

Estudio Económico

Proyecto: “Riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible-escalamiento en el valle de Jequetepeque, La Libertad”

Jose Carlos Silva-Macher
Marzo 2016

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO ECONÓMICO	2
3. ALCANCE DEL ESTUDIO ECONÓMICO	3
4. ENFOQUE TEÓRICO	3
5. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ARROZ EN EL VALLE DE JEQUETEPEQUE.....	4
5.1. CUENCA BAJA DEL RÍO JEQUETEPEQUE (NIVEL N+1)	4
5.2. CAMPOS DE CULTIVO DE ARROZ (NIVEL N)	7
FLUJOS DE PROCESO	8
COSTOS DE PRODUCCIÓN	11
FINANCIAMIENTO	14
ANÁLISIS ECONÓMICO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL PEQUEÑO AGRICULTOR.....	16
5.3. LÁMINAS DE AGUA Y USO DE AGROQUÍMICOS EN RELACIÓN CON EL METABOLISMO DE LOS VECTORES DE MALARIA (NIVEL N-1)	19
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. Introducción

La malaria o paludismo es una grave enfermedad producida por parásitos del género *Plasmodium* y transmitida a través de insectos vectores, como es el caso del zancudo *Anopheles albimanus* que crece en los campos de cultivo de arroz con sistemas de riego que facilitan las láminas de agua que sirven de medio para el depósito de huevos y crecimiento de las larvas de zancudos. El número de casos de malaria¹ en Perú fue muy variable entre los años 2000 y 2014, con un valor máximo de unos 88 mil casos en el 2005 y un valor mínimo de unos 23 mil casos en el 2011 y con un incremento significativo en los siguientes años hasta unos 65 mil casos en el 2014, donde el departamento de Loreto representó el 94% de los casos. En la Costa Norte (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad) los casos de malaria disminuyeron radicalmente desde unos 21 mil casos en el 2000, principalmente en Piura, hasta sólo 63 casos en el 2014 (Dirección General de Epidemiología del Ministerio de Salud, 2015). Sin embargo, estos logros parciales en la Costa Norte requieren de medidas de prevención adicionales, tomando en consideración que los vectores de malaria todavía están presentes en la zona.

Una de las medidas preventivas promovidas por el Ministerio de Salud es el “Proyecto de escalamiento del riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible en el valle de Jequetepeque (provincias de Chepén y Pacasmayo, departamento de La Libertad)”. Esta medida preventiva tiene en consideración los excelentes resultados de un proyecto similar de menor escala en el distrito de Pítipo en el departamento de Lambayeque, donde se logró una reducción del rango de 86 a 93% en la población de zancudos. Adicionalmente, el proyecto busca alternativas al uso excesivo de agroquímicos (fertilizantes químicos, insecticidas, fungicidas y herbicidas) que caracteriza al sistema de producción agrícola en el valle de Jequetepeque, lo cual representa un contexto ambiental nocivo que tiene implicancias tanto en la resistencia de los zancudos a los insecticidas de uso doméstico, como en la contaminación con sustancias peligrosas de la población local y agricultores, del suelo, agua y aire y de la producción agrícola misma que se comercializa a nivel nacional e internacional.

Dado que la implementación de una nueva tecnología no está aislada del contexto institucional y ambiental donde opera, el proyecto tiene un componente de investigación basado en una Aproximación Ecosistémica (AE) y enfoque de Ecosalud que busca elaborar un diagnóstico acerca del agroecosistema del valle de Jequetepeque y plantear recomendaciones tanto para la prevención y control de vectores de malaria, como para la mejora de la calidad ambiental, la productividad agrícola y sobretodo la organización social de los productores. Una parte de este componente de investigación corresponde al presente estudio económico.

¹ Incluye casos de malaria tanto de *Plasmodium vivax* como de *Plasmodium falciparum*, siendo esta última especie la más virulenta y la que produce mayor mortalidad.

2. Objetivos del estudio económico

Los objetivos del estudio económico son los siguientes:

- Describir el sistema de producción de arroz en el valle de Jequetepeque (provincias de Chepén y Pacasmayo): cosecha, rendimientos, precios, distribución de la tierra, tecnología y riesgos de salud, uso de agua y agroquímicos, costos de producción, financiamiento, ingresos por ventas y utilidades de los productores agropecuarios.
- Plantear recomendaciones de medidas económico-institucionales que podrían contribuir al escalamiento de la tecnología de riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz y una agricultura más sana y sostenible en el valle de Jequetepeque.

Esta descripción y recomendaciones económicas forman parte del estudio de Aproximación Ecosistémica (AE) y como tales, buscan contribuir con las respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las principales características económicas, sociales y ambientales del actual sistema de producción de arroz en el valle del río Jequetepeque?
- ¿Qué instituciones (políticas, costumbres, relaciones) promueven el actual sistema de producción de arroz?
- ¿Cuáles son los escenarios de desarrollo futuro previsible, bajo el actual sistema de producción y bajo un sistema alternativo, donde se controle efectiva y sosteniblemente el vector de la malaria?
- ¿Qué actores sociales intervienen y deberían intervenir en el sistema de producción de arroz orientado bajo nuevos principios?
- ¿Cuál es el impacto potencial positivo y los riesgos asociados a la adopción de una tecnología de cultivo de arroz que incluya las secas intermitentes a escala efectiva?
- Más ampliamente: ¿Qué capacidades y oportunidades existen para propiciar el cambio? ¿Qué obstáculos propios del actual sistema y qué amenazas externas se oponen al cambio?

Desde la perspectiva del gobierno:

- ¿Cuáles son la dinámica y las condiciones de financiamiento de los productores, según estratos? ¿Cuáles son las fuentes financieras principales? ¿Cómo son la conducta y los criterios de los actores financieros?

Desde la perspectiva del manejo:

- ¿Cuáles son los impactos económicos positivos (oportunidades) y negativos (costos externos) generados por el agroecosistema?

Desde la perspectiva del manejo aprendizaje adaptativo:

- ¿Qué propuestas económicas alternativas puede producir el Proyecto de escalamiento de secas intermitentes en el valle de Jequetepeque, más allá de la reducción de costos del agricultor?

3. Alcance del estudio económico

El alcance del estudio económico se focaliza en el proceso de producción de arroz en el valle de Jequetepeque considerando tanto la tecnología actual (trasplante de almácigos y riego por inundación) como la tecnología propuesta por el proyecto para el control vectorial de malaria (siembra directa y riego con secas intermitentes). En este sentido y de acuerdo con la AE se tienen tres niveles jerárquicos de estudio: el agroecosistema de la cuenca baja del río Jequetepeque, los cultivos de arroz, y los elementos de este proceso económico que tienen relación con el metabolismo del *Anopheles albimanus*. En cada nivel se considera la actividad humana de los diversos actores sociales, los diferentes usos de la tierra (o espacio), el capital físico (máquinas e infraestructura), así como también los flujos de agua, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, cosecha de arroz y residuos, incluyendo el valor económico.

4. Enfoque teórico

El presente estudio económico se basa en el concepto de *metabolismo social*, que se entiende como “la idea básica de que la economía está integrada físicamente en el medio ambiente, es decir, la economía es un sistema abierto con respecto a la materia y la energía” (Schandl et al. 2002: 5). En este sentido, se utiliza la teoría general de producción económica del *modelo de flujos y fondos* de Georgescu-Roegen (1971), donde un proceso económico es representado a partir de la definición de una escala espacial (frontera) y una escala temporal (duración) que definen los límites del proceso de producción y dependen del propósito que se tiene en mente. La frontera separa imaginariamente los elementos que son parte del proceso del ambiente exterior y la duración determina los momentos de inicio y fin del proceso. Los elementos del proceso económico se dividen en dos categorías, los *flujos* y los *fondos*, los cuales se definen de la siguiente manera: “Los flujos son elementos que entran pero no salen del proceso, o por el contrario, elementos que salen sin haber entrado en el proceso. Los fondos (i.e., el capital, las personas y la tierra Ricardiana) son elementos que entran y salen del proceso sin cambios, transformando flujos de entrada en flujos de salida” (Mayumi, 1999: 181). Por ejemplo, desde el punto de vista de un agricultor, el proceso de producción de arroz podría tener como frontera la tierra de cultivo y como duración una campaña agrícola. Los *flujos de entrada* serían las semillas, el agua, los fertilizantes, los pesticidas y la energía solar, que serían transformados por los *fondos* de tierra de cultivo, maquinaria y agricultores, en *flujos de salida* de cosecha de arroz y residuos.

5. Sistema de producción de arroz en el valle de Jequetepeque

La descripción del actual sistema de producción de arroz se realiza tomando en consideración los tres niveles jerárquicos del estudio de Aproximación Ecosistémica (AE): (1) el agroecosistema de la cuenca baja del río Jequetepeque (nivel n+1), el cual equivale a las provincias de Chepén y Pacasmayo en el departamento de La Libertad; (2) los campos de cultivo de arroz (nivel n); y (3) el uso de agua y agroquímicos en la producción de arroz, lo cual tiene relación directa con el metabolismo de los zancudos *Anopheles albimanus* (nivel n-1).

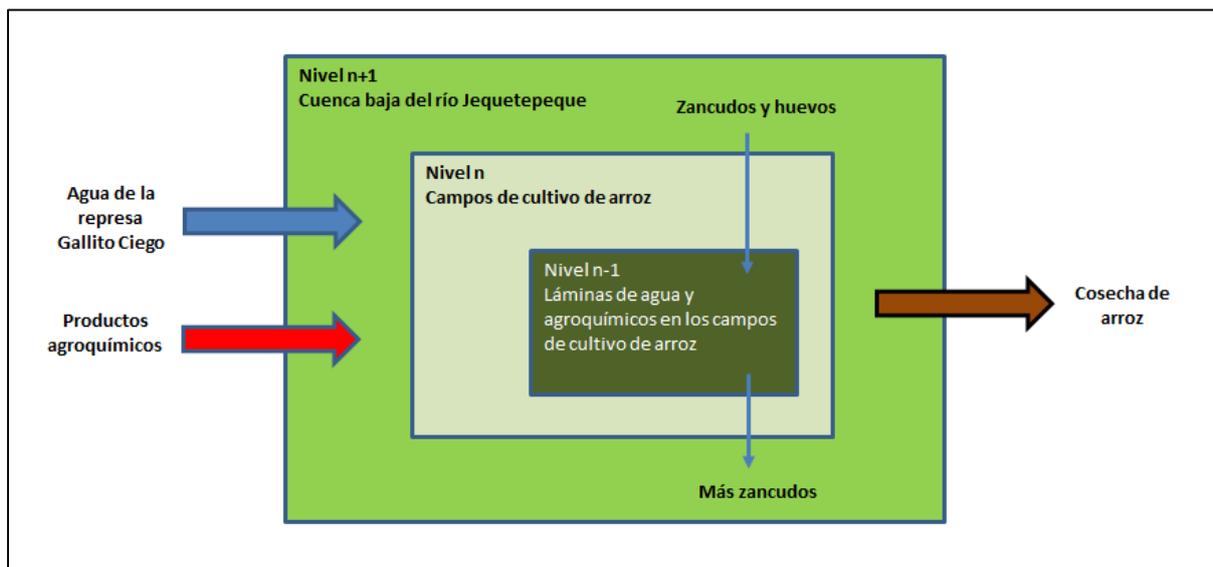


Fig.1 Estructura del sistema de producción de arroz en el valle de Jequetepeque (Elaboración propia).

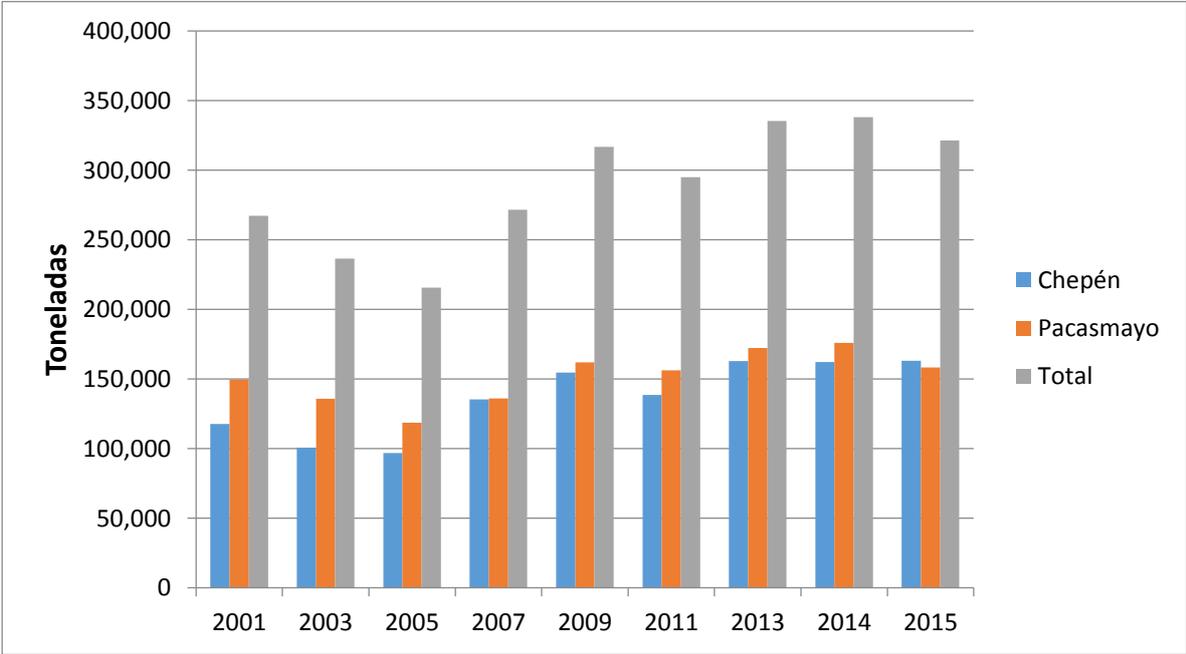
5.1. Cuenca baja del río Jequetepeque (nivel n+1)

Las **tierras de cultivo** destinadas a la producción de arroz en el departamento de La Libertad están concentradas en la cuenca baja del río Jequetepeque, la cual comprende principalmente a las provincias de Chepén y Pacasmayo. De acuerdo con la Gerencia Regional de Agricultura del Gobierno Regional de La Libertad (2016), durante la campaña agrícola 2014-2015 se cosecharon un total de 32,641 hectáreas (ha) de arroz en el departamento de La Libertad, de las cuales el 93% se ubicaron en las provincias de Chepén (15,460 ha) y Pacasmayo (14,985 ha). Para tener un valor referencial, de acuerdo con el Anuario de Producción Agrícola 2014 del Ministerio de Agricultura, la superficie cosechada de arroz en la campaña agrícola 2013-2014 a nivel nacional fue de 381,368 hectáreas, siendo los principales productores: San Martín (89,997 ha); Amazonas (47,617 ha); Lambayeque (42,617 ha); Piura (41,284 ha); y La Libertad (33,570 ha). Por lo tanto, las tierras de cultivo destinadas a la producción de arroz en La Libertad representan alrededor del 9% de la superficie de arroz a nivel nacional.

La disponibilidad de **agua de riego** para estas tierras depende de las lluvias en la cuenca alta del río y de los Planes de Descarga de la represa de Gallito Ciego, los cuales son aprobados por la Autoridad Nacional del Agua (2016). Asimismo, la distribución de agua de riego para cada productor agropecuario en la cuenca baja del río depende de la Junta de Usuarios de Agua del Valle de Jequetepeque (JUAVJ). Para tener una referencia de la cantidad de agua disponible para las actividades agrícolas, de acuerdo con el Plan de Descargas del embalse Gallito Ciego aprobado para el período anual Agosto 2015 – Julio 2016 se tiene un volumen útil de 366.60 hectómetros cúbicos (Hm3) y un volumen de descargas total de 649.10 Hm3 (un Hm3 equivale a mil millones de litros) para ese período anual.

De acuerdo con el Gobierno Regional de La Libertad (2016), la **producción de arroz** en las provincias de Chepén y Pacasmayo (valle de Jequetepeque) fue de 321,386 toneladas en el año 2015 (Gráfico 1) y con un rendimiento de 10,556 kg/ha, superando el promedio nacional de 7,600 kg/ha. Cabe destacar que una parte de los productores agropecuarios de arroz en el valle de Jequetepeque también siembran **maíz amarillo duro** como segunda campaña, dado que el período vegetativo del arroz es de 130 a 150 días dependiendo de la variedad. En la campaña agrícola 2014-2015 se tuvo un total de 8,858 hectáreas cosechadas de maíz amarillo duro en las provincias de Chepén (6,498 ha) y Pacasmayo (2,360 ha), con una producción total de 75,875.50 toneladas y un rendimiento promedio de 8,566 kg/ha de maíz amarillo duro.

Gráfico 1: Producción de arroz cáscara en el valle de Jequetepeque



Fuente: Gobierno Regional de La Libertad (2016)

El **precio del arroz cáscara** en la cuenca baja del río Jequetepeque (Chepén y Pacasmayo) fue en promedio de 1.16 soles/kg en el año 2015. Por lo tanto, los **ingresos brutos anuales por ventas de arroz cáscara** (antes del pilado) en el año 2015 fueron de 372.81 millones de soles (1.16 soles/kg x 321,386

toneladas x 1,000 kg/tonelada). Asimismo, los **ingresos brutos anuales por ventas de maíz amarillo duro** en el valle Jequetepeque en el año 2015 fueron de 64.27 millones de soles, los cuales equivalen a las ventas de maíz amarillo duro en Chepén (48.32 millones de soles = 0.86 soles/kg x 56,180.5 t x 1,000 kg/t) y Pacasmayo (15.95 millones de soles = 0.81 soles/kg x 19,695.0 t x 1,000 kg/t). Por lo tanto, asumiendo que el total de hectáreas cosechadas de maíz amarillo duro corresponden a segundas campañas en tierras de cultivo de arroz del valle de Jequetepeque (provincias de Chepén y Pacasmayo), tendríamos que estas tierras generan un ingreso bruto anual de 437.08 millones de soles (**unos 125 millones de dólares anuales**).

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO, 2012), el departamento de La Libertad tiene un total de 126,100 unidades agropecuarias (agricultura y ganadería) que corresponden a un área total de 1.06 millones de hectáreas de superficie, clasificadas en pequeños y medianos agricultores, grandes empresas agroindustriales y comunidades campesinas. De este total, se tienen 87,851 unidades agropecuarias dedicadas principalmente a la agricultura que ocuparon un área de 215,096 hectáreas de tierras de cultivo agrícola (ver Tabla 1). De esta cantidad, se tienen 7,996 unidades agropecuarias dedicadas al cultivo de arroz que ocuparon un área de 26,557 hectáreas de tierras de cultivo agrícola en el año 2012 (ver Tabla 2); como se describió anteriormente, estas tierras de cultivo corresponden principalmente a la producción de arroz en el valle de Jequetepeque (provincias de Chepén y Pacasmayo).

Tabla 1: Distribución de las tierras de cultivo agrícola en La Libertad, año 2012

Tamaño	# Unidades agropecuarias	Superficie (hectáreas)	%
De 0.5 a 4.9 ha	69,496	58,967	27.4%
De 5 a 19.9 ha	16,155	51,547	24.0%
De 20 a 299.9 ha	2,088	21,168	9.8%
De 300 a 999.9 ha	61	9,120	4.2%
De 1000 a más ha	51	74,294	34.5%
Total	87,851	215,096	100.0%

Fuente: CENAGRO (2012)

Tabla 2: Distribución de las tierras de cultivo de arroz en La Libertad, año 2012

Tamaño	# Unidades agropecuarias	Superficie (hectáreas)	%
De 0.5 a 4.9 ha	5,721	10,112	38.1%
De 5 a 19.9 ha	2,118	12,702	47.8%
De 20 a 49.9 ha	117	2,265	8.5%
De 50 a 99.9 ha	35	1,350	5.1%
De 100 a más ha	5	128	0.5%
Total	7,996	26,557	100.0%

Fuente: CENAGRO (2012)

A partir de la Tabla 2 se puede observar que el 85.9% de la superficie total de cultivos de arroz en La Libertad (valle de Jequetepeque) corresponde a pequeños agricultores con una propiedad de tierras entre 0.5 y 19.9 hectáreas; mientras que los medianos agricultores (de 20 a 99.9 ha) solo trabajan el 13.6% de la superficie total sembrada de arroz. Las grandes empresas agroindustriales (de 1,000 a más hectáreas) (ver Tabla 1) al parecer no están interesadas en la producción de arroz, quizás por sus menores márgenes de ganancia y porque el mercado nacional ya está cubierto, y por lo tanto, prefieren cultivos industriales y de exportación, tales como la caña de azúcar (y etanol como agro-combustible para automóviles) y los espárragos (frescos y congelados), lo cual requiere además de los campos de cultivo, la infraestructura de procesamiento y envasado de alimentos.

Además, en el valle de Jequetepeque no se tienen en la actualidad asociaciones de pequeños agricultores que trabajen en forma efectiva para lograr **economías de escala** en la adquisición de insumos agrícolas, los servicios de maquinaria, la asistencia técnica, el financiamiento y la comercialización de sus productos, por lo tanto, se trata de agricultores individuales con costos de producción elevados, y por consiguiente, márgenes de ganancia menores (ver siguiente sección). En este sentido, existen oportunidades para el diseño de incentivos económicos para estos pequeños agricultores que podrían facilitar la adopción de la tecnología de riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz para la prevención de vectores de malaria y prácticas agrícolas más sanas y sostenibles, para lo cual sería muy importante la creación y/o mejora del trabajo de las asociaciones de pequeños agricultores.

5.2. Campos de cultivo de arroz (nivel n)

El proceso de producción de arroz en el valle de Jequetepeque se realiza principalmente a través de la **siembra tradicional por trasplante con tecnología de riego por inundación**, la cual favorece el crecimiento de los vectores de malaria por tratarse de un tecnología de riego que permite la existencia de láminas de agua por períodos de tiempo suficiente para la reproducción de los insectos. Asimismo, esta práctica de producción se caracteriza por un uso excesivo de agroquímicos (fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas) que tiene relación con el desarrollo de resistencias a los insecticidas usados comúnmente en el control vectorial a nivel de hogares, además de generar impactos ambientales. La alternativa propuesta por el presente proyecto es la adopción de un nuevo sistema de producción de arroz para el valle de Jequetepeque basado en la **siembra directa con tecnología de riego con secas intermitentes**, la cual se caracteriza por reducir el tiempo de permanencia de las láminas de agua en las diferentes fases del crecimiento del cultivo de arroz. Además, el proyecto busca el desarrollo de prácticas agrícolas más sanas y sostenibles, lo cual tiene relación con una disminución y uso más eficiente de los agroquímicos, y pensando en el largo plazo, incentivar el desarrollo de la agricultura orgánica en el valle de Jequetepeque.

Flujos de proceso

De acuerdo con la información proporcionada por los especialistas de campo del Proyecto de escalamiento de la tecnología de riego con secas intermitentes en el valle de Jequetepeque (PESIJ), se describen a continuación los flujos de proceso de cada sistema de producción de arroz.

Siembra tradicional por trasplante con tecnología de riego por inundación (por hectárea):

Etapas 1 – Preparación del terreno: Nivelación en seco, arado y cruzado; fanguero, batido y nivelación; y aclarado de agua y voleo. Se tiene como flujos de entrada: fertilizantes (2 bolsas de fosfato diamónico y 2 bolsas de sulfato de potasio) y como fondos: horas de actividad humana de los agricultores y servicios de maquinaria.

Etapas 2 – Preparación de almácigo: Se requiere de un área de 500 m² de almácigo por cada hectárea. Se tiene como flujos de entrada: semillas certificadas de arroz (120 kg); agua de riego y fertilizantes (30 kg de urea y 15kg de sulfato de amonio). Como fondos se tiene las horas de actividad humana de agricultores. La duración de esta etapa es de 30 días.

Etapas 3 – Trasplante de almácigos: Se trasplantan los almácigos en el terreno. Se tiene como flujos de entrada: herbicidas (3 litros) y como fondos: horas de actividad humana de agricultores. La duración de esta etapa es de 2 días.

Etapas 4 – Riego de remojo y suelo seco: Durante 2 días se tiene como flujo de entrada: 2,160 m³ de agua de riego y como fondo horas de actividad humana de agricultores. Luego durante 4 días no se riega y se deja el suelo seco.

Etapas 5 – Riego y suelo húmedo: Se tiene una secuencia de 6 días de riego y 1 día de suelo húmedo que se repite 6 veces, esta etapa incluye el macollamiento. Se tiene como flujos de entrada: 8,640 m³ de agua de riego; fertilizantes (7 bolsas de urea; 11 bolsas de sulfato de amonio); y pesticidas. Como fondos se tienen las horas de actividad humana de los agricultores. La duración de esta etapa es de 42 días.

Etapas 6 – Lámina de agua permanente: Se tienen 15 riegos de 720 m³ de agua cada 4 días. Esta etapa corresponde a la fase reproductiva que consiste en el inicio de la floración y llenado del grano de arroz. Se tiene como flujos de entrada: 10,800 m³ de agua de riego; fertilizantes (8 bolsas de sulfato de amonio); y pesticidas. Como fondos se tienen las horas de actividad humana de los agricultores. La duración de esta etapa es de 62 días.

Etapas 7 – Suelo seco: No se riega el campo de cultivo y se deja el suelo seco. La duración de esta etapa es de 15 días. Como fondos se tienen las horas de actividad humana de los agricultores.

Etapa 8 – Cosecha: Se tiene como flujos de entrada los sacos de arroz vacíos que corresponde a los materiales de embalaje de la producción. Como flujos de salida se tiene la producción de arroz (unos 10,500 kilogramos por hectárea). Como fondos se tienen las horas de actividad humana y los servicios de maquinaria.

En resumen para una campaña agrícola de arroz (157 días más los tiempos de preparación de terreno y cosecha) se tienen los siguientes valores de flujos de entrada por hectárea:

- 120 kg de semillas certificadas de arroz.
- Unos **21,600 m3 de agua de riego.**
- Fertilizantes (1,550 kg): 2 bolsas de fosfato diamónico, 2 bolsas de sulfato de potasio, 8 bolsas de urea y 19 bolsas de sulfato de amonio (cada bolsa tiene un peso de 50kg).
- Herbicidas en cantidad suficiente (3 litros).
- Pesticidas en cantidad suficiente.

Siembra directa con tecnología de riego con secas intermitentes (por hectárea):

Etapa 1 – Preparación del terreno: incluye nivelación, riego de emergencia de malezas y cosecha anterior, gradeo superficial, eliminación de maleza e incorporación de fertilizantes. Por lo tanto, se tiene como flujos de entrada: fertilizantes (2 bolsas de sulfato de potasio; 5 kg sulfato de zinc; 2 toneladas de materia orgánica) y 1,440 m3 de agua de riego. Como fondos se tienen las horas de actividad humana y los servicios de maquinaria.

Etapa 2 – Siembra directa: Se tiene como flujos de entrada 120 kg de semillas certificadas de arroz y como fondos las horas de actividad humana de los agricultores.

Etapa 3 – Riego de germinación y secas (#1): El riego tiene una duración de 1 día, con un flujo de entrada de 720 m3 de agua de riego. Luego se tiene un período de secas de 5 días, con un flujo de entrada de 3 litros de herbicida pre-emergentes (Ronstan). Como fondos se tienen las horas de actividad humana de los agricultores.

Etapa 4 – Riego para uniformizar la emergencia y secas (#2): El riego tiene una duración de 1 día, con un flujo de entrada de 360 m3 de agua de riego. Luego se tiene un período de secas de 6 días, donde se adicionan como flujo de entrada: 2 bolsas de sulfato de amonio como fertilizante. Como fondos se tienen las horas de actividad humana de los agricultores.

Etapa 5 – Riego con lámina de agua y secas (#3): El riego tiene una duración de 2 días, con un flujo de entrada de 540 m3 de agua de riego y 60kg herbicida pre-emergentes (Saturn). Luego se tiene un período de secas de 5 días, donde se adicionan como flujo de entrada: fertilizantes (1 bolsa de urea; 3 bolsas de sulfato de amonio). Como fondos se tienen las horas de actividad humana.

Etapa 6 – Riego y secas (#4, 5, 6, 7 y 8): Se repite 5 veces la secuencia de riego con secas intermitentes de la siguiente forma: (1) un riego de 2 días con flujo de entrada de 720 m³, seguido de 5 días de secas; (2) un riego de 2 días con flujo de entrada de 720 m³, seguido de 5 días de secas, donde se adicionan como flujo de entrada fertilizantes (3 bolsas de urea y 3 bolsas de sulfato de amonio) y opcionalmente herbicida pre-emergente; (3) un riego de 6 días con flujo de entrada de 1080 m³ (el campo se mantiene inundado para prevenir la desnitrificación), seguido de 8 días de secas, donde se adicionan como flujo de entrada fertilizantes (3 bolsas de urea, 3 bolsas de sulfato de amonio, y 1 bolsa de Magsil); (4) un riego de 6 días con flujo de entrada de 1080 m³, seguido de 8 días de secas; y (5) un riego de 6 días con flujo de entrada de 1080 m³, seguido de 8 días de secas, donde se adicionan como flujo de entrada fertilizantes (6 bolsas de sulfato de amonio, 1 bolsa de Magsil, y 2 bolsas de Sulpomag). Como fondos se tiene la actividad humana de los agricultores.

Etapa 7 – Lámina de agua permanente: Se tienen 7 riegos de 720 m³ de agua cada 7 días. Esta etapa corresponde a la fase reproductiva que consiste en el inicio de la floración y llenado del grano de arroz. Se tiene como flujos de entrada unos 5040 m³ de agua de riego y pesticidas. Como fondos se tienen las horas de actividad humana de los agricultores. La duración de esta etapa es de 54 días.

Etapa 8 – Suelo seco: No se riega el campo de cultivo y se deja el suelo seco. La duración de esta etapa es de 20 días. Como fondos se tienen las horas de actividad humana de los agricultores.

Etapa 9 – Cosecha: Se tiene como flujos de entrada los sacos de arroz vacíos que corresponde a los materiales de embalaje de la producción. Como flujos de salida se tiene la producción de arroz (unos 10,500 kilogramos por hectárea). Como fondos se tienen las horas de actividad humana y los servicios de maquinaria.

En resumen para una campaña agrícola de arroz (150 días más los tiempos de preparación de terreno y cosecha) se tienen los siguientes valores de flujos de entrada por hectárea:

- 120 kg de semillas certificadas de arroz.
- Unos **12,780 m³ de agua de riego** (40% menos que la tecnología tradicional).
- Fertilizantes (3,460 kg): 2 bolsas de sulfato de potasio; 5 kg de sulfato de zinc; 7 bolsas de urea; 17 bolsas de sulfato de amonio; 2 bolsas de Magsil; y 2 bolsas de Sulpomag (cada bolsa pesa 50kg excepto las de Magsil que pesan 30kg). Adicionalmente, se requiere de 2 toneladas de materia orgánica durante la preparación del terreno.
- Herbicidas: 3 litros de Ronstan y 60 kg de Saturn.
- Pesticidas en cantidad suficiente.

Es importante destacar que el proyecto de secas intermitentes en Pítipo (departamento de Lambayeque) logró un menor uso de agua en cultivos de arroz

con niveles alrededor de 8,000 m³/hectárea. Esto se explica porque la lámina de agua utilizada en Jequetepeque tiene una altura de 15 a 20 cm, mientras que en las otras regiones es alrededor de 5 cm. Me pregunto si esto tiene relación con las diferencias en rendimientos de producción entre La Libertad y el resto del país. Por lo tanto, se recomienda revisar los parámetros tecnológicos utilizados por el Proyecto y evaluar reducciones mayores en el uso de agua, sin descuidar los altos rendimientos de producción de arroz del Valle de Jequetepeque.

Costos de producción

En base a la información disponible sobre costos de producción de arroz en el Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) del Ministerio de Agricultura y Riego, la Agencia Agraria de la Provincia de Chepén, y los datos proporcionados por los especialistas de campo del Proyecto, se estimaron los costos de producción de arroz, pensando en pequeños agricultores (sin economías de escala), para las dos alternativas tecnológicas analizadas en el presente estudio económico:

- Siembra tradicional por trasplante con tecnología de riego por inundación (Tabla 3).
- Siembra directa con tecnología de riego con secas intermitentes (Tabla 4).

Estas tablas también se presentan en formato MS Excel para que los usuarios de esta información puedan realizar diferentes cálculos y estimaciones de costos para el manejo agronómico en los campos de cultivo de arroz. Estas variaciones se pueden hacer cambiando los precios unitarios y cantidades, y eventualmente adicionando y/o cambiando componentes del costo (p.ej. cambio de fertilizantes químicos por fertilizantes orgánicos tipo compost).

Tabla 3: Costo de producción de arroz para la siembra tradicional por trasplante con tecnología de riego por inundación (estimado)

Costos	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Costo unitario (soles)	Costo total (soles)
Costos directos				
Mano de obra				1,770
Preparación de terreno	Jornal	10	20	200
Manejo de almácigo	Jornal	16	20	320
Trasplante	Jornal	15	35	525
Labores culturales	Jornal	25	25	625
Cosecha	Jornal	4	25	100
Maquinaria				1,140
Arado, roturado, rastra, cruza	Hora/maq.	3	120	300
Batido y nivelación	Hora/maq.	2	50	100
Cosechadora combinada	Hora/maq.	4	125	500
Nivelación (rufa)	Hora/maq.	2	120	240
Insumos				2,817
Semillas variedad IR-43 (1)	Kg	120	2.95	354
Fertilizantes (2)				
Urea	Bolsa (50kg)	8	63	504
Fosfato diamónico	Bolsa (50kg)	2	98	196
Sulfato de potasio	Bolsa (50kg)	2	78	155
Sulfato de amonio	Bolsa (50kg)	19	42	798
Pesticidas (1)	Global	1		360
Sacos	Unidad	150	1	150
Agua de riego (2)	m3	21,600	Tarifa plana	300
<i>Sub-total de costos directos</i>				5,727
Costos indirectos				
Alquiler de terreno	Hectárea	1	3,000	3,000
Intereses del crédito agrario (3)	Préstamo	5,000	20%	1,000
Asistencia técnica	Costo directo	5,727	5%	286
<i>Sub-total de costos indirectos</i>				4,286
TOTAL				10,013

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SIEA (2016); (1) Flujo de proceso del Proyecto; (2) Agencia Agraria de Chepén; (3) Equivalente a una Tasa Efectiva Anual (TEA) de 48% y 5 meses de plazo, correspondiente a un pequeño agricultor con una propiedad de 3 hectáreas de tierras de cultivo.

Tabla 4: Costo de producción de arroz para la siembra directa con tecnología de riego con secas intermitentes (estimado)

Costos	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Costo unitario (soles)	Costo total (soles)
Costos directos				
Mano de obra				1,050
Preparación de terreno	Jornal	10	20	200
Labores culturales	Jornal	30	25	750
Cosecha	Jornal	4	25	100
Maquinaria				1,140
Arado, roturado, rastra, cruza	Hora/maq.	3	120	300
Batido y nivelación	Hora/maq.	2	50	100
Cosechadora combinada	Hora/maq.	4	125	500
Nivelación (rufa)	Hora/maq.	2	120	240
Insumos				2,914
Semillas variedad IR-43 (1)	Kg	120	2.95	354
Fertilizantes (1)				
Materia orgánica (estiércol de animales)	Tonelada	2	40	80
Urea	Bolsa (50kg)	7	63	441
Magsil (magnesio, silicio y azufre)	Bolsa (30kg)	2	70	140
Sulpomag (potasio y magnesio)	Bolsa (50kg)	2	110	220
Sulfato de potasio	Bolsa (50kg)	2	78	155
Sulfato de amonio	Bolsa (50kg)	17	42	714
Pesticidas (2)	Global	1		360
Sacos	Unidad	150	1	150
Agua de riego (1)	m3	12,780	Tarifa plana	300
<i>Sub-total de costos directos</i>				5,104
Costos indirectos				
Alquiler de terreno	Hectárea	1	3,000	3,000
Intereses del crédito agrario (3)	Préstamo	5,000	20%	1,000
Asistencia técnica	Costo directo	5,104	10%	510
<i>Sub-total de costos indirectos</i>				4,510
TOTAL				9,614

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SIEA (2016); (1) Flujo de proceso del Proyecto; (2) Agencia Agraria de Chepén; (3) Equivalente a una Tasa Efectiva Anual (TEA) de 48% y 5 meses de plazo, correspondiente a un pequeño agricultor con una propiedad de 3 hectáreas de tierras de cultivo. Cabe destacar

que se considera un valor de 10% de los costos directos por *Asistencia Técnica* para la implementación de la Tecnología de Riego con Secas Intermitentes (TRSI).

Financiamiento

La principal fuente de financiamiento en el departamento de La Libertad fueron las cajas municipales de ahorro y crédito (34%), seguidas de las cajas rurales de ahorro y crédito (20%) y la banca múltiple (15%). Otras fuentes de financiamiento incluyeron: las entidades de desarrollo para la pequeña y mediana empresa – EDPYME (9%), Agrobanco (7%), las cooperativas de ahorro y crédito (7%), los comerciantes/vendedores de agroquímicos (2%), entre otros. En lo que respecta al destino de los créditos agrarios, el 91% del total de créditos otorgados a agricultores en La Libertad se utilizaron para la adquisición de insumos para la producción (fertilizantes, insecticidas, herbicidas, fungicidas, combustibles, entre otros), seguido de gastos de comercialización de productos, compra de herramientas, y finalmente la compra de equipos y maquinaria pesada (CENAGRO, 2012).

En lo que respecta a los cultivos de arroz en el valle de Jequetepeque, a partir de una entrevista en febrero del 2016 con un asesor de negocios para créditos agrarios de la Caja Sullana, un ingeniero agrícola encargado de los clientes en las Provincias de Chepén y Pacasmayo, se obtuvo la siguiente información:

Actualmente sólo están financiando cultivos de arroz y maíz porque son considerados de menor riesgo financiero, dado que tienen un mercado seguro y con precios relativamente más estables. Esto no es el caso de otros cultivos que se caracterizan por tener fluctuaciones de precios. Sin embargo, la Caja de Ahorros está evaluando la posibilidad de financiar cultivos de espárragos, con lo cual estarían compitiendo con la banca múltiple, quienes también financian a medianos y grandes productores agropecuarios dedicados a los cultivos de agro-exportación.

Sobre los criterios de evaluación de créditos se tiene en consideración:

- Área de cultivo: mayor propiedad de tierra equivale a mayor facilidad para créditos agrarios y también implica menores intereses.
- Historial de créditos: número de créditos pagados.
- Edad: consideran como límite mínimo los 25 años y como límites máximos – 65 años para clientes nuevos y 72 años para clientes recurrentes).
- Experiencia del agricultor en el cultivo de arroz. Al parecer todavía no tienen experiencia sobre créditos a agricultores que utilicen la tecnología de riego con secas intermitentes. Es importante evaluar la posibilidad de generar incentivos para la adopción de esta nueva tecnología a través del sistema financiero.
- Visitas de campo: los asesores de crédito realizan visitas del campo de cultivo para ver la calidad de la tierra y del proceso productivo, así como

también para realizar entrevistas con los vecinos. Estas visitas se pueden realizar en diferentes momentos de la campaña agrícola dado que los créditos se desembolsan en partes y el asesor, quien es un ingeniero agrónomo por lo general, verifica que se está cumpliendo con el cronograma de producción normal.

- Visita de vivienda: en los casos en que se requiera también verifican el lugar de vivienda de la persona que solicita el crédito, por ejemplo, cuando ésta es parte de la garantía del crédito y por cuestiones de comunicación legal.
- Avales de crédito cuando sea requerido.

Sobre las ofertas de crédito se tiene lo siguiente:

- Ofrecen 5,000 soles/ha de arroz.
- Ofrecen 4,000 soles/ha de maíz.
- Hasta 57,000 soles de préstamo, la caja de ahorros pide una Declaración Jurada de bienes con copia literal del terreno o vivienda.
- Para préstamos mayores a 57,000 soles depende del tamaño del terreno, el cual tiene que ser verificado con los respectivos títulos de propiedad.
- El plazo del crédito normalmente es de 7 meses, pero también hay créditos con plazos de 120 a 180 días dependiendo del momento de la campaña en que se encuentre el productor de arroz o maíz.
- Las tasas de interés varían dependiendo del monto de capital y la evaluación de la persona que solicita el crédito. Como referencia se tienen los siguientes valores:
 - De 1,000 a 5,000 soles la tasa efectiva anual (TEA) es de 58%
 - De 5,000 a 10,000 soles la TEA es de 51.11%
 - De 10,000 a 15,000 soles la TEA es de 48.72%
 - De 15,000 a 20,000 soles la TEA es de 41.70%
 - Para 60,000 soles y 3 campañas la TEA puede ser de 30%
 - Para 80,000 soles o más la TEA puede ser de 20%

Adicionalmente, el agente de negocios de la Caja Sullana explicó que los créditos agrarios consisten de un solo pago, correspondiente al monto de capital más los intereses. Sin embargo, el calendario de desembolsos es parte de un acuerdo entre la entidad financiera y productor agropecuario y tiene relación con el proceso de producción, se pueden considerar 2 o 3 desembolsos por campaña. Cada desembolso puede estar sujeto a la verificación in-situ del avance del proceso de producción de arroz.

Como dato referencial sobre la cantidad de créditos agrarios y el monto promedio de los mismos, se tiene que La Caja Sullana con sede en Chepén y encargada de los créditos en la cuenca baja del río de Jequetepeque tiene unos 350 clientes, de los cuales alrededor de 300 clientes (85%) reciben créditos en el rango de 5,000 a 15,000 soles (pequeños agricultores de 3 hectáreas). Sobre el ratio de morosidad, la Caja Sullana tiene un promedio de 4% para todo tipo de crédito, sin embargo, para los créditos agrarios el ratio de morosidad es de sólo 1.5%, lo cual significa que los agricultores son buenos pagadores.

Los costos de producción de arroz de referencia que manejan en la Caja Sullana están en el rango de 6,500 a 7,500 soles por hectárea (para los propietarios, dado que no incluyen los costos de arrendamiento de tierras de cultivo que varían entre 2,000 y 4,000 soles); y el volumen de producción de arroz de referencia está en el rango de 160 a 180 sacos de arroz de 70kg por hectárea, el cual equivale a rendimientos de producción de arroz entre 11,200 y 12,600 kg/ha, los cuales son superiores a los promedios de rendimiento en el departamento de La Libertad.

Como consecuencia del fenómeno del Niño, las cajas de ahorros decidieron otorgar créditos principalmente a los propietarios de terreno y no a los arrendatarios considerando los riesgos de pérdidas de producción debido a lluvias torrenciales, entre otros.

Finalmente, los requisitos para obtener un crédito agrario son los siguientes:

- Copia del DNI de los quienes solicitan el crédito. Copia literal de Registros Públicos de la propiedad del terreno o certificado de posesión u otro documento notarial.
- Recibo de luz para tener la dirección urbana.
- La intención de siembra que se documenta en la Junta de Usuarios del Valle de Jequetepeque y el Ministerio de Agricultura.
- Recibo de pago del derecho de agua otorgado por Junta de Usuarios del Valle de Jequetepeque y que se puede pagar en la Caja de Ahorros (300 soles/ha).
- Boleta de compras de fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas y semillas correspondientes a la campaña anterior.
- Otros documentos que sustenten que pueden cumplir con las obligaciones del crédito agrario.
- Para los avales: copia de DNI, recibo de luz y documentación del bien en garantía.

Análisis económico desde el punto de vista del pequeño agricultor

Considerando que la mayoría de productores agropecuarios de arroz en el valle de Jequetepeque son pequeños agricultores (ver Tabla 2), a continuación se presentan los cálculos de ingresos por ventas, costos de producción y utilidades para una unidad agropecuaria con tres (3) hectáreas de tierras de cultivo.)

Tabla 5: Ingresos por ventas de arroz y maíz amarillo duro, valle de Jequetepeque

Producto agrícola	Hectáreas	Rendimiento (kg/ha)	Producción (kg)	Precio en chacra (soles)	Ingresos por ventas (soles)
Arroz cáscara	3	10,500	31,500	1.16	36,540
Maíz amarillo duro	3	8,566	25,698	0.85	21,766

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Costos de producción de arroz en el valle de Jequetepeque

Productor/Tecnología	Hectáreas	Costo unitario (soles/ha)	Costo total (soles)
Propietario/Tradicional	3	7,013	21,040
Propietario/ Secas intermitentes	3	6,614	19,843
Arrendatario/ Tradicional (1)	3	10,013	30,040
Arrendatario/ Secas intermitentes (2)	3	9,614	28,843

Fuente: Elaboración propia; (1) ver Tabla 3; (2) ver Tabla 4.

Tabla 7: Costos de producción de maíz amarillo duro en el valle de Jequetepeque

Productor (segunda campaña)	Hectáreas	Costo unitario (soles/ha)	Costo total (soles)
Propietario (1)	3	5,912	17,736
Arrendatario	3	7,912	23,736

Fuente: Elaboración propia; (1) Agencia Agraria de Chepén, Oficina de Información Agraria (2015)

Con los datos de las Tablas 5, 6, y 7 se pueden estimar las utilidades de pequeños agricultores con diferentes supuestos. Por ejemplo, un pequeño agricultor que es **propietario de las 3 hectáreas** de tierras de cultivo, utiliza el sistema de producción de arroz con siembra directa y tecnología de riego con secas intermitentes, y trabaja dos campañas por año (una de arroz y otra de maíz amarillo duro); tendría una utilidad anual de **20,727 soles**, la cual es equivalente a un ingreso de **1,727 soles mensuales (unos dos sueldos mínimos en Perú)**. Otro ejemplo, podría ser el mismo pequeño agricultor trabajando una sola campaña de arroz por año; tendría una utilidad de **16,697 soles**, la cual resultaría después de trabajar durante los 5 meses que dura la

campana de arroz. Por lo tanto, este pequeño agricultor probablemente tendría que trabajar en otras actividades económicas como el comercio o transporte (sector servicios), para completar sus ingresos anuales.

En el caso de los pequeños agricultores que son **arrendatarios de las tierras de cultivo**, las utilidades son significativamente menores, considerando que los precios de alquiler de una hectárea de cultivo de arroz varían entre 2,000 y 4,000 soles por campaña. Por ejemplo, un arrendatario de tres (3) hectáreas de tierras de cultivo, utilizando el sistema de producción de arroz con siembra directa y tecnología de riego con secas intermitentes, y trabajando una campaña de arroz; tendría una utilidad de **7,697 soles**, durante 5 meses de trabajo. Considerando el rendimiento y precios menores del maíz amarillo duro en Jequetepeque, a los productores arrendatarios no les convendría realizar la segunda campaña del año porque los costos superan los ingresos (pérdidas).

Los pequeños agricultores, en principio, tienen dos caminos para mejorar sus utilidades, en primer lugar el aumento de sus **ingresos por ventas**, y en segundo lugar, la **reducción de costos** de producción. Sobre el primer punto, este depende de las mejoras de los **rendimientos de producción (kg/ha)** y de los **precios de venta**. Los rendimientos de producción son variables y dependen diversos factores, algunos fuera de control directo como el clima, sin embargo, una adecuada asistencia técnica y buen manejo del cultivo podría significar la diferencia entre altos y bajos rendimientos de producción. Al respecto es necesario investigar sobre las diferencias en rendimientos de producción en las regiones productoras de arroz del país, donde si bien La Libertad (+/- 10,500 kg/ha) está por encima del promedio nacional (+/- 7,600 kg/ha), no lo está por encima de Arequipa (+/- 13,000 kg/ha). Asimismo, se tendría que evaluar la relación entre uso de agroquímicos y rendimientos de producción, porque lo que aparentemente es un buen resultado podría ser en realidad un daño severo de mediano y largo plazo en el ecosistema del valle y sus habitantes.

Sobre los ingresos por ventas y las mejoras de precios, en principio, esto depende de las leyes de oferta y demanda del mercado agrario, y el agricultor individual no puede cambiarlo. Sin embargo, esto puede ser algo teórico, considerando que los compradores del arroz cáscara son las empresas de molinos de arroz, que son pocas y podrían estar funcionando como un monopsonio (un único comprador) que altera los precios de mercado en perjuicio de los vendedores (pequeños agricultores). Por lo tanto, la alternativa sería el fortalecimiento de las asociaciones de pequeños productores, de forma tal que mejoren su poder de negociación frente a las empresas de molinos de arroz. Otra opción, complementaria sería la intervención del Estado para favorecer el libre mercado y evitar un supuesto control de precios por parte de unos pocos compradores. Adicionalmente, un fortalecimiento de las asociaciones de pequeños productores podría mejorar los servicios de asistencia técnica, tanto para la etapa de producción de arroz como para la etapa de comercialización. Sobre este punto, también se podría explorar otros mercados que ofrezcan mejores precios, como sería el caso del arroz orgánico, lo cual además contribuiría al desarrollo de un sistema agrícola más sano y sostenible.

En lo que respecta a la **reducción de costos** de producción, los pequeños agricultores tendrían que tener mejores asociaciones de productores que les permitan lograr **economías de escala**. De esta forma podrían tener acceso a tasas de interés más bajas (se puede hacer simulaciones el archivo MS Excel del Anexo 2), mejores precios de insumos agrícolas por compras al por mayor y los servicios de maquinaria, acceso a la asistencia técnica en temas de ingeniería agrícola y agronómica que les permita tener un mejor manejo de los campos de cultivo de arroz. Por otro lado, el Estado podría facilitar el acceso al crédito más barato, entre otros **incentivos económicos**, a los agricultores que adopten prácticas de prevención de crecimiento de vectores de malaria, como sería el caso de la tecnología de riego con secas intermitentes en cultivos de arroz. Asimismo, el Estado podría focalizar esfuerzos para mejorar los programas del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA) que tiene programas presupuestales para: (1) Sanidad vegetal – incrementar la oferta de plantas y productos vegetales sanos en el mercado de destino; y (2) inocuidad agroalimentaria – incrementar la disponibilidad de alimentos agropecuarios y alimentos para ganado sanos. Estos programas podrían contribuir a la mejora en el manejo de agroquímicos, los cuales son fuente de contaminación ambiental y riesgos para la salud humana que están fuera de control. Cabe destacar, que la contaminación ambiental tiene relación directa con las pérdidas de producción, esto es, con el uso excesivo de fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas.

5.3. Láminas de agua y uso de agroquímicos en relación con el metabolismo de los vectores de malaria (nivel n-1)

El metabolismo de los vectores de malaria (i.e. *Anopheles albimanus*) requiere entre otros elementos, la disponibilidad de estanques de agua, nutrientes y luz solar en su medio ambiente. En este sentido, los campos de cultivo de arroz manejados con la tecnología tradicional de riego por inundación ofrecen estos tres elementos en diferentes intervalos de tiempo, a lo largo de los 150 días de período vegetativo de la planta. En el caso del agua, existe una clara relación entre el metabolismo social de la producción de arroz y el metabolismo ecológico de esta especie de vector de malaria. Desde la perspectiva del vector de malaria, los estanques de agua o láminas de agua en los campos de cultivo de arroz son un *fondo* de su proceso de mantenimiento y reproducción, y como tal, tiene que mantenerse constante desde el inicio hasta el fin del proceso de crecimiento de las larvas de zancudos (entre 6 y 8 días). Por lo tanto, la tecnología de riego con secas intermitentes es una alternativa que no permite que el *fondo* de láminas de agua dure todo el proceso reproductivo, evitando el crecimiento de las larvas.

En el caso de los agroquímicos, que incluyen tanto los fertilizantes como los insecticidas, herbicidas y fungicidas, estos forman un complejo ambiente de sustancias químicas en los campos de cultivo de arroz, donde una parte cumplen su función como alimento de la planta y protección de los cultivos, y otra parte es un excedente que queda disperso en el medio ambiente. Los impactos ambientales visibles son los procesos de eutrofización por exceso de fertilizantes inorgánicos (urea [nitrógeno], sulfato de potasio, sulfato de amonio, fosfatos, entre otros), que se observan en las capas de algas presentes en los canales de regadío y que alteran los ecosistemas acuáticos desarrollando condiciones

anaeróbicas. Asimismo, son visibles también los residuos sólidos de envases de agroquímicos, donde los pesticidas son clasificados como sustancias peligrosas. Sin embargo, los impactos por el uso excesivo de agroquímicos pueden no ser tan visibles. Por ejemplo, es posible que los vectores de malaria desarrollen resistencia a los insecticidas usados en el control vectorial a nivel de hogares.

Un esquema general y datos preliminares sobre los flujos de agua en el valle de Jequetepeque se presentan en las Figuras 2 (a) y 2 (b), las cuales están ordenadas en los tres niveles de estudio: la escala del valle de Jequetepeque (nivel n+1), el nivel focal de los campos de cultivo de arroz (nivel n), y el nivel del metabolismo de los vectores de malaria (nivel n-1). Asimismo, se considera la fuente de agua principal, en este caso, la represa de Gallito Ciego (nivel n+2), la cual a su vez depende de las condiciones climáticas de la cuenca hidrográfica del río Jequetepeque. En la temporada actual, con fenómeno del Niño, se han tenido valores menores de descarga, lo cual ha restringido la disponibilidad de agua para la segunda campaña del año 2016.

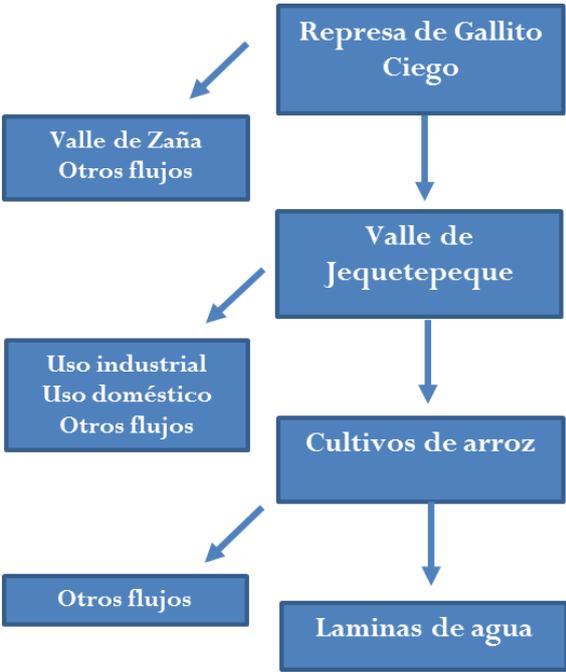


Fig.2 (a) Estructura general de los flujos de agua en el valle de Jequetepeque (elaboración propia)

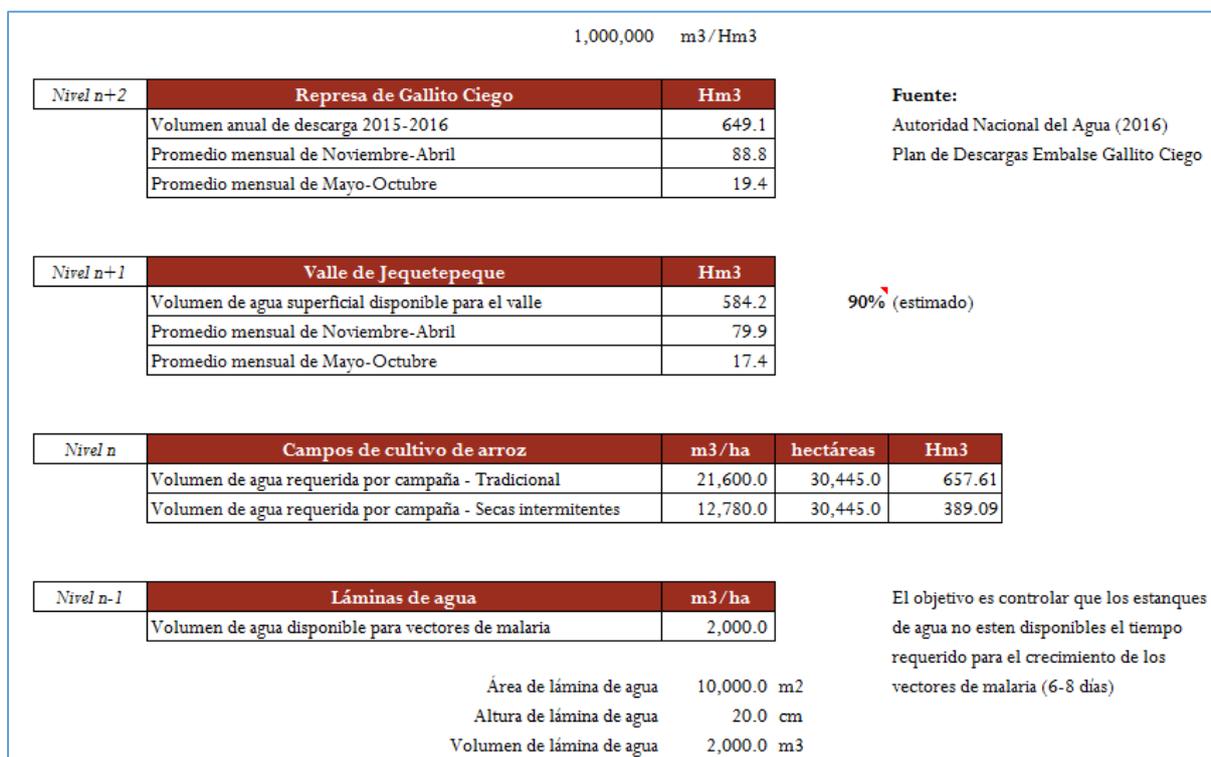


Fig.2 (b) Volumen de agua disponible/requerido a diferentes escalas (elaboración propia)

A partir de la Fig.2b se puede observar que la disponibilidad de agua para el cultivo de arroz en el valle de Jequetepeque es un **factor limitante de la producción**. Por ejemplo, de acuerdo con el uso teórico de agua con la tecnología tradicional de riego por inundación no se tendría suficiente agua para el cultivo de las 30,445 hectáreas de arroz del valle. Por lo tanto, en la práctica, este valor de agua utilizada en la producción tradicional de arroz ha sido menor (quizás alrededor de 15,000 m³/ha). Sin embargo, con la **tecnología de riego con secas intermitentes** se podría lograr, teóricamente, una reducción del uso de agua en cultivos de arroz alrededor del 40%. Asimismo, considerando que las láminas de agua en el valle de Jequetepeque tienen alturas entre 15 y 20 cm., esto representa otro factor que contribuye al uso excesivo de agua en este valle. Como se mencionó anteriormente, en otras regiones productores de arroz se utilizan láminas de agua con una altura de solo 5cm. Esto contribuye a una reducción mucho mayor en el uso de agua, lo cual sería de gran utilidad para la sostenibilidad de la producción agraria en el valle de Jequetepeque en el mediano y largo plazo.

6. Conclusiones y recomendaciones

A continuación se presentan algunas recomendaciones de acción, a manera de conclusión, las cuales tendrían que ser discutidas y analizadas en mayor detalle con el resto del equipo del Proyecto de escalamiento de la tecnología de riego con secas intermitentes para el control vectorial de malaria y una agricultura más sana y sostenible en el valle de Jequetepeque.

Acción 1: Favorecer la organización de los pequeños agricultores del Valle de Jequetepeque (creación de capital social). Esto puede ser útil no sólo por una cuestión de economía de escala, tipo asociaciones empresariales o cooperativas que permitan acceder a precios más baratos de insumos y créditos agrarios, sino también para lograr una plataforma que permita el flujo de información de manera más eficiente y efectiva para el propósito de prevención de enfermedades y mejoras en la productividad.

La rentabilidad por hectárea de cultivo de arroz por tipo de tecnología de riego (y siembra) y para el caso de propietarios y arrendatarios, se resume en el siguiente cuadro:

Rentabilidad en soles/hectárea	Trasplante de almácigos y riego tradicional	Siembra directa y riego con secas intermitentes
Propietario de tierra	5,166.7	5,565.6
Arrendatario de tierra	2,166.7	2,565.6

Acción 2: Diseñar un plan de incentivos para la adopción de prácticas de prevención del crecimiento de vectores de enfermedades. Además de la adopción de la tecnología de riego con secas intermitentes, se podría incluir como práctica la identificación y control de sitios que puedan favorecer el crecimiento de vectores (canales de regadío, afloramientos, tanques de agua, etc.)

Acción 3: Asistencia técnica a cargo del Estado que incluya la formación de agricultores en el manejo de costos de producción para que tengan un mejor control del proceso productivo y puedan reducir el uso de insumos, aprovechar mejor el tiempo de actividad humana, y mejorar los procesos de negociación (también como parte de la acción 1).

Acción 4: Facilitar el acceso a crédito agrario con baja tasa de interés a los agricultores que desarrollan prácticas de prevención de crecimiento de vectores de malaria y una agricultura más sana y sostenible, como por ejemplo, la adopción de la tecnología de riego con secas intermitentes y la minimización del uso de agroquímicos.

Acción 5: Cambiar el sistema de pagos fijos (tarifa plana) por uso de agua de riego hacia uno donde paga más el que usa más agua y con límites máximos de uso de agua por hectárea, de forma tal que se genere los incentivos necesarios para el ahorro de agua y además se favorezca la adopción de la tecnología de riego con secas intermitentes.

Acción 6: Inversión en infraestructura en las zonas rurales, en cuestiones de vivienda y saneamiento, incluyendo el tratamiento de aguas residuales de la actividad agrícola, la cual tiene una carga alta de agroquímicos que incluyen sustancias peligrosas para el ser humano y el ambiente. Esto último debe complementarse con todas las actividades de prevención de la contaminación en la población general con miras a desarrollar una cultura de salud pública.

En conclusión, los factores más importantes que determinan los costos de producción de arroz de los agricultores y por consiguiente su rentabilidad son los siguientes: (1) si se trata de un propietario de tierra o de un arrendatario (ver cuadro arriba); (2) la asistencia técnica (potencial reducción en el uso de insumos y aumento del rendimiento); (3) los costos de financiamiento; y (4) las inversiones de capital en infraestructura de riego y maquinarias comunitarias. Estos factores dependerán en gran medida de la capacidad de organización/coordinación de los pequeños agricultores y el rol del Estado.

7. Referencias bibliográficas

Autoridad Nacional del Agua (2016) Plan de Descargas del Embalse Gallito Ciego, Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales, Ministerio de Agricultura y Riego, Lima, Perú.

CENAGRO (2012) IV Censo Nacional Agropecuario 2012, Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Georgescu-Roegen, N. (1971) *The entropy law and the economic process*, London and Cambridge: Harvard University Press, 457p.

Mayumi, K. (1999) Embodied energy analysis, Sraffa's analysis, Georgescu-Roegen's flow-fund model and viability of solar technology, In K. Mayumi and J. Gowdy (Eds.) *Bioeconomics and sustainability: Essays in honor of Nicholas Georgescu-Roegen*, Cheltenham: Edward Elgar.

Schandl, H., Grünbühel, C., Haberl, H., Weisz, H. (2002) *Handbook of Physical Accounting Measuring biophysical dimensions of socio-economic activities MFA – EFA – HANPP*, Social Ecology Working Paper 73, Vienna.

Gobierno Regional de La Libertad (2016), Gerencia Regional de Agricultura, Datos estadísticos de las provincias de Chepén y Pacasmayo, <http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/873> visitado en abril 2016.

SIEA (2016) Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias, Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego, <http://siea.minag.gob.pe/siea/> visitado en marzo 2016.