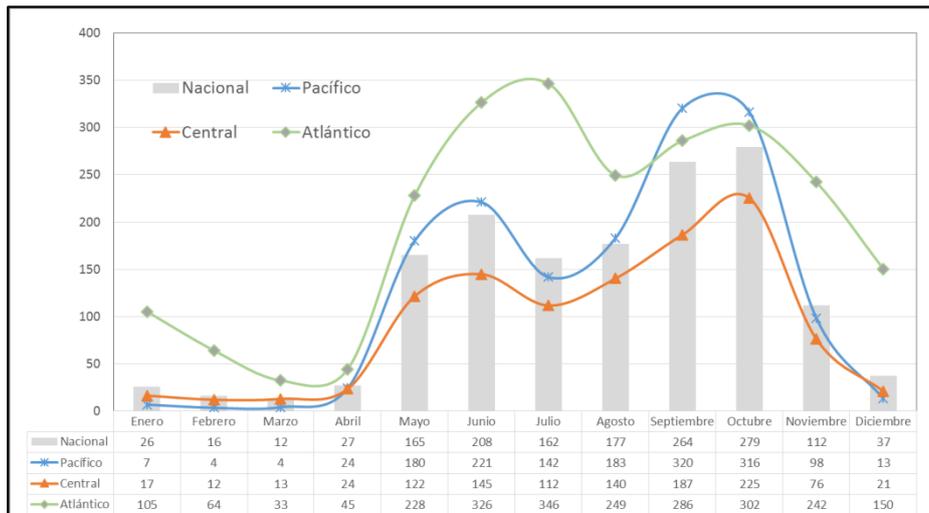
Cuadro 3.2. Nicaragua: dotación anual de agua por fuente y región (millones de m³)

	Superficial	Subterránea	Total	%
Pacífico	4,023	2,862	6,885	7.0%
Central	18,798	172	18,970	19.3%
Atlántico	72,192	30	72,222	73.6%
Total	95,013	3,064	98,077	100.0%
%	96.9%	3.1%	100.0%	

3.1.1. Régimen de precipitaciones

Una parte importante de la relativamente abundante dotación del recurso agua por parte de Nicaragua proviene de la alta precipitación promedio anual: 2,280 mm³/año, que es sólo superada por Costa Rica (cuadro 5.1). No obstante, el régimen de precipitaciones en Nicaragua tiene una muy marcada estacionalidad como se puede ver en el gráfico siguiente, en el cual se grafica la norma de precipitación mensual por grandes regiones de Nicaragua (Pacífico, Central y Atlántica).

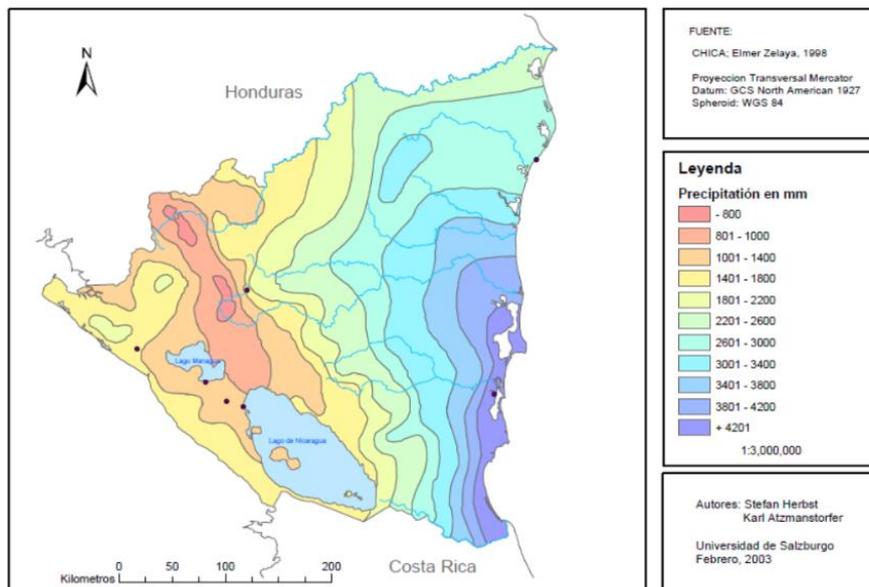
Gráfico 3.2. Precipitación promedio mensual (mm) por regiones geográficas



Fuente: INETER, norma mensual de precipitaciones por región

Igualmente, el patrón de precipitaciones tiene un marcado patrón territorial como se puede ver en el mapa siguiente.

Mapa 3.1. Distribución espacial de las precipitaciones medias



La región del Atlántico (la más extensa pero menos poblada) tiene la mayor cantidad de precipitación anual, seguida por la zona Pacífico (la más poblada) y finalmente por la zona Centro. Pero el gráfico 3.2 también señala con claridad la extrema estacionalidad de las precipitaciones. En las zonas Pacífico y Centro, prácticamente no hay nada de precipitación en los meses de enero-marzo, y la precipitación es mínima en los meses de diciembre y abril. Esto genera un periodo muy seco entre noviembre y abril en ambas zonas.

De otro lado, las precipitaciones se incrementan en forma muy fuerte a partir del mes de mayo en todas las regiones y se tienen dos meses de intensas lluvias con promedios de entre 100 y 300 mm³ de precipitación mensual. Luego se observa una caída en la precipitación media en

los meses de julio-agosto, conocida como Canícula, para luego tener el periodo de mayores precipitaciones en septiembre-octubre en las tres zonas, con promedios entre 200 y 350 mm³.

Este patrón de precipitaciones genera entonces dos estaciones muy marcadas para la agricultura en Nicaragua. En el periodo seco entre noviembre y abril no se dispone prácticamente de lluvias y es muy difícil mantener cultivos y ganadería sobre la base de lluvias. En el periodo húmedo, por otro lado, el problema es de sobre abundancia de lluvias, que también genera problemas para la producción agrícola y ganadera.

Este fuerte patrón estacional observado en Nicaragua genera un espacio aparente para expandir el riego en Nicaragua. Sin ningún tipo de riego, por ejemplo, las zonas Pacífico y Central no tienen mayor posibilidad de sostener producción agrícola en los meses de noviembre a marzo de cada año (y esto también genera limitaciones para la ganadería). Esto reduce la producción agropecuaria en forma significativa en dichas regiones y espacio temporal. El almacenamiento y distribución de agua de las lluvias en los meses secos sería un opción para romper esta limitación y generar mayor producción agropecuaria en dichas regiones en ese periodo. El reto central de esta opción, sin embargo, es cómo generar mecanismos adecuados de almacenamiento en el periodo lluvioso para posterior distribución y uso del agua en el periodo seco.

En general, la viabilidad técnica y económica del riego depende de la disponibilidad de agua en forma permanente tanto de fuentes superficiales (ríos, lagos) como subterráneas. Es menos probable el desarrollo del riego sobre la base del agua temporal, impredecible y geográficamente dispersa proveniente de las lluvias⁹.

3.1.2. La dotación de agua superficial

Hidrográficamente Nicaragua está dividida en 21 cuencas distribuidas en dos grandes vertientes hidrográficas: La vertiente del Pacífico (de 12,183.57 km²) y la del océano Atlántico (117,420.23 km²). Hacia el Atlántico¹⁰ drenan 51 ríos, 4 descargan al Lago Xolotlán y 12 al Lago Cocibolca mismos que posteriormente drenan a través del río San Juan hacia el Océano Atlántico. Las cuencas del Pacífico son más pequeñas con ríos más cortos en longitud. Además, esta zona se distingue por poseer los mejores suelos agrícolas y es donde está concentrada más del 60% de la población total del país. Hacia el Océano Pacífico desaguan directamente 12 ríos.

Además de los dos grandes lagos, el país cuenta con 18 lagunas, 9 en la Región Pacífico, 5 en la Región Central y 4 en la Región Atlántica. Los abundantes recursos de agua superficial son estacionales y su distribución es desigual. El 93% se encuentra en la zona del Atlántico y sólo

⁹ Sólo en casos muy particulares y probablemente a una escala limitada puede ser viable el almacenamiento de aguas de lluvia para uso posterior en riego o ganadería, una opción que se ha venido denominando como técnicas de "cosecha de agua" y que será evaluada posteriormente en la sección sobre alternativas para el desarrollo del riego en Nicaragua.

¹⁰ En las regiones orientales la limitante para el riego es la sobre-abundancia de precipitaciones, que evita el desarrollo del riego.

un 7% en el Pacífico. Se distinguen cuatro acuíferos principales en el pacífico y 21 en el atlántico, incluida las planicies bajas de los ríos (INETER).

Durante la elaboración de los Planes Hidrológico Indicativo Nacional y Anual de Disponibilidad de Agua (PHIPDA, 2003, desarrollado por MARENA), se efectuó un balance hídrico para la vertiente del Pacífico resultando en un escurrimiento estimado de 8,830.10 Mm³/año (280 m³/s) y una recarga de aguas subterráneas de 3,150.16 Mm³/año (99,8 m³/s). La vertiente del Atlántico no fue estudiada, con excepción de la cuenca del Río San Juan, donde se estimó un escurrimiento de 9,644.36 Mm³/año (305,82 m³/s) y una recarga de agua subterránea de 1,375.63 Mm³/año (43,62 m³/s).

En el año 2008 se realizó otro balance hídrico, en esta ocasión para todas las cuencas del país (estudio aun no publicado), donde se estimó una disponibilidad de agua de 57,668.6 Mm³/año (1828,65 m³/s), de la cual el 50% del volumen es disponible para la explotación. En la vertiente del Atlántico anualmente se escurren 48,404 Mm³/año (1,534.88 m³/s), con una recarga de 4,507.2 Mm³/año (143 m³/s). Para el Pacífico se estima una recarga promedio de los acuíferos en 1,278.1 Mm³/año (40,5 m³/s) y de escurrimiento en 3,479.3 Mm³/año (110,32m³/s). Dicha disponibilidad es menor en la práctica por efecto de la contaminación por acción humana.

Las cuencas Río Escondido, Río San Juan y Río Grande de Matagalpa son las de mayor disponibilidad hídrica, pese a que su cobertura boscosa que ayuda a captar agua se ha reducido en un 16%, 24 % y 41 % respectivamente.

De las cuencas que drenan al Océano Pacífico, la que se encuentra entre el Volcán Cosigüina y Río Tamarindo, es la de mayor productividad hídrica, con una baja cobertura boscosa y presencia de áreas protegidas. En general, las cuencas de la vertiente del Pacífico se encuentran muy intervenidas, lo que refleja en una cobertura boscosa reducida, siendo la cuenca entre Río Brito y Río Sapoa la que posee mayor cobertura boscosa (44,6%) y la cuenca Río Tamarindo con menor ya que solamente posee 7,8 %.

La distribución de las principales fuentes de agua superficial (ríos y lagos) en Nicaragua se puede ver en el mapa A.3.1 del anexo a esta sección. Aparece con claridad una franja de baja densidad fluvial (pocos ríos y de corta distancia) en la zona sur del Pacífico, así como dos cuencas en la parte central norte.

3.1.3. Dotación de aguas subterráneas

La mayor dotación de agua subterránea se encuentra en la vertiente del Pacífico (zona central del Pacífico y zona occidental –León, Chinandega-) ya que la formación geológica de esta región favorece la presencia del agua subterránea. Esta forma de agua constituye el recurso principal para la agricultura, la industria y el consumo doméstico (ninguno de los dos grandes lagos se explota para estos fines). De todos los acuíferos de Nicaragua, solamente se han estudiado a una escala adecuada los de León, Chinandega y Managua, del resto de acuíferos se tiene información limitada.

En la región central, las formaciones geológicas son desfavorables para el almacenamiento del agua subterránea, ocasionando el no aprovechamiento de manera sostenible, la profundidad de

los pozos oscila entre los 200 y 300 metros, lo que hace antieconómica su utilización. En esta zona, las necesidades de la población se suplen con el aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales. Las regiones del Pacífico y Central son las más secas, pero en ellas se ubican los acuíferos más grandes de Nicaragua.

Actualmente existen tendencias que indican que las sequías recurrentes relacionadas con el cambio climático han bajado el nivel de los acuíferos hasta en 2 metros, afectando el suministro de comunidades que se abastecen de pozos someros o fuentes superficiales alimentadas a partir de agua subterránea. En la vertiente del Atlántico la disponibilidad de aguas subterráneas es pequeña a inadecuada, contrastando con la disponibilidad de aguas superficiales (los grandes ríos y la alta precipitación).

El recurso hídrico más utilizado en Nicaragua es el proveniente de las aguas subterráneas, del cual aproximadamente el 90% de la producción de aguas proviene de pozos. El agua subterránea se usa en todas las explotaciones agropecuarias, así como en el sector industrial; es tan grande la cantidad de pozos excavados¹¹ a nivel nacional que aún no se han podido inventariar completamente todos los pozos del país. Su productividad o cantidad de agua extraíble en un determinado tiempo (galones o litros por minuto) depende de las características geológicas, geomorfología, tipos de roca y precipitación que se da en el territorio, además de la cobertura vegetal, la cual facilita la recarga del agua desde la superficie

Además de los recursos de agua subterránea, existen otras fuentes de agua aprovechable, sobre todo en las comunidades rurales, tales como vertientes u “ojos de agua” y riachuelos; los ríos de la región del Pacífico, aunque de poco caudal, represados y canalizados correctamente, permiten un flujo constante de agua hacia pequeños caseríos o para riego.

Los recursos de agua subterránea más productivos se localizan en los acuíferos aluviales de la era Cuaternaria. Estas fuentes están localizadas en las tierras bajas del noroeste del Pacífico, en la llamada Depresión Nicaragüense o depresión de los lagos de Xolotlán y Cocibolca, que comienza en el Estero Real y finaliza en el Río San Juan, y en parte de la llanura del Atlántico. Estas planicies aluviales, las tierras bajas y la depresión de los lagos abarcan aproximadamente el 55% del país y contienen aproximadamente el 80% de las reservas de agua subterránea disponibles. En todo el resto del país, especialmente en las tierras altas del interior, las condiciones del agua subterránea no son favorables debido a las formaciones geológicas predominantes.

En cuanto a la dotación específica de las aguas subterráneas, en el cuadro siguiente se consigna la dotación estimada por INETER para las cuencas de la zona Pacífico y Central.

¹¹ Estos pozos son de carácter privado. El estado sólo perfora aquellos para agua de consumo doméstico pero no para riego, los cuales son perforados directamente por agricultores y empresas.

Cuadro 3.3. Dotación de agua subterránea por cuencas (millones m3)

REGIÓN PACÍFICO	
LEÓN-CHINANDEGA	462
NAGAROTE-LA PAZ CENTRO	114
TONALÁ-RÍO NEGRO ESTERO REAL	54
LOS BRASILES-CHILTEPE	4.5
TIPITAPA-MALACATOYA	118
MANAGUA-GRANADA	75
NANDAIME-RIVAS	120
MESETA DEL CARAZO	75
VALLES COSTA PACÍFICO SUR	40
SINECAPA-RIO VIEJO	114
PUNTA HUETE	40
COSTA ESTE LAGO NICARAGUA	150
REGIÓN CENTRAL	
VALLE DE JALAPA	10
VALLE DE OCOTAL	5
VALLE DE EL JÍCARO	5
VALLE DE SAN JUAN DE LIMAY	5
VALLE DE ESTELÍ	5
VALLE DE EL SAUCE	10
VALLE DE SÉBACO	23

Fuente: INITER (s/f.)

La región Pacífico tiene dotaciones significativas de agua subterránea, dentro de ésta destaca la cuenca de Chinandega-León con la mayor dotación de aguas subterráneas del país.

Según el informe para JICA (2008):

"En la Región Pacífico los suelos permeables de origen volcánico favorecen la infiltración y la formación de acuíferos de mayor potencial. Se considera que en un año (y, sic) medio se infiltran 42 Km³ (42,00 MMC) lo que equivale a una lámina media de 324 mm (15% de la precipitación nacional) para todo el país; de los cuales podrían explotarse 16 Km³/año" (pag. 25)

En el cuadro siguiente se consignan valores del monitoreo de una serie de acuíferos en la región Pacífico y en el valle del Sébaco, a cargo de INETER.

Cuadro 3.4. Niveles piezométricos mínimos y máximos: red de pozos de monitoreo

	Área (Km ²)	Pozos de monitoreo			Rangos	
		Perforados	Excavados	Total	NEA (mts)	NEA (msnm)
CHILTEPE	302	4	4	8	10.99-54.64	36.25-43.53
MALPASILLO	1072	11	29	40	3.53-50.5	37.47-85.34
MESETA DE LOS PUEBLOS	208.2	8	0	8	102-340	83.75-449.32
RIVAS-NANDAIME	879	15	14	29	1.95-250.85	28.81-490.72
OCCIDENTE	2172.1	30	44	74	1.76-156.95	6.76-315.16
PUNTA HUETE	341.06	7	8	15	3.6-46.19	13.39-72.83
RÍO NEGRO	1270.66	14	24	38	1.04-52.09	0-67.92
TIPITAPA-MALACATOYA	837	12	11	23	1.54-46.08	33.76-103.13
SOMOTILLO	121.54	7	4	11	6.9-31.52	11.2-80.5
LAS SIERRAS	1049.28	69	7	76	0.82-471.66	26.15-433.08
VALLE DE SÉBACO	263.3	26	7	33	4.85-228.7	233.67-482.63

Fuente: Proyecto Red Piezométrica (Red Hidrogeológica) INETER (abril 2004)

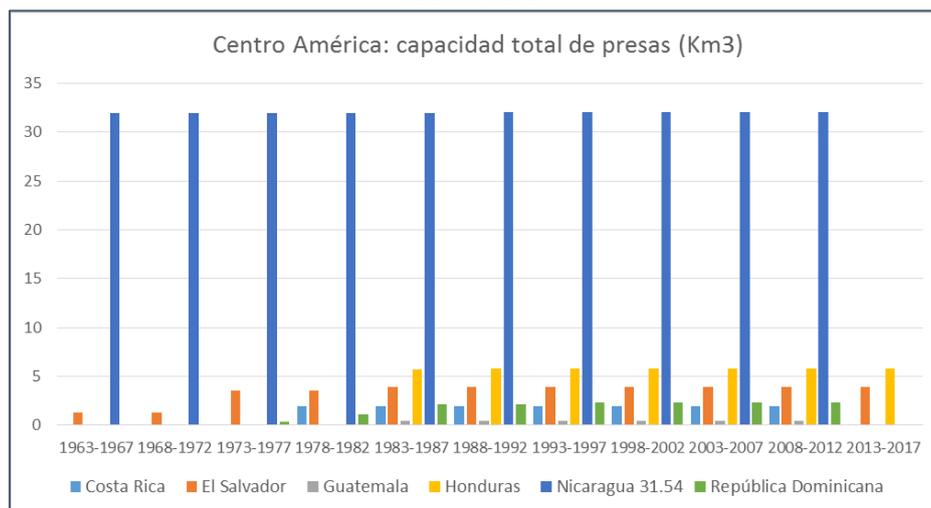
Los niveles piezométricos de los acuíferos se encuentran entre los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm) en las zonas costeras de lagos, océanos y ríos; mientras alcanzan profundidades máximas de hasta 490 msnm en las zonas altas.

3.2. Evolución y situación actual de la infraestructura hídrica

El desarrollo de infraestructura hidráulica mayor en Nicaragua ha estado asociado básicamente al sector energético, con la construcción de centrales hidroeléctricas que aprovechan las condiciones topográficas y hidrológicas prevalecientes en las cuencas de la vertiente del Atlántico del país.

Cabe decir que Nicaragua es el país de Centro América con mayor capacidad de represamiento de aguas, como se puede ver en el gráfico siguiente.

Gráfico 3.3.



Fuente: AQUASTAT (2015)

La capacidad de represamiento de Nicaragua es varias veces la de los demás países de Centro América, aunque no se observa un incremento (o disminución) en esta capacidad en las últimas cinco décadas.

La infraestructura de embalses existente en Nicaragua con fines de generación de energía eléctrica se puede ver en el cuadro de la página siguiente. Los embalses más grandes se ubican en la región Atlántica, especialmente en los cursos de los ríos Grande de Matagalpa, Tuma, Rama y Mico.

La presa más grande es la de Copalar en el río Grande de Matagalpa, con más de 13,000 millones de m3 de capacidad de almacenamiento, una altura de 132 mts y 330 Km2 de área. Le sigue en importancia la presa de Boboke en el río Tuma.

Sólo en dos casos (Apanás y Asturias), el uso del agua también se ha orientado al uso agrario. Además de esta infraestructura orientada básicamente a la producción de energía, el único embalse de orientación hacia la agricultura fue el de Las Canoas (aunque se consideró un uso secundario para generación eléctrica). Este embalse, construido en los 1980s en la frontera de los departamentos de Boaco y Managua, se orientó al uso del agua para irrigar plantaciones de caña de azúcar. El proyecto también incluyó la instalación de pivotes circulares de riego por aspersión. Cabe señalar que los pivotes dejaron de funcionar a inicios de la década de los 1990s cuando se eliminó el subsidio a la energía. Las tierras irrigadas bajo el Embalse Las Canoas actualmente están dedicadas al cultivo de arroz, habiendo prácticamente desaparecido la caña de azúcar de esta zona.

Cuadro 3.5. Infraestructura de represas¹² en Nicaragua

Nombre	Ciudad más cercana	Río	Altura (mts)	Capacidad (millones m3)	Area (Km2)	Riego	Hidro Energía	Recreación	Otros
APANÁS	JINOTEGA	JIGUINA	46	435	54	X	X	X	X
ASTURIAS	JINOTEGA	EL QUEBRADÓN	40	35	7	X	X	X	X
COPALAR	SAN PEDRO DEL NORTE, RAAS	GRANDE DE MATAGALPA	132.5	13,047	330		X		
TUMARÍN	RÍO BLANCO	GRANDE DE MATAGALPA	45	200	20		X		
MOJOLKA	RÍO BLANCO	TUMA	80	2,215	98		X		
BOBOKE	SAN ANDRÉS, RAAS	TUMA	72	10,360	74		X		
PASO REAL	MATIGUAS	GRANDE DE MATAGALPA	21	25			X		
ESQUIRÍN	MUY MUY	GRANDE DE MATAGALPA	22	20			X		
VALENTÍN	SAN JOSÉ RAAS	RAMA	69.8	4,160	52		X		
PIEDRA FINA	PIEDRA FINA RAAS	RAMA	75	3.2	20		X		
PAJARITOS	MUELLE DE LOS BUEYES	MICO	71.6	1,281	17.9		X		
LA ESTRELLA	MUELLE DE LOS BUEYES	MICO	22.5	18			X		
EL CONSUELO	MUELLE DE LOS BUEYES	MICO	20	14			X		
PIEDRA PUNTUDA	MUELLE DE LOS BUEYES	MICO	22.5		0		X		
BRITO	SAN ISIDRO, RIVAS	SAN JUAN Y BRITO	10	1.6	16		X		
LIRA	PIEDRA FINA, RAAS	PLATA, TRIBUTARIO RAMA	45	2.95	80		X		
PANTASMA	SAN RAFAEL DEL NORTE Y JINOTEGA	PANTASMA	9	0.52			X		
EL SALTO	TRIANGULO MINERO, BONANZA	YY		0.01	0		X		
CENTRO AMÉRICA	JINOTEGA	VIEJO Y TUMA		30	0		X		
SANTA BÁRBARA	JINOTEGA	VIEJO		25	6		X		
LARREYNAGA	JINOTEGA	CACAO	12.5	0.18			X		
LA SIRENA	MATAGALPA	VIEJO Y TRINIDAD		131	7.8		X		
El Barro	Matagalpa	Viejo		0.36	0.36		X		

Fuente: AQUASTAT, Febrero 2015.

¹² Estas represas son de carácter público.

Actualmente no existen proyectos de embalses para uso agropecuario en gran escala en Nicaragua. Los grandes proyectos energéticos (como Tumarín), no consideran el uso agropecuario como una opción.

3.3. Calidad del agua

Un aspecto importante del agua es la calidad, entendida como las características o atributos específicos que determinan sus posibilidades para el uso humano o no humano (otras especies) del recurso en condiciones sostenibles. La contaminación del agua afecta seriamente su calidad, así como cualquier alteración a sus componentes o características que limiten su utilidad para consumo o uso productivo. En el caso del riego, una mala calidad del agua (por ejemplo, presencia relativamente alta de sales o de metales pesados) afecta seriamente la productividad de la producción agropecuaria así como la propia inocuidad de los alimentos producidos.

Dentro de las limitaciones de calidad que existen para el uso de las aguas subterráneas para riego se menciona el alto contenido de cloruro y sólidos disueltos en zonas de descargas regionales de León-Chinandega. Otra limitante es el ascenso de cloruro de sodio de las aguas profundas a través de fallas y fracturas, fenómeno que ha sido ya observado en algunos pozos de la Península de Chiltepe. El peligro de intrusión salina es una amenaza muy seria a lo largo de las costas del Pacífico, en donde ocurre a consecuencia de la fuerte extracción de agua subterránea.

Además, por el uso indiscriminado de agroquímicos en las actividades agrícolas, la calidad de las aguas superficiales ha sido afectada debido a la contaminación por escorrentía. La calidad también se ve afectada por desechos domésticos, industriales, residuos de tenerías; así como también por los efectos secundarios producidos por la ganadería. En algunas evaluaciones del sistema de flujo de aguas subterráneas en la Cuenca 64, León-Chinandega, se han observado problemas de sobreexplotación de aguas subterráneas que afectaría aún más la calidad del líquido.

4. Potencialidad y costos del desarrollo del riego en Nicaragua

En esta sección se analiza la potencialidad general para expandir el riego y sus costos en Nicaragua. Se inicia con la discusión de la evolución histórica del potencial para riego en Nicaragua. Luego se discuten algunos estimados de potencialidad de riego generados por FAO. Luego de esto se introduce una estimación propia basada en un modelo de regresión utilizando datos de 87 países de AQUASTAT. En la última parte de la sección se analizan algunos datos sobre costos del riego, tanto en inversión como en operación.

4.1. Evolución histórica del riego

Aunque en Centroamérica, Nicaragua es el país que posee el mayor dotación de recursos hídricos, no se ha desarrollado mayor infraestructura para el almacenamiento y distribución de agua para riego en el país. El máximo histórico de áreas bajo riego alcanzó unas 100,000 Has., la mayor parte concentrada en la región del Pacífico y en la región Central.

La evolución histórica de esta infraestructura de riego¹³, ésta se inició en 1950, en la planicie del Pacífico con plantaciones de banano y caña de azúcar del sector privado. El Estado promovió más activamente el desarrollo del riego recién a partir de 1980 en favor de cooperativas y grandes grupos organizados de agricultores, para quienes subsidiaba de forma íntegra la construcción, compra de equipos, operación y mantenimiento de los sistemas de riego. Se introdujeron sistemas de riego por aspersión con uso de pivote central. En 1985 el área con infraestructura de riego alcanzó las 82 000 ha y en 1990 llegó a su máximo con 93 000 ha bajo riego; correspondiendo 49 000 ha al sector privado y 44 000 ha con participación pública. Dicha superficie de riego se ubicaba en un 76 por ciento en la región Pacífico y en un 24 por ciento en la región Central.

En 1990 el Gobierno suprimió los subsidios y liberó el precio de la energía eléctrica como parte de medidas más generales de liberalización económica, lo cual, aunado a las bajas eficiencias de los sistemas, incrementó los costos operativos causando el abandono de los sistemas y el deterioro del equipamiento de riego por aspersión. Como resultado, las 93 000 ha que operaban en 1991 se redujeron en el siguiente año a 23 000 ha con riego por superficie para caña de azúcar, arroz, banano y cultivos no tradicionales, 50 000 ha que continuaban cultivándose en secano y 20 000 ha que quedaron improductivas.

A pesar de los esfuerzos realizados, no ha sido posible el establecimiento de una institución gubernativa responsable de las actividades de riego. Pequeños y medianos agricultores iniciaron en 1991 el cultivo de productos no tradicionales, especialmente en el valle de Sébaco (departamento de Matagalpa). En 1992, las zonas con mayor infraestructura de riego se concentraban en León y Chinandega con 22 870 ha en 129 fincas, abarcando 437 unidades de riego. El Programa Nacional de Riego para Pequeños y Medianos Productores estimó en 1998 la existencia de 61 365 ha con infraestructura de riego (25 000 ha se adjudican al sector público y el resto al sector privado).

¹³ Los tres párrafos que siguen son tomados de "Estudio sobre la Situación de Riego y Agricultura con Sistemas de Riego en Nicaragua". Informe Final para JICA, Marzo 2008. Consultor Francisco Berríos.

4.2. Estimaciones de potencialidad de la FAO

Las evaluaciones más recientes de FAO (2014) señalan que en Nicaragua existen 1'210,100 Ha en las cuales se podría desarrollar el riego. Esta cifra considera todo el territorio llano con suelos de capacidad agropecuaria. No obstante, la propia FAO considera que de este total, solamente 365,000 Has. tendrían realmente potencial para riego si se considera el agua disponible para tal fin. Esta área potencial para riego por "unidad de planificación" y departamento considerada por FAO se presenta en el cuadro a continuación.

Cuadro 4.1. Áreas con potencial para riego

UNIDAD	DEPARTAMENTO	Area (Has.)
CHINANDEGA-S	CHINANDEGA	114,609
PANALOYA-JUIGALPA	CHONTALES	103,000
MANAGUA-RIVAS	MANAGUA-RIVAS	40,200
SÉBACO	MATAGALPA	27,000
NAGAROTE	LEÓN	23,120
SAN MIGUELITO	RÍO SAN JUAN	22,097
SAN FRANCISCO	MANAGUA	17,350
NAGAROTE-SAN FRANCISCO	MANAGUA-LEÓN	9,150
JALAPA	ESTELÍ	3,194
RIVAS	RIVAS	3,050
CHINANDEGA-N	CHINANDEGA	2,350
TOTAL		365,120

Fuente: FAO (2014)

Considerando los datos, reflejados en el cuadro anterior, actualmente Nicaragua estaría irrigando menos del 30% de su área potencial.

Entre los factores limitantes señalados por FAO para el desarrollo de las áreas de riego sobresale la alta inversión en infraestructuras por los altos costos operacionales para la extracción y uso (ver más adelante en acápite 4.3. sobre costos). Otros factores han sido: falta de crédito de largo plazo para pequeños y medianos productores, falta de tecnologías mejoradas adaptadas a las capacidades de los pequeños agricultores y una mayor comprensión sobre la integración de irrigación dentro de los sistemas de producción.

Con respecto al drenaje, en la zona norte de la región Pacífico se presentan en zonas puntuales problemas leves de salinidad que no representan grandes riesgos para la agricultura bajo riego. No existen datos estadísticos sobre trabajos realizados en materia de drenaje, sin embargo, se sabe de la recuperación de tierras en el valle de Sébaco, en la región Central, utilizando drenes superficiales y limpieza de drenes naturales. Los estudios al respecto ubican en la región Atlántico las áreas con mayores problemas de anegamiento que requieren de drenaje superficial y subterráneo. La región Central presenta problemas estacionales de drenaje durante épocas de lluvias máximas. Se estima que 350 000 ha presentan necesidades de drenaje en todo el país.

4.2. Un estimado sobre potencial de riego relativo de Nicaragua en la base AQUASTAT

Para acercarnos a la situación comparativa del potencial de riego de Nicaragua con respecto a otros países hemos utilizado la base de datos AQUASTAT de FAO en la que se tienen algunas variables que permiten hacer una estimación del potencial de riego de los países con información. Tomamos los datos disponibles para el periodo 2008-2012 en cuanto a área bajo riego y/o equipada para riego; área total cultivada; área total del país, volumen de precipitación anual, producto bruto per cápita y dotación total de agua de fuente subterránea y continental.

Se estimó el siguiente modelo mediante una regresión:

$$\% \text{ área bajo riego} = a + b \cdot \log(\text{dotación agua}) + c \cdot \log(\text{área cultivada}) + d \cdot \log(\text{área total}) + e \cdot \log(\text{precipitación}) + f \cdot \log(\text{pbi per cápita}) + \mu$$

que se estimó por el método de MCO asumiendo distribución normal con media 0 y varianza constante del término aleatorio μ .

La obtención de los coeficientes a-f permite generar un valor predicho para cada observación (% bajo riego esperado), el cual puede ser contrastado con el % real observado. Para la estimación se usaron 87 países con el resultado siguiente.

Cuadro 4.2. Regresión de proporción de área irrigada en base AQUASTAT

Source	SS	df	MS	Number of obs = 87		
Model	.64228184	5	.128456368	F(5, 81)	=	2.88
Residual	3.61682869	81	.044652206	Prob > F	=	0.0193
Total	4.25911053	86	.049524541	R-squared	=	0.1508
				Adj R-squared	=	0.0984
				Root MSE	=	.21131
rieg	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
logwat	.0573922	.0291983	1.97	0.053	-.0007032	.1154876
lograin	-.1264006	.0535494	-2.36	0.021	-.232947	-.0198541
loggdg	-.0202802	.0174207	-1.16	0.248	-.0549419	.0143814
logarea	.1550169	.0452377	3.43	0.001	.065008	.2450257
logland	-.0944722	.0269826	-3.50	0.001	-.148159	-.0407854
_cons	-.0135408	.2198441	-0.06	0.951	-.4509615	.42388

El coeficiente de la dotación de agua (logwat) es positivo, indicando que una condición para el desarrollo del riego es tener disponibilidad del recurso hídrico. Igualmente, una mayor volumen de precipitación anual (lograin) reduce la importancia del riego. El coeficiente del PBI (loggdg) no tiene el signo esperado (positivo) pero no es estadísticamente significativo, mientras que el área total del país tiene (logarea) un efecto positivo y el área agrícola (logland) negativo (lo cual es esperable para una variable de ratio cuyo denominador es esta misma variable).

En el cuadro siguiente se consigna el valor actual de la proporción del área agrícola bajo riego y el valor predicho obtenido de la regresión para algunos países en la región de Latino América y el Caribe.

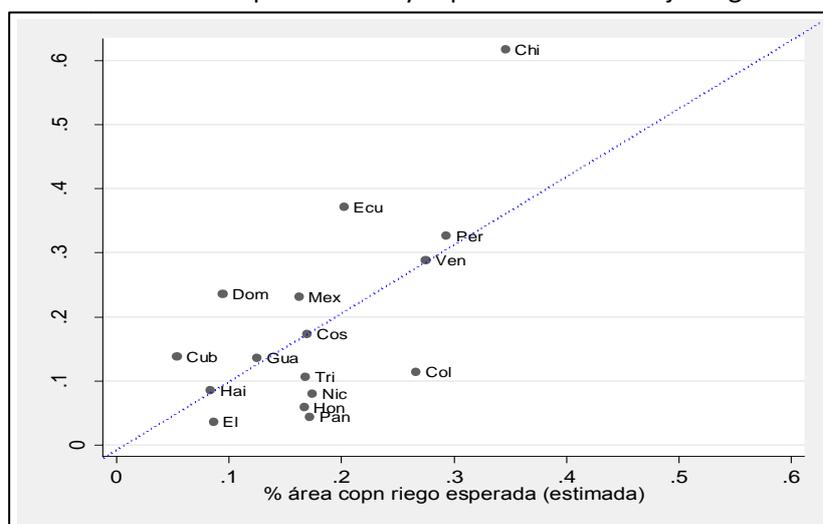
Cuadro 4.3. Proporción real y esperada de área bajo riego con respecto al área agrícola de países de la región

	A	B	A/B
País	% real	% esperado	Ratio
Cuba	14%	5%	256%
República Dominicana	24%	10%	248%
Ecuador	37%	20%	184%
Chile	62%	35%	179%
Mexico	23%	16%	143%
Peru	33%	29%	112%
Guatemala	14%	13%	109%
Venezuela	29%	28%	105%
Haiti	9%	8%	102%
Costa Rica	17%	17%	102%
Trinidad y Tobago	11%	17%	63%
Nicaragua	8%	18%	46%
Colombia	11%	27%	43%
El Salvador	4%	9%	41%
Honduras	6%	17%	35%
Panamá	4%	17%	26%

Fuente: AQUASTAT 2008-2012; FAO (2015)

En el caso de Nicaragua, se tiene un valor actual de proporción de área agrícola irrigada de 8% versus un valor esperado de 18% de acuerdo a sus condiciones en las variables consideradas (dotación de agua, precipitación, PBI per cápita, etc.). Esto quiere decir que Nicaragua tendría un potencial no aprovechado para la expansión del riego dadas sus condiciones de dotación de agua, precipitaciones, área e ingresos per cápita de la población. En el gráfico siguiente se pueden ver los países de la región y una línea que indica igualdad entre valor predicho y valor real en la proporción de área agrícola con riego (línea diagonal de 45°).

Gráfico 4.1. Proporción real y esperada de área bajo riego



Fuente: AQUASTAT 2008-2012; FAO (2015)

Aquellos países por debajo de la línea de 45° tienen una proporción de área agrícola bajo riego por debajo de su valor predicho (o potencial). El caso de Nicaragua indica que se encuentra por debajo de lo esperado dadas sus condiciones observadas. El gráfico también es útil para los propósitos de buscar experiencias de países han desarrollado un área bajo riego mayor que la esperada como Chile, Ecuador, México, Cuba, República Dominicana, e incluso Perú y Venezuela. En Centroamérica, Guatemala y Costa Rica están en la misma línea de 45°, superando al resto de países de la zona e indicando que han alcanzado por lo menos el valor esperado de riego para el periodo 2008-2012. Honduras y Panamá, de otro lado, están muy por debajo de lo esperado, así como El Salvador.

4.3. Los costos del riego

4.3.1. Costos de inversión

Existe escasa información sobre los costos de inversión en diversos tipos de riego en Nicaragua. En el perfil de país de AQUASTAT de FAO, actualizado al año 2014, se mencionan costos de inversión en sistemas de irrigación del año 1990, los cuales no reflejarían las condiciones actuales.

Para tener una aproximación a los potenciales costos de sistemas de riego en Nicaragua hemos procesado los perfiles de AQUASTAT de otros países de la región que tienen estimaciones de costos más actuales. Los resultados de esta indagación se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.4. Costos de inversión en sistemas de riego (US\$/Ha.)
(Muestra de países)

	Superficial		Aspersión	Localizado	Tipo	Año
	Rehabilitación	Desarrollo				
Costa Rica	800		1,000	1,200		2003
Nicaragua			3,570		Público	1990
Nicaragua			2,840		Privado	1990
México	1,500		2,250	2,500		2000
Perú	1,200		2,000	2,000	Público	1998
Perú	1,800				Privado	1998
Chile			2,800	3,400		n.d.
Panamá	2,000	3,000	4,000	5,000		2013
Guatemala		1,113				1995
Guatemala	917					2012
El Salvador	980	2,800	2,200	1,800		2012

Fuente: Perfiles de países de AQUASTAT, FAO.

La información específica de los países distingue entre proyectos de riego de rehabilitación (se rehabilitan o modernizan sistemas ya construidos pero deteriorados); y nuevos o de desarrollo. Igualmente, se registran costos de instalación de riego en las parcelas de los agricultores cuando se aplican técnicas de riego como aspersión, o el riego localizado (o riego

por goteo). Adicionalmente, en algunos casos se distinguen los costos cuando los proyectos son del sector público o el sector privado.

Como se puede, en el caso de Nicaragua la información es del año 1990 y se registran costos sólo para sistemas de riego por aspersión, probablemente de sistemas de tipo pivot central que fueron instalados en los años previos por el propio sector público. El costo promedio por hectárea de estos sistemas se estima en US\$ 3,570 por Ha. (aunque no es posible saber si a dólares de ese año). Para proyectos privados el mismo costo se estimó en US\$ 2,840.

Como se mencionó previamente, estos datos para Nicaragua no son muy informativos de la situación actual. No obstante, se cuenta en el cuadro con información de países bastante comparables a Nicaragua como Panamá y El Salvador, en los que se registran costos para los años 2012 y 2013, respectivamente. Consideramos que estos costos de instalación de riego son relevantes para Nicaragua.

En el caso de Panamá, se estima un costo de rehabilitación de áreas bajo riego en US\$ 2,000 por Ha. y de US\$ 3,000 por Ha. en el caso de nuevos desarrollos. Igualmente, la instalación de riego por aspersión tiene un costo promedio de US\$ 4,000 por Ha. y de US\$ 5,000 en el caso de riego localizado. Los costos están estimados para el año 2013.

Para El Salvador, de otro lado, se consigan costos medios bastante inferiores a los de Panamá, con la excepción del costo medio de desarrollo de áreas bajo riego superficial (US\$ 2,800 por Ha.). En este caso se consideran costos medios de instalación de riego por aspersión en US\$ 2,200 por Ha. y de US\$ 1,800 por Ha. para el riego localizado. Estos costos se consignan para el año 2012.

Existe también información sobre costos de instalación de riego para Costa Rica, aunque son de año 2003, y parecen ser muy bajos con respecto a los costos de México, por ejemplo, que consigna costos del año 2000.

En conjunto, la información de costos consignada en los perfiles de países de AQUASTAT no es totalmente consistente ni tampoco es posible asegurar que se cumplen criterios de comparabilidad entre países. No obstante esta objeción, los datos de costos de inversión en riego consignados para el caso de Panamá, y en menor medida para El Salvador, parecen acercarse a costos más actuales que serían relevantes para Nicaragua y que pueden ser usados como una referencia general para el tema de costos en el presente estudio.

4.3.2. Costos de operación y mantenimiento

Adicionalmente, de los perfiles de AQUASTAT se cuenta con información sobre los costos de operación y mantenimiento de sistemas de riego de El Salvador, como se consigna en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.5. Costos de operación y mantenimiento anual (US\$/Ha.)

	Superficial	Aspersión	Localizado	Año
El Salvador	420	440	360	2012

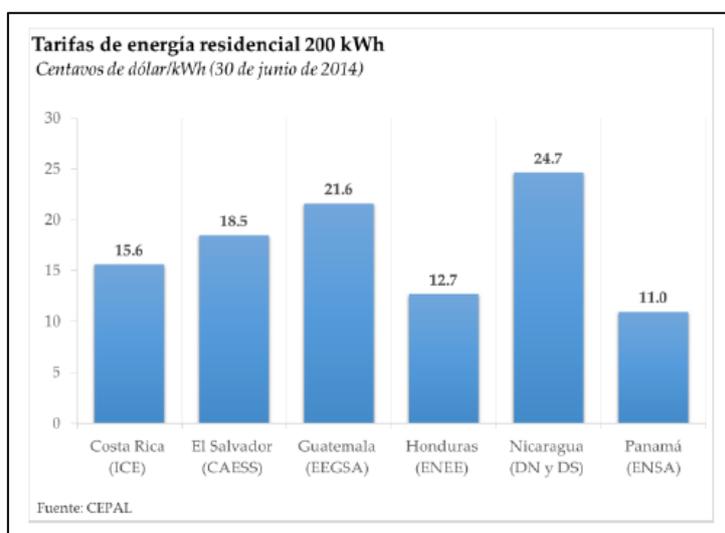
Fuente: Perfiles de países de AQUASTAT, FAO.

Consideramos que este puede ser un costo de operación y mantenimiento anual de referencia para Nicaragua, con US\$ 420 por Ha. al año para sistemas de riego superficial (canales), de US\$ 440 por Ha. al año para sistemas con riego por aspersión, y de US\$ 360 por Ha. al año para riego localizado.

4.3.3. Costos de energía para riego por bombeo

Actualmente el costo promedio de la energía eléctrica en Nicaragua es el más alto de Centro América, como se puede ver en el gráfico siguiente tomado de FUNIDES (2015)

Gráfico 4.2. Tarifas promedio de energía eléctrica



Fuente: FUNIDES, 2015

En este contexto, el sector riego ha venido perdiendo presencia en el consumo de energía del país en los últimos años, aunque en un contexto de fuerte aumento en el consumo energético, pasando de 10.5% en 1991, a 6.5% en 2000 y a sólo 3% en el año 2013, como se puede ver en el cuadro que sigue.

Cuadro 4.6: Estructura del consumo de energía eléctrica en Nicaragua

Participación porcentual por sector			
<i>Porcentaje del total consumido</i>			
	1991	2000	2013
Residencial	36.4	29.3	33.6
Comercial	20.0	28.1	24.4
Industrial	23.6	22.5	24.1
Irrigación	10.5	6.1	3.0
Bombeo	7.4	10.6	7.0
Alumbrado público	2.1	2.7	2.8

Fuente: INE

Fuente: FUNIDES, 2015

El costo actual de la energía para usuarios regulares en Nicaragua se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.6. Pliego Tarifario de Energía Eléctrica

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR TARIFAS INDICATIVA ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE JULIO DE 2015 AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR						
BAJA TENSION (120,240 y 480 V)						
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR		
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/KW-mes)	
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	2.0950		
			Sigüientes 25 kWh	4.5133		
			Sigüientes 50 kWh	4.7270		
			Sigüientes 50 kWh	6.2473		
			Sigüientes 350 kWh	5.8915		
			Sigüientes 500 kWh	9.3576		
			Adicionales a 1000 kWh	10.6616		
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	TARIFA MONOMIA			
			0-150 kWh	3.9245		
		T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
		Todos los kWh	4.4403			
		kW de Demanda Máxima		529.0695		
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, etc.)	T-2	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	4.5917		
		kW de Demanda Máxima		547.3270		
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso Industrial (Talleres, Fabricas, etc).	T-3	TARIFA MONOMIA			
			Todos los kWh	5.3500		
		T-3A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
		Todos los kWh	3.7736			
		kW de Demanda Máxima		502.6294		
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fabricas, etc.)	T-4	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	4.1606		
		kW de Demanda Máxima		495.9602		
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fabricas, etc)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	4.2961		
		kW de Demanda Máxima		473.2140		
IRRIGACION	Para Irrigación de campos agrícolas	T-6	TARIFA MONOMIA			
			Todos los kWh	4.6980		
		T-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	3.4490		
				kW de Demanda Máxima		400.6976
		T-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	4.5108		
Invierno Punta	4.3642					
Verano Fuera de Punta	3.3379					
Invierno Fuera de Punta	3.2870					
			758.5050			
				473.7537		
				0.0000		
				0.0000		

Fuente: Instituto Nicaragüense de Energía (Julio 2015)

El esquema del tarifario de INE es de subsidios cruzados¹⁴. En torno a un costo medio de la energía, se subsidia a los consumidores de menor consumo en el ámbito residencial (con escala creciente en bloques por mayor consumo), y a las personas/empresas que consumen menos de 150 kWh en el sector "general menor". Una buena parte de estos subsidios son

¹⁴ Cabe señalar que en los años previos al 2015 hubo una especie de subsidio general a la energía atado a la llamada "factura petrolera", es decir, a préstamos de petróleo que se consideran parte de la deuda actual del país. Con la disminución del precio del petróleo en 2015 tal subsidio ha sido casi eliminado aunque queda pendiente el pago de la mencionada deuda. Igualmente, el país ha hecho avances importantes para disminuir su dependencia del petróleo con el desarrollo de diversas fuentes de energía renovables. Se espera en los próximos años una importante disminución de esta dependencia.

cubiertos por el sector industrial de mayor consumo, y en menor medida por el sector residencial de mayor consumo.

En cuanto al sector irrigación, éste tiene las tarifas T-6, T-6A y T-6B. La T-6. La tarifa monomía T-6 para consumo de menor escala (sólo energía, sin cargo por potencia) es de 4.698 C\$/kWh (equivalente a US\$ 0.172¹⁵ por kWh), que se encuentra encima de la tarifa subsidiada (menos de 150 kWh del sector general) pero por debajo de la tarifa de los que consumen más de 150 kWh en dicho sector. Para la tarifa binomía (T-6A), el cargo es de 3.449 C\$/kWh (US\$ 0.126 por kWh) por energía y de 400.6 C\$/kWh-mes (US\$ 14.7 kWh-mes) por potencial. Esta tarifa es ligeramente menor que las que paga el sector industrial menor.

Adicionalmente, el sector irrigación de gran escala tiene la posibilidad de usar la tarifa T-6B que diferencia tarifas de acuerdo a las horas punta tanto en verano como en invierno. Este tipo de tarifa permita ahorrar en el costo de energía si se riega en horario fuera de punta, como en las noches o en periodos de menor demanda al sistema del resto de usuarios.

En conjunto, el tarifario para el sector irrigación se encuentra aproximadamente en la media del tarifario general, es decir, cubriendo el costo medio de la energía en Nicaragua en los actuales momentos, el cual como ya se vio es el más caro en la región. Esto implica que aunque el sector irrigación no recibe ni un trato discriminatorio ni promocional, está también enfrentando costos de energía para riego que limitan su competitividad con otros países similares de la región. Este es un tema general que afecta a todos los sectores productivos de Nicaragua que hacen un uso intensivo de energía.

De otro lado, sí existe una barrera importante para expandir la conexión de los agricultores al sistema interconectado de la red eléctrica nacional. De acuerdo a la normatividad vigente, las empresas distribuidoras solamente están obligadas a conectar a usuarios que se encuentren en el rango de 150 metros de la red existente. Clientes que estén a una mayor distancia tienen que financiar la conexión, y reciben el repago de su inversión por parte de la empresas luego de 18 meses. Este mecanismo es altamente oneroso y hace casi imposible que agricultores con limitaciones financieras (la gran mayoría) puedan conectarse a la red y obtener tarifas promedio para el uso en irrigación.

En conjunto, el tema energético si representa una barrera importante para el mayor desarrollo del riego por bombeo en Nicaragua, pero es un asunto de política más general, que sólo puede enfrentarse en el conjunto de las restricciones de los sectores productivos del país.

4.3.4. Costos de algunas tecnologías de riego en Nicaragua

En el trabajo de Berrios (2008) se identifican algunos costos de algunas tecnologías alternativas de riego en Nicaragua, con datos tomados de diversas fuentes y entrevistas a empresas y agricultores. Los datos de costos de dicho estudio se han sistematizado en el siguiente cuadro.

¹⁵ Utilizando el tipo de cambio oficial promedio del Banco Central de Nicaragua para el mes de Julio de C\$ 27.3 por dólar.

Cuadro 4.7. Costos de distintas tecnologías de riego en Nicaragua (2008)

Cuadro 4.7. Costos de distintas tecnologías de riego en Nicaragua

	Unidad	Costos (US\$)					
		Min		Max		Promedio (Mz) ¹⁶	Promedio (Ha)*
Aspersión	Mz (Ha)	605	(858)	1 701	(2,414)	1 153	1,636
Microaspersión	Mz	N/D		N/D		1 612	2,288
Bombeo	Mz (Ha)	403	(572)	1209	(1,716)	806	1,144
Goteo	Mz (Ha)	907	(1,287)	1 550	(2,200)	1 229	1,744
Micro-riego hortalizas	Equipo					316	316
Micro-riego carrizo	180 arboles					238	238
Micro-riego barro	100 arboles					40	40
Goteo golosos	Equipo					316	316

* Berrios (2008)

La tecnología más costosa (por Mz.) es la de micro-aspersión (promedio de US\$ 1,612 por Mz). Le sigue el riego por goteo, con un costo estimado de US\$ 1,229 por Mz. El riego con bombeo es también relativamente costoso debido al alto costo de energía, con un promedio de US\$ 806 por Mz y con un máximo de US\$ 1,209 por Mz (para arroz). También se consignan algunos costos de micro-riego pero en este caso por el costo de equipo, sin referencia al área irrigada. Dos tipos de riego de cultivos permanentes se consignan con el costo para un número de árboles a ser irrigados.

¹⁶ De acuerdo a la información más reciente de INETER (septiembre 2015), los costos aproximados por tecnología son los siguientes: i) Goteo, oscila entre USD\$900 a USD\$1,200 por Mz; ii) Aspersión, aproximadamente USD\$850 por Mz, sin incluir bombeo; y iii) Superficial, donde el costo de una bomba con diésel de 7-8 Hp es cercano a los USD\$1,200.

5. Estimación del potencial y la demanda por riego en Nicaragua

En este capítulo estimamos el potencial general para el riego y la demanda potencial por riego de los agricultores de Nicaragua. En una primera parte se presenta un análisis de la evolución del sector agropecuario nicaragüense, que es la base de la demanda de agua para riego. Luego de esto se realiza una estimación de la demanda por riego individual de los productores en función a variables (atributos) observables en el censo agropecuario del 2011. La estrategia de estimación se basa en los hallazgos de la tipología establecida en la sección 2 que relaciona atributos de los agricultores con indicadores de acceso al riego. Finalmente, se presenta una caracterización de esta "demanda potencial" por riego por tipos de agricultores y zonas productoras en el país.

5.1. Evolución del sector agropecuario de Nicaragua

En el cuadro siguiente se presentan las tasas de crecimiento promedio del PIB agropecuario de los países de Centro América desde la década de los 1960s hasta 2013 (ver también gráfico A.5.1. en anexo a esta sección).

Cuadro 5.1. Tasas promedio de crecimiento del PIB agropecuario 1960-2013

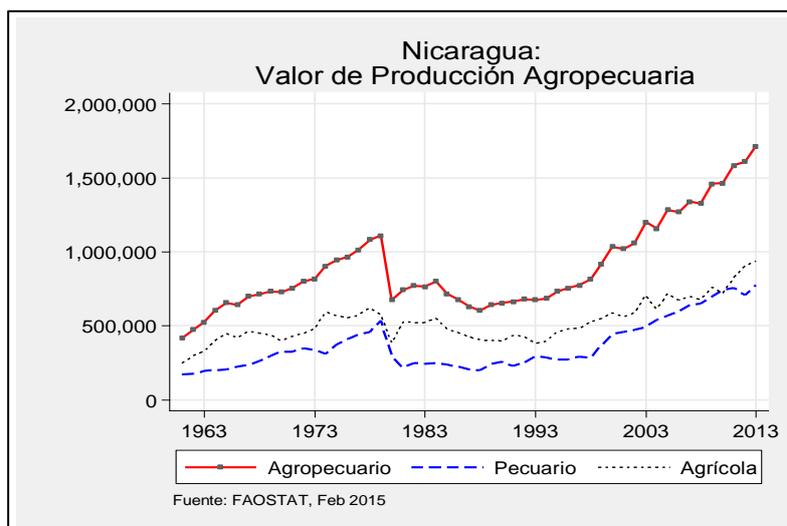
	1960s	1970s	1980s	1990s	2000/03	2004/07	2008/11	2012/13
Costa Rica	6.65	4.10	3.38	4.19	0.37	4.54	2.12	2.19
República Dom.	1.71	2.86	1.40	-0.27	4.40	4.32	2.81	4.14
El Salvador	2.92	4.34	-1.75	2.89	-2.26	4.29	-0.65	3.49
Guatemala	5.39	3.54	2.22	4.02	2.80	6.80	2.22	6.01
Honduras	6.31	2.06	1.53	1.01	7.61	4.50	1.87	2.07
Nicaragua	7.46	4.27	-4.25	3.72	7.11	2.95	4.39	4.01
Total	5.07	3.53	0.42	2.60	3.34	4.57	2.13	3.65

Fuente: FAOSTAT, Febrero 2015

Durante las décadas de 1960s y 1970s, la agricultura de Nicaragua venía creciendo a un ritmo similar al resto de países de Centro América, proceso que se detuvo a inicios de los 1980s cuando el PIB sectorial sufrió una importante caída y luego un largo estancamiento de casi dos décadas. Durante la última década, sin embargo, la agricultura de Nicaragua ha retomado un ritmo importante de crecimiento similar o aún mayor que otros países de la región. En términos del valor total de la producción agropecuaria (en dólares constantes 2004-2006), Nicaragua aún sólo supera a El Salvador en el año 2013 y está por debajo del resto de países centro americanos.

En el gráfico siguiente se puede ver la evolución desagregada del sector agrícola y pecuario de Nicaragua en el mismo periodo 1961-2013.

Gráfico 5.1.

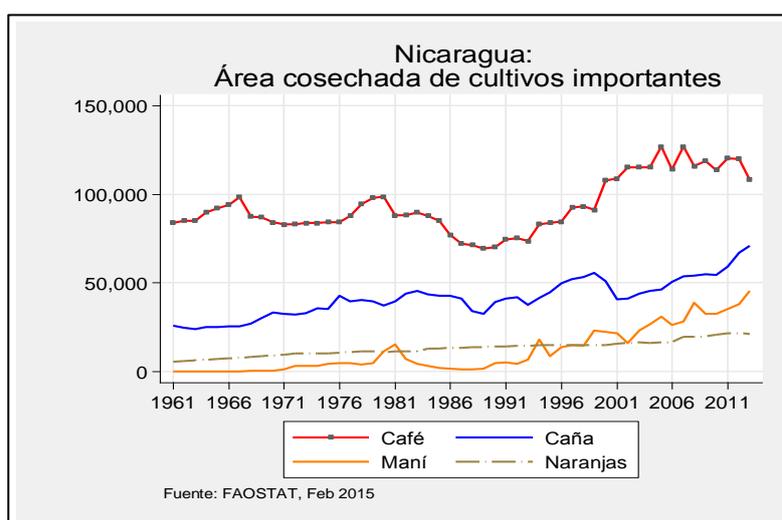


Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

Se puede establecer que el importante crecimiento que viene teniendo el sector agropecuario de Nicaragua durante la última década se ha basado en el mayor dinamismo del sector pecuario (ganadería), excepto en los últimos tres años de la serie en que se observa una caída y estancamiento pecuario mientras el sector agrícola siguió creciendo en esos tres años.

En el caso del sector agrícola (principal demandante de agua para riego), algunos cultivos han tenido el rol más importante en la evolución sectorial en las últimas décadas. En el gráfico siguiente se muestra la evolución de la superficie cosechada de algunos cultivos con orientación exportadora como café, caña de azúcar, maní y naranjas.

Gráfico 5.2.



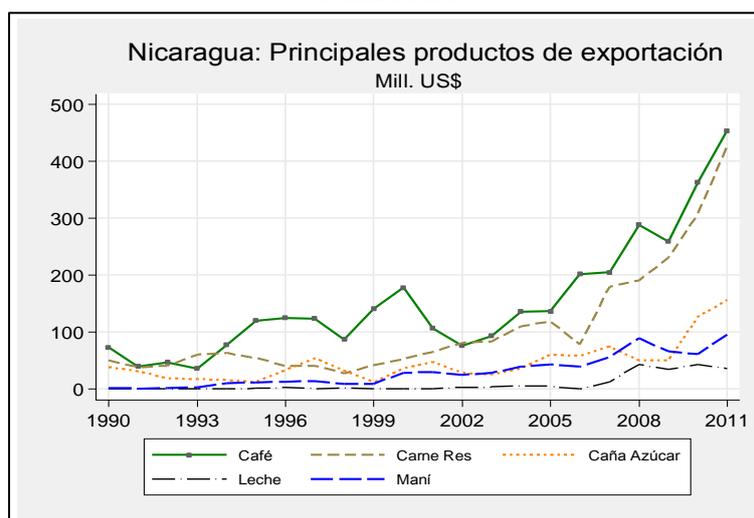
Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

El cultivo de café tuvo un importante declive en la década de los 1980s y una recuperación importante en los 1990s la que se sostiene hasta mediados de los 2000s cuando se inicia un cierto estancamiento y una fuerte volatilidad en el área cosechada anual (aunque el valor de exportaciones se incrementó fuertemente como se verá más adelante). En el caso de la caña

de azúcar y el maní se observa un crecimiento sostenido e importante durante la última década.

Una parte importante de este mayor dinamismo ha estado asociada al mercado externo, es decir, al crecimiento de las exportaciones de algunos productos específicos, como se puede ver en el gráfico siguiente para el periodo 1990-2011.

Gráfico 5.3.



Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

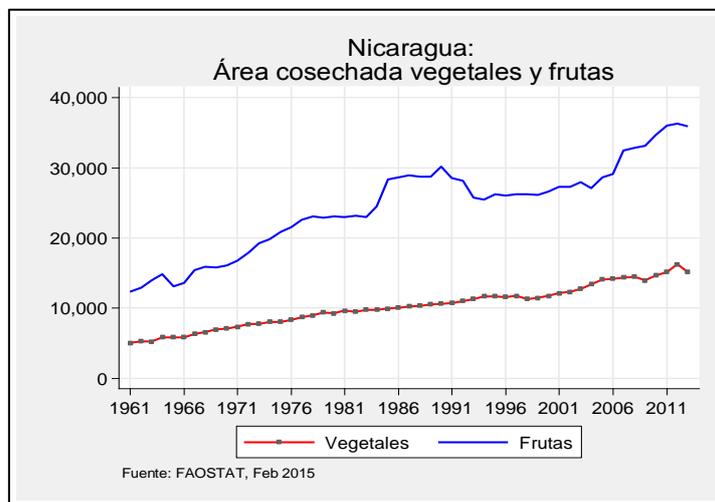
Los dos productos con fuerte crecimiento exportador (en valor) durante la última década han sido el café y la carne de res. En el caso de la caña de azúcar también se observa un fuerte crecimiento pero en el periodo más reciente 2009-2011. También se puede ver en el gráfico la creciente importancia de las exportaciones de maní durante la última década

Otro tipo de cultivos muy importante en el sector agrícola de Nicaragua son los granos básicos, orientados en gran medida al mercado interno (aunque, en el caso del frijol, Nicaragua es un país exportador). En el gráfico A.5.2. del anexo a esta sección se muestra la evolución de área cosechada de los granos más importantes. Las áreas de maíz y frijol se incrementaron en forma sostenida durante las últimas dos décadas, aunque en el periodo más reciente (2005-2013) se observa cierto estancamiento y creciente volatilidad en las áreas cosechadas en ambos granos básicos. De otro lado, se puede ver un claro declive en las áreas con sorgo, y un crecimiento moderado pero sostenido en las áreas con arroz.

El arroz es un producto de alto consumo interno en Nicaragua, y la producción doméstica no abastece totalmente la demanda que es cubierta también con importaciones, como se puede ver en el gráfico A.5.3. del anexo a esta sección. Las importaciones de arroz correspondieron a un 20% de la demanda total de arroz del país (se importan unas 100,000 TM anuales en promedio). Como se puede ver en el gráfico también, la creciente (aunque volátil) producción doméstica de arroz ha logrado reducir moderadamente la dependencia de importaciones durante la última década, especialmente en los últimos cinco años de la serie. Otro grano de gran importancia es el frijol, cuyas exportaciones y nivel de producción se muestran en el gráfico A.5.4. anexo a esta sección. En este caso Nicaragua ha empezado a exportar este producto durante la última década, como se puede ver en el gráfico siguiente en el anexo.

Finalmente, también se observa un importante dinamismo en las áreas con vegetales y frutas, especialmente en la última década de la serie (1961-2013) como se puede ver a continuación.

Gráfico .5.4



Fuente: FAOSTAT, Feb. 2015

En conjunto, el sector agropecuario nicaragüense (demandante de agua para riego) ha tenido un importante crecimiento productivo y de exportaciones durante la última década liderado por cultivos como café, caña de azúcar, frijol y maní. Los granos básicos de consumo interno también han aumentado como el frijol, maíz y arroz. Estas tendencias implican una mayor y creciente demanda por riego desde la agricultura en Nicaragua, tanto para incrementar áreas como rendimientos.

Las posibilidades de expansión del riego se analizan a continuación, sobre la base de una estimación de los patrones de la demanda potencial por riego por tipo de agricultor, zonas y cultivos.

5.2. Estimación de la demanda potencial por riego en Nicaragua

En este acápite presentamos un análisis para aproximarnos a las posibilidades de expandir las áreas bajo riego en Nicaragua en base a estimar un modelo de demanda por riego en función a características observables de los productores.

5.2.1. Modelo Probit de acceso y demanda por riego

Para aproximarnos a la demanda potencial por riego de los agricultores usaremos un modelo probabilístico (*Probit*) basado en la variable dicotómica de acceso a riego observada en el censo 2011. Relacionaremos dicha variable con un conjunto de atributos observables de los agricultores como tamaño, ubicación geográfica, título de propiedad, orientación productiva (cultivo demandante de riego) elevación promedio del distrito. Estos atributos mostraron ser relevantes para explicar el acceso diferenciado a riego en la sección 2 en la discusión sobre la tipología allí elaborada. Asumimos que la demanda potencial por riego está positivamente asociada a esta probabilidad por encima de algún valor crítico a determinar.

El modelo a estimar tiene la siguiente forma

$$\text{Prob}(\text{Acceso a Riego}=1) = F(\text{observables}) + \varepsilon \quad (1)$$

$$\text{Dda}(\text{Riego}) > 0 \text{ si Estimado de (1) } > \text{valor crítico} \quad (2)$$

La ecuación (1) es simplemente un estimado de la probabilidad de que un agricultor acceda a riego en función a sus atributos observables. En el modelo *Probit* se asume que la variable no observable " ε " tiene una distribución normal estándar y es independiente de las variables observables dependientes de la ecuación. La condición (2), de otro lado, plantea que para que un agricultor tenga una demanda potencial positiva por riego debe tener una probabilidad estimada mayor a cierto valor crítico a determinar. La definición del valor crítico en (2) está sujeta a decisión del analista de acuerdo a qué grado de intensidad en la demanda se quiere considerar. A mayor valor crítico mayor intensidad de demanda (mayor probabilidad estimada) es requerida y viceversa.

5.2.2. Descripción de las variables a utilizar en la estimación

Los valores medios y desviaciones estándar de las variables del censo 2011 a utilizar en la estimación de la ecuación (1) se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.2. Valores descriptivos de variables para estimación¹⁷

	Sin riego		Con riego	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
Tamaño del productor				
A.0-1Ha	0.2250	0.4176	0.090	0.287
B.1-2Ha	0.1212	0.3263	0.108	0.310
C.2-5Ha	0.1870	0.3899	0.219	0.414
D.5-20Ha	0.2247	0.4174	0.307	0.461
E.20-100Ha	0.1966	0.3974	0.205	0.404
F.>100Ha	0.0442	0.2056	0.071	0.257
Tierra propia con título	0.7107	0.4534	0.772	0.420
Orientación productiva				
Productor de arroz riego	0.0014	0.0380	0.040	0.195
Productor de caña	0.0271	0.1624	0.043	0.203
Productor de mango	0.0206	0.1420	0.039	0.195
Productor de cítricos	0.0368	0.1884	0.069	0.253
Productor de musáceas	0.2111	0.4081	0.285	0.451
Productor de tomate	0.0126	0.1114	0.176	0.381
Productor de chiltoma	0.0110	0.1043	0.135	0.341
Productor de tabaco	0.0003	0.0183	0.012	0.107
Productor de maní	0.0018	0.0427	0.004	0.061
Altitud promedio municipio				
1.0-172m	0.2031	0.4023	0.205	0.404
2.173-300m	0.2018	0.4013	0.117	0.322
3.301-564m	0.2069	0.4051	0.089	0.284
4.565-874m	0.1993	0.3995	0.201	0.401
5.>874m	0.1877	0.3905	0.387	0.487
Observaciones	251,246		11,599	

Fuente: IV Censo Agropecuario 2011, INIDE

Las variables de orientación productiva se han seleccionado para cultivos que en la tipología mostraron generar mayor demanda relativa por riego en los agricultores. En los valores medios se pueden observar diferencias entre agricultores sin acceso y con acceso a riego.

Para la estimación del modelo (1) también se requiere considerar variables de ubicación de los agricultores. Se generan tres especificaciones: la primera (modelo 1) no considera variables de ubicación geográfica de los agricultores; la segunda (modelo 2) considera la ubicación por

¹⁷ El IV Censo Agropecuario 2011 no cuenta con la variable de ingresos. Asimismo, el tamaño y la dotación de tierra con título son variables más estructurales que el ingreso, y sufren menos del problema de endogeneidad en la regresión.

departamento y la tercera (modelo 3) la ubicación por municipio. Las variables de ubicación se incorporan como variables dicotómicas en la estimación.

5.2.3. Resultados de la estimación

Los resultados de las tres especificaciones se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.3 Estimados de modelo *Probit* de acceso a riego

Variable	modelo 1	modelo 2	modelo 3
B.1-2Ha	0.245***	0.267***	0.308***
C.2-5Ha	0.314***	0.355***	0.425***
D.5-20Ha	0.384***	0.482***	0.609***
E.20-100Ha	0.322***	0.576***	0.751***
F.>100Ha	0.552***	0.845***	1.025***
Tierra propia con título	0.103***	0.057***	0.045***
Productor de arroz riego	1.979***	1.827***	1.709***
Productor de caña	0.082**	0.195***	0.226***
Productor de mango	0.113***	0.070*	0.068*
Productor de cítricos	0.248***	0.298***	0.306***
Productor de musáceas	0.238***	0.336***	0.402***
Productor de tomate	1.080***	1.074***	1.074***
Productor de chiltoma	0.804***	0.747***	0.726***
Productor de tabaco	1.600***	1.491***	1.529***
Productor de maní	0.422***	0.082	-0.072
1.0-172m	0.391***	0.570***	0.019
2.173-300m	0.149***	0.434***	0.222*
4.565-874m	0.453***	0.364***	0.570***
5.>874m	0.842***	0.774***	1.555***
Constante	-2.693***	-2.856***	-3.852***
N	262,845	262,546	260,223
r ² _p	0.156	0.212	0.271
ll	-4.0e+04	-3.7e+04	-3.5e+04

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

No se muestran los coeficientes de variables de ubicación geográfica a nivel departamento y municipio

En conjunto, los tres modelos tienen el conjunto de variables con signos esperados y significancia estadística al 99% de confianza. El valor creciente de r²_p (R² estimado) y decreciente de ll (función logarítmica de máxima verosimilitud o *log-likelihood* en inglés) al pasar del modelo 1 al 2 y luego al modelo 3 indican una mayor capacidad de éste último para proyectar la probabilidad de tener acceso a riego con respecto a los dos modelos previos en la medida que es más general e incorpora la ubicación de los agricultores al nivel de municipios¹⁸.

¹⁸ Como se vio en el análisis de la sección 2, la distribución del riego al interior de los departamentos tiende a concentrarse en algunos municipios específicos, por lo que la ubicación por municipio tiene mayor capacidad de predecir el acceso a riego que un modelo sólo con variables por departamento (o sin variables geográficas).

Por este motivo usaremos la especificación del modelo 3 para la estimación de (1) y para generar el valor proyectado requerido para la segunda parte de la identificación de agricultores con demanda potencial por riego (2). En el cuadro siguiente se muestran valores relevantes de la distribución del valor estimado de la probabilidad de tener acceso a riego de acuerdo al modelo planteado.

Cuadro 5.4. Valores de la distribución del valor proyectado de la probabilidad de acceso a riego Pr(acceso a riego)

Percentiles		Smallest		
1%	.0001685	.0000114		
5%	.0006582	.0000114		
10%	.0013547	.0000114	Observ.	260,223
25%	.0042086	.0000114	Sum of Wgt.	260,223
50%	.0153425		Valor medio	.0444267
		Largest	Desv Est	.0896879
75%	.044894	.99677		
90%	.1026484	.9971401	Varianza	.0080439
95%	.1711146	.998988		
99%	.5139404	.9997786		

El valor medio de la probabilidad proyectada es 0.0444 ó 4.44%, con una desviación estándar de 0.0897 ó 8.97%. El valor de la mediana de la distribución (por debajo o arriba se encuentra el 50% de agricultores) es de 0.0153 ó 1,53% de probabilidad de acceder a (o demandar) riego, mientras que el valor del percentil 75% es 0.0449 ó 4.49% de probabilidad de acceder a riego. Considerando esta distribución de la probabilidad estimada se decidió utilizar estos dos como valores críticos relevantes para identificar una demanda potencial positiva por riego: (i) el valor del percentil 75% [vc(75)=0.044894], y; (ii) el valor de la mediana de la probabilidad estimada [vc(50)=0.0153425]. Cabe decir que el primer valor crítico vc(75) requiere (asume) una mayor intensidad de demanda para que un agricultor “demande” riego con respecto al segundo valor crítico vc(50), que es menos exigente.

Para la proyección de la superficie bajo riego “demandada” usamos el promedio del ratio de la superficie bajo riego entre la superficie cultivada total en cada departamento. Para los agricultores que tienen demanda proyectada positiva por riego--tienen una probabilidad superior al valor crítico establecido--usamos este ratio promedio por departamento para calcular la superficie bajo riego demandada: multiplicamos el ratio promedio por la superficie cultivada real de cada agricultor¹⁹.

En el cuadro siguiente se presentan los valores estimados de número de agricultores que demandarían potencialmente riego y la superficie bajo riego proyectada para cada departamento del país.

¹⁹ Esta proyección permite considerar la restricción de tierra disponible para el riego donde se asume que la superficie cultivable de cada agricultor impone un límite superior a la expansión del riego y los agricultores demandarán (en promedio) un porcentaje fijo de esta superficie igual al ratio departamental de superficie bajo riego entre superficie cultivada total.

Cuadro 5.5. Proyección de demanda potencial de riego por departamento

	Número de agricultores			Superficie (Has.)		
	Actual	vc(75)	vc(50)	Actual	vc(75)	vc(50)
CHINANDEGA	717	3,850	8,657	30,652	39,362	43,711
GRANADA	277	1,303	2,984	11,647	16,191	17,421
MANAGUA	638	4,020	7,998	9,858	13,832	16,004
LEÓN	792	4,772	13,331	9,161	12,976	15,527
MATAGALPA	2,010	12,931	21,426	8,434	12,430	14,260
RIVAS	1,089	4,305	8,117	8,587	11,609	13,598
BOACO	489	2,488	6,646	4,111	5,483	6,663
ESTELÍ	1,678	9,792	10,675	3,056	5,197	5,274
CHONTALES	113	422	1,878	4,036	4,361	5,417
RÍO SAN JUAN	55	170	824	3,061	3,129	3,711
JINOTEGA	1,480	9,124	17,793	2,193	2,935	3,451
NUEVA SEGOVIA	844	4,533	11,862	1,820	2,472	3,230
MASAYA	435	1,850	4,928	1,526	2,023	2,533
MADRIZ	643	4,447	9,228	581	867	1,028
RAAS	111	231	1,169	317	326	352
CARAZO	160	717	2,536	263	313	402
RAAN	68	175	456	86	87	89
TOTAL	11,599	65,130	130,508	99,387	133,593	152,671

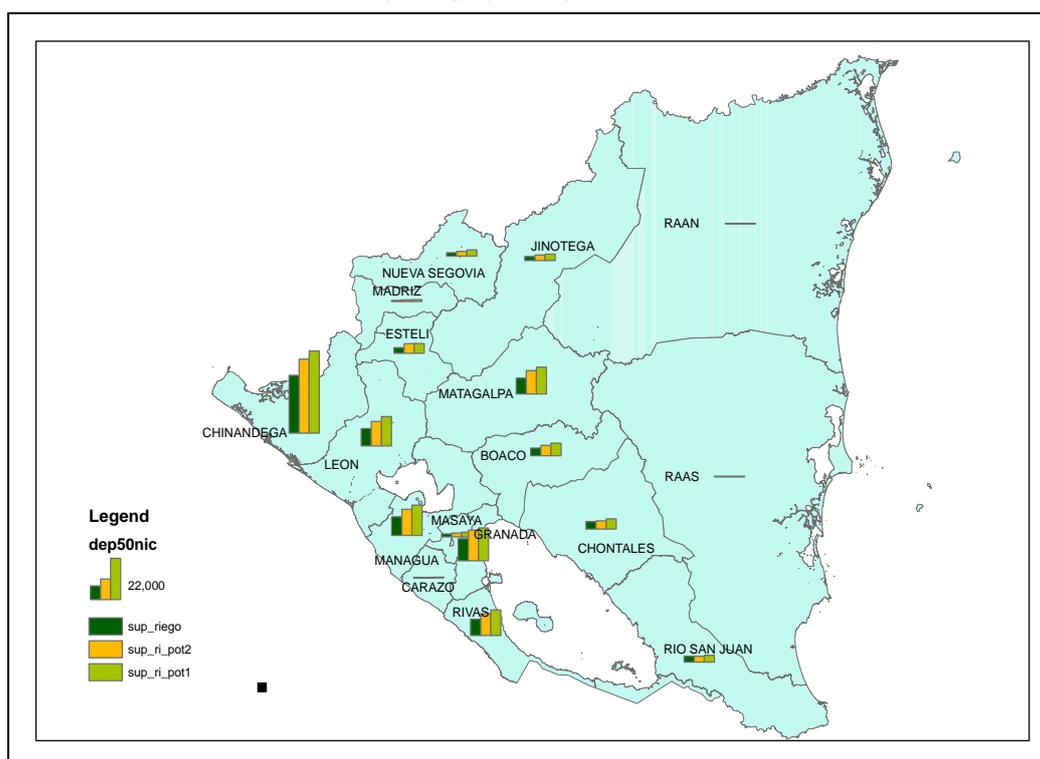
Fuente: estimados propios de modelo 3 con datos del censo 2011.

Bajo el primer valor crítico más exigente (vc75), el número representa aproximadamente al 25% de agricultores con mayor probabilidad de demandar riego, mientras en el segundo caso al 50% en la misma condición (estas proporciones se generan por la definición asumida para los valores críticos en la distribución de probabilidades estimadas).

En el cuadro A.5.1. del anexo a esta sección se presenta la misma información pero con los porcentajes del número de demandantes y superficie demandada con respecto a la situación actual. La demanda en términos de superficie implicaría un 34% de aumento en la superficie actual bajo riego en el primer escenario con corte de vc(75) y de 54% con el corte vc(50).

En el siguiente mapa se pueden ver las demandas estimadas por departamento en el territorio de Nicaragua.

Mapa 5.1. Demandas estimadas de superficie bajo riego por departamentos



Fuente: estimados propios de modelo 3 con datos del censo 2011.

La relación (en porcentaje) entre la demanda estimada y la situación actual de riego por tamaño de agricultor se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.6. Estimados de demanda de riego por tamaño

	Número de agricultores			Superficie (Has.)		
	Actual	vc(75)	vc(50)	Actual	vc(75)	vc(50)
A.0-1Ha	1,047	301%	1517%	406	32%	103%
B.1-2Ha	1,250	524%	1305%	856	77%	214%
C.2-5Ha	2,544	485%	1103%	2,656	97%	226%
D.5-20Ha	3,556	523%	969%	6,033	130%	218%
E.20-100Ha	2,380	402%	795%	11,812	80%	130%
F.>100Ha	822	403%	641%	77,624	18%	21%
Total	11,599	462%	1025%	99,387	34%	54%

Fuente: estimados propios de modelo 3 con datos del censo 2011.

El grupo de agricultores con menos de 1 Ha. tendría un aumento en superficie de 32% en vc(75) y de 103% en vc(50). Estos incrementos en superficie son menores a los que se proyectan para los grupos de 1 a 100 Has., aunque mucho más que el caso de los agricultores con más de 100 Has. Los resultados de las estimaciones implican una mayor expansión para los segmentos medios de la tipología, que son los que tienen mayor demanda potencial de acuerdo a sus características observables.

En cuanto a la demanda por elevación promedio del municipio, en el cuadro siguiente se muestra la demanda estimada con respecto a la situación actual.

Cuadro 5.7. Demanda estimada como proporción de situación actual por rango de elevación promedio

	Superficie (Has.)		
	Actual	vc(75)	vc(50)
1. 0-172 msnm	35,998	30%	47%
2. 173-300 msnm	44,631	19%	25%
3. 301-564 msnm	2,690	243%	432%
4. 565-874 msnm	8,463	48%	94%
5. >874 msnm	7,607	60%	73%
Total	99,387	34%	54%

Fuente: estimados propios de modelo 3 con datos del censo 2011.

Las zonas de entre 300 y 564 msnm. Tendrían la mayor expansión de superficie, aunque partiendo de una base muy pequeña (apenas 2,700 Has.). Este resultado refleja condiciones de mayor demanda por riego para tierras ubicadas en dicha elevación de acuerdo a los estimados del modelo. Para atender la demanda adicional en las tierras más planas (hasta 172 msnm) se proyecta un incremento en área de 30%, y de 19% para las del segundo segmento entre 173 y 200 msnm que son las de mayor peso relativo (44,600 Has. actualmente bajo riego, más del 40% del total).

5.3. Caracterización de los demandantes de riego

En esta parte utilizamos la información censal para caracterizar a los agricultores que son demandantes potenciales de riego de acuerdo a las estimaciones realizadas previamente. Para poder caracterizar a los agricultores potencialmente demandantes de riego usaremos el valor crítico vc(75) que es más exigente. Comparamos diversas características de los agricultores entre demandantes y no demandantes.

5.3.1. Características generales

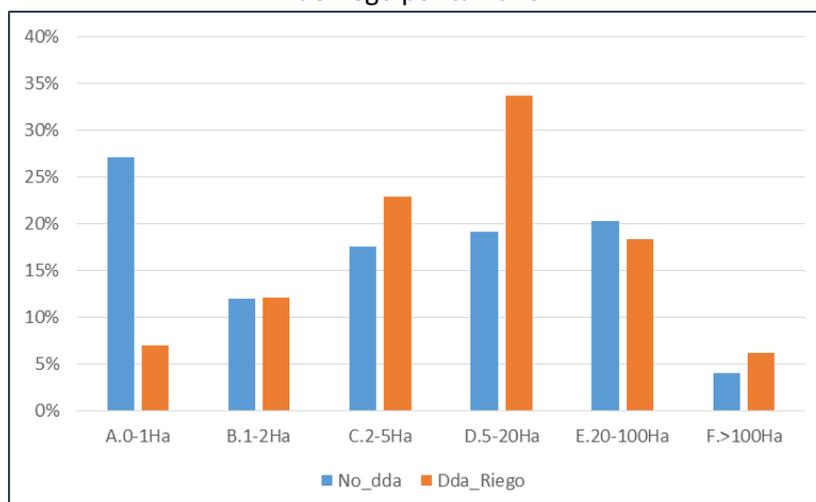
En el cuadro y gráfico siguientes se comparan ambos grupos en características generales relacionadas al tamaño y tenencia de la tierra.

Cuadro 5.8. Características generales de los demandantes de riego

	Suma			Promedio		
	No_dda	Dda_Riego	Total	No_dda	Dda_Riego	Total
A. <=1Ha	52,855	4,733	57,588	27.1%	7.0%	21.9%
B. 1-2Ha	23,536	8,158	31,694	12.0%	12.1%	12.1%
C. 2-5Ha	34,121	15,407	49,528	17.5%	22.8%	18.8%
D. 5-20Ha	37,364	22,656	60,020	19.1%	33.6%	22.8%
E. 20-100Ha	39,455	12,326	51,781	20.2%	18.3%	19.7%
F. >100Ha	7,731	4,204	11,935	4.0%	6.2%	4.5%
Tierra es propia	173,017	62,610	235,627	88.6%	92.8%	89.6%
Con título de propiedad	135,161	52,350	187,511	69.2%	77.6%	71.3%
Sin título de propiedad	37,856	10,260	48,116	19.4%	15.2%	18.3%
Tierra no es propia	22,045	4,874	26,919	11.3%	7.2%	10.2%

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

Gráfico 5.5. Distribución de demandantes de riego por tamaño



Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

Como se puede ver en el gráfico, los demandantes potenciales de riego se concentran más en los tamaños entre 2 a 20 Has. con respecto a los no demandantes. No se registra un sesgo hacia los más grandes, aunque sí hacia los productores con menos de 1 Ha. que proporcionalmente tienen menos probabilidad de demandar (y poder acceder) a riego de acuerdo a sus características observables. También se observa (en el cuadro) que los demandantes de riego tienen mayor proporción de propietarios y, dentro de éstos, de propietarios con título en comparación a los no demandantes.

En el cuadro siguiente se consigan los valores totales y promedio de uso de la tierra de demandantes y no demandantes de riego.

Cuadro 5.9. Uso de la tierra según demanda de riego (Has.)

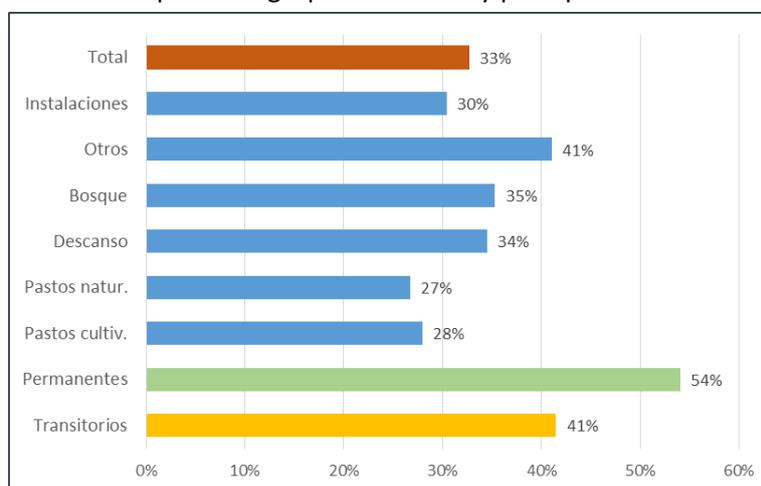
	Suma			Promedio		
	No_dda	Dda_Riego	Total	No_dda	Dda_Riego	Total
Área agropecuaria total de la unidad	4,046,452	1,965,475	6,011,927	20.744	29.125	22.899
Cultivos anuales o transitorios/temporales	428,408	303,582	731,990	2.196	4.499	2.788
Cultivos permanentes y semi-permanentes	164,149	192,941	357,090	0.842	2.859	1.36
Con pastos cultivados	682,037	265,031	947,068	3.497	3.927	3.607
Con pastos naturales	1,686,048	615,381	2,301,429	8.644	9.119	8.766
En descanso/tacotales	456,481	240,421	696,902	2.34	3.563	2.654
Con bosque	516,049	281,756	797,805	2.646	4.175	3.039
Con pantanos, pedregales y otros	64,659	45,078	109,737	0.331	0.668	0.418
Con instalaciones y viales	48,620	21,286	69,906	0.249	0.315	0.266

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

El área promedio de los demandantes es de 29.1 Has. mientras que para no demandantes es de 20.7 Has. Las superficies promedio en transitorios y permanentes son bastante más amplias para los demandantes que los no demandantes.

En el siguiente gráfico se presenta la proporción o peso de los demandantes potenciales en la superficie agropecuaria total y en cada uso de la tierra.

Gráfico 5.6. Participación de demandantes de riego en superficie agropecuaria total y por tipos de uso



Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

Los demandantes potenciales de riego poseen el 33% de la superficie agropecuaria total del país; 54% de la superficie de cultivos permanentes y semi-permanentes; y 41% de los cultivos transitorios/anuales. El peso de este grupo es relativamente menor en el caso de pastos naturales y cultivados (asociados a la ganadería).

5.3.2. Demanda potencial de riego por productores de granos básicos y arroz

En el cuadro siguiente se presentan datos de los productores de granos básicos y de arroz de acuerdo a la demanda potencial de riego.

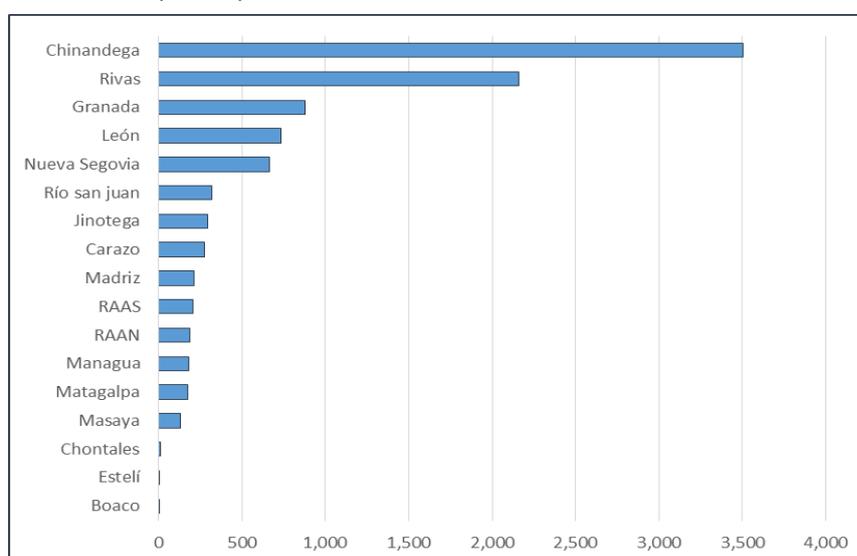
Cuadro 5.10. Producción de granos básicos y demandantes de riego

	Suma		
	No_dda	Dda_Riego	Total
Productor de granos básicos	129,229	51,817	181,046
Productor de arroz	20,308	4,066	24,374
Superficie de granos básicos	450,928	318,526	769,454
Arroz: superficie sembrada	20,008	51,351	71,359

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

Unos 52 mil productores de granos básicos demandarían potencialmente riego de acuerdo a sus características observables, de los cuales unos 4 mil serían productores de arroz. Estos productores demandantes potenciales de riego manejan 318 mil Has. de granos básicos, y 51 mil Has. de arroz (del total de 71 mil Has. con arroz). Si se cubre esta demanda, la superficie de arroz bajo riego aumentaría en un total de casi 10 mil Has. en las áreas identificadas como se puede ver en el gráfico siguiente (también ver Mapa 4.4.2 en anexo a esta sección).

Gráfico 5.7. Aumento en superficie de arroz bajo riego por departamento si se cubre demanda



Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

Los departamentos de Chinandega, Rivas, Granada y León tienen las mayores expansiones de arroz bajo riego si se incrementan las áreas irrigadas de acuerdo a la demanda potencial estimada.

5.3.3. Demanda por riego y otros cultivos importantes

En el caso de otros cultivos también es posible estimar la superficie con riego de los demandantes potenciales de riego y compararla con la superficie bajo riego actual. Los resultados de este ejercicio a nivel nacional se presentan a continuación.

Cuadro 5.11. Superficie bajo riego de demandantes potenciales para algunos cultivos importantes (Has.)

	Actual	Demanda	Cambio
Caña de azúcar	39,390	42,544	3,154
Maní	2,866	8,278	5,412
Musáceas	16,357	25,946	9,589
Tomate	2,405	3,517	1,112
Chiltoma	1,482	2,232	750
Cítricos	3,783	6,803	3,020
Mango	1,402	2,227	825

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

La expansión más importante se observa en la superficie bajo riego de musáceas (banano, plátanos, guineos) con una demanda adicional de riego de poco más de 9.5 mil Has. También se aprecia una demanda adicional importante en el caso de maní (5.4 mil Has. adicionales), seguidos por los cítricos y la caña de azúcar (unas 3 mil Has. en cada caso).

6. El marco legal para el uso del agua en Nicaragua

En esta sección analizamos la base legal para la gestión del agua en Nicaragua con énfasis en temas que se relacionan al uso del agua para fines agrarios (riego). Nos centramos en los siguientes elementos constitutivos de la base legal: (i) institucionalidad legal; (ii) régimen de derechos de aguas, (iii) el régimen económico; (iv) infraestructura hidráulica y; (v) la planificación hídrica. En el capítulo siguiente se presenta el diagnóstico institucional más específico de los sectores público y privado relacionados con el riego.

6.1. La institucionalidad legal para la gestión del agua

El aprovechamiento y gestión del Agua en Nicaragua se rigen por la Ley 620 "Ley General de Aguas Nacionales" (2007). Esta es una legislación nueva en el contexto de los países de Centro América (siete años), y llenó el vacío existente en Nicaragua que no poseía una legislación de carácter integral para el manejo del recurso. La norma definió al agua--en cualquiera de sus estados, calidad o situación--como "patrimonio nacional" (artículo 3), que pertenece a la Nación y el Estado ejerce sobre ésta "dominio eminente" (artículo 7).

La ley 620 crea un nuevo marco institucional para la gestión del agua en Nicaragua, al cual llama "sistema de administración del agua" (Título III). Los componentes centrales del sistema son: (i) Consejo Nacional de Recursos Hídricos (máxima instancia de coordinación y orientación de políticas), (ii) Autoridad Nacional del Agua (ANA), principal instancia técnico-normativa para la gestión del agua; (iii) Organismos de Cuenca; (iv) Comités de Cuenca.

El sistema tiene como instancia del más alto nivel al Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) que tiene funciones de coordinación y aprobación de las políticas generales, de planificación y seguimiento a la gestión (artículo 21). Las instituciones y organizaciones que conforman el CNRH son:

- (i) Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) quien preside;
- (ii) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
- (iii) Ministerio de Salud (MINSA)
- (iv) Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC)
- (v) Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
- (vi) Intendencia de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario;
- (vii) Intendencia de Energía;
- (viii) Ministerio de Energía y Minas;
- (ix) Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (CONAPAS);
- (x) Un representante de cada uno de los Consejos Regionales de las Regiones Autónomas de la Costa Atlántica;
- (xi) Cuatro representantes de los sectores productivos;
- (xii) Cuatro representantes de organizaciones de usuarios.

Una de las funciones más importantes del CNRH es elaborar y actualizar la Política Nacional de los Recursos Hídricos, así como aprobar el Plan Nacional de Recursos Hídricos y los planes por

cuenca. Igualmente importante es la aprobación del establecimiento de Organismos y Comités de Cuenca (artículo 23).

Por su parte, la autoridad de aguas (ANA) es un "órgano descentralizado del Poder Ejecutivo en materia de agua, con personería jurídica propia, autonomía administrativa y financiera. Esta tendrá facultades técnicas-normativas, técnicas-operativas y de control y seguimiento, para ejercer la gestión, manejo y administración en el ámbito nacional de los recursos hídricos..." Entre sus funciones más importantes está proponer al CNRH para aprobación la conformación de Organismos de Cuenca. Igualmente, son funciones de ANA:

- Elaborar el Plan Nacional de Recursos Hídricos;
- Coordinar la elaboración de planes por cuenca,
- Elaborar balances hídricos por cuenca;
- otorgar, modificar, prorrogar, suspender o extinguir títulos de concesión y licencias para el uso de agua y bienes relacionados, así como permisos de vertido de aguas residuales;
- Organizar el Registro Nacional de Derechos de Agua;
- Normar, regular y controlar sobre la construcción de todo tipo de obras de infraestructura hidráulica, entre otros.
- A nivel técnico-operativo²⁰, ANA se encarga de "Construir, por sí o a través de contratos con terceros, las obras públicas hidráulicas a cargo del Estado" (inciso f del artículo 27 de la Ley 620) así como "Definir los requisitos y lineamientos para el establecimiento de Distritos y Unidades de Riego y de Drenaje" (inciso i, artículo 27)

De acuerdo a la Ley 620, los Organismos de Cuenca son instancias desconcentradas de ANA, ya que mantienen una dependencia administrativa directa con la autoridad nacional, adoptando las mismas funciones al nivel de su circunscripción (una cuenca). Cada organismo de cuenca posee un concejo directivo, con un director y con unidades técnicas administrativas. Los directores de organismos de cuenca son nombrados por el CNRH a propuesta de ANA

Finalmente, los Comités de Cuenca, que pueden formarse a nivel de cuenca, sub-cuenca y micro-cuenca, son instancias de participación ciudadana. Los comités de cuenca son instancias de consulta, coordinación y concertación entre las autoridades de agua (a nivel nacional y local) con los usuarios y diversos agentes interesados en la gestión. Estos comités tienen representantes de los usuarios y del consejo directivo del organismo de cuenca, así como otros miembros de organizaciones no gubernamentales acreditadas. Además, participan en la elaboración de planes y programas por cuenca y velan por el desarrollo de la infraestructura hídrica de sus zonas de influencia.

²⁰ La norma establece que ANA podrá delegar, total o parcialmente, sus funciones técnico-operativas a los Organismos de Cuenca, previa aprobación del CNRH (artículo 29, Ley 620), aunque manteniendo la tutela sobre dichas funciones.

6.2. Derechos de acceso al agua

El acceso al agua por parte de los particulares sólo puede ejercerse mediante tres tipos de mecanismos (artículo 41): (i) Título de Concesión; (ii) Licencia Especial; (iii) Autorización. La autorización sólo se refiere a la región de la Costa Atlántica y podrán ser otorgadas por autoridades locales y regionales. Las licencias están referidas únicamente a usos para agua potable y generación de energía por parte de entidades estatales. El título de concesión es el mecanismo más general para los usuarios, y en el caso del agua para riego, es la forma estándar de acceder formalmente al recurso (salvo en la Costa Atlántica donde proceden las autorizaciones de autoridades locales).

Los derechos de acceso al agua son otorgados administrativamente por la ANA. La norma establece algunos requisitos de los derechos (artículo 46 de la ley 620) como estudios de disponibilidad media anual de agua; registro en el Registro Nacional, evaluación de impacto social, y suscripción de contrato entre el solicitante y ANA.

Respecto al orden de prelación en el otorgamiento de derechos, la norma establece: (i) consumo humano en forma natural, (ii) agua potable; (iii) uso agropecuario y forestal, (iv) conservación ecológica, energía, industrial, acuicultura y piscicultura, etc. El tercer lugar en el orden indicativo para la agricultura genera una cierta ventaja sectorial en el acceso a derechos versus otros usos productivos que se consideran menos prioritarios²¹.

Cabe señalar que los derechos de uso del agua están supeditados al criterio de caudal mínimo ecológico y condiciones de calidad (artículo 82) "*requeridas para mantener el equilibrio ecológico y sostener la biodiversidad de las cuencas...*". El artículo 83 señala que los caudales mínimos y condiciones de calidad son constitutivos de los derechos de manejo de agua no transferibles. Estas reservas ecológicas y de calidad son custodiadas y administradas por la autoridad ambiental del país (MARENA).

Los derechos de agua para riego se denominan "concesiones para riego agrícola" (artículo 47), y se otorgan al propietario de la tierra en caso el agua esté localizada en dicha propiedad; o "*a quien demuestre haber realizado un uso previo de dichas aguas*"²². Las concesiones se otorgan por plazos de no pueden ser menores a cinco ni mayores a treinta años (artículo 48). Las solicitudes para obtener concesiones tienen un conjunto de requerimientos (artículo 49), entre los que destaca un estudio de impacto ambiental (en caso proceda). Los usuarios sólo podrán cambiar parcial o totalmente el destino o uso de las aguas previa autorización de la autoridad nacional (artículo 63)²³. Estos cambios, en caso de proceder, requieren de estudio de impacto ambiental, como explícitamente se detalla en el artículo.

²¹ Los Organismos de Cuenca (creados y adscritos a la ANA) pueden modificar el orden cuando lo exija el interés social de una localidad.

²² Sin embargo, no se encuentran definidos en la norma los criterios para demostrar dicho uso.

²³ Esto probablemente haga inviable la existencia de un "mercado de derechos aguas" en el cual los usuarios puedan intercambiar libremente o reasignar derechos por una retribución económica. En todo caso, permitiría la existencia de un mercado condicionado a la aprobación administrativa de potenciales intercambios.

Las concesiones para uso agropecuario (riego) se definen en el artículo 73. Se plantean dos tipos de acceso: (i) propiedades individuales de más de 20 hectáreas pueden recibir una concesión individual para aguas dentro de la propiedad; (ii) personas jurídicas organizadas en asociaciones para administrar u operar un distrito de riego. Esto implica que los agricultores con menos de 20 hectáreas sólo podrían recibir concesiones (al nivel colectivo) si están organizados para administrar u operar un distrito de riego. En este caso, y dada la extrema fragmentación de la agricultura de Nicaragua, se vuelve crítico la formación de distritos de riego que son los que podrían recibir derechos formales (concesión) de la autoridad de agua (ver capítulo siguiente con el diagnóstico institucional). El artículo 75 de la ley plantea que la autoridad *"promoverá la organización de los productores rurales y la construcción de infraestructura colectiva en forma de Distritos de Riego o Unidades de Riego, para el uso o aprovechamiento del agua para fines agrícolas, pastoriles y forestales"*.

El tema de la explotación de aguas subterráneas (de particular importancia para la agricultura bajo riego en Nicaragua) se detalló más en el reglamento a la ley, en el capítulo XIX. El artículo 88 establece requisitos adicionales para los interesados en perforar pozos entre los cuales destaca la elaboración de un estudio hidrogeológico, y un análisis físico-químico y bacteriológico del agua del pozo más cercano. Para autorizar la perforación, la autoridad deberá considerar (artículo 89) *"la capacidad de explotación del acuífero de acuerdo al balance hídrico y las posibles afectaciones a cuerpos de agua superficiales y acuíferos colindantes por efectos de cambios de gradiente hidráulico o recarga inducida"*.

La ANA deberá realizar un inventario de todos los pozos existentes en el país (Artículo 92) y "establecer los mecanismos que permitan realizar una medición adecuada de volumen de extracción (...) a fin de realizar los cobros adecuados sobre los volúmenes de agua utilizados por cada propietario de pozo". En este caso se hace referencia directa a un cobro por el uso del agua subterránea que sería volumétrico al requerirse mediciones del volumen de extracción.

6.3. Régimen económico

El régimen económico es un elemento clave para el agua ya que define incentivos y desincentivos hacia los usuarios y también permite generar recursos para la gestión. La norma establece el canon por el uso o aprovechamiento del agua (artículo 87) como el instrumento más importante del régimen económico (Título VI). No obstante, la ley establece que el canon será establecido y aprobado por ley especial de la Asamblea Nacional a propuesta de las entidades técnicas responsables (ANA para uso general y MARENA para pagos por vertimientos). Se definen algunos criterios generales²⁴ para la fijación del canon de agua, como la escasez relativa, el tipo de uso, el tipo de actividad económica, el volumen utilizado, entre otros. Igualmente, se define que los recursos recaudados por canon (artículo 88) se *"destinarán preferentemente a cubrir los gastos para la administración, planificación, investigación, desarrollo tecnológico...así como, financiar inversiones del Estado en obras*

²⁴ Las particularidades sobre el canon de agua, como la tasa aplicable, su esquema de aplicación, entre otros, aún no se encuentra definido por ANA.

sociales de atención a comunidades marginales, así como, de protección y beneficio ambiental".

La norma crea también el Fondo Nacional del Agua (artículo 90) con los recursos de canon, partidas presupuestales, multas e infracciones, y otros ingresos. El Fondo, que aún no se constituye, tiene como objetivo financiar programas y actividades relacionadas a la Política y planes de recursos hídricos.

Otro instrumento importante creado por la norma son los pagos por servicios ambientales hidrológicos (artículos 93 y 95). Se considera como instrumento para enfrentar procesos de deterioro ambiental y agotamiento del agua en cuencas con impactos en la cobertura vegetal y la fauna, población y ecosistemas locales. La norma asigna a la autoridad de agua el rol de organizar y regular el "mercado" por servicios ambientales hidrológicos viendo que *"los proveedores de los servicios ambientales de carácter hídrico, reciban la justa retribución y pago por los servicios que prestan"*.

En el reglamento a la ley 620 se establece (artículo 65) que *"... Toda concesión, licencia o autorización de uso de agua (...) conlleva pago de un canon o cuota."* En este caso el reglamento menciona a la "cuota" como un tipo de pago por el uso del agua que no se consideró explícitamente en la ley reglamentada. Una posible interpretación sería que la cuota es una especie de sinónimo del término canon y tendría los mismos atributos. El reglamento establece que las autoridades de agua y ambiental determinan los criterios y montos de canon en forma anual, mientras los pagos por servicios ambientales se determinan quinquenalmente.

6.4. Infraestructura hidráulica

La ley 620 tiene todo un título (VIII) dedicado a la inversión en infraestructura hidráulica. En el artículo 118 se define que los usuarios de agua nacional podrán realizar obras de infraestructura que requieran para su uso o aprovechamiento, y su operación será de responsabilidad de los usuarios u asociaciones que se formen. La ANA juega un rol de supervisión y (potencialmente) de asistencia técnica a los inversionistas interesados en este tipo de proyectos de infraestructura privados.

En el artículo 120 se define la posibilidad de que la autoridad de agua celebre contratos de obras públicas y servicios con agentes privados²⁵ para la construcción, equipamiento y operación de infraestructura hidráulica *"pudiendo quedar a cargo de una empresa o grupo de éstas la responsabilidad integral de la obra y su operación"*. En este aspecto, la ley genera un amplio esquema para la posibilidad del desarrollo de proyectos público-privados para expandir la infraestructura hidráulica del país.

²⁵ Todavía no existe ningún proyecto público ni privado de riego bajo esta fórmula.

6.5. Planificación hídrica

Un aspecto clave de toda ley de aguas se refiere a los instrumentos para la planificación de un recurso complejo, con rasgos de bien público y de uso multisectorial. La ley 620 tiene el capítulo III del Título II dedicado a la planificación hídrica. El artículo 15 plantea que la planificación es de carácter obligatorio *"por ser fundamental para la más eficaz, productiva y racional gestión del agua, la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente."* La planificación de enmarca (y es compatible) con los objetivos y lineamientos de la Política Nacional de los Recursos Hídricos, la cual es elaborada y aprobada por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Un instrumento central es el Plan Nacional de Recursos Hídricos que debe ser elaborado por la autoridad nacional del agua. Este Plan sirve de base para la elaboración de planes y programas por cuenca. Todos los planes son aprobados por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (ver capítulo siguiente sobre institucionalidad). Dicho Consejo evalúa periódicamente los avances de los planes, tanto a nivel nacional como por cuencas.

La norma también señala la necesidad de un Plan Nacional para la Producción de Agua orientado a "proteger y recuperar las áreas vitales para la existencia del agua, como zonas de infiltración, áreas de recarga, de cuerpos de agua superficial y subterránea." (artículo 115). Este plan deberá ser parte de la Política Nacional de Recursos Hídricos aprobada por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

7. Diagnóstico institucional del riego en Nicaragua

En esta sección analizamos la situación institucional en torno al riego en Nicaragua. Aunque el análisis parte de la institucionalidad legal recientemente creada por la Ley de Aguas 620 (ver sección anterior), éste se orienta aquí hacia la identificación de las perspectivas de actores claves así como de las reglas y relaciones público-privadas que influyen (o pueden influir) en la situación actual y el posible desarrollo del riego en el país.

Aunque la Ley de Aguas Nacionales 620 ha generado un marco legal relativamente integral y coherente para el desarrollo de la institucionalidad para la gestión del agua en Nicaragua en las próximas décadas, el proceso de implementación y desarrollo de dicha institucionalidad puede tener un ritmo mayor o menor dependiendo de las circunstancias políticas, sociales y económicas vigentes en cada periodo gubernamental. Luego de evaluar la situación actual de dicha institucionalidad, se consideran diversas perspectivas actuales de actores importantes para el posible desarrollo del riego.

7.1. La situación de la institucionalidad creada por la Ley 620

Al momento de realizar esta evaluación el desarrollo de la institucionalidad de la Ley 620 es aún relativamente incipiente. El primer paso importante fue el inicio de actividades de la autoridad nacional del agua (ANA) luego de la aprobación del reglamento de la Ley 620 (Decreto 44-2010) en el año 2010. La aprobación del reglamento permitió definir la estructura orgánica de la entidad y precisar funciones e instrumentos normativos y de gestión específicos requeridos para la gestión del recurso en el marco de la ley 620.

En las entrevistas realizadas para este estudio a diversos actores del sector privado y público la opinión mayoritaria sobre la situación actual de ANA es que la entidad está aún en una etapa inicial de consolidación hacia una mayor capacidad y presencia efectiva para la gestión del agua de acuerdo a los mandatos de la nueva ley.

Según declaración de sus funcionarios, algunas de las tareas en las que se ha enfocado ANA desde su creación son:

- Poner en marcha el proceso de otorgamiento de concesiones a nivel nacional en el marco del registro de derechos (se estima se han otorgado unas 800 concesiones de agua hasta la fecha, una parte importante para riego con agua subterránea en el sector azucarero);
- Impulsar la creación de organismos y comités de cuenca (hasta la fecha se han legalizado unos 60 comités de cuenca en espacios determinados de las cuencas, pero no se ha creado aún ningún organismo de cuenca);
- Crear el marco normativo y regulatorio de los distritos y unidades de riego (se ha generado un borrador de reglamento de distritos de riego pero aún no ha sido aprobado formalmente);

- Levantamiento de inventario de pozos de extracción de agua subterránea, con especial atención al sector azucarero el cual ya está en 90% formalizado en cuanto a concesiones para explotación de agua subterránea.

Un instrumento muy importante para la gestión del agua en el país es el Plan Nacional de Recursos Hídricos que debe ser elaborado por ANA y aprobado por el CNRH. En las entrevistas realizadas no se evidenció que dicho plan esté actualmente en proceso de elaboración. Según funcionarios de ANA, se está buscando el apoyo de cooperación técnica externa para iniciar el trabajo correspondiente.

También cabe señalar que el CNRH no ha generado aún un documento de Política Nacional de Recursos Hídricos, que, según la Ley 620, genera el marco orientador para los diversos planes de recursos hídricos. Según la información recogida, el CNRH, máxima entidad normativa y de políticas del sistema de gestión del agua, no ha venido funcionando en forma permanente en los últimos años, con lo que se ha limitado un mayor desarrollo de los instrumentos normativos y de planificación del sistema.

Existen algunas experiencias locales importantes en cuanto al despliegue de la nueva institucionalidad como la creación de comités de cuenca, dentro de los cuales destaca el de la sub-cuenca de Mayales (municipios de Juigalpa, Cuapa y Comalapa en Chontales), que es el primer comité que ha elaborado un Plan de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PGIRH) con apoyo de ANA y la cooperación técnica alemana.

Estos procesos están generando experiencias valiosas para la elaboración de manuales y metodologías tanto para la creación de comités como para que se empiecen a generar planes locales de gestión. No obstante, cabe decir que estos son esfuerzos aún dispersos y carecen de un marco orientador, por lo que no serían suficientes por sí solos para hacer avanzar en forma sustancial la institucionalidad para la gestión integral del agua en el país. Se requiere esfuerzos y magnitudes de recursos mucho más amplios para el desarrollo institucional y de instrumentos de gestión y planificación del agua a nivel nacional y regional.

En cuanto a las concesiones de agua para el riego, ANA ha iniciado acciones de formalización básicamente en el sector azucarero de grandes explotaciones que tiene pozos para la extracción de agua subterránea, que es el sector que ha mostrado mayor capacidad e iniciativa para formalizar sus derechos bajo el nuevo esquema legal.

Algunos entrevistados mencionaron que el proceso de solicitud y aprobación de las concesiones es engorroso dados los requerimientos de una serie de estudios y evaluaciones técnicas y legales. Igualmente, los usuarios plantearon una oposición frontal a pagar alguna cuota (o canon) por el agua extraída debido al alto costo que ya enfrentan por el gasto en energía para bombeo (tanto de agua subterránea como superficial). Los funcionarios de ANA consideran importante avanzar en la definición y cobro de estas cuotas, pero esto aún no se ha implementado.

7.2. ANA y la gestión del agua para riego

En todo sistema de irrigación que funcione a través de canales o sistemas de distribución primarios (canales), el tema de la organización y reglas para los usuarios de riego es fundamental para la sostenibilidad y uso racional del agua en el largo plazo. En la ley 620, estas reglas se definen para los llamados distritos de riego (ver glosario para la definición de la apropiada norma). En este momento, el desarrollo de la institucionalidad específica de los distritos de riego--mencionados en la Ley 620 y en su reglamento--es muy importante para el riego. Actualmente ANA dispone de un primer borrador de propuesta de reglamento de distritos de riego el cual está en consultas para su posible aprobación²⁶.

La conformación de distritos de riego tiene historia en Nicaragua a raíz de procesos de inversión pública en proyectos estatales de represamiento y sistemas de riego superficial como el del Embalse Las Canoas²⁷. Pese a estos antecedentes, no se han organizado propiamente distritos de riego hasta la fecha, aunque el concepto es señalado por diversos funcionarios y agricultores como una alternativa en zonas irrigadas con agua proveniente de embalses públicos.

Actualmente tanto ANA como otras instancias como MAG y MARENA consideran como prioritario generar un esquema de organización y gestión del agua de distribución superficial en distritos de riego en por lo menos dos zonas en las que existen condiciones materiales y sociales para este tipo de organización: (i) las áreas irrigadas del embalse Las Canoas; y (ii) las zonas irrigadas con aguas del embalse del lago Apanás.

En ambos casos predominan los productores arroceros que tienen una muy intensa demanda y uso de agua y enfrentan diversos problemas de acción colectiva en la gestión y mantenimiento de la infraestructura de distribución y en la propia asignación del agua en el tiempo y el espacio. En el caso de Apanás-Río Viejo incluso se tienen conflictos entre el uso agrícola y energético. El diseño e implementación por ANA de experiencias piloto para la organización de distritos de riego en estas dos zonas importantes puede ser una forma de iniciar un proceso que es estratégico para el desarrollo sostenible del riego en el país en los próximos años.

Otro ámbito en que ANA viene trabajando, con apoyo de GIZ, es sobre metodologías para el establecimiento del canon de agua, es decir, el pago que deben realizar los usuarios por el uso del recurso. Actualmente sólo vienen pagando por este concepto las empresas embotelladoras de agua para consumo humano.

²⁶ El documento de borrador fue trabajado por ANA en coordinación con el Ministerio de Agricultura y Ganadería y MARENA. Dicho documento fue puesto en consideración de la Presidencia de la República, que lo ha enviado a algunos sectores, como Energía, para solicitar opinión técnico-legal. A Julio 2015, cuando se generó la versión final del presente informe, el reglamento aún no había sido aprobado.

²⁷ Cabe señalar que los distritos de riego fueron parte importante de propuestas previas para ampliar las áreas bajo riego superficial en Nicaragua. Un claro ejemplo es el llamado Plan Cota 100, un ambicioso proyecto de inversión pública para bombear agua del gran Lago Cocibolca (Nicaragua) e irrigar las áreas más fértiles de la franja del Pacífico. Este proyecto consideraba la creación de nueve distritos de riego con una ampliación de la cobertura de riego en 625,000 Has. [ver "A Strategy of Irrigation of the Pacific Plan of Nicaragua". Seminar from July 9th to 14th, 1985. Ford Foundation and Ministry of Agricultural Development and Agrarian Reform (MIDINDRA)].

Recientemente ANA participó en reuniones auspiciadas por el Banco Mundial para la posible realización del Plan Nacional de Recursos Hídricos, instrumento importante que estaría siendo desarrollado próximamente.

7.3. Visión del sector público agricultura (MAG e INTA)

El riego es una de las formas más importantes para incrementar la productividad y valor de los productos agropecuarios. Por este motivo, el tema de promover y desarrollar el riego está generalmente asignado a los ministerios de agricultura en los diversos países. En el caso de Nicaragua, el tema de riego actualmente no está incorporado explícitamente en la estructura funcional (de línea) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Un antecedente importante de iniciativa sectorial en la materia es el documento "**Sub-programa desarrollo y reactivación del riego para contribuir a la seguridad alimentaria en Nicaragua**" (2008), formulada por MAG (MAGFOR en esa época) y que consideraba la mejora, rehabilitación e implantación de hasta 35,000 Has. con sistemas de riego a un costo de US\$ 92 millones en un periodo de ejecución de cinco años (2009-2014). El objetivo del programa era "*...Mejorar la productividad de los sistemas agropecuarios de los productores y productoras por medio de la utilización de sistemas de riego en las áreas de mayor potencial agropecuario e hídrico en Nicaragua, mejorando la seguridad alimentaria y de la región*" (pag. 10). Dicho sub-programa no se pudo ejecutar por existir otras prioridades sectoriales.

En entrevistas adicionales, se mencionó que el Ministerio tiene previsto generar una Estrategia o Plan Nacional de Riego en el año 2016. La importancia del riego ha aumentado en el sector frente al cambio climático y la creciente inestabilidad en la producción agropecuaria debido a fluctuaciones en el clima. No obstante, se mantienen actualmente prioridades en torno a sectores productivos de gran importancia como la ganadería o el café, así como estrategias para promover cultivos de mayor potencial exportador. En el Ministerio consideran que los proyectos sobre "cosecha de agua" tienen gran potencial en zonas del corredor seco (ver más adelante en 9.2.3. una discusión sobre este tema).

Otra entidad sectorial importante es el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), la cual tiene un rol clave en riego. INTA tiene dos funciones generales: (i) investigación e innovación; (ii) transferencia (como entidad de segundo piso). Dentro del riego vienen trabajando como entidad de segundo piso, a través de escuelas técnicas de campo en las que capacitan a técnicos y extensionistas en tecnologías de riego. Un elemento que llama la atención en el caso de INTA es que no se cuenta actualmente con una línea de investigación/transferencia en riego en las 600 parcelas demostrativas que maneja la institución a lo largo del territorio. La casi única prioridad para las parcelas ha sido el tema de semillas, descuidando un tema clave como el del riego.

A INTA se le ha asignado un rol en el proyecto de "Cosecha de Agua" de MEFCA (sección 9.2.3), y tendrá que desarrollar planes de finca y estudios sobre tecnologías viables de riego para los beneficiarios. Se trabajará este enfoque en aproximadamente 37 municipios. INTA a planteado una agenda de investigación en torno a buenas prácticas en el manejo de los reservorios y el riego, así como en realizar estudios socio-económicos y levantar información para la medición de los impactos del proyecto.

De otro lado, INTA tiene una agenda inicial de investigación en temas de riego a nivel nacional, aunque aún con pocos recursos institucionales orientados a estos. Algunos de los temas de investigación considerados son: (i) láminas de riego, donde se viene demostrando que los arroceros estarían sobre-regando en hasta 30% más de lo necesario para tener el máximo rendimiento; (ii) nivelación de terrenos, donde se plantea generar un servicio privado de mayor accesibilidad para los productores; (iii) desarrollo del riego tecnificado; (iv) energía, donde se está buscando validar un modelo eólico para explotar pozos no muy profundos, así como el uso de bombas de ariete familiar para extracción de agua subterránea y bombeo de agua superficial.

7.4. Visión de autoridades ambientales (MARENA)

El MARENA tiene una serie de funciones importantes relacionadas a la protección y uso sostenible del agua²⁸. Algunos de los retos relacionados al uso de agua identificados durante la entrevista con autoridades de este sector figuran: (i) la degradación de suelos por sobre-explotación o mal uso de agua superficial y subterránea; y (ii) deforestación, que afecta la tasa de infiltración, promoviendo que fuertes escorrentías generen pérdidas y degradación de suelos.

MARENA plantea preocupaciones sobre el sobre-uso del agua a un costo alto en la degradación de suelos por algunos cultivos, específicamente el arroz, que se riega por inundación y usa cantidades relativamente altas de agua (8 a 10 mil m³ por cosecha, uso complementario al de las lluvias). También se registran problemas de afectación a la calidad del agua por uso intensivo de agroquímicos en diversos cultivos comerciales como el maní, la caña de azúcar o el propio arroz.

En términos de instrumentos de gestión, MARENA cuestiona que no se hayan generado aún las reglas para acondicionar sectores o distritos de riego, ni se han fijado cantidades "óptimas" de uso de agua por cultivo. Tampoco se cuenta con reglamentación para equipos de bombeo, y la percepción es que se están perforando pozos por todos lados, que quedan luego abandonados. También se señala como limitante para el uso sostenible del recurso el hecho de que no se cobren tarifas (canos o cuotas) por el uso de agua que podrían hacer más sostenible la gestión del recurso.

En términos más propositivos, se plantea la importancia de trabajar en cercos vivos, protección de fuentes de agua y en procesos de reforestación y protección forestal. Se considera de gran importancia el bosque para la sostenibilidad ambiental en Nicaragua. Una idea importante en el sector ambiental es que si se orienta una estrategia adecuada de riego

²⁸ Ver funciones de MARENA en Ley 290 (1998) LEY DE ORGANIZACIÓN, COMPETENCIA Y PROCEDIMIENTOS DEL PODER EJECUTIVO. En el artículo 28 se definen como funciones de MARENA, entre otras: a) Formular, proponer y dirigir las políticas nacionales del ambiente y (...), el uso sostenible de los recursos naturales; c) Controlar las actividades contaminantes y supervisar el registro nacional...; c.1) Formular, proponer y dirigir la normación y regulación del uso sostenible de los recursos naturales y su monitoreo, control de calidad y uso adecuado de los mismos; c.2) Coordinar con el Ministerio Agropecuario y Forestal la planificación sectorial y las políticas de uso sostenible de los suelos agrícolas, ganaderos y forestales en todo el territorio nacional.

en el país, esto podría reducir la fuerte presión de la expansión de la frontera agrícola sobre los bosques, y también reducir la migración estacional de ganado en el territorio, que genera algunos efectos ambientales adversos (deterioro de suelos).

7.5. El sistema de inversión pública

El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) es importante para el riego en la medida que cualquier proyecto público orientado a mejorar o ampliar la infraestructura de riego debe contar con aprobación o certificación respectiva, de acuerdo a la ley de endeudamiento y ley de administración financiera. La dirección de inversión pública del Ministerio de Hacienda y Crédito Público es la encargada del SNIP. Esta dirección emite las certificaciones de viabilidad de los proyectos de inversión pública que cumplan con los requerimientos técnicos y normativos establecidos. La dirección además emite normativas sobre metodologías para la formulación y evaluación de proyectos públicos.

Aunque los formuladores de proyectos públicos son los ministerios (con sus unidades de pre-inversión), generalmente éstos hacen términos de referencia para la contratación de consultores que son los que elaboran perfiles y estudios de pre y factibilidad. Los proyectos deben cumplir con el ciclo perfil-pre-factibilidad-factibilidad y la dirección de inversiones debe certificar el paso de cada etapa. Actualmente usan una tasa interna de retorno (TIR) de 8%, y se utilizan precios sociales para la valoración de la mano de obra. Para que un proyecto sea considerado como parte del presupuesto de inversión sólo se considera a la Formación Bruta de Capital de propiedad pública.

Actualmente los proyectos de gobiernos municipales no pasan por el SNIP. La dirección de inversiones viene haciendo un proceso piloto de apoyo técnico en 17 municipios en situación de mayor pobreza, donde están acompañando en la formulación de proyectos con apoyo de la cooperación suiza (COSUDE).

En la actualidad no existen proyectos públicos de riego en el ciclo del SNIP de Nicaragua²⁹. Esto se debe a la falta de presupuesto y capacidades de formulación de proyectos públicos de riego en Nicaragua. En el sector agricultura no se cuenta con una unidad u órgano de línea encargado de este tema, con lo cual es difícil que se formulen proyectos públicos de riego en el futuro cercano.

7.6. Perspectivas de actores privados con respecto al riego

Se recogieron perspectivas de algunos otros actores importantes en el ámbito productivo y usuarios actuales y potenciales del riego. En todos los casos se consideró que existe una necesidad creciente de expansión del riego en Nicaragua para enfrentar las condiciones del

²⁹ La mayor parte de los proyectos que sí están en la cartera SNIP son viales, del sector de energía (electricidad), así como de agua potable y saneamiento. También hay en marcha algunos proyectos de hospitales y en la parte productiva algunos proyectos del Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA). La dirección le está dando creciente atención al tema transversal de riesgos y prevención de desastres en el ciclo de los proyectos.

régimen de precipitaciones de estacionalidad muy marcada en el territorio nacional. El riego es considerado como una forma efectiva para promover la utilización productiva de las tierras inactivas en el periodo seco entre noviembre y abril de cada año, especialmente en las zonas más fértiles del Pacífico. Los sectores que demandarían una mayor expansión del riego serían: caña de azúcar, maní, sector ganadero exportador.

Perspectiva general

Todos los actores privados entrevistados consideran que el alto costo de la energía es una limitante para el uso y expansión del uso de agua para riego en la agricultura en las actuales condiciones. Algunas opiniones recogidas consideran que el pliego tarifario de energía vigente castiga al que más consume y no hay una tasa preferencial para riego que lo promueva. En las opiniones recogidas se considera que es necesario revisar la política tarifaria en el sector energético porque se estaría limitando el desarrollo de la agricultura de riego debido a altos costos relativos³⁰. También señalan que los equipos de riego son muy costosos, con lo cual la mayor parte de agricultores, incluso de cultivos comerciales de alta rentabilidad, no pueden adquirirlos ni operarlos.

Otra opinión general de los entrevistados fue respecto a la necesidad de un mayor esfuerzo público para represar el agua superficial existente (y que ésta no se vaya al mar). En Nicaragua hay sólo dos embalses construidos por el Estado y que generan agua para el riego (embalse Las Canoas, y Embalse del Lago Apanás). Existen algunos proyectos privados de embalsamiento que son muy acotados en el territorio y para uso exclusivo de la empresa promotora y beneficiaria. La percepción es que el Estado no invierte mayormente en riego y no se ha generado un marco legal y de incentivos adecuado para promover el riego.

Sector azucarero

Actores ligados al sector azucarero consideran que se requiere una política más activa de promoción del riego en el país. Citan, por ejemplo, que no hay exoneraciones tributarias para invertir en equipamiento de riego y bombeo. El costo de energía es muy alto y el combustible diésel no está exonerado de altos impuestos.

También consideran que existen trabas (tramitología) para las autorizaciones o permisos de extracción de agua subterránea (pozos) como la exigencia de diversos estudios técnicos de alto costo. Plantean que un cobro de ANA por uso de agua de pozo haría inviable el riego incluso en los cultivos más rentables.

En el tema de las tarifas eléctricas, plantean que se podría poner tarifas diferenciadas por hora, la demanda por riego es distinta a la de otros usos.

Productores de maní

Actualmente este cultivo no está usando mucho el riego pero podría hacerlo dada su alta rentabilidad (se exporta). El cultivo es relativamente nuevo en Nicaragua (unos 20 años), se

³⁰ Ver en acápite 4.3.3 la discusión sobre el costo de la energía para el sector riego en Nicaragua.

produce especialmente en León-Chinandega en la franja occidental. Tiene un ciclo de 135 días, se siembra en invierno desde junio, hasta noviembre que se cosecha. Si tienen agua de riego se puede producir en verano, con agua de subsuelo, aunque actualmente no se puede por el alto costo de bombeo.

El 100% de la producción de maní se exporta a Europa, México y Centro América. USA es un gran competidor que exporta a los mismos mercados. Los productores que pueden usar riego son sólo los más grandes, aunque actualmente no lo están haciendo por el alto costo del bombeo (estimado en US\$ 300/hectárea).

Consideran que hay potencial para expandir el riego en el cultivo de maní, sobre todo riego mecanizado

Productores de arroz

Los empresarios ligados a la producción de arroz señalan que la principal limitación para la expansión del riego es el alto costo de la energía. Estiman el gasto en energía en US\$ 350 a 400 por hectárea por ciclo, lo cual significa hasta un 30% del costo total de producción.

Pese a las limitaciones por los altos costos de la energía han venido creciendo en producción en 6%. Actualmente vienen conversando con ANA el tema de las multas o cobros por autorizaciones de pozos.

8. Experiencias, lecciones y buenas prácticas de otros países en riego

En esta sección revisamos evidencia de otros países de la región en cuanto al desarrollo del riego. La sección se divide en tres partes. En la primera parte se analiza la experiencia en riego de los países de Centro América, que tienen las mayores similitudes geográficas, sociales y económicas con Nicaragua. Una segunda parte sistematiza información de otros países de la región que tienen alto desarrollo del riego como Chile, México y Perú. Finalmente, en una tercera parte se plantean temas transversales identificados en la literatura internacional sobre buenas prácticas y políticas públicas de inversión en torno al riego en países en desarrollo.

8.1. La experiencia en riego de países de Centro América

Los países de Centro América tienen importantes similitudes geográficas, históricas y económicas con Nicaragua que los convierten en el primer referente para evaluar experiencias en el desarrollo del riego.

Debido a que no existe una literatura unificada con respecto al tema del desarrollo del riego en Centro América hemos procesado los perfiles por país de AQUASTAT que contienen información más o menos homogénea sobre el tema de tal forma que se puede tener una primera mirada comparativa.

Para procesar la información de los perfiles se han usado cinco categorías: (1) evolución histórica del riego, relación sector público/privado; (2) Técnicas de riego usadas actualmente (%); (3) Fuentes de agua usada para el riego (%); (4) Tipo de explotación del riego (%), es decir, cómo se distribuye el área bajo riego entre tipos de agricultores; (5) Marco institucional y de política en riego. Estas cinco dimensiones nos ofrecen una primera mirada a la experiencia y situación del riego en los países de Centro América en la actualidad.

En el cuadro siguiente consignamos la información procesada para cada uno de los países de Centro América.

Cuadro 8.1. Evolución y situación actual del riego en países de Centro América

	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
1. Evolución histórica						
Hasta 1950s	Riego Privado 21,225 ha en 1955	Riego Privado 1,600 Ha	23,000 Has riego privado empresas bananeras	Riego iniciado por empresas bananeras en 1920s	Sector privado inició riego en 1950s, planicie Pacífico	Inició en 1920s con plantaciones banano
1960s		Priv 23000 Ha, Inicio Riego Público 1963-1966 (META).	1957 Unidades de riego del MAG	1952 inició riego público, distritos de riego		Inicia presencia Estado, en región Arco Seco
1970s	Riego público en 1975 con Proyecto DRAT	Ley de riego (1970), Distritos de Riego (MAG), Zapotitan, Aticooyo.				Bajo riego 22,300 Has
1980s		1987 Distrito Lempa-Acahuapa	Se construyeron 27 proyectos cubriendo 15,300 Ha., 2,800 usuarios. Iniciativa Privada: fuerte expansión de riego en banano y caña 2,500 Ha. de microriego apoyo USAID	En 1988 66,000 Ha. bajo riego, 50,000 Privado, 16,000 Ha público	Estado inició promoción de riego a favor de cooperativas, en 1985, 49,000 Ha sector privado; 44,000 Ha público	37,000 Has bajo riego
1990s	En 1997, 40,000 Has riego público; 70,000 Ha riego privado	A 1997: 22,000 Ha en proys. pequeños y medianos a 2400 productores			Abandono de sistemas de riego público por retiro de subsidios y altos costos de operación	Desarrollo de 130 pequeños proyectos, beneficio a 1,000 familias. Abandono de 12,000 Has de riego público
2000s				2000-2005 experiencia USAID-CDA riego goteo pequeños productores	Incremento de riego de pequeños y grandes productores, uso de agua subterránea	
2. Técnicas de riego (% actual)						
Localizado	5	3	6			14
Aspersión	10	6	30			12
Superficie	85	91	64			74
3. Fuente de riego (% actual)						
Superficial	94	57	75	90		98
Subterránea	6	43	25	10		2
4. Tipo explotación de riego (%)						
< 1 Ha muy pequeños		5	2			
1-10 Ha pequeños	43	9				1
10-50 Ha medianos	46	21	21			3
> 50 Has grandes	11	65	77			96
5. Institucionalidad y Políticas						
Última ley de aguas (año)	Ley 276, Ley de Aguas de 1942	No hay ley específica, actualmente anteproyecto (desde 2012)	No hay ley específica, Constitución y Código Civil, en discusión Ley Nac. De Aguas	Ley General de Aguas 2009	Ley de Aguas 620	Decreto Ley 35 de 1966 y Ley 41 de 1998, en discusión nueva ley
Autoridad Nacional de Agua	NO	NO	NO	NO	Autoridad Nacional del Agua	NO
Dirección de Riego	SENARA, construyó y administra DRAT	No hay Dirección, dentro de DGRN del MAG	No hay dirección, dentro de MAGA, programas		No hay dirección específica, función en MAG	No hay dirección específica, función en MIDA
Plan/Política nacional RRHH	NO	NO	NO	NO	NO	Plan Nacional para la Gestión Integrada de los RRHH 2008-2012
Plan/Política nacional Riego	Documento País: Política Nacional de Riego y Drenaje, 2012	A nivel propuesta	Política de Promoción del Riego 2013-2023	NO	NO	Plan Nacional de Riego 1997

Fuente: Perfiles de riego de los países, AQUASTAT, FAO.

La evolución histórica del riego en los países muestra algunas similitudes importantes. La introducción del riego a mayor escala se inicia en algunos países en los 1920s, con la presencia de empresas productoras de banano y caña de azúcar. Es recién a partir de los 1950s que los gobiernos empiezan a tener presencia en el riego con el diseño y construcción de sistemas e inversiones públicas en los llamados "distritos de riego". La iniciativa pública en riego tuvo distintas evoluciones en los países, pero básicamente fue importante en los 1970s y 1980s, para luego caer significativamente. Incluso, una parte de la infraestructura de riego pública fue abandonada en los 1990s por problemas de gestión y altos costos de operación y mantenimiento. Un problema general observado en los proyectos públicos fue la escasa

participación de los propios productores en el diseño y luego administración de los sistemas. Esto daría lugar a que en los 1990s y 2000s, la mayoría de los gobiernos iniciara procesos de transferencia de funciones de gestión de los sistemas a los usuarios.

La experiencia con los proyectos de riego públicos en Centro América no ha sido sistematizada, y sólo existen referencias puntuales. Un país en el que el Estado construyó y aún administra un sistema de cierta envergadura es Costa Rica, con el proyecto del Distrito de Riego Arenal-Tempisque (DRAT) que se desarrolló en tres etapas desde inicios de los 1980s y abarcando un total de casi 30,000 Ha. habilitadas para riego en la región Chorotega, provincia de Guanacaste, zona centro del país. El proyecto tuvo un número limitado de beneficiarios directos (195 en I Etapa; 458 en la II; y 120 y 4 empresas en la III), con una inversión pública de más de US\$ 60 millones y financiamiento externo (básicamente BID). La III Etapa se realizó mediante modalidad de inversión privada. Durante todo el proyecto los sistemas de riego han sido administrados por el SENARA, dependencia del Ministerio de Agricultura.

Una reciente evaluación de impactos del DRAT (Robalino *et al.*, 2014) encuentra efectos positivos del proyecto en variables de ingresos y reducción de pobreza a nivel local, así como mayor producción de arroz y caña de azúcar en las zonas beneficiadas. Igualmente, el proyecto en sus tres etapas no habría generado efectos adversos de mayor deforestación o deterioro en la calidad del agua utilizada para riego. No obstante, se mencionan en la evaluación las crecientes dificultades para cubrir los costos de operación y mantenimiento de los sistemas, así como debilidades en la provisión de servicios complementarios al riego tanto por parte del Estado como el sector privado. También se observa debilitamiento en las organizaciones de los productores.

Cabe señalar que SENARA también impulsó un programa de riego en áreas pequeñas desde fines de los 1980s y durante 1990s y que ha sido sistematizado por (Herrera-Cairol, 2002). El origen de esta iniciativa fue el Plan Nacional de Riego y Avenamiento en Pequeñas Áreas (2007), que buscó dotar de agua para riego a organizaciones de pequeños y medianos agricultores. El primer proyecto de este tipo fue en el mismo año 2007, en San Bernardo de Bagaces. En el lapso del programa se construyeron 75 proyectos, con un área total habilitada de 2,181 Ha y casi 1600 familias beneficiadas. La inversión pública fue de US\$ 1.5 millones. La autora señala que una fortaleza del programa fue trabajar en base a las demandas y participación de los agricultores organizados. Igualmente, se generó un base de información que identificó a las áreas del país con dotación de agua para riego y presencia de pequeños y medianos agricultores en áreas contiguas de no menos de 100 Has. Los proyectos son de pequeña escala, en promedio con una inversión de US\$ 20,000 y 20 agricultores beneficiados.

Luego de la etapa de mayor participación del Estado en la construcción de proyectos de riego de cierta envergadura en los 1970s y 1980s, a partir de los 1990s se puede distinguir en los países una orientación distinta, que deja de lado la construcción de proyectos medianos o grandes para dedicarse más a la promoción de proyectos de pequeña escala para pequeños productores individuales. Una experiencia recientemente sistematizada es la del llamado micro-riego en Guatemala (USAID, 2010), que fueron proyectos de muy pequeña escala (menos de 1 Ha. y con riego por aspersión en cultivos de hortalizas). Los proyectos de mini-riego evaluados corresponden a una muestra de 94 proyectos de un total de 187 co-financiados por USAID y BANDESA entre los años 1978 y 1995, en un área estimada de 1,077

Has. Cabe decir que en una etapa posterior el gobierno de Guatemala desarrolló 1,500 proyectos orientados a pequeños agricultores, muchos de ellos del tipo mini-riego en otras zonas del país.

En la evaluación del desempeño de los proyectos de mini-riego en Guatemala se encontró que más del 80% de estos siguen operando luego de más de dos décadas de funcionamiento, indicando un alto nivel de utilidad de los sistemas para los productores. No obstante, la evaluación también encontró que la mayor parte de la infraestructura de riego instalada (tuberías) se encuentra bastante deteriorada, habiendo ya pasado su vida útil en muchos casos. En este caso, no se observa capacidad ni disposición de los beneficiarios (generalmente en situación de pobreza) para renovarla sin apoyo externo, lo cual también indica problemas de sostenibilidad financiera de las intervenciones de este tipo.

Una experiencia similar se tiene en Honduras para el periodo 2000-2005 con apoyo de USAID-CDA, la cual se basó también en riego tecnificado para pequeños productores. Según el documento de Perfil de este país de AQUASTAT, el riego tecnificado en pequeña escala ha crecido de manera importante a raíz de estas experiencias. Un tipo de intervención de este tipo también se registra en Panamá en los 2000s, con 130 proyectos que beneficiaron a unas 1,000 familias rurales de bajos recursos.

Si se mira el cuadro con respecto a la importancia del riego tecnificado en los países de Centro América se tiene que Guatemala es el país con mayor proporción de área con riego por aspersión (30%) pero básicamente en unidades productivas de gran escala, le siguen Panamá con 12% del área con riego por aspersión y Costa Rica con 10%. En riego localizado destaca la situación de Panamá, con un 14% del área irrigada bajo esta modalidad, pero también básicamente por la situación de las unidades más grandes. En general, el alto costo de las tecnologías de riego tecnificado o por aspersión, hacen difícil un acceso más amplio por parte de pequeños productores, salvo casos donde alguna entidad pública o privada ofrece financiamiento y apoyo técnico complementario.

La situación de la distribución de las áreas bajo riego por tipo de productores también refleja una fuerte concentración en las unidades de mayor escala. El caso más claro es Panamá, donde 96% del área bajo riego es de unidades de más de 50 Has. Le sigue Guatemala, con 77% y El Salvador con 65%. Costa Rica, de otro lado, muestra una escasa concentración de tierra bajo riego en las unidades más grandes, ya que sólo 11% está en manos de las unidades más grandes, mientras 43% es de la tierra irrigada es manejada por los pequeños productores.

En cuanto a la fuente de agua para el riego en los países, la fuente predominante es la superficial, mayormente más del 90%, pero en algunos casos como en El Salvador, el riego con agua subterránea llega al 43%. En Guatemala también llega al 25%, y es también importante en Nicaragua como se ha detallado en este informe.

El tema del uso de agua para riego de fuente subterránea ha sido sistematizado para los países de Centro América (Ballesteros *et al*, 2007) y en comparación al desarrollo en otras áreas. En conjunto, Centro América aún está en una etapa incipiente del desarrollo del riego de fuentes subterráneas, en gran medida por el relativamente bajo desarrollo del riego en general, y por el alto costo de extracción con respecto al uso de agua superficial. Igualmente que en otras

latitudes, existe un vacío muy grande de información con respecto a las fuentes subterráneas y su potencialidad.

Los autores señalan que uno de los problemas más importantes en el riego de fuente subterránea en los países centroamericanos es el de la contaminación por acción humana, especialmente por uso de agroquímicos. Esto ocurre con mayor frecuencia porque los acuíferos son generalmente relativamente superficiales y fragmentados con material permeable. El tema no ha sido aún enfrentado en forma sistemática por la debilidad institucional en la regulación del recurso en los países de la región (ver más adelante).

El cuadro también contiene algunas variables sobre la institucionalidad para el riego en los países centroamericanos. En conjunto, la imagen es de debilidad y poco desarrollo institucional. La mayor parte de los países no tiene legislación de aguas específica actualizada (con la excepción de Nicaragua y Honduras). En varios países (Guatemala, El Salvador, Panamá) hay proyectos de ley en discusión que aún no han sido aprobados. Sólo Nicaragua tiene una Autoridad Nacional de Aguas. Igualmente, en ninguno de los países se tiene una dirección de línea especializada en el tema del riego en los Ministerios de Agricultura, y generalmente los programas y proyectos están pobremente coordinados y articulados en el marco de una política coherente.

Algunos países han desarrollado un Plan de Riego, siendo el caso más claro el de Panamá, que aprobó un plan de este tipo en 1997 el cual orientó algunas inversiones públicas en los años siguientes. Guatemala también ha aprobado recientemente un documento de Promoción del Riego 2013-2023 que es un instrumento importante para orientar las decisiones públicas en la materia. En Costa Rica se cuenta con el Documento País: Política Nacional de Riego y Drenaje, del año 2012, aunque no hemos podido acceder al documento. En el resto de países no se cuenta actualmente con algún documento público orientador de las decisiones sobre riego, aunque sí se mencionan propuestas (en Honduras se tiene un informe de Consultoría con una propuesta inicial (Garza, 2011).

En general, el desarrollo del riego en los países de Centro América puede caracterizarse en etapas; (i) antes de los 1960s, el desarrollo del riego se daba exclusivamente por iniciativa privada, generalmente de grandes empresas exportadoras de banano y caña de azúcar; (ii) entre los 1960s y 1980s el Estado se convierte en constructor de sistemas de riego de cierta escala, con algunos proyectos grandes como el DRAT en Costa Rica, el Estado generó expansión de riego, pero con crecientes problemas de sostenibilidad de los sistemas por falta de adecuado mantenimiento y gestión; (iii) desde los 1990s se observa que el Estado en varios países deja de construir directamente proyectos de riego y pasa a promover experiencias de riego a escala menor y con uso de riego tecnificado para pequeños productores; igualmente en esta etapa el Estado transfiere funciones de gestión de los sistemas públicos de riego a las organizaciones de regantes. En los últimos años también se observa un crecimiento del riego por iniciativa privada de gran escala, especialmente para algunos cultivos como la caña de azúcar en Guatemala y Nicaragua.

En conjunto, el desarrollo del riego en toda la región es aún bastante limitado, con la mayor expansión en Guatemala y Costa Rica en las últimas dos décadas, básicamente por la crecimiento del sector privado. La incursión pública en construcción de sistemas de riego ha

sido mixta, con algunos impactos positivos en incrementos de ingresos y reducción de pobreza, pero también con problemas de sostenibilidad de los sistemas. Las experiencias con riego de pequeña escala son un referente importante pero también muestran limitaciones, por un lado para aumentar en forma sustancial el área bajo riego; y por otro en la propia capacidad de los beneficiarios para expandir las inversiones de este tipo en forma autónoma.

Los países de la región también muestran debilidad institucional en los marcos normativos y regulatorios correspondientes, con normas no especializadas y no actualizadas con criterios modernos, como la de tener una sola autoridad nacional de agua y los conceptos de cuencas y gestión integrada del recurso. Igualmente, los países no tienen una tradición de planificación y articulación de las decisiones públicas en función a políticas explícitas. Esto también explica, y es explicado por, el bajo desarrollo del riego a nivel regional.

8.2. Experiencias de países en la región con alta proporción de riego

Se han seleccionado cinco países con relativamente alta proporción de riego en la región Latinoamericana: Chile, Ecuador, México, República Dominicana y Perú. En el cuadro siguiente se muestran algunas de las características principales del riego en estos países tomadas de sus perfiles en AQUASTAT y complementadas con información de cada país.

Cuadro 8.2. Características de países con alta dotación de riego

	Chile	Ecuador	México	Rep. Domin.	Perú
1. Evolución del riego					
Antes 1950s	Hasta 1930s sector privado.		Hasta 1920 había 1 millón Ha de sector privado. Presencia estatal fuerte desde revolución	Inicio temprano de presencia estatal en riego, construye sistemas	Riego básicamente por iniciativa privada en haciendas de costa
1960s	Estado invierte en grandes obras	Inicio de presencia estatal con INERHI	En décadas siguientes casi todo aumento en riego es por proyectos estatales	INDRHI creado en 1965	Primer gran proyecto público y se inicia expansión
1970s		INERHI construyó primeros sistemas de riego mayor		Nuevo programa de grandes sistemas	Estado el único que construye sistemas de gran escala pero poca eficiencia
1980s	Estado deja de participar en construcción. Ley de Fomento al riego otorga subsidios a riego tecnificado, logra incrementar tecnificación en la agricultura	El Estado desarrolló directamente unas 266,000 Ha en 76 sistemas; comunitario 466,000 Ha; y privado 348,000 Ha	Se llegó a 5.3 millones Ha bajo riego, de los cuales 1,3 millones Ha privadas	Se llega a 200,000 Ha.	Se aumenta superficie bajo riego pero luego modelo entra en crisis
1990s			Existen 85 distritos de riego (DR). Se inició transferencia gestión a organizaciones	270,000 Ha.	Traspaso de gestión a organizaciones de usuarios, se mantienen algunos proyectos
2000s	Incentivos para obras de rehabilitación, algo a construcción		Total de 6.5 millones Ha bajo riego, por problemas de sostenibilidad de infraestructura pública	Unas 300,000 Ha. mayormente construidas por INDRHI	Proyectos públicos de nueva generación, asociación público-privada
2. Técnicas de riego actual (%)					
Localizado	23	2			5
Aspersión	5	20	20	4	3
Gravedad	72	78	80	96	92
3. Fuentes de agua (%)					
Subterránea	8	3	34	22	13
Residual tratada			6		1
Superficial	92	97	60	78	86
4. Institucionalidad					
Ley de aguas	1981, derechos privados y mercado de aguas	Ley de aguas de 1972, reformada en 2004. En 2014 Nueva Ley de Recursos Hídricos	Ley de Aguas 1992, Reformada en 2004	Ley de aguas de 1962, modificada	Ley de Recursos Hídricos 2009
Autoridad de aguas	Sectorial, DGA	SENAGUA	CONAGUA	NO	ANA
Dirección de Riego	Comisión Nacional de Riego (CNR), MOP	Sub-secretaría de Riego y Drenaje en MAGAP		INDRHI	Dirección de Infraestructura en MINAGRI
Plan/Política RRHH	Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (2013)	En elaboración x SENAGUA	Plan Nacional Hídrico 2007-2012	No	Estrategia Nacional de RRHH, 2014
Plan/Política Riego	Política Nacional de Riego y Drenaje (2005) actualmente en revisión	Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026 (2011)		No	Estrategia Nacional de Riego 2003

Fuente: Perfiles de riego de los países, AQUASTAT, FAO.

En estos países se puede observar una mayor expansión del riego, tanto por condiciones geográficas específicas y de funcionamiento de la agricultura comercial, como por decisiones de políticas de los gobiernos. En todos los casos el Estado empezó a tener una fuerte participación en el desarrollo de la infraestructura de riego en las décadas de los 1920s y 1930s, proceso que se aceleró en los 1950s y 1960s. También en todos los casos se ha observado un cambio en el rol del Estado en los 1990s, con transferencia de funciones de gestión a las organizaciones de usuarios y cambios en los modelos de inversión a través de iniciativas público-privadas.

Cabe decir que hay algunas diferencias importantes en las estrategias seguidas por los países para la expansión del riego. Chile, por ejemplo, se concentró mucho más en procesos de

tecnificación e intensificación del riego a partir de los 1980s, cuando dejó de invertir en obras públicas de riego. Se aprobó una ley de fomento a la inversión privada en riego (Ley 18450), que subsidió la inversión del equipamiento para el riego tecnificado en diversas proporciones (desde 30 hasta 70%). En el cuadro se puede ver que Chile tiene un 23% de su área regada con riego localizado (por goteo), lo cual ha incrementado fuertemente la productividad en productos de exportación como frutas y hortalizas. Recién en la última década Chile ha retomado algunos instrumentos para invertir en grandes obras de infraestructura de riego, pero con un enfoque más cauteloso con respecto a las inversiones consideradas viables.

El resto de países han seguido una ruta de participación pública en riego más convencional. Tanto en México como en República Dominicana, la presencia del Estado en la construcción y gestión de sistemas de riego es aún muy importante. En ambos países el riego es una actividad de alta importancia política y económica, en la cual el Estado aún mantiene fuerte influencia directa. Casos intermedios son los de Perú y Ecuador, que han tenido una historia de fuerte expansión del riego por iniciativa estatal, pero que actualmente están buscando un desarrollo más apoyado en el sector privado. En ambos casos también se ha procedido a una mayor transferencia de funciones a las organizaciones de usuarios en los sistemas.

El agua subterránea para uso de riego es importante en México (34%) y República Dominicana (22%). En el resto de países es de menor importancia. En el caso de México, la explotación de aguas subterráneas para riego se hace con una institucionalidad específica, es decir, los sistemas que usan agua subterránea tienen un tipo de organización específica, que no es común en otros países.

Los países muestran también diversidad en el aspecto institucional relacionado al riego. Un caso único de legislación es el de Chile, cuya norma considera que los derechos sobre el agua son privados y transables en el mercado. Ninguna de las otras legislaciones tiene esta característica. Las legislaciones de estos países se han ido actualizando recientemente. Perú y Ecuador tienen leyes recientes (2009 y 2014), y en México se hizo una reforma de la ley de 1992 en el año 2004. También en República Dominicana se ha reformado la legislación sucesivamente.

Las normas más recientes tienden a crear una autoridad de aguas multisectorial, aunque en el caso de Perú, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) está adscrita al Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). En Chile la autoridad de agua es la Dirección General de Aguas (DGA), que tiene un régimen especial, pero las obras de irrigación las ejecuta el Ministerio de Obras Públicas (MOP). La Comisión Nacional de Riego (CNR) otorga los subsidios para el desarrollo del riego tecnificado de la Ley 18450. Tanto en Ecuador como en República Dominicana se crearon en décadas pasadas institutos de riego (INERHI e INDRHI, respectivamente), que fueron actores cruciales en el desarrollo del riego por iniciativa pública. En el caso de República Dominicana, el INDRHI es aún una entidad con mucho peso institucional y autonomía, que funciona incluso por encima de los sectores.

La mayor parte de los cinco países reseñados cuentan con instrumentos de planificación u orientación de las políticas tanto a nivel general de los recursos hídricos, como a nivel del riego. Destacan la "Estrategia Nacional de Recursos Hídricos" (2013) de Chile; la "Estrategia Nacional de Recursos Hídricos" (2014) de Perú y el Plan Nacional Hídrico 2007-2012 de

Ecuador. Igualmente, Chile tiene la "Política Nacional de Riego y Drenaje" (2005) y Perú la "Estrategia Nacional de Riego" (2003), ambas en revisión y actualización. Finalmente, Ecuador tiene el documento más completo y actualizado "Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026" del año 2011.

8.3. Tendencias relevantes sobre buenas prácticas en riego

La literatura internacional en temas de riego es enorme y no tiene mucho sentido intentar una síntesis para los fines de este estudio. Se han seleccionado dos temas directamente relacionados al rol del Estado y la inversión pública en riego, que creemos pueden ofrecer algunas lecciones para Nicaragua.

8.3.1. Condiciones que influyen en el éxito de los proyectos de riego

Todo proyecto de riego tiene condiciones específicas y generales que influyen en su relativo éxito o fracaso. Hay factores muy generales, como las condiciones de disponibilidad de agua y el entorno macro-económico e institucional; hasta muy específicos como el diseño del proyecto, los actores involucrados en la construcción y la particular historia de los agricultores en la zona del proyecto y sus diversas formas de tomar decisiones e interactuar entre ellos y con la administración del proyecto.

Un estudio muy amplio (Inocencio *et al*, 2007) presenta evidencia sobre la relación entre algunos factores generales y el desempeño de proyectos de riego a nivel mundial. Los autores analizaron datos de 314 proyectos en 50 países de los cinco continentes e implementados entre 1967 al 2003. Los datos fueron obtenidos directamente de los reportes de cada proyecto, generando una de las bases más completas y comprehensivas en la materia.

Algunos de los hallazgos de este trabajo son relevantes para países que buscan diseñar e implementar proyectos de riego que generen los mayores beneficios sociales y económicos al menor costo posible. En primer lugar, el estudio encuentra que el "tamaño del proyecto", medido en área total irrigada, es la variable más importante para explicar menores costos unitarios y mejor performance en términos de retorno de la inversión. Esto muestra que existirían importantes economías de escala en los proyectos de riego que hacen más eficientes proyectos más grandes que varios proyectos pequeños para la misma área a irrigar. Las economías de escala se generan tanto en el proceso de construcción y distribución del agua, como en el uso de recursos humanos y técnicos que no son poco divisibles.

Al mismo tiempo, el estudio muestra que, dentro de cada proyecto, los sistemas de riego de menor escala--es decir con mayor control de los agricultores--tienen mejor performance que sistemas muy grandes (extensos canales cubriendo zonas muy amplias). Esta aparente paradoja apunta a un combinación óptima para proyectos de riego: (i) tener una cierta escala mínima de envergadura en cuanto a área a irrigar, pero (ii) incluir sistemas de riego de pequeña y mediana escala que generen un alto control de los agricultores y autoridades en la gestión del agua al interior de los proyectos.

Otros hallazgos importantes del estudio se refieren al mejor desempeño de los proyectos que son gestionados por los propios usuarios o por una combinación de usuarios y autoridad

pública. Los proyectos con este tipo de manejo superan en performance a los que son manejados exclusivamente por el sector público. En gran medida esto refleja un atributo importante de los sistemas de riego en el manejo de "bienes públicos" a nivel localizado. Debido a la baja exclusión en el acceso al agua de riego, una solución meramente burocrática al tema de la distribución del agua enfrenta una gran capacidad de resistencia por parte de los usuarios. Los sistemas manejados por usuarios con adecuada regulación pública están en mayor capacidad de enfrentar este problema.

Finalmente, una conclusión muy importante del estudio se refiere a la composición del gasto en los proyectos entre hardware y software. Proyectos que tienen un mejor balance de orientación de recursos hacia el software (planificación, capacitación, asistencia técnica) muestran mejor desempeño que proyectos muy sesgados al gasto solamente en cemento (hardware). El tema del riego tiene que ver con la gestión de un recurso complejo y con características de bien público que genera múltiples externalidades entre usuarios. Sin procesos de capacitación y permanente sensibilización de los usuarios, rápidamente se cae en lo que se ha denominado "Síndrome de Anarquía" de los proyectos de riego donde los usuarios optan por decisiones de no cooperación. Esto indica que los proyectos de riego requieren un importante esfuerzo de recursos hacia procesos de capacitación y orientación hacia los productores, los cuales deben mantenerse en el tiempo.

8.3.2. Nuevos modelos de asociación público-privada para proyectos de riego

Esta es un área bastante nueva en el sector de riego y se refiere a las experiencias en las que el Estado viene usando el mecanismo de asociación público-privada (PPP en inglés) para el desarrollo de proyectos de irrigación de gran envergadura. Cabe decir que el modelo PPP ha sido ya usado con éxito en otros rubros de la política pública como en transportes y energía, pero muy poco en el ámbito del riego. En un proyecto PPP, el inversionista privado se encarga de la construcción y/o mantenimiento de un activo público en base a un contrato de largo plazo con el Estado. El inversionista puede asumir (dependiendo del arreglo) una parte importante de los riesgos relacionados con el retorno a la inversión.

En un balance de varias experiencias recientes en PPP para riego (Trier, 2014) plantea 10 lecciones a considerar. Algunas de las más relevantes se refieren a que este tipo de enfoque tiene más probabilidad de éxito cuando se trata de dotar del servicio de agua para riego a grandes explotaciones comerciales. El autor ve menos viable usar este enfoque para proyectos orientados a pequeños y medianos productores, en la medida que el riesgo de no pago del costo del servicio al concesionario es mucho mayor en este último caso. Una solución aparente sería que el Estado garantice el pago al concesionario, pero eso le quita toda ventaja económica concreta al esquema de PPP (cuyo mayor atractivo es que el privado asume y comparte una parte del riesgo del proyecto).

En general, el autor recomienda bastante cautela con el uso de este enfoque para proyectos de riego dada la alta sensibilidad política y social con respecto al agua. Este tipo de enfoque ha enfrentado importantes problemas en el área de agua y saneamiento, los cuales también pueden repetirse en el riego. En gran medida existe en la población una fuerte percepción sobre la naturaleza del agua como un bien común, lo cual limita las posibilidades para introducir mecanismos comerciales en su gestión. No obstante, el autor señala que existen

diversas alternativas para atraer la participación privada a la gestión de los sistemas de riego, buscando un adecuado equilibrio entre el rol del Estado, el inversionista y los agricultores.

9. Alternativas de política para el desarrollo del riego en Nicaragua

En esta sección evaluamos las principales alternativas de política para la expansión del riego (o de la agricultura de riego) en Nicaragua. En primer lugar se realiza una síntesis de los hallazgos obtenidos en las secciones anteriores. Luego de esto se describen y discuten las alternativas de políticas, señalando ventajas y desventajas. Finalmente, se plantean las principales recomendaciones para promover una posible expansión del riego en Nicaragua en el marco de sus potencialidades y restricciones.

9.1. Síntesis de los hallazgos de las secciones previas

La evaluación de la situación y potencial para el desarrollo del riego en Nicaragua presentada en los capítulos anteriores arroja los siguientes hallazgos:

- Nicaragua tiene una dotación relativamente alta de recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos. Es el país de mayor dotación media per cápita de recursos hídricos en Centro América, aunque con una marcada heterogeneidad temporal y espacial en dicha dotación;
- La fuerte heterogeneidad en la distribución temporal y espacial del agua en el territorio ha hecho técnicamente difícil y económicamente costoso el acceso a agua para riego en las diversas zonas del país. En conjunto, Nicaragua ha llegado a irrigar en la última década un total de aproximadamente 100,000 Ha., de las cuales se estima que un 30% es irrigada con agua subterránea y un 70% con aguas de fuente superficial;
- El potencial de superficie que puede ser irrigado en Nicaragua ha sido estimado por FAO en 365,000 Has. de área potencial. Igualmente, un estimado sobre la base de información de 87 países de AQUASTAT arroja que Nicaragua tiene bajo riego una proporción de tierra agrícola que es la mitad de lo que podría tener de acuerdo a sus condiciones hidrológicas e ingreso per cápita (entre otras variables);
- También hemos generado un estimado de demanda de riego por tipo de agricultor de con información del censo 2011. Se generó estimados relativamente conservadores sobre las posibilidades de expansión del riego en Nicaragua en base a características observables de los agricultores y a condiciones geográficas relacionadas a la probabilidad de acceder a riego en las condiciones tecnológicas y socio-económicas prevalecientes.
- La demanda adicional de riego estimada en dos escenarios ha sido de entre 33,000 Ha y 50,000 Ha, adicionales a las 100,000 Ha existentes. En términos numéricos, la primera expansión llevaría al número de agricultores con riego de 12,000 a 65,000 en el primer escenario, y a 130,000 en el segundo. Aunque la expansión de superficie irrigada en el país sería de entre 33 y 50%, la cantidad de agricultores con riego subiría desde menos de 4% a entre 25 y 50%.
- La institucionalidad pública para la gestión del agua y la promoción de la agricultura de riego es extremadamente débil en Nicaragua. Actualmente no existen mecanismos ni instancias públicas con capacidad para promover proyectos de irrigación a una escala mínima que justifiquen la inversión. Estas condiciones limitan las posibilidades de expansión, pero pueden revertirse con políticas y algunas estrategias orientadas a

promover la agricultura bajo riego como lo han hecho otros países y que se desarrollan más adelante.

En el contexto de estos hallazgos, en esta sección evaluamos las alternativas existentes para poder generar la expansión planteada.

Las alternativas generales para expandir el riego en Nicaragua son cuatro:

- (i) Expansión de la infraestructura mayor de embalsamiento de agua para fines agropecuarios;
- (ii) Expansión del uso de equipos y tecnologías para una mayor extracción de agua de fuentes subterráneas y superficiales;
- (iii) Uso de tecnologías de cosecha de agua en zonas específicas;
- (iv) Tecnificación del riego a nivel parcelario.

Cabe decir que estas alternativas no son mutuamente excluyentes y que, muy probablemente, lo más recomendable para el país es una combinación costo-eficiente de estas alternativas. A continuación planteamos las consideraciones, ventajas y desventajas de cada alternativa planteada.

9.2. Discusión de las alternativas de política

Se discuten cuatro ejes o alternativas de política para la promoción del riego en Nicaragua, las cuales no son mutuamente excluyentes.

9.2.1. Expansión de infraestructura mayor para riego superficial

Nicaragua ha desarrollado solamente un proyecto público mayor de irrigación propiamente dicho en base al embalsamiento y un sistema de distribución del agua para uso agropecuario: el proyecto del Embalse Las Canoas en la década de los 1980s. El otro sistema en el cual se viene utilizando agua embalsada para fines agropecuarios es el de Apanás-Río Viejo, proyecto que originalmente fue solamente para generación energética, pero que posteriormente se fue diversificando hacia el desarrollo de una de las áreas más importantes de producción de arroz en el país. Igualmente, en el caso de Las Canoas, aunque el objetivo inicial fue la expansión de la caña de azúcar, ésta también terminó convirtiéndose al cultivo de arroz bajo riego, que es actualmente uno de los cultivos más importantes y demandantes de agua para riego en el país.

Una de las características casi universales del desarrollo de infraestructura mayor para riego es que ésta requiere de una relativamente amplia participación del sector público, particularmente en el financiamiento, ya que en la construcción y administración de los sistemas pueden existir combinaciones de menor o mayor participación privada. La inversión en infraestructura de riego (almacenamiento y distribución) enfrenta un problema de "bien público", básicamente por la baja exclusión en los beneficios económicos (Zegarra, 2014). Dicha infraestructura genera beneficios colectivos (en el área irrigada) lo que son de difícil exclusión (no es posible generar mecanismos de exclusión por regante similares a los del agua potable en las ciudades), con lo cual un inversionista privado tiene serias dificultades para recuperar su inversión sobre la base de tarifas individualizadas. Por este motivo los grandes

proyectos de riego no son financiados en forma espontánea por el sector privado³¹ a menos que el propio sector público garantice un retorno atractivo para la inversión.

Esta consideración es una de las mayores dificultades para la expansión espontánea (sólo por iniciativa privada) del riego en base al represamiento y distribución de agua en Nicaragua. Por este motivo, la posibilidad de poner en práctica esta alternativa dependerá crucialmente de las posibilidades y condiciones de financiamiento público de este tipo de infraestructura mayor de riego en los próximos años.

Como se ha demostrado en el presente estudio, el desarrollo de proyectos de infraestructura mayor de riego en Nicaragua tiene importantes ventajas para el desarrollo agropecuario. Actualmente el importante crecimiento agropecuario del país ya está siendo limitado por la escasa dotación de infraestructura de riego. Igualmente, la fuerte estacionalidad de las precipitaciones en las zonas Pacífico y Central abre un espacio significativo para el riego como una opción potencialmente muy efectiva para la expansión de la producción y productividad en el uso de la tierra en el periodo seco. La expansión de la agricultura de riego en dichas zonas generaría mayores ingresos y mayor estabilidad en la actividad agropecuaria en las zonas beneficiarias, potenciando una demanda más estable por mano de obra e insumos y reduciendo procesos de migración temporal con efectos adversos sobre la equidad e eficiencia.

Una ventaja decisiva de promover proyectos de irrigación de infraestructura mayor es la escala. Según el estudio ya citado de Inocencio *et al* (2007) el "tamaño del proyecto", medido en área total irrigada, es la variable más importante para explicar menores costos unitarios y mejor performance en términos de retorno de la inversión. Esto demuestra que existen importantes economías de escala en los proyectos de riego que hacen más eficientes proyectos de cierta mayor escala que varios proyectos pequeños para la misma área a irrigar. Las economías de escala se generan tanto en el proceso de construcción y distribución del agua, como en el uso de recursos humanos y técnicos que son no divisibles.

Al mismo tiempo, el mismo estudio muestra que, dentro de cada proyecto, los sistemas de riego de menor escala--es decir con mayor control de los agricultores--tienen mejor performance que sistemas muy grandes (extensos canales cubriendo zonas muy amplias). Esta aparente paradoja apunta a un combinación óptima para proyectos de riego: (i) tener una cierta escala mínima de envergadura en cuanto a área a irrigar³², pero (ii) incluir al interior de

³¹ Los embalses privados se construyen cuando generan beneficios exclusivos para una sola gran propiedad. Sin embargo, cuando deben atender muchos agricultores o empresas, el problema de acción colectiva (cobro de tarifa de un recurso de baja exclusión) los hace inviables.

³² Consideramos que un proyecto público de "escala mínima" en Nicaragua puede considerarse para por lo menos unas 1,000 Has. irrigadas a un costo promedio total de entre US\$ 10 a US\$ 30 millones (considerando un costo promedio por Ha. para desarrollo de entre US\$ 1,000 a US\$ 3,000 por Ha. ver sección 4.3). Alcanzar esta escala mínima de proyectos requiere de personal con capacidad de formulación y generar las condiciones técnicas e institucionales para que se generen los beneficios esperados. En muchos casos también es posible generar energía como beneficio adicional.

los proyectos sistemas de riego de pequeña y mediana escala que generen un alto control de los agricultores y autoridades en la gestión del agua.

Otra ventaja de los proyectos de riego con financiamiento público de cierta escala es que los beneficios generalmente son colectivos (aunque acotados a ciertos grupos y zonas). Estos proyectos generan una infraestructura de uso colectivo (embalse y sistema de distribución), que genera beneficios a un grupo de agricultores y sectores relacionados, y el beneficio no es privadamente apropiado como en el caso de subsidios al consumo de energía o subsidio directo a ciertos cultivos o tecnologías específicas.

En cuanto a las desventajas, hay varias. Cabe en primer lugar señalar que los proyectos públicos de irrigación están sometidos a serios problemas tanto de diseño, financiamiento como implementación. Bajo diversas circunstancias, estos proyectos son sobredimensionados por intereses de la construcción, inflándose los potenciales beneficios para justificar innecesariamente mayores costos constructivos. Igualmente, estos proyectos tienen muchas veces dificultades para generar condiciones adecuadas de distribución, cobro de tarifas y uso sostenible del agua por parte de los regantes. Un problema frecuente es que se le dé mayor importancia a la construcción en perjuicio de procesos de capacitación y fortalecimiento de la organización e institucionalidad de los regantes.

Estas consideraciones deben tomarse en cuenta para el diseño e implementación de una estrategia de proyectos de riego con financiamiento público para Nicaragua en los próximos años. Aquí cabe argumentar que la situación actual, de ausencia de proyectos de irrigación de escala mediana a grande (mínimo de US\$ 10 millones por proyecto) con financiamiento público en Nicaragua es una situación inadecuada y que debería empezar a cambiarse. Es urgente para el desarrollo del sector agropecuario que se genere una cartera--técnica y económicamente viable--de proyectos públicos de riego, la cual requiere de tiempo y recursos, y ésta no puede generarse sin una política explícita y recursos humanos y financieros orientados a este fin, algo que no se ha podido identificar en la organización actual del sector público en el país.

En la sección 8 sobre lecciones aprendidas en otros países se ha presentado evidencia sobre buenas prácticas para el mejor desarrollo de esta alternativa de política para la expansión de la agricultura de riego en Nicaragua. Un hallazgo importante se refiere al mejor desempeño de los proyectos que son gestionados por los propios usuarios o por una combinación de usuarios y autoridad pública. Los proyectos con este tipo de manejo superan en performance a los que son manejados exclusivamente por el sector público. En gran medida esto refleja un atributo importante de los sistemas de riego en el manejo de "bienes públicos" a nivel localizado (Ostrom, 1993; López-Morales y Duchin, 2011; Rap, 2006). Debido a la baja exclusión en el acceso al agua de riego, una solución meramente burocrática al tema de la distribución del agua enfrenta una gran capacidad de resistencia por parte de los usuarios. Los sistemas manejados por usuarios con adecuada regulación pública están en mayor capacidad de enfrentar este problema.

Es también relevante prestarle atención a la composición del gasto en los proyectos entre hardware y software. Proyectos que tienen un mejor balance de orientación de recursos hacia el software (planificación, capacitación, asistencia técnica) muestran mejor desempeño que

proyectos muy sesgados al gasto solamente en cemento (hardware). El tema del riego tiene que ver con la gestión de un recurso complejo y con características de bien público que genera múltiples externalidades entre usuarios. Sin procesos de capacitación y permanente sensibilización de los usuarios, rápidamente se cae en lo que se ha denominado "Síndrome de Anarquía" (Wade, 1988) de los proyectos de riego donde los usuarios optan por decisiones de no cooperación. Esto indica que los proyectos de riego requieren un importante esfuerzo de recursos hacia procesos de capacitación y orientación hacia los productores, los cuales deben mantenerse en el tiempo.

9.2.2. Expansión de extracción de agua usando equipos de bombeo

El creciente uso de equipos de bombeo para riego en Nicaragua durante la última década es una clara prueba de que existe una importante demanda por más riego. Esta demanda ha sido inducida por el crecimiento del sector agropecuario, en particular por la expansión de las exportaciones de caña de azúcar, frutales, hortalizas y maní; así como por la mayor demanda de arroz para el consumo interno.

La limitante central para la expansión del riego por esta vía es el alto costo de la energía requerida para operar los equipos de bombeo. La agricultura es una demandante muy intensa de agua, y atender los requerimientos de cultivos requiere la operación de equipos con alta capacidad de bombeo y por periodos significativos, lo que genera un alto costo en energía para los usuarios.

Una estrategia de política pública para incrementar la adquisición y uso de equipos de bombeo para riego en Nicaragua pasa necesariamente por algunas de las siguientes opciones (no mutuamente excluyentes): (i) una política energética que reduzca el costo de producir energía en términos generales (actualmente la más cara de Centro América); (ii) cambios en la normatividad sobre financiamiento de la conexión a la red eléctrica en zonas rurales (iii) subsidios directos y/o exoneraciones tributarias al consumo de energía para el uso de equipos de bombeo para riego; (iv) subsidios y/o exoneraciones tributarias para la adquisición de equipos de bombeo para riego.

La opción (i) es parte de una decisión de política nacional relacionada a procesos más amplios de mejora y ampliación y diversificación de la capacidad generadora y distribuidora de energía en el país. Igualmente, podría incluir políticas más agresivas para reducir las pérdidas de energía en el sistema y distribuir mejor los subsidios cruzados entre consumidores y sectores productivos (FUNIDES, 2015).

En cuanto a la opción (ii) sobre conexiones al sistema de la red eléctrica, el sector riego es particularmente sensible a la situación de la red de distribución de energía hacia zonas rurales del país. La normatividad actual es en nuestra opinión muy adversa a la expansión de las conexiones de los agricultores a la red de energía eléctrica del país al disponer que clientes con más de 150 metros a la red existente deben financiar la conexión para recibir un repago luego de 18 meses de parte de las empresas distribuidoras. Esta disposición limita seriamente la expansión del uso de la energía eléctrica para el riego en zonas rurales de Nicaragua y debería ser reformada para incrementar sustancialmente la conexión de los agricultores a una fuente más estable y menos costosa de energía.

En el caso de las opciones (iii) y (iv) sobre subsidios y exoneraciones al consumo de energía para bombeo y adquisición de equipos, se requieren hacer estudios de costo beneficio y tener estimaciones de la elasticidades de respuesta de la oferta de riego con respecto al costo de la energía y los equipos³³. En nuestra opinión, en la situación actual del sistema energético de Nicaragua es poco probable que se pueda generar un subsidio significativo y específico para el sector riego en el marco tarifario vigente, aunque sí se podrían hacer algunos ajustes para promover el mayor uso de energía en el sector riego (que ha perdido participación en el consumo de energía eléctrica en la última década), por ejemplo, incrementando incentivos para el riego en horas que no son punta para el conjunto de usuarios.

En cuanto a ventajas y desventajas de esta estrategia de reducción de costos en el uso de agua por bombeo, una de las mayores ventajas es que tendría un efecto casi inmediato. La reducción del costo de la energía para extracción de agua afecta de manera directa e inmediata en los costos y en la función de producción de los agricultores, generando impactos desde el mismo periodo en que la medida se implementa. Esta es una ventaja significativa frente a la estrategia de la inversión pública para proyectos de riego descrita anteriormente, la cual requiere periodos de tiempo de maduración mucho más largos para empezar a generar beneficios.

Las desventajas de las opciones de subsidios y exoneraciones son también importantes. Se trata de medidas fiscalmente costosas, y además que enfrentar problemas de implementación. Al crearse un esquema diferenciado de precios por la energía, se abre el espacio para que algunos agentes utilicen las medidas para apropiarse de renta en lugar de generar el incremento en el uso del riego esperado. Igualmente, medidas selectivas de subsidios y exoneraciones requieren de un aparato administrativo con la capacidad de registrar y monitorear a los que reciben los beneficios.

Otra desventaja importante en este tipo de subsidio es que está dirigido directamente a un número de beneficiarios individuales y no está claro en qué medida se está invirtiendo en un bien público que genere beneficios colectivos. Si bien existen potenciales efectos indirectos positivos, estos son poco conocidos y difíciles de estimar sin una cantidad muy grande de información no disponible. Este tipo de subsidios y exoneraciones también suelen tener efectos adversos en términos de equidad porque benefician más a agentes con más recursos, que son lo que actualmente usan y demandan más equipos de bombeo para riego.

Una opción interesante en la opción de generar algunos subsidios al consumo de energía de bombeo es que esto se haga a cambio de que los usuarios empiecen a pagarle cuotas o canon a la autoridad de agua. Estos recursos se pueden destinar a mejorar y fortalecer la

³³ También es preciso estimar efectos económicos indirectos (positivos y negativos) de la expansión del riego por extracción de agua, ya que al incrementarse la producción y productividad se generan efectos multiplicadores y externalidades (positivas y negativas) que es necesario considerar. Es posible que en un contexto de creciente demanda por los productos agropecuarios (especialmente en mercados externos), sea social y económicamente eficiente algunos subsidios y exoneraciones al riego por bombeo. No obstante, esto debe ser materia de evaluaciones empíricas concretas que orienten a las autoridades económicas y políticas en la forma, magnitud y potenciales efectos de este tipo de medidas.

institucionalidad para la gestión sostenible del agua, y también para promover algunos proyectos significativos que incrementen la infraestructura mayor de riego en el país. Una medida de este tipo generaría menos resistencia de los usuarios a pagarle a la autoridad por el agua que extraen, ya que se le otorgan facilidades en el costo de la energía y/o de los equipos.

En conjunto, la estrategia de reducir costos de la energía para el uso del bombeo en Nicaragua es una alternativa rápida y potencialmente efectiva para incrementar el riego en un contexto de creciente demanda del sector agropecuario. Este tipo de medidas, sin embargo, requiere estudios específicos que evalúen estructuras de costos y elasticidades, y que también generen estimados de impactos indirectos y externalidades. La opción puede ser atractiva si se combina con una clara política para generar un esquema de pagos de cuotas o canon por el uso del recurso hacia la autoridad de aguas, recursos que podrían ser orientados a generar otros bienes públicos críticos para la gestión del agua que actualmente no tienen mayor financiamiento en Nicaragua.

9.2.3. La tecnología de cosecha de agua

Uno de los temas recurrentes en torno al riego en Nicaragua se refiere a la noción de "cosecha de agua" o tecnología de cosecha de agua (TCA). Bajo este término se consideran acciones que generan la posibilidad de almacenar agua de lluvia en el periodo de mayores precipitaciones para ser usada en la época seca, ya sea para fines agrícolas, ganaderos u de consumo humano. Existen diversas modalidades para conseguir este objetivo, pero en general se debe contar con algún mecanismo de almacenamiento con capacidad suficiente para capturar agua en la época de lluvias y almacenarla para el uso posterior.

Cabe señalar que ya se han desarrollado algunas experiencias de cosecha de agua en Nicaragua, especialmente en zonas del llamado "corredor seco". Una de las más recientes y que ya tiene una primera sistematización³⁴ es la que se desarrolló en el departamento fronterizo del norte, Madriz, en los municipios de Samoto y San Lucas, entre los años 2013 y 2014, y apoyado por el Consejo Agropecuario Centroamericano y aprobado en la Primera Convocatoria del Fondo Regional España-SICA, financiado por la agencia española de cooperación técnica (AECID) y en el marco de la Estrategia Centro Americana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT). Ambos municipios tuvieron participación activa en el proyecto.

El proyecto objeto de la sistematización tuvo como uno de sus productos principales la construcción de 12 micro-represas en las tierras de 12 pequeños agricultores beneficiarios. Cabe decir que la escala de estos reservorios es individual, es decir, sólo benefician a un agricultor y su familia. El agua almacenada sería utilizada básicamente para cultivos. Más que generar impactos en los beneficiarios, el proyecto buscaba generar efectos de demostración y desarrollar algunas capacidades en los agricultores, proveedores y funcionarios municipales para posteriores expansiones de la tecnología de cosecha de agua.

La sistematización considera que el enfoque del proyecto es correcto pero señala una serie de problemas de diseño e implementación a considerar en experiencias posteriores. En

³⁴ Ver Informe Final de Sistematización para COSUDE. "Familias del departamento de Madriz reducen inseguridad alimentaria a través de la transformación de la agricultura de secano a riego, mediante cosecha de agua". Consultor Bayardo Quintero G. Agosto del 2013.

particular, hubieron problemas para la identificación de los terrenos más adecuados para las intervenciones, y luego, también limitaciones en cuanto a disponibilidad de maquinaria y equipos requeridos para la construcción de los micro-reservorios. Los costos y ratios de eficiencia (tierra removida/capacidad de almacenamiento) de los reservorios fueron altamente variables, lo cual genera algunas dudas sobre si la tecnología es estable y puede adoptarse con seguridad en forma masiva.

El enfoque de cosecha de agua como una alternativa más amplia para el corredor seco en el contexto del cambio climático ha sido adoptado en una propuesta más amplia para un proyecto a ser cofinanciado por COSUDE y el Gobierno de Nicaragua³⁵ y que actualmente sigue en evaluación por parte de las autoridades para su posible implementación. El proyecto, que asciende a unos US\$ 10 millones, contará con apoyo técnico de CATIE, que sería la unidad técnica del proyecto y la contraparte en el gobierno es MEFCCA.

El proyecto se ha venido promocionando inicialmente en siete departamentos desde agosto 2014, y recientemente se hizo una selección de 37 municipios (de los 66 originales) donde se han iniciado acciones de promoción. Las obras planteadas por el proyecto son las llamadas lagunetas o micro-reservorios. Estas requieren compactación de suelos, pero en caso esto no se pueda hacer se puede utilizar cemento o plástico para la impermeabilización. El proyecto es básicamente para riego y ganadería, no se ha considerado el uso del agua para consumo humano. Se han considera varias escalas de los proyectos a financiar los cuales se presentan en una pirámide con tope > 20,000 m³ y base 1000-7000 m³.

Para la selección de beneficiarios se usarán seis criterios, los cuales se aplican objetivamente y evitando manipulación política o de intereses particulares en los municipios y localidades. El proyecto funcionará por demanda/solicitud, y los agricultores beneficiarios deberán cumplir con criterios de elegibilidad. La propia finca del agricultor debe cumplir ciertos criterios como no tener más de 5% de pendiente. Si los cumple, un ingeniero visitará la finca para evaluar los temas técnicos y de disponibilidad de agua. Luego también visitarán extensionistas de MEFCCA para temas de capacitación y asistencia técnica. Cabe señalar que en este caso se están considerando que algunos proyectos a financiar pueden ser comunitarios.

En cuanto a la participación del sector agricultura, el MAG verá el tema de las políticas y regulaciones para el uso del riego, mientras INTA se encargará de la investigación aplicada para el mejor funcionamiento de los proyectos. La tecnología de riego que deberán usar los beneficiarios es el riego por localizado o por goteo, el cual permite la más alta productividad del agua entre las técnicas disponibles (ver Anexo 1).

El impacto esperado del proyecto es incrementar la producción agropecuaria de los beneficiarios en 50%. Se esperan unos 1500 beneficiarios. El presupuesto en obras del proyecto es de unos US\$ 4 millones. Cabe destacar que este proyecto tendrá un esquema definido de evaluación de impactos con grupos de tratamiento y control, lo cual permitirá evaluar impactos y beneficios para considerar posteriores intervenciones más amplias.

³⁵ Ver COSUDE (2013).

En conjunto, consideramos a la tecnología de cosecha de agua como una alternativa interesante pero aún en proceso de evaluación y validación en Nicaragua. La tecnología aparece como una alternativa relevante para pequeños agricultores en las zonas más pobres del llamado corredor seco, sujeto a alta vulnerabilidad climática. Igualmente se reconocen potencialidades para el uso de esta técnica en la ganadería con abrevaderos y lagunetas ganaderas, así como para el consumo humano. De llevarse a cabo el proyecto COSUDE-MEFCCA en la escala prevista y con un adecuado esquema de evaluación de impactos, se podrá contar con mayores elementos de juicio para que esta alternativa pueda considerarse como una política y estrategia más amplia para la expansión del riego para pequeños productores en Nicaragua en los próximos años.

9.2.4. *Tecnificación del riego*

La estrategia de tecnificación del riego es un complemento importante de las tres estrategias previas. El paso del riego por gravedad a riego por goteo y/o aspersión genera impactos inmediatos de mayor productividad y menor consumo de agua por unidad de tierra. Esto permite, a su vez, expandir las áreas irrigadas con la misma cantidad de agua y, por ende, es una forma indirecta de incrementar el riego (Montero *et al.*, 2013; Palada y Bhattarai, 2012; Rodrigues *et al.*, 2009).

La tecnificación del riego es un fenómeno básicamente a nivel predial. Pasa por la adopción de técnicas de control y aplicación del agua en las parcelas de los agricultores. Puede ir desde grandes equipos de riego por aspersión (pivotes) que han tenido un uso más extendido en la industria azucarera en Nicaragua, hasta el uso de mangueras, equipos de bombeo y aspersores por productores de cultivos de alta rentabilidad como hortalizas y frutas de exportación.

Los temas críticos para la tecnificación del riego son el alto costo de la tecnología (aunque hay diversas alternativas) y las capacidades requeridas de los agricultores para su adopción en forma rentable y sostenible. El manejo del riego tecnificado no es sencillo, y requiere de un conjunto de destrezas de los agricultores, como la capacidad de planificar y coordinar con detalle las aplicaciones localizadas a los cultivos en el tiempo y el espacio, que deben generarse en forma sistemática y dentro de un marco de capacitación y asistencia técnica sostenible en el tiempo. Si no se cumplen estas condiciones, los sistemas tecnificados son abandonados rápidamente por los agricultores.

La política pública tiene dos roles cruciales para la expansión del riego tecnificado. En primer lugar, puede generar incentivos y promover esquemas financieros que hagan accesible los altos niveles iniciales de inversión requeridos para el equipamiento. En segundo término, las entidades públicas pueden proveer de esquemas de capacitación o asistencia técnica, o convertirse en entidades de segundo piso (como lo está haciendo INTA) para el desarrollo de capacidades para el riego tecnificado entre los agricultores.

La promoción de riego tecnificado es una de las formas más efectivas para promover mejoras en la productividad e ingresos de los productores agropecuarios, pero enfrenta algunas limitaciones inmediatas. En el caso de Nicaragua, las áreas con riego aún son muy pequeñas, llegando apenas al 5.5% del área agrícola total del país. Esto limita la entrada más masiva de tecnologías de riego, generando altos costos de los equipos. De otro lado, una limitante

importante es la limitada capacidad financiera, educativa y tecnológica de los agricultores, lo cual también pone límites inmediatos a la adopción rápida del riego tecnificado. Lo más recomendable es que las políticas para promover el riego tecnificado sean consideradas como complementarias a las de expansión del riego por infraestructura, promoción de la extracción y cosecha de agua.

9.3. Ejes de acción recomendados

Consideramos que Nicaragua tiene algunas condiciones favorables para la expansión de las áreas bajo riego en los próximos años. En primer lugar, posee suficientes recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos para sustentar un proceso de expansión significativo. El hecho de que históricamente haya tenido una evolución irregular en el área bajo riego refleja más problemas generales en cuanto a políticas explícitas y permanentes para la promoción del riego antes que limitaciones técnicas o estructurales para el aumento del área irrigada.

Durante la última década se han consolidado algunos procesos generales que apuntalan la posibilidad de una expansión del riego en Nicaragua. Quizás la tendencia más importante se refiere a la dinámica del sector agropecuario, que viene expandiéndose a tasas superiores a sus vecinos de Centro América y con creciente presencia en mercados de exportación de productos como el carne, café, caña de azúcar, frijol y maní. Igualmente, el mercado interno viene creciendo en términos de granos básicos (entre ellos arroz) y hortalizas y frutas. El importante potencial de crecimiento agropecuario de Nicaragua es sin duda la mayor fuente de demanda para el crecimiento del riego en los próximos años.

También contribuye a esta situación el relativamente pequeño desarrollo del sector riego en el país. De acuerdo a estimados de FAO citados en este estudio, Nicaragua tiene unas 365,000 Has. de tierras con capacidad agropecuaria y potencial para el riego, de las cuales actualmente sólo se están irrigando unas 100,000 Has. Las zonas de mayor potencial son las más fértiles del Pacífico, y buena parte de la región Central. Este potencial puede ser mejor aprovechado en los próximos años si se implementan políticas y estrategias explícitas para el desarrollo del riego en el país.

En el presente estudio hemos identificado un patrón de potencial expansión del riego en base al acceso actualmente observado de los agricultores. En un escenario conservador, se plantea la posible expansión de unas 33,000 Has. en los años siguientes, mediante la aplicación de un conjunto de estrategias descritas en esta sección. En un escenario más ambicioso se podrían incrementar unas 50,000 Has. ampliando en un 50% las áreas bajo riego en el país.

En este contexto, los temas estratégicos y recomendaciones en base a los hallazgos del presente estudio a considerar para promover una expansión significativa del riego en Nicaragua giran en torno a los siguientes ejes de acción:

- **Eje institucional:** implementación de la institucionalidad básica para la gestión del agua de la Ley 620 y su reglamento: funcionamiento activo del Concejo Nacional de Recursos Hídricos (presidido por MARENA); fortalecimiento de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), creación de Organismos y Comités de Cuenca; aprobación del reglamento e implementación de distritos de riego en zonas actualmente irrigadas con fuentes de

embalses (Apanás y Las Canoas) para su posterior extensión a futuras zonas irrigadas en todo el país. Igualmente, se considera importante crear una dirección de línea orientada a la promoción y regulación del riego en Nicaragua dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Esta instancia deberá estar en capacidad de formular proyectos de riego de mediana y gran escala a ser presentados al sistema nacional de inversión pública (SNIP).

- **Eje de políticas y planificación:** es crítico que el país cuente con los siguientes instrumentos: (i) Política Nacional de Recursos Hídricos; (ii) Plan Nacional de Recursos Hídricos y; (iii) Estrategia y Plan Nacional para el Desarrollo del Riego. Estos instrumentos de planificación deben ser impulsados por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, ANA y en el caso del riego también por el sector público Agropecuario (MAG).

- **Eje de gestión de la oferta:** Nicaragua requiere medidas tendientes a la Gestión de la Oferta del recurso hídrico, la que debe incluir acciones para la regulación del recurso hídrico basadas en el manejo del ciclo hidrológico, almacenamiento en reservorios superficiales (embalses, lagunas) así como uso sostenible de reservorios subterráneos (recargas de acuíferos), este último una realidad en las regiones Pacífico. Algunos componentes de este eje:
 - a. **Eje de infraestructura para el riego:** se requiere generar una cartera de proyectos de represamiento y distribución de agua para uso agrícola en las regiones identificadas con mayor demanda por riego (ver sección 5). Estos proyectos deben tener una escala mínima de 1,000 Has. de cobertura (hasta un máximo de 5,000 Has.) y considerar la creación de distritos de riego y procesos de capacitación y asistencia técnica para que los beneficios sean sostenibles en el tiempo.

 - b. **Eje de cosecha de agua y cambio climático:** se debe implementar el proyecto de cosecha de agua promovido por COSUDE-MEFFCA por US\$ 10 millones en algunos municipios del corredor seco, proyecto que debe ser evaluado en un periodo de tres años. Luego de esto será posible plantear un escalamiento de esta tecnología.

 - c. **Eje de medidas para promover el riego en base a extracción de agua:** para zonas y cultivos de muy alta rentabilidad, se pueden implementar algunas medidas de apoyo (subsidio) para reducir los costos de la energía y expandir las conexiones de los agricultores a la red eléctrica nacional, siempre considerando extracción de agua en forma sostenible. Se recomienda que esta iniciativa esté atada al cobro de la cuota o canon por la extracción de agua, recursos que ANA debe orientar a la gestión integral del agua en las cuencas y al desarrollo de infraestructura de riego en el país;

 - d. **Eje de promoción de la tecnificación del riego:** se plantea la promoción del riego tecnificado mediante incentivos para el financiamiento de equipos y tecnologías de riego por goteo y aspersión de diversa escala y rentabilidad. El aparato público de investigación y extensión (INTA-MAG-MEFFCA) debe considerar un componente fuerte de promoción de técnicas de riego

modernas que incrementan la productividad y permiten utilizar menos agua para generar más valor.

Bibliografía

AQUASTAT (2015). Perfiles de los países: Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana y Perú.

Bayardo J. Quintero G. (2013) "Familias del Departamento de Madriz reducen su inseguridad alimentaria a través de la transformación de la agricultura de secano a riego, mediante cosecha de agua". Informe Final de Sistematización, Etapa 1. Informe de Consultoría.

Ballestero M. Reyes V. e Y Astorga (2007). "Groundwater in Central America: its importance, development and use, with particular refererence to its role in irrigated agriculture."

Bendaña García (21012) "Agua, agricultura y seguridad alimentaria en las zonas secas de Nicaragua". Acción contra el Hambre (ACF) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) con el apoyo financiero del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO).

Berriós Francisco (2008) "Estudio sobre la Situación de Riego y Agricultura con Sistemas de Riego en Nicaragua". Informe Final de Consultoría. Preparado para la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). Managua, Marzo 2008.

Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (2001) "Evaluación de Recursos de Agua de Nicaragua" Cuerpo de Ingenieros De los Estados Unidos de América. Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica. Mayo 2001

COSUDE (2014) "Proyecto Cosecha de Agua para la Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático en Nicaragua." Informe Técnico.

Cunha D, A. Coelho, J.G. Férs MJ Braga y E Souza (2013). "Irrigacao como Estrategia de Adaptaco de Pequenhos Agricultores as Mudanzas Climáticas: aspectos económicos". En RESR Piracaba-SP Vol 51, N° 2, pp 369-386.

FAOSTAT (2015). Estadísticas de Honduras, Nicaragua, Panamá, El Salvador, Guatemala, Costa Rica y República Dominicana.

Flores S., I. Acevedo y A. Sandino (2009) "Una mirada al sector agropecuario nicaragüense: los desafíos entre oportunidades y restricciones". FIDEG, Informe de Consultoría para el BID.

FUNICA (2012) "Estado actual, oportunidades y propuestas de acción del sector agropecuario y forestal en Nicaragua: una mirada desde las organizaciones de productores". Informe financiado por la Unión Europea.

FUNIDES (2015) "Nota Técnica: Consideraciones y opciones de políticas con relación a las actuales tarifas eléctricas"

Global Water Partnership-Centro América y FAO (2013) Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. GPW.

Gobierno de Bolivia (2007). Plan Nacional de Desarrollo del Riego "paras Vivir Bien". Ministerio del Agua. Viceministerio de Riego. Secretaria Nacional de Riego.

Gobierno de Chile (s/f). Estrategia Nacional de Recursos Hídricos: Chile cuida su Agua.

Gobierno de Ecuador (2011). Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026. Subsecretaria de Riego y Drenaje. Noviembre 2011.

Gobierno de Guatemala (s/f). Política de Promoción del Riego. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Administración 2012-2016.

Garza Jorge (2011). "Propuesta de Política de Riego y Avenamiento para El Salvador". Informe de Consultoría, FAO, septiembre 2011.

Herrera-Cairol Vivian (2002) "Riego en áreas pequeñas. Las acciones del SENARA en este campo". En *Agronomía Costarricense* 26(1) pp. 73-83

IICA (s/f.) El potencial de la agricultura bajo riego en Centro América y República Dominicana. Boletín Electrónico.

Inocencio A., M. Kikuchi, M Tonosaki, A. Maruyama; D. Merrey, H. Sally y I de Jong (2007) "Cost and Performance of Irrigation Projects: A Comparison of Sub-Saharan Africa and Other Developing Regions". IWMI Research Report 109.

Jiménez Blanca y José Galizia (coord.) (2012). "Diagnóstico del Agua en las Américas". RED INTERAMERICANA DE ACADEMIAS DE CIENCIAS FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, AC.

Llanos Ascencio J. ,R. Jara, J. Díaz y R. Muñoz (2013) "Efecto de una política gubernamental de inversión en infraestructura pública de riego sobre la producción agrícola en Chile". En *Revista Mexicana de Agronegocios*. Sexta Epoca, Año XVII, Vol 33, Julio-diciembre 2013, pp 422-431.

López-Morales C y F. Duchin (2011). "Policies and technologies for a sustainable use of wáter in Mexico: a scenario analysis". *E. Economic Systems Research*, Vol 23(4) pp 387-407.

Ministerio Agropecuario y Forstal MAG-FOR (2008) "Sub Programa Desarrollo y Reactivación del Riego para contribuir a la seguridad en Nicaragua". Documento.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria de Nicaragua (1985) "A Strategy of Irrigation of the Pacific Plan of Nicaragua". Seminar from July 9th to 14th, 1985. Ford Foundation and Ministry of Agricultural Development and Agrarian Reform (MIDINDRA).

Montero J.; A. Martínez; M Valiente; M.A. Montero; J.M, Tarjuelo (2013) "Analysis of water application costs with a centre pivot system for irrigation of crops in Spain". En *Irrigation Science* N° 31: pp 507-521

Neumann K., E Stehfest, P Verburg; S Sibert; C. Muller; T Veldkamp (2011). "Exploring global irrigation patterns: a multilevel modelling approach". En *Agricultural Systems* 104(2011) pp 03-713.

Ostrom Elinor (1993) "Design Principles in Long-Enduring Irrigation Institutions". En *Water Resources Research*, Vol 39, N° 7, pp 1907-1912.

Palada M. y M Bhattarai (2012). "Assessing technology and socioeconomic prospects of low-cost drip irrigation for vegetable farming in Southeast Asia". SEAVEG 2012 Regional Symposium, 24-26 January 2012.

Rap Edwin (2006) "The Success of a Policy Model: Irrigation Management Transfer in Mexico". En *Journal of Development Studies*, Vol 42, N° 8, pp 1391-1324, Nov. 2006.

Ramírez D., Juan Luis Ordaz, Jorge Mora, Alicia Acosta, Braulio Serna (2010) "Nicaragua: Efectos del cambio climático sobre la agricultura". CEPAL-Subsede regional México

Robalino J., G. Lang, C Moraes, C. Sandoval, L. Vargas y L. Villalobos (2014). "Evaluación de Impacto del Distrito de Riego Arenal-Tempisque, Región Chorotega, Costa Rica, 1981-2011". Informe de Evaluación, Enero 2014.

Rodrigues de Melo Souza R.; E. Paceli Miranda; J do Nascimento; T Souza y F. Pinto Mesquita (2009) "Irrigação localizada por gravidade em comunidades agrícolas do Ceará". En *Revista Ciencia Agronômica* v. 40, n1, pp 34-40.

Senanayake N.; A Mukherji y M. Giordano (2015) "Re-visiting what we know about Irrigation Management Transfer: A review of the evidence". En *Agricultural Water Management* m140, pp 175-186.

Shardiman D. y M. Giordano (2014) "Is There an Alternative for Irrigation Reform?. En *Water Development* Vol 37, pp 91-100

Trier Remi (2014). "Review of International Experience with Public-Private Partnership in the Irrigation Subsector". En *Irrigation and Drainage*, N° 63 pp 212-220.

USAID (2010). "Evaluación de los Sistemas de Mini-Riego implementados por el Gobierno y la Cooperación Internacional". Informe de Consultoría por Abts Associates, Inc.

Wade Robert (1988) "The Management of Irrigation System: How to Evoke Trust and Avoid Prisoner's Dilemma". En *World Development*, Vol 16, N° 4, pp 489-500.

Zegarra Eduardo (2008) "Water Markets and Coordination Failures: A Case Study from Chile". VDM Verlag Dr. Muller. 66123 Saarbrücken, Germany.

Zegarra Eduardo (2014) "Economía del Agua: Conceptos y Aplicaciones para una Mejor Gestión". Lima: GRADE, 2014.

Anexos a las Secciones

Anexo a Sección 2

Cuadro A.2.1. Cambios en superficie bajo riego 2001-2011

	2001	2011	Cambio	
			Has	%
NUEVA SEGOVIA	1,318	1,820	502	38.1%
JINOTEGA	1,576	2,193	617	39.1%
MADRIZ	474	581	107	22.6%
ESTELÍ	2,281	3,056	775	34.0%
CHINANDEGA	19,865	30,652	10,787	54.3%
LEÓN	9,477	9,161	-316	-3.3%
MATAGALPA	9,697	8,434	-1,263	-13.0%
BOACO	5,252	4,111	-1,141	-21.7%
MANAGUA	16,789	9,858	-6,931	-41.3%
MASAYA	1,466	1,526	60	4.1%
CHONTALES	3,475	4,036	561	16.1%
GRANADA	12,973	11,647	-1,326	-10.2%
CARAZO	653	263	-390	-59.7%
RIVAS	7,274	8,587	1,313	18.1%
RÍO SAN JUAN	45	3,061	3,016	6702.2%
RAAN	190	86	-104	-54.7%
RAAS	765	317	-448	-58.6%
TOTAL	93,571	99,387	5,816	6.2%

Fuentes: III y IV Censos Agropecuarios, INIDE.

Cuadro A.2.2. Número de unidades agropecuarias con bomba para riego

	2001	2011	cambio
NUEVA SEGOVIA	55	93	38
JINOTEGA	303	362	59
MADRIZ	69	115	46
ESTELÍ	285	326	41
CHINANDEGA	88	305	217
LEÓN	175	347	172
MATAGALPA	347	470	123
BOACO	104	158	54
MANAGUA	134	197	63
MASAYA	39	116	77
CHONTALES	60	61	1
GRANADA	87	99	12
CARAZO	25	36	11
RIVAS	261	548	287
RÍO SAN JUAN	15	27	12
RAAN	15	51	36
RAAS	29	88	59
TOTAL	2,091	3,399	1,308

Fuentes: III y IV Censos Agropecuarios, INIDE.

Cuadro A.2.3. Superficie de oleaginosas con riego, 2011 (Has)

	Maní	Otros*	Total
NUEVA SEGOVIA	0	0	0
JINOTEGA	0	0	0
MADRIZ	0	0	0
ESTELÍ	0	0	0
CHINANDEGA	560	17	577
LEÓN	320	34	354
MATAGALPA	0	0	0
BOACO	0	0	0
MANAGUA	350	0	350
MASAYA	43	6	49
CHONTALES	0	0	0
GRANADA	0	0	0
CARAZO	0	0	0
RIVAS	20	0	20
RÍO SAN JUAN	0	0	0
RAAN	0	0	0
RAAS	0	0	0
TOTAL	1,293	57	1,350

* Ajonjolí, soya y algodón.

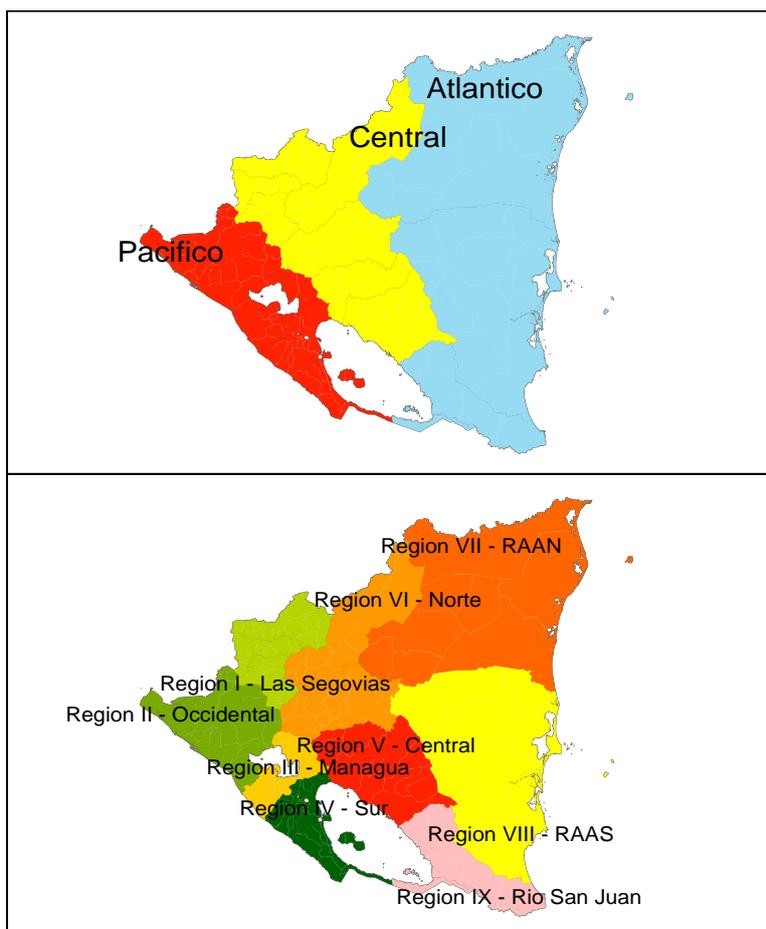
Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011.

Cuadro A.2.4. Siembra de caña y tabaco, 2011 (Has)

	Caña de azúcar	Tabaco
NUEVA SEGOVIA	390	698
JINOTEGA	471	27
MADRIZ	37	43
ESTELÍ	57	1,046
CHINANDEGA	45,992	0
LEÓN	2,875	0
MATAGALPA	605	0
BOACO	439	0
MANAGUA	3,402	1
MASAYA	46	8
CHONTALES	43	2
GRANADA	1,871	0
CARAZO	1,002	0
RIVAS	4,252	37
RÍO SAN JUAN	91	0
RAAN	718	2
RAAS	800	5
TOTAL	63,093	1,869

Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE, 2011

Mapa A.2.1. Definiciones de regiones geográficas en Nicaragua



Anexo a Sección 5

Gráfico A.5.1

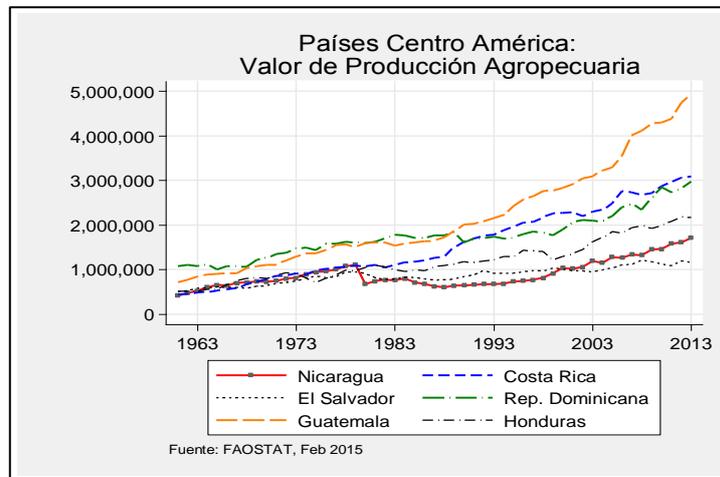


Gráfico A.5.2.

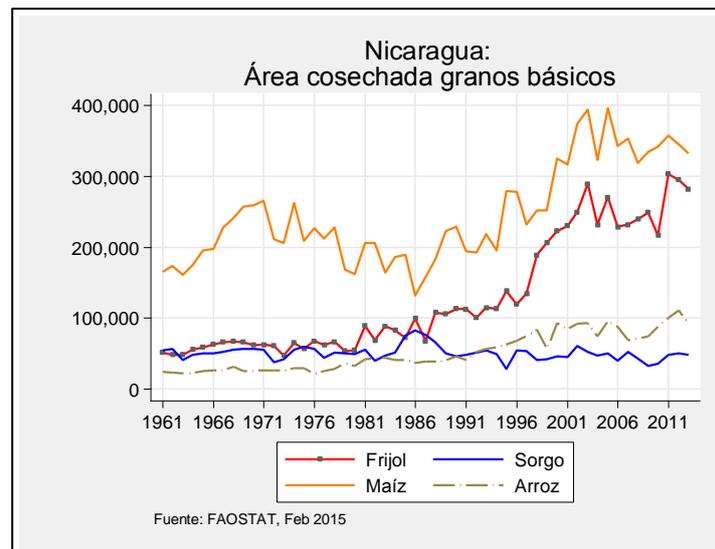


Gráfico A.5.3.

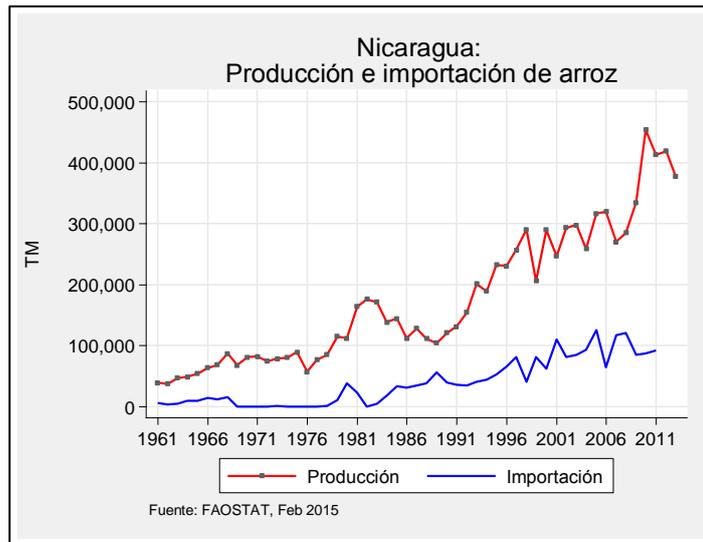
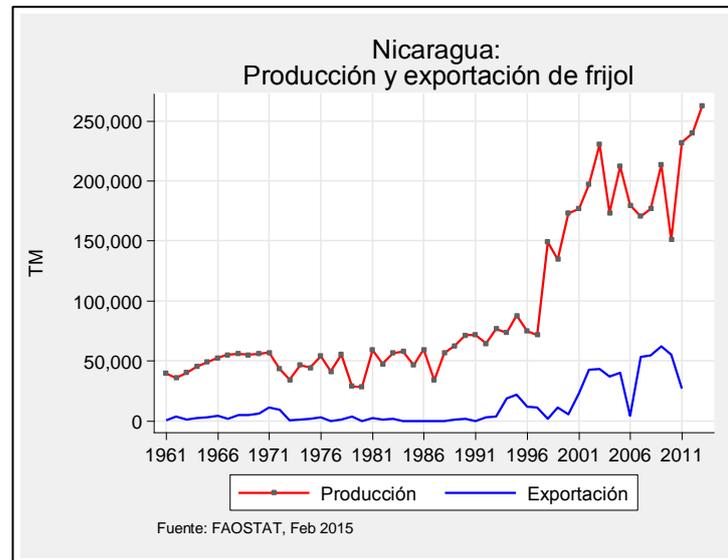


Gráfico A.5.4.

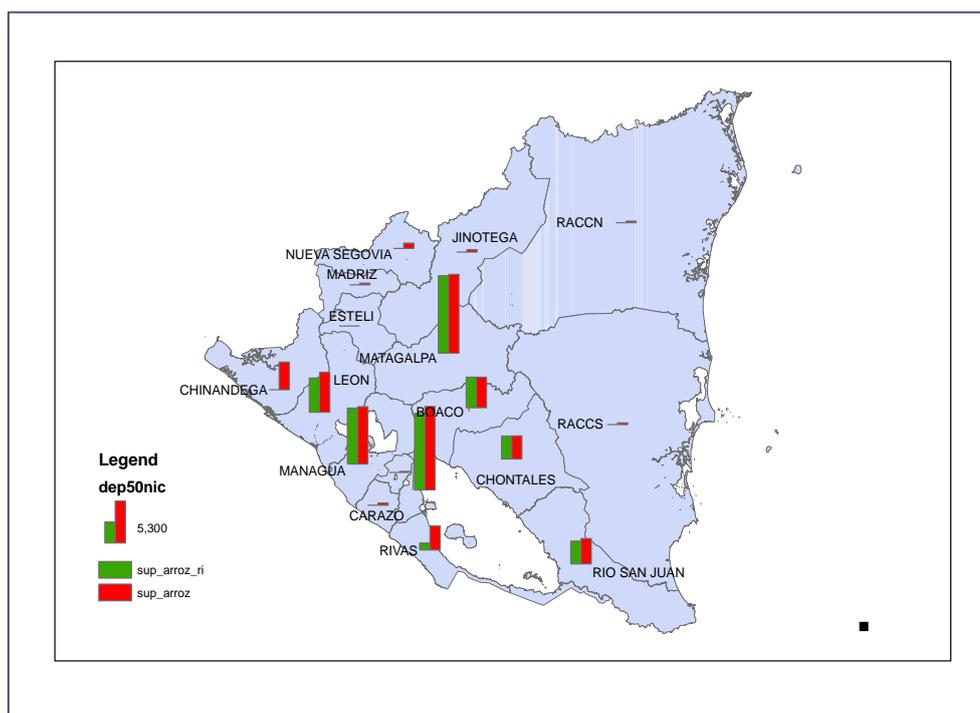


Cuadro A.5.1. Demandantes de riego como proporción de situación actual

	Número de agricultores			Superficie (Has.)		
	Actual	vc(75)	vc(50)	Actual	vc(75)	vc(50)
NUEVA SEGOVIA	844	437%	1,305%	1,820	36%	77%
JINOTEGA	1,480	516%	1,102%	2,193	34%	57%
MADRIZ	643	592%	1,335%	581	49%	77%
ESTELÍ	1,678	484%	536%	3,056	70%	73%
CHINANDEGA	717	437%	1,107%	30,652	28%	43%
LEÓN	792	503%	1,583%	9,161	42%	69%
MATAGALPA	2,010	543%	966%	8,434	47%	69%
BOACO	489	409%	1,259%	4,111	33%	62%
MANAGUA	638	530%	1,154%	9,858	40%	62%
MASAYA	435	325%	1,033%	1,526	33%	66%
CHONTALES	113	273%	1,562%	4,036	8%	34%
GRANADA	277	370%	977%	11,647	39%	50%
CARAZO	160	348%	1,485%	263	19%	53%
RIVAS	1,089	295%	645%	8,587	35%	58%
RÍO SAN JUAN	55	209%	1,398%	3,061	2%	21%
RAAN	68	157%	571%	86	1%	3%
RAAS	111	108%	953%	317	3%	11%
TOTAL	11,599	462%	1,025%	99,387	34%	54%

Fuente: estimados propios de modelo 3 con datos del censo 2011.

Mapa A.5.1. Superficie actual y proyectada por demanda adicional de arroz bajo riego



Fuente: IV Censo Agropecuario, INIDE 2011

Anexos adicionales

Anexo 1: Técnicas de riego utilizadas en Nicaragua ³⁶

a.- Riego por aspersión

Este tipo de riego simula la lluvia, utiliza emisores (aspersores) ya sea por encima del cultivo o debajo del follaje, los que van conectados a tuberías de PVC, logrando un alcance desde 6 hasta 80 metros que dependen de la presión de operación utilizada y el caudal disponible.

Este sistema puede ser fijos, semi-fijos, móviles o portátiles. La eficiencia de aplicación del agua es del 75 por ciento.

Este sistema es utilizado en diversos cultivos como; sorgo, tabaco, caña de azúcar, ajonjolí, soya, musáceas (plátano y banano), piña y hortalizas. Este sistema se implementa en los departamentos de León, Chinandega, Managua, Rivas, Masaya, Matagalpa y Jinotega.

El costo de este sistema sin considerar el equipo de bombeo es entre US \$ 1.000 a US \$ 1.100 por ha. En el cultivo de caña de azúcar, el costo por ha es de US \$ 858 dólares³⁸. Según el IICA, el costo de este sistema en plátano es de US \$ 2.414 por ha.

a.1.- Riego por Microaspersión

Es una variante del sistema de riego por aspersión. Es un riego localizado donde la aplicación de agua se hace en forma de lluvia en círculos de poco diámetro alrededor de la planta.

Es aplicable en frutales (cítricos, mango, aguacate, papaya), musáceas (banano), algunas hortalizas e invernaderos. El sistema se implementa en Chinandega, Rivas, Managua, Valle de Sébaco.

La eficiencia de aplicación del agua es del 95%. El costo por ha para cacao es de US \$ 2.288 dólares.

a.2.- Riego por pivote central

Conformado por una tubería área soportada por torres. La tubería opera como la conductora principal que alimenta el sistema de aspersores localizados a lo largo de toda su extensión.

El uso de este sistema es reducido. Se implementa en cultivo de okra y maíz para la producción de chilotos. La eficiencia de aplicación del agua es del 75%. El sistema se implementa en Managua.

b.- Riego por gravedad o superficie

En Nicaragua se utilizan dos variantes del sistema de riego por gravedad; riego por surco y el riego por inundación.

³⁶ Este anexo ha sido tomado del documento "Estudio sobre la situación de riego y agricultura con sistemas de riego en Nicaragua". Informe Final de Consultoría para JICA. Consultor Francisco Berríos E., Marzo, 2008.

b.1.- Riego por surcos

Consiste en la utilización de pequeños canales ó surcos paralelos a la línea de plantación, durante el tiempo necesario para que el agua se infiltre verticalmente y lateralmente, hacia los costados del surco, humedeciendo la zona radicular del cultivo. La eficiencia es del 60%.

Este sistema se implementa en caña de azúcar, papa, tabaco, granos básicos, algodón, hortalizas y frutales. Se localiza en Estelí, Valle de Sebaco (Matagalpa) Jinotega, Estelí, Nueva Segovia (municipio de Jalapa), León, Chinandega, Managua y Rivas.

b.2. Riego por inundación

Consiste en cubrir el suelo con una capa ó lámina de agua de mayor o menor espesor, el suelo se humedece al tiempo que el agua lo va cubriendo. La inundación es permanente mientras dura el ciclo del cultivo. La eficiencia es de 40 a 50 %.

El riego por inundación se usa en el cultivo del arroz y se implementa en las localidades siguientes: Municipio de Malacatoya (Departamento de Granada) Valle de Sébaco (Departamento de Matagalpa), Departamentos Río San J.uan y Chontales, municipio de Malpaisillo (Departamento de León). En el caso del cultivo de caña de azúcar se utiliza en los Ingenios Benjamín Zeledón (Departamento de Rivas) y Montelimar (Departamento de Managua).

En el cultivo de la caña de azúcar, el costo por ha del riego por gravedad con bomba es de US \$ 572.00 dólares y el costo por ha del riego por gravedad sin bomba es de US \$ 129 dólares. Para el arroz, según ANAR, el costo es de US \$ 1. 716 por ha.

c.- Riego por goteo

Aplica agua directamente en forma de gotas a la zona radicular, siendo mínimas las pérdidas por evaporación. La eficiencia de aplicación es del 90 a 95 %.

Es aplicable en diversos cultivos como; hortalizas, caña de azúcar, maní, fresa, frutales (mango, aguacate, café, cacao, cítricos, piña), musáceas y espárrago. Se implementa en los Ingenios Montelimar (Managua), San Antonio (Chinandega) y Monte Rosa (Chinandega), en León, Chinandega, Región nor-central, Valle de Sébaco, Pantasma, Jalapa, Matagal (Sacacli, Muy Muy, Maniguas), Estelí (Las Playitas, Condega).

Mc Gregor estima que el costo de este sistema, sin considerar equipo de bombeo es de US \$ 2. 100 a US \$ 2.200 por ha. En el cultivo de la caña de azúcar, el costo por Ha del sistema de riego por goteo es de US \$ 1 .287 dólares. Para okra, el costo por ha es de US \$ 1 .800.

c.1.- Micro riego

Como una estrategia para propiciar la seguridad alimentaria y generar ingresos a las familias rurales, se ha trabajado sobre la instalación de micro riegos tanto en las parcelas como en los

huertos de patio. Consiste en el uso de tecnologías sencillas, de bajo costo, efectivas, que pueden ser utilizadas durante el año, logrando una producción sistemática.

Son numerosos los organismos públicos y privados³⁹ que impulsan alternativas de los sistemas de riego y las han puesto a disposición de los productores para lograr un manejo que les permita aprovechar de manera eficiente los recursos hídricos existentes, obtener agua de mejor calidad para el consumo e incrementar la producción agrícola. Lo anterior considerando las condiciones agro ecológicas de las zonas (en particular de la zona seca), las condiciones de producción de las fincas y los objetivos que se persiguen.

En ese sentido la zona de Las Segovias cuenta con amplia experiencia en la implementación de sistemas de riego adaptados a las zonas que la comprenden. Las tecnologías más utilizadas comprenden sistemas de micro riego por goteo, aspersión, gravedad a pequeña escala empleando bombas de pedal o manual, bombeo de agua con pequeños motores diesel o eléctricos. De igual manera se ha promovido la instalación de: obras para la captura, almacenamiento y riego del agua tanto de beneficio individual y comunitario, y en este último la organización de directivas comunitarias es fundamental para la gestión y sostenibilidad de los sistemas.

La eficiencia del sistema es de 90 a 95 %. Las modalidades de micro riego que implementan en el país son:

c.2. Micro Riego por goteo EMAS (Escuela Móvil de Agua y Saneamiento)

Es un riego artesanal. Las mangueras son perforadas manualmente y para regular la salida del agua se les introduce un goloso.

Se puede utilizar en una huerta familiar de hortalizas o el cultivo de pequeñas plantaciones de café. La bomba EMAS cuesta US \$ 40 dólares.

c.3. Microriego por Goteo en Cultivos de Hortalizas

Consta de una bomba aérea la cual extrae el agua del pozo y por una tubería deposita el agua a un barril de 750 litros, pasa a través de un filtro y una llave de pase hacia ramales que están compuestos por una manguera principal de 1,75 pulgadas, de donde se derivan mangueras con goteros. El costo actual de la tecnología es de US \$ 316 dólares.

Es recomendable para zonas secas y con alto potencial en la producción de hortalizas durante la época de verano. Es utilizada por pequeños y medianos productores de los departamentos de León y Chinandega, además en las zonas secas de los departamentos de Estelí, Nueva Segovia y Madriz.

c.4. Microriego por Goteo con Bambú

Se utiliza un pedazo de bambú dejando los entrenudos extremos para que quede un depósito cerrado. Construido el depósito, se hace un orificio en un extremo del carrizo para permitir la salida del agua en forma de gota fina.

Se recomienda para zonas con limitada disponibilidad de agua dado que no demanda grandes cantidades para su funcionamiento. El sistema está orientado a cultivos perennes como árboles frutales; mango, marañón y coco entre otros

Se implementa en zonas secas, principalmente en los departamentos de Estelí, Nueva Segovia y Madriz.

El valor por sistema (una vara de bambú), se estima en US \$ 3,23 incluyendo su elaboración y mantenimiento. El costo por hectárea está determinado por el número de plantas y distancias sujetas de riego.

c.5. Microriego por goteo con botellas plásticas

El sistema consiste en utilizar botellas y galones plásticos (gaseosas descartables) a las que se les hace una perforación pequeña (2 mm de diámetro) en la base. Las botellas se llenan con agua y se las tapa. Al taparlas, la presión atmosférica hace que el agua salga en forma de gotas por el orificio practicado.

Se implementa en zonas secas de los departamentos de Estelí, Nueva Segovia, Madriz, Managua y Carazo.

El costo para la implementación de la tecnología es bajo ya que no necesitan materiales caros y generalmente se usan los que ya tiene el productor en su casa, como cubos para el traslado de agua a la parcela.

c.6. Microriego por goteo con gotero de carrizo

Consiste en utilizar una manguera conductora de agua, que es perforada para insertar un carrizo proveniente de plantas tales como: Mora, sorgo y millón. A través del agujero fino del carrizo pasa el agua y lo distribuye por goteo.

El sistema se utiliza generalmente en plantas frutales como coco, nancite, aguacate, entre otros. Se implementa en zonas secas, principalmente en los departamentos de Estelí, Nueva Segovia y Madriz.

El costo por sistema, incluyendo la elaboración y el mantenimiento para 180 árboles frutales, es de US \$ 238 dólares.

c.7. Microriego por infiltración con ollas de barro

El sistema utiliza pequeñas ollas de barro con una capacidad de 3 a 4 litros de agua, que se ubican semienterradas a unos 15 - 20 cm de profundidad al pie de los árboles que se desean regar.

Se implementa en zonas secas, principalmente en los departamentos de Estelí, Nueva Segovia y Madriz.

Esta tecnología es recomendada principalmente para frutales y cultivos de enredadera como granadilla, maracuyá y chayote. Los costos para la implementación dependen de la cantidad de árboles a regar; para 100 árboles, el costo aproximado es de US \$ 40 dólares.

c.8. Microriego por gotero con cintas

A partir de una pequeña presa y por diferencia de alturas el agua es conducida a través de tubos plásticos de dos pulgadas de ancho a la huerto. Al tubo de plástico de PVC se le añade una llave T del lado del tubo que llega al huerto. De este tubo salen las mangueras (que son planas) que están ubicadas en cada golpe de siembra.

Se implementa en zonas secas, principalmente en los departamentos de Estelí, Segovia y Madriz.

El rollo de cinta de 100 metros tiene un costo de US \$ 165 dólares.

c.9. Riego por goteo con golosos (tornillos) tubos plásticos y un tanque de descarga de fondo

A partir de un tanque de descarga de fondo (TDF) que consiste en una pila que tiene un mecanismo similar al de los inodoros, Del tanque sale una manguera que en los surcos conectada con varias mangueras atravesadas por Jos golosos, ubicados a de acuerdo a las distancias de siembra. Tiene un costo de US \$ 316 dólares

Se implementa en zonas secas, principalmente en los departamentos de Estelí, Segovia y Madriz.

c.10. Microriego por goteo con goteros

El riego por goteo usando bomba de mecate, pueden utilizar barriles o pilas donde sale el agua. Los cultivos se establecen en camas, eras, canteros o bancos. Se implementa en los cultivos de sandía, melón, pipian, ayote, tomate y chiltoma.

Se implementa en zonas secas, principalmente en los departamentos de Estelí, Segovia y Madriz.

En general, muchas de estas tecnologías que emergen a resultado de la urgencia de incluir pequeños y medianos productores en las cadenas de producción de alimentos y cultivos exportables, posibilitando el que esos ejerzan control sobre el uso eficiente del agua.

c. Equipos de bombeo

Los equipos de bombeo de agua utilizados en los sistemas de riego funcionan con: energía eléctrica, diesel, gasolina, manualmente o con tracción animal. En el caso de los micros riegos de baja presión los equipos adecuados más utilizados son: Bombas EMAS, Bombas de mecate, Bombas de Mecate con Motor, Bombas de Mecate de Tracción Animal (BOMETRAN) y

Bomba de Mecate tradicional. Estos equipos se implementan Se implementa en zonas secas, principalmente en los departamentos de Estelí, Nueva Segovia y Madriz, Carazo, Managua, León y Chinandega.

Glosario de Términos

Aguas subterráneas o del subsuelo: Agua que se filtra y satura el suelo o las rocas, se almacena y a su vez abastece a cuerpos de agua superficiales, así como a los manantiales y acuíferos. Estas aguas se clasifican en aguas subterráneas profundas y aguas subterráneas someras.

Aguas superficiales: Son aquellas que fluyen sobre la superficie de la tierra, de forma permanente o intermitente y que conforman los ríos, lagos y humedales.

Caudal mínimo ecológico, se refiere a un río o a cualquier otro cauce de agua corriente, y es una expresión que puede definirse como el agua necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce del mismo, como: (i) los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna; (ii) las funciones ambientales como dilución de polutantes o contaminantes; (iii), amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos; (iv) preservación del paisaje. Todo proyecto que conlleve la derivación de agua de cauces hídricos naturales (agua potable, riego, hidroeléctricas, etc.), deben considerar la conservación del caudal ecológico aguas abajo de las obras, para evitar la alteración de los corredores ecológicos constituidos por estos cauces hídricos.

Cultivos permanentes y semi-permantes: cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año (semi-permanente) o mayor a dos años (permanente), produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos industriales de caña, los cultivos de herbáceas como plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales.

Distritos de riego: Es el área territorial conformada por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica una zona determinada de riego, con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo correspondiente, así como sus vasos de almacenamiento, su zona estatal de protección y demás bienes, instalaciones y obras conexas necesarias para su operación y funcionamiento. En torno a este territorio los productores agrícolas se organizan para el mejor aprovechamiento del agua, la tierra y la infraestructura.

Escorrentía: Se llama escorrentía o escurrimiento a la corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales. En hidrología la escorrentía hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo.

Nivel piezométrico: es la altura que alcanzaría el agua al realizar un sondeo en un punto de un acuífero confinado entre dos capas de terreno horizontales impermeables al construirse un pozo, de sección circular y radio determinado.