



Universidade de Brasília – UnB
Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável

**Práticas sustentáveis em agricultura, meio ambiente e saúde: a
Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes na costa norte do Peru**

Renata Souza Távora

Tese de Doutorado

Brasília - DF
Novembro de 2020



Universidade de Brasília – UnB
Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável

**Práticas sustentáveis em agricultura, meio ambiente e saúde: a
técnica de irrigação com secas intermitentes na costa norte do Peru**

Renata Souza Távora

Orientador: José Augusto L. Drummond

Coorientador: Frédéric Mertens

Tese de Doutorado

Brasília - DF

Novembro de 2020

Távora, Renata Souza.

Práticas sustentáveis em agricultura, meio ambiente e saúde: a técnica de irrigação com secas intermitentes na costa norte do Peru
Brasília, 2020.
260 p.: il.

Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável.
Universidade de Brasília, Brasília.

1. Difusão de inovações. 2. Agricultura e saúde. 3. Práticas sustentáveis.

I. Universidade de Brasília. CDS.

II. Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Tese e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta Tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Renata Souza Távora

Práticas sustentáveis em agricultura, meio ambiente e saúde: a técnica de irrigação com secas intermitentes na costa norte do Peru

Renata Souza Távora

Tese de doutoramento submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, para banca de defesa, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de Grau de Doutora em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Aprovado por:

José Augusto Leitão Drummond, Doutor
(Orientador vinculado ao programa PPG-CDS)

Fabiano Toni
(Membro interno vinculado ao programa PPG-CDS)

Laura Angélica Ferreira Darnet
(Membro interno não-vinculado ao programa PPG-CDS)

Thomas Ludewigs
(Membro externo não-vinculado ao programa - UFPA)

Brasília/DF, 27 de Novembro de 2020.

Ao meu filho Roman Raul Távora Mertens, minha razão de vida e de amor infinito.

AGRADECIMENTOS

Esta tese é fruto de uma convergência de ideias, trabalho e parcerias. Ela só foi possível por conta do imenso apoio recebido por tantas pessoas durante toda a minha trajetória no curso de doutorado. Por conta da impossibilidade de citar todos que estiveram presentes em algum momento nessa minha jornada, deixo meu agradecimento eterno e generalizado a todos e todas que participaram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Agradeço especialmente:

Aos agricultores e agricultoras participantes dos estudos desenvolvidos, pelas suas disponibilidades em me receber em seus lares e compartilhar comigo suas experiências e saberes. Foram eles que me fizeram mergulhar na realidade tão singular da região estudada e daquelas comunidades, sem as quais esse trabalho não teria razão de ser.

Aos amigos e colegas da equipe do Projeto “Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI) para o cultivo de arroz no Vale do Jequetepeque”, que me auxiliaram em muitas etapas importantes da pesquisa. Eles me acompanharam em todos os campos, ensinando e traduzindo os diferentes termos e palavras que eu simplesmente não conhecia por conta do idioma e do regionalismo. A parceria que construímos por conta desse trabalho foi tão proveitosa que perdura até hoje na forma de novos projetos em andamento (felizmente!).

À Elena Ogusuko, coordenadora do projeto pelo Ministerio de la Salud do Peru, por desenvolver uma proposta desafiadora e conseguir reunir uma equipe diversificada e comprometida.

Ao amigo querido Alain Santandreu, por suas orientações, seu pensamento rápido e suas dinâmicas na gestão do projeto. Obrigada pelo carinho, amizade e pela disposição de me auxiliar em qualquer assunto e a qualquer hora. *Que sigamos trabajando juntos!*

À Anita Lujan e a Ruth Arroyo, pelo acolhimento e sensibilidade no trabalho, pelo bom humor diário e apoio na realização dos trabalhos de campo. *Las extraño.*

À querida Ester Montalvan, por todas as horas que me acompanhou no campo, pelo seu comprometimento e disposição em estar presente até a última entrevista. Tenho um carinho imenso por você.

Ao Pedro Miranda, por facilitar toda a logística em campo, e a Luis Ventura, pela interlocução com os agricultores participantes do projeto.

Aos demais pesquisadores e colegas da equipe que participaram nas diversas fases da pesquisa e compartilharam comigo alguns de seus resultados, que integram este trabalho.

Aos professores do Centro de Desenvolvimento Sustentável, pelos ensinamentos oferecidos nas disciplinas cursadas e pelas orientações dadas aos meus trabalhos de disciplina.

À toda a equipe da Secretaria do CDS e demais funcionários do Centro, pela simpatia, atenção e presteza no atendimento aos diversos pedidos e processos ocorridos durante a minha passagem como estudante.

À professora Doris Sayago, que, mesmo tão ocupada como diretora do Centro e coordenadora do programa, sempre me recebeu bem para as mais diversas providências. Obrigada por me apoiar em tantos pedidos e conciliar, com muita competência, alguns impasses. Obrigada por me escolher para ser sua estagiária docente e me dar a oportunidade da experiência de docência ao seu lado. Tenho muito carinho por essa fase de parceria que tivemos. Finalmente, obrigada pelas conversas e desabafos. Eles foram muito importantes para o meu crescimento.

À professora Stephanie Nasuti, por me orientar no estágio docente e pelos ensinamentos oferecidos durante a disciplina. Foram meses especiais de parceria e amizade. Obrigada imensamente pela sua dedicação e tempo cedido para participar da banca de qualificação e pré-defesa desta Tese. Suas sugestões foram essenciais para o amadurecimento desse trabalho.

Ao meu orientador, professor José Augusto Drummond, pelo acolhimento em tantos momentos difíceis durante a elaboração da tese. Obrigada pelos puxões de orelha, pelas orientações valiosas e por confiar em mim e me apoiar de tantas formas. Sou muito grata, feliz e honrada de ter tido você como meu orientador.

À minha família, meus pais e irmãos, por estarem sempre comigo, incentivando-me e torcendo na minha caminhada. Nesses tempos tão difíceis, terminar uma tese em meio a uma pandemia não seria viável sem o apoio de vocês. Obrigada por me acolherem em casa com o meu Roman espevitado, depois de mais de uma década morando longe de mim. Voltar ao lar familiar de onde vim trouxe a tranquilidade que eu precisava para finalizar meu trabalho. Não tenho palavras para agradecer... Amo vocês.

Ao meu coorientador, professor Frédéric Mertens, pelo seu amor e cuidado comigo. Obrigada pela parceria em mais esse trabalho e pela sua companhia na vida, por compartilhar comigo tantos ensinamentos, pela paciência e por acreditar em mim, acima de tudo. Obrigada pelos momentos de intenso trabalho, de perto e à distância, e por todos os outros momentos que compartilhamos há pelo menos 13 anos da nossa história. Te amo infinitamente e “a nossa vida é junto”. Obrigada, meu amor.

On résiste à l'invasion des armées ; on ne résiste pas à l'invasion des idées.
Victor Hugo, Histoire d'un crime (1877).

RESUMO

Desde a década de 1970, sistemas de irrigação em larga escala na costa norte do Peru permitiram a expansão do monocultivo de arroz, embora tenham trazido também problemas ambientais, socioeconômicos e de saúde para a região. O projeto de pesquisa e intervenção “Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI) para o cultivo de arroz no Vale do Jequetepeque”, coordenado pelo Ministério da Saúde (MINSA) do Peru, buscou implementar uma prática inovadora de manejo da água para irrigação. A TISI é uma técnica de plantio de arroz baseada na implementação de períodos de secas como alternativa à irrigação permanente, que é o modelo de cultivo usual na região. Entre 2014 a 2017, o projeto executou atividades em diferentes componentes: agrônomo, social e de saúde. Esta Tese se insere no componente social do projeto e tem como objetivo compreender os fatores que podem favorecer ou dificultar a implementação da TISI para a população de agricultores do Vale do Jequetepeque e o papel do projeto do MINSA na difusão dessa prática ao longo do tempo. Entrevistas semiestruturadas foram realizadas em dois momentos, no início e no final do projeto, sendo estudadas dois grupos de agricultores: (i) uma linha de base com 319 agricultores, distribuídos por todo o Vale do Jequetepeque; e (ii) um grupo de agricultores selecionados que participaram diretamente das atividades de aprendizagem e implementação da TISI, durante os quatro anos do projeto. Os dados incluíram as características sociodemográficas dos agricultores, o contexto econômico da produção do arroz e os canais de comunicação formais (mídias de massa) e informais (relações interpessoais) utilizados como fontes de informação sobre agricultura e na saúde. As percepções sobre os benefícios ou prejuízos da TISI foram analisadas com base nas características intrínsecas da inovação. Os resultados mostraram que a TISI é reconhecida como uma prática agrícola com múltiplos benefícios e alguns poucos prejuízos pela maioria dos agricultores do estudo. Alguns fatores estiveram associados à percepção de benefícios da TISI, entre eles, os anos de experiência na agricultura, os investimentos na produção agrícola e as relações interpessoais. Espera-se que futuras atividades de intervenção na região possam fazer uso desses resultados para favorecer de forma mais efetiva a adoção e difusão da TISI em todo o vale.

Palavras-chave: Inovações complexas; agricultura e saúde; percepções de benefícios e riscos; adoção e difusão de inovações.

ABSTRACT

Since the 1970s, large-scale irrigation systems on the northern coast of Peru have supported the expansion of rice monoculture, although they have also brought environmental, socioeconomic and health problems to the region. The research and intervention project “Intermittent Rice Irrigation Technique (IRIT) in the Jequetepeque Valley”, coordinated by the Ministry of Health (MINSA) of Peru, sought to implement an innovative water management practice for irrigation. The IRIT is a rice cultivation technique based on the implementation of drought periods as an alternative to permanent irrigation, which is the usual production model in the region. Between 2014 and 2017, the project carried out activities in three different components: agronomic, social and health. This Thesis is part of the social component of the project and aims to understand the factors that may favor or hinder the implementation of the IRIT by the population of farmers of the Jequetepeque Valley and the role of the MINSA project in diffusing this practice over time. Semi-structured interviews were conducted at the beginning and at the end of the project, with two groups of farmers: (i) a baseline sample of 319 farmers, distributed throughout the Jequetepeque Valley; and (ii) a group of selected farmers who participated directly in the IRIT learning and implementation activities during the four years of the project. We collected data on the sociodemographic characteristics of farmers, the economic context of rice production and the formal (mass media) and informal (interpersonal relationships) communication channels used as information sources on agriculture and health. The perceptions about the benefits or disadvantages of the IRIT were analyzed based on the intrinsic characteristics of the innovation. The results showed that the IRIT is recognized as an agricultural practice with multiple benefits and a few disadvantages by most of the farmers. Some factors, such as years of experience in agriculture, investments in agricultural production and interpersonal relationships, were associated with the perceived benefits of the IRIT. We hope that future intervention activities in the region will build upon these results to promote the adoption and diffusion of the IRIT across the valley.

Keywords: Complex innovations; agriculture and health; perceptions of benefits and risks; adoption and diffusion of innovations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Paisagens da costa norte peruana na região do Vale do Jequetepeque: sem irrigação (A) e com irrigação (B).....	23
Figura 2. Campos de arroz no Vale do Jequetepeque: etapas de transplante (A) e colheita (B).....	25
Figura 3. Campos de arroz no Vale do Jequetepeque cultivados por membros do núcleo familiar (A) e (B).....	26
Figura 4. Campos de arroz inundados que formam ecossistemas favoráveis à proliferação dos mosquitos vetores da malária (A); coleta de amostras de água para estudo epidemiológico no projeto Irrigação com Secas Intermitentes (B).....	28
Figura 5. Aplicação de agroquímicos nos campos de cultivo (A); trabalhadores imersos nos terrenos inundados com agroquímicos durante o transplante do arroz no Vale do Jequetepeque (B).	29
Figura 6. Extensão da costa peruana, com as cidades de Tumbes ao norte e Tacna ao sul.....	30
Figura 7. Corrente de Humboldt (ou Peruvian Current) e ventos alísios (<i>trade winds</i>) que formam as diferentes zonas de vida da costa peruana.....	31
Figura 8. Vales interandinos de uma parte da costa norte do Peru, com destaque para o Vale do Jequetepeque, localizado entre a terceira e quarta cidades mais populosas do país, Trujillo e Chiclayo, respectivamente.....	32
Figura 9. Bacia do rio Jequetepeque, formada pela confluência de diversos rios e suas variações de altitude, desde a Cordilheira dos Andes até a o Oceano Pacifico	33
Figura 10. Zonas ecológicas próximas ao Vale do Jequetepeque, na costa norte do Peru.....	35
Figura 11. Divisão política da bacia do rio Jequetepeque, abarcando dois departamentos e seis províncias (A) e 30 distritos (B).	36
Figura 12. O Vale do Jequetepeque, com a represa Gallito Ciego e os principais centros urbanos da região, como Chepén e Pacasmayo.....	38
Figura 13. Modelo de irrigação com secas intermitentes aplicado no Vale do Jequetepeque.....	41
Figura 14. Esquema ilustrativo dos vales da costa norte do Peru citados no texto...	54
Figura 15. Localização dos três sítios arqueológicos mais antigos da costa norte do Peru, na região do Vale do Jequetepeque e próximos à cidade de Chiclayo, atualmente a terceira mais populosa do país.	55
Figura 16. Modelos de canais de irrigação da costa norte do Peru: em baixa altitude para irrigação de campos de arroz no Vale do Jequetepeque (A); e em altitude, esculpido na rocha para transportar água dos terrenos altos para os vales, no departamento de Cajamarca (B).	73
Figura 17. Registros de campos afundados na cidade de Huanchaco, próximo a Trujillo, ao sul do Vale do Jequetepeque.	76
Figura 18. Terraços de montanha do complexo arqueológico de Písac, a 33 km da cidade de Cusco, na região sul do Peru.....	78
Figura 19. Esquema explicativo da construção dos terraços de montanha.	79
Figura 20. Registros de campos elevados localizados no Vale do Casma, 300km ao sul do Vale do Jequetepeque (A) e no distrito de Huata, próximo ao Lago Titicaca, no sul do Peru (B).	81
Figura 21. Linha do tempo dos principais registros históricos da costa norte peruana entre os Períodos Lítico e Pré-cerâmico.	85

Figura 22. Ilustração do tipo de tubo utilizado para medir a profundidade da água nos campos de cultivo de arroz irrigado.	113
Figura 23. Modelo de análise adotado, contendo o conjunto de fatores que influenciam as percepções dos agricultores no processo de adoção de inovações agrícolas.	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. População total do Vale do Jequetepeque, por área urbana e rural e por faixa etária, em 2017.	40
Tabela 2. Cronologia dos principais períodos de ocupação pré-hispânica na costa norte do Peru*	52
Tabela 3. Resumo dos principais benefícios e limitações da aplicação da TISI no cultivo do arroz.	124
Tabela 4. Características sociodemográficas da população de estudo, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.	148
Tabela 5. Participação dos agricultores nas entidades de gestão coletiva da água, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.	150
Tabela 6. Características da produção agrícola dos agricultores, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.	151
Tabela 7. Fontes de financiamento e destinação dos investimentos da produção agrícola de arroz no ano de 2013, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.	151
Tabela 8. Conhecimento sobre transmissão e prevenção da malária e percepções de benefícios da TISI no cultivo do arroz, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.	152
Tabela 9. Uso dos canais de comunicação formais e a confiança atribuída a eles para obter informações sobre agricultura e saúde, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.	154
Tabela 10. Comunicação interpessoal para obter informações sobre agricultura e saúde, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.	155
Tabela 11. Regressões logísticas bivariadas entre as características sociodemográficas, o contexto econômico, o conhecimento sobre a malária e o Índice de Percepção de Benefícios no uso da TISI.	159
Tabela 12. Regressões logísticas bivariadas entre as mídias de massa, a sua confiabilidade e o Índice de Percepção de Benefícios no uso da TISI.	160
Tabela 13. Regressões logísticas bivariadas entre as relações interpessoais, sua confiabilidade e o Índice de Percepção de Benefícios no uso da TISI.	161
Tabela 14. Receita por vendas de arroz no Vale do Jequetepeque.	175
Tabela 15. Custos da produção de arroz por hectare, comparando os dois modelos de cultivo, com irrigação permanente e com a TISI.	176
Tabela 16. Cálculo econômico final do lucro líquido para os dois sistemas de cultivo.	177
Tabela 17. Características sociodemográficas dos agricultores da linha de base (n=319) e dos participantes da intervenção do projeto (n=60).	185
Tabela 18. Participação dos agricultores da linha de base (n=319) e dos participantes da intervenção do projeto (n=60) nas entidades de gestão coletiva da água.	186
Tabela 19. Características da produção agrícola dos agricultores da linha de base (n=319) e dos participantes da intervenção do projeto (n=60).	187
Tabela 20. Fontes de financiamento e destinação dos investimentos na produção agrícola do arroz, utilizadas pelos agricultores da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).	187

Tabela 21. Uso dos canais de comunicação formais e a confiança atribuída a eles para obter informações sobre agricultura e saúde, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).	189
Tabela 22. Comunicação interpessoal para obter informações sobre agricultura e saúde, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).....	190
Tabela 23. Conhecimento sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).....	191
Tabela 24. Percepções dos benefícios da TISI para o cultivo do arroz, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).....	191
Tabela 25. Atitudes, práticas e predisposições de adoção da TISI nos cultivos de arroz, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).....	193

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentagens dos participantes do estudo que consideram que a TISI traz benefícios, prejuízos ou é indiferente/não sabe opinar, para as diferentes características da prática.	157
Gráfico 2. Distribuição de frequência das pontuações acumuladas pelos agricultores do estudo sobre as características da TISI.	158
Gráfico 3. Características da TISI percebidas como vantajosas pelos agricultores da linha de base (n=319) e da intervenção do projeto (n=60).	192

LISTA DE ABREVIATURAS

ALA – Autoridade Local da Água

ANA – Autoridade Nacional da Água

AWD – *Alternate Wetting and Drying*

ENSO – *El Niño Southern Oscillation*

GEE – Gases de Efeito Estufa

IDRC – International Development Research Centre

INEI - Instituto Nacional de Estatística e Informática

IPB – Índice de Percepção de Benefícios

IRRI – International Rice Research Institute

JUAVJ – *Junta de Usuarios del Agua del Valle del Jequetepeque*

MANM – Metros Acima do Nível do Mar

MINAGRI – Ministério da Agricultura e Irrigação

MINSA –Ministério da Saúde

SGC – Sistema de Gestão de Conhecimento

SGC – Sistema de Gestão de Conhecimento

SIEA – Sistema Integrado de Estatísticas Agrícolas

SOI – *Southern Oscillation Index*

SST - *Sea Surface Temperature*

TISI – Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes

USAID - United States Agency for International Development

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
CONTEXTO DA PESQUISA.....	21
O PROBLEMA E A REGIÃO DE ESTUDO	22
<i>Dimensão socioeconômica</i>	24
<i>Dimensão da saúde</i>	27
<i>A costa peruana</i>	29
ESTUDO DE CASO: O VALE DO JEQUETEPEQUE.....	35
PERGUNTAS DE PESQUISA	43
OBJETIVOS E ESTRUTURA DA TESE	43
REFERENCIAL TEÓRICO.....	46
1. A HISTÓRIA DA IRRIGAÇÃO EM CONTEXTOS DE MUDANÇAS AMBIENTAIS NA COSTA NORTE DO PERU	50
1.1. INTRODUÇÃO.....	50
1.2. HISTÓRIA AMBIENTAL HOLOCÊNICA DA COSTA NORTE PERUANA	51
1.2.1. Período Lítico: dos primeiros ocupantes ao sedentarismo	53
1.2.2. O Período Pré-cerâmico e as primeiras experiências de domesticação	56
1.2.3. A emergência de configurações sociais complexas	57
1.2.4. O desenvolvimento regional da costa norte.....	59
1.3. AS ADVERSIDADES AMBIENTAIS DA COSTA NORTE PERUANA E OS EVENTOS DO ENSO	65
1.4. RESPOSTAS ADAPTATIVAS DAS SOCIEDADES AGRÍCOLAS DA COSTA NORTE DO PERU FRENTE ÀS MUDANÇAS DO CLIMA.....	68
1.5. A COMPLEXIDADE SOCIAL	71
1.6. O CULTIVO IRRIGADO.....	72
1.6.1. Sistemas de canais	73
1.6.2. Campos afundados	75
1.6.3. Terraços agrícolas.....	78
1.6.4. Campos elevados.....	81
1.7. A LINHA DO TEMPO PRÉ-HISPÂNICA E A TRANSIÇÃO PARA PERÍODO PÓS-CONQUISTA ESPANHOLA	84
1.7.1. O primeiro contato com europeus e as principais mudanças econômicas..	87
1.8. CONCLUSÃO	94
1.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
2. A TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO COM SECAS INTERMITENTES	108
2.1. AGRICULTURA, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A ESCASSEZ DE ÁGUA	108

2.2.	O CULTIVO DO ARROZ IRRIGADO	110
2.3.	O MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO DA TISI	111
2.4.	AS EXPERIÊNCIAS COM A TISI E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS, SOCIOECONÔMICAS E DE SAÚDE	114
2.4.1.	Dimensão Socioeconômica	115
2.4.2.	Dimensão Ambiental.....	119
2.4.3.	Dimensão da Saúde	122
2.5.	RESUMO DOS PRINCIPAIS PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA APLICAÇÃO DA TISI NO CULTIVO DO ARROZ.....	124
2.6.	CONCLUSÃO	124
2.7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

3. AS PERCEPÇÕES DOS AGRICULTORES SOBRE A TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO COM SECAS INTERMITENTES NO VALE DO JEQUETEPEQUE

133

3.1.	INTRODUÇÃO.....	133
3.2.	OS FATORES ASSOCIADOS ÀS PERCEPÇÕES SOBRE INOVAÇÕES AGRÍCOLAS.....	134
3.2.1.	As características sociodemográficas e o contexto socioeconômico.....	136
3.2.2.	Os canais de comunicação formais e informais.....	138
3.2.3.	As características da inovação.....	140
3.3.	MODELO DE ANÁLISE	142
3.4.	METODOLOGIA.....	143
3.4.1.	Estudo de caso.....	143
3.4.2.	População de estudo e instrumento de coleta de dados	144
3.4.3.	Método de análise.....	145
3.4.4.	Análises estatísticas	147
3.5.	RESULTADOS	148
3.5.1.	As características sociodemográficas dos agricultores e agricultoras do Vale do Jequetepeque.....	148
3.5.2.	O contexto socioeconômico da produção agrícola no Vale do Jequetepeque.....	150
3.5.3.	Conhecimento sobre a malária e percepção dos benefícios da TISI no cultivo do arroz.....	152
3.5.4.	Os canais de comunicação utilizados como fontes de informação sobre agricultura e saúde.....	153
3.5.5.	As características da TISI e a percepção dos agricultores sobre os seus benefícios ou prejuízos para o cultivo do arroz.....	156
3.5.6.	As correlações entre os fatores extrínsecos e as percepções sobre os benefícios ou prejuízos da TISI.....	158

3.6.	DISCUSSÃO.....	161
3.7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	166
4.	OS EFEITOS DA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO “IRRIGAÇÃO COM SECAS INTERMITENTES” NA PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES SOBRE A TISI.....	172
4.1.	INTRODUÇÃO.....	172
4.1.1.	O Projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” realizado no Vale do Jequetepeque entre 2014 e 2017.....	173
4.1.2.	A participação dos agricultores no projeto “Irrigação com Secas Intermitentes”.....	179
4.2.	METODOLOGIA.....	181
4.2.1.	População de estudo.....	181
4.2.2.	Instrumentos de coleta de dados e método de análise.....	182
4.3.	RESULTADOS.....	183
4.3.1.	As características sociodemográficas dos dois grupos de agricultores do Vale do Jequetepeque.....	184
4.3.2.	O contexto socioeconômico da produção agrícola no Vale do Jequetepeque.....	186
4.3.3.	Os canais de comunicação utilizados como fontes de informação no Vale do Jequetepeque.....	188
4.3.4.	Conhecimento sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária	190
4.3.5.	As características da TISI e a percepção dos agricultores sobre os seus benefícios ou prejuízos no cultivo do arroz.....	191
4.3.6.	Os resultados da adoção da TISI no cultivo do arroz.....	192
4.4.	DISCUSSÃO.....	193
4.4.1.	Diferenças registradas entre os agricultores da linha de base e os participantes da intervenção do projeto.....	193
4.4.2.	Os caminhos de difusão de informações sobre a TISI e o incentivo à adoção da técnica.....	195
4.4.3.	As percepções dos agricultores e as suas predisposições a adotar a TISI	196
4.5.	CONCLUSÃO.....	198
4.6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	199
	CONCLUSÃO.....	202
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	211
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	214
	APÊNDICE I – ROTEIRO UTILIZADO NA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE DIFUSÃO DE INOVAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS.....	222

APÊNDICE II – ROTEIRO UTILIZADO NA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ANÁLISE DE REDES DE SOCIAIS PARA ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS	
.....	224
APÊNDICE III – COMPILAÇÃO DAS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS COMO POSSIVEL ASSOCIADAS À ADOÇÃO DE INOVAÇÕES	
.....	226
APÊNDICE IV – ROTEIRO DE ENTREVISTA UTILIZADO PARA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DA LINHA DE BASE – SETEMBRO DE 2014	
.....	230
APÊNDICE V - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS AGRICULTORES DA LINHA DE BASE	
.....	240
APÊNDICE VI - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS AGRICULTORES PARTICIPANTES DA INTERVENÇÃO DO PROJETO	
.....	251

INTRODUÇÃO

Este trabalho busca contribuir para o avanço do conhecimento do campo de estudo das relações entre mudanças ambientais, agricultura e saúde, a partir da análise e compreensão dos processos de adoção e difusão de uma inovação agrícola complexa com múltiplas dimensões: socioeconômica, ambiental e de saúde humana. O estudo das interações entre estas diversas dimensões requer a aplicação de abordagens interdisciplinares inovadoras e participativas, dotadas do potencial de serem aplicadas no âmbito de diversas problemáticas de meio ambiente, práticas produtivas e saúde humana.

CONTEXTO DA PESQUISA

A presente tese está inserida no contexto da execução do projeto de pesquisa e intervenção “Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI) para o cultivo de arroz no Vale do Jequetepeque”, desenvolvido na costa norte do Peru, entre os anos de 2014 a 2017. Coordenado pelo Ministério da Saúde (MINSA) do Peru e financiado pelo International Development Research Centre (IDRC), do Canadá, este projeto, nomeado na tese como “Irrigação com Secas Intermitentes”, teve como objetivo analisar os impactos ambientais, econômicos e de saúde decorrentes da implementação da TISI e promover sua adoção na escala regional do Vale do Jequetepeque.

Portanto, as reflexões aqui contidas decorrem das atividades de pesquisa desempenhadas pela autora no âmbito do projeto. Houve duas etapas de trabalhos de campo, de aproximadamente 45 dias cada, no Vale do Jequetepeque. A primeira, realizada logo no início do projeto, em 2014, tratou de um estudo da linha de base junto aos agricultores do vale. Nessa oportunidade, conheci a realidade local e desenvolvi uma reflexão crítica sobre a problemática da região de estudo, descrita mais adiante. Foi nessa ocasião que surgiu também a motivação de desenvolver uma proposta de tese de doutorado, a partir do levantamento de uma série de questões e problemas de pesquisa. A segunda etapa de campo, realizada no penúltimo ano do projeto, em 2016, acompanhou e avaliou as atividades de intervenção do projeto. Com a experiência adquirida ao longo dos primeiros anos de pesquisa e já como estudante

de doutorado, esta segunda etapa de campo permitiu amadurecer as perguntas norteadoras da tese e consolidar a metodologia e os instrumentos de coleta de dados.

Assim, ao mesmo tempo da realização da pesquisa empírica, a autora desenvolveu reflexões sobre os mecanismos que levam à adoção de novas práticas agrícolas, tomando como base uma ampla revisão da literatura sobre os fatores que condicionam as percepções dos agricultores sobre suas realidades. Os resultados desse processo empírico e intelectual estão apresentados a seguir.

O PROBLEMA E A REGIÃO DE ESTUDO

Este trabalho busca compreender os fatores que influenciam a percepção dos agricultores sobre uma inovação agrícola, que é a Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI) para o cultivo do arroz no Vale do Jequetepeque, localizado na costa norte do Peru. A TISI é considerada uma inovação porque consiste em uma mudança na prática tradicional de cultivar o arroz com irrigação permanente. Essa atividade é uma temática complexa, pois integra múltiplas dimensões: ambientais, socioeconômicas e de saúde humana.

Dimensão ambiental

No Peru, a atividade com maior consumo de água é a agricultura, que utiliza 80% do recurso disponível (PERU, 2014a, 2016a). Dentre os principais cultivos de ciclo curto ou anuais, a monocultura do arroz é a principal atividade agrícola, desenvolvida em grande parte da costa litorânea, principalmente na costa norte. Em 2018, o Ministério de Agricultura e Irrigação do Peru registrou um total de 195.741 hectares de área plantada com arroz nas regiões produtoras da costa, o que representa 44% da área total cultivada com arroz no país. 84,9% da produção peruana de arroz é cultivada por inundação permanente (PERU, 2013, 2018).

O arroz é o principal usuário dos recursos de água doce no mundo e requer duas a três vezes mais água do que outros cereais. Ele é responsável pela retirada de 24% a 30% do total de água doce e do consumo de 34% a 43% da água total de irrigação do mundo (BOUMAN *et al.*, 2006; LAMPAYAN *et al.*, 2016). No entanto, a maioria das áreas de cultivos está localizada em regiões onde o suprimento de água de irrigação é imprevisível, como é o caso da costa norte do Peru. Essa região é hiperárida,

caracterizada por chuvas reduzidas e altas taxas de evaporação (PERU, 2011a). Portanto, a existência de uma agricultura eficiente depende muito da infraestrutura de irrigação e do gerenciamento adequado da distribuição e do uso da água (Figura 1). Por conta disso, a partir da segunda metade do século XX, a construção de sistemas de irrigação em larga escala permitiu a expansão do monocultivo de arroz, embora tenha também trazido e agravado diversos problemas ambientais (EGUREN, 2003).

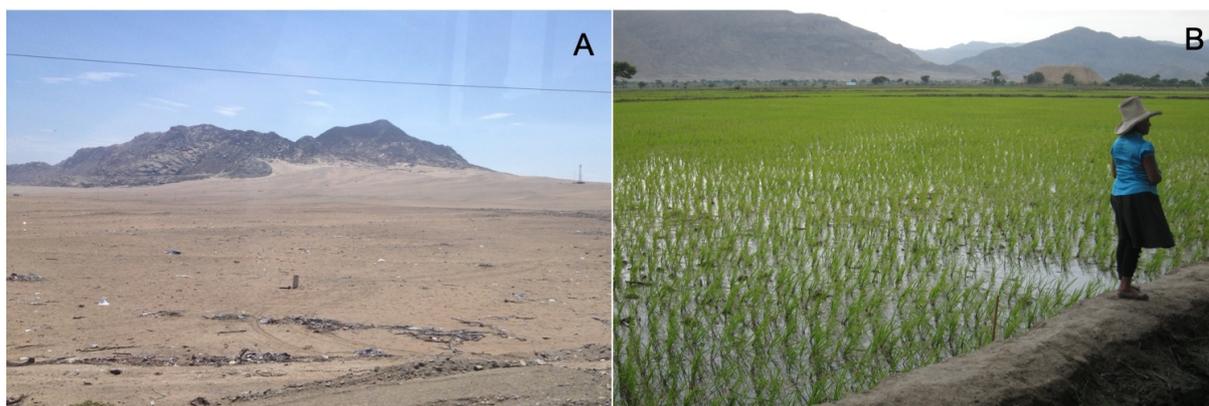


Figura 1. Paisagens da costa norte peruana na região do Vale do Jequetepeque: sem irrigação (A) e com irrigação (B).

Fonte: Fotografias da autora (setembro/2014).

Uma das principais implicações ambientais decorrente do cultivo de arroz com irrigação permanente é que a gestão inadequada da água pode agravar a pressão sobre o recurso, intensificando os desequilíbrios entre a disponibilidade e a demanda da água (PEREIRA; OWEIS; ZAIRI, 2002). Para compreender as relações entre disponibilidade de água e produção agrícola, é importante definir alguns conceitos relativos à escassez hídrica, como aridez, seca e desertificação. A **escassez hídrica** tem diferentes causas, podendo ser uma condição natural, própria dos ambientes xéricos, ou uma condição induzida pela ação humana (FAO, 2012). A **aridez** é um desequilíbrio natural permanente na disponibilidade de água, devido a uma baixa precipitação média anual, que resulta em baixa umidade total e baixa capacidade de recarga dos corpos de água. A **seca** é um desequilíbrio natural temporário na disponibilidade de água, que consiste em uma condição persistente de precipitação abaixo de uma média conhecida, com frequência, duração e severidade incertas. Ela resulta em menor disponibilidade de água nos ecossistemas (PEREIRA; OWEIS; ZAIRI, 2002).

A **desertificação** é diferente dos três fenômenos mencionados acima, pois ela é a deterioração permanente e generalizada do ecossistema, induzida por atividades humanas e/ou por fatores climáticos que levam ao esgotamento da água, à degradação dos solos e à perda das funções ecológicas do ecossistema (DREGNE, 1986; GLANTZ; ORLOVSKY, 1983; KASSAS, 1995). A seca agrava o processo de desertificação ao aumentar a pressão sobre os recursos hídricos escassos. As mudanças climáticas podem contribuir para esse processo, que é intensificado em regiões áridas, como é o caso da costa peruana (PEREIRA; OWEIS; ZAIRI, 2002; PERU, 2016b; STRINGER *et al.*, 2009).

A escassez hídrica impõe outras limitações sobre a atividade agrícola, como a frequente salinização dos solos e áreas cultiváveis, que podem também amplificar processos de desertificação (PERU, 2011a). A salinização é um problema que afeta grande parte das áreas de cultivo do Peru e ocorre de forma acentuada na costa norte do país. A principal causa é a gestão inadequada da água de irrigação e a drenagem limitada do solo. Da mesma forma, as composições particulares dos solos da costa peruana, como, por exemplo, o alto teor de sais devido à sua origem marinha e à ausência de chuvas, também contribuem para o acúmulo desses sais (CISNEROS, 2013).

Esses diferentes processos acabam por limitar as atividades produtivas e têm tido crescente importância no contexto de mudanças climáticas e ambientais recentes.

Dimensão socioeconômica

O cultivo de arroz irrigado na costa norte peruana é a principal atividade produtiva da região. Ela é vital para dezenas de milhares de famílias de pequenos proprietários rurais que dependem desse tipo de cultivo e concentram nele suas atividades produtivas (Figura 2) (ESCOBAL; AGREDA, 1994).

No final do século XIX, o contexto socioeconômico da região tinha dois cenários muito distintos: de um lado grandes fazendas e, de outro, camponeses e pequenos agricultores. Já no século XX, com o processo de modernização tecnológica, este panorama mudou de diversas maneiras. Em todo o país, muitas fazendas seguiram se modernizando e buscaram uma diversificação produtiva, estimuladas pelo crescimento das cidades, pela construção de estradas e rodovias e pelo surgimento de algumas indústrias (EGUREN; CANCINO, 1999). O processo migratório de

peças das regiões serrana e amazônica para trabalhar temporariamente nos cultivos das áreas de plantio da costa peruana foi substituído por empregos assalariados mais estáveis para os migrantes. Eles contribuíram para o crescimento de pequenos centros urbanos em toda a região da costa norte (EGUREN, 2003).



Figura 2. Campos de arroz no Vale do Jequetepeque: etapas de transplante (A) e colheita (B).
Fonte: Fotografias da autora (setembro/2014).

A partir da segunda metade do século XX, a edificação de grandes obras de irrigação ampliou a fronteira agrícola e expandiu as áreas cultiváveis, principalmente na costa norte, o que levou à formação de um mercado incipiente de terras. Em 1987, a represa Gallito Ciego foi inaugurada no Vale do Jequetepeque, para regular a vazão do rio Jequetepeque e distribuir de forma mais eficiente os recursos hídricos entre as demandas populacional, agropecuária, industrial e energética, além de formar uma reserva permanente disponível em épocas de escassez de chuvas (BERNABÉ, 2014).

Em consequência da reduzida rentabilidade das atividades agrícolas locais e de uma crescente mobilização camponesa, houve uma mudança radical no regime de propriedade de terras. A Lei da Reforma Agrária, N°. 17.716, de 24 de junho de 1969, expropriou grandes proprietários, modernos ou tradicionais, de toda a costa, vales e altiplanos andinos (EGUREN, 2009). O regime de grandes fazendas seculares desapareceu e toda uma classe de proprietários foi liquidada social e economicamente. As terras produtivas foram concedidas a organizações associativas, comunidades rurais, grupos de camponeses e pessoas físicas (EGUREN, 2006; RIBEIRO, 2013). Esse processo estabeleceu uma ruptura na estrutura das propriedades rurais e trouxe importantes mudanças sociais na organização do trabalho. Inicialmente, foram criadas as cooperativas agrícolas com o objetivo de manter as economias de escala e a infraestrutura. Elas sucumbiram alguns anos depois, na década de 1980, devido à baixa capacitação técnica e gerencial dos

agricultores (EGUREN, 2003). Outro fator que contribuiu para a dissolução dessas organizações foi a disputa entre os interesses contraditórios dos trabalhadores que eram ao mesmo tempo proprietários e empregados. Com isso, as terras dessas cooperativas foram divididas em unidades familiares pelos próprios associados. Assim, a agricultura costeira mudou profundamente ao longo dos anos e até hoje o monocultivo do arroz é dominado pela agricultura familiar (EGUREN, 2006).

De acordo com o IV Censo Nacional Agropecuário, de 2012, cerca de 55% das unidades agrícolas em todo o país têm entre 0,5 a 4,9 hectares (PERU, 2013). Em geral, elas são trabalhadas por membros do núcleo familiar, com o apoio de trabalhadores sazonais oriundos de diversas regiões do país, como o altiplano e a região amazônica (Figura 3) (ESCOBAL; AGREDA, 1994).



Figura 3. Campos de arroz no Vale do Jequetepeque cultivados por membros do núcleo familiar (A) e (B).

Fonte: Fotografias da autora (julho/2016 e setembro/2014).

Mais recentemente, a partir da metade da década de 1990 emergiu uma nova configuração da posse da terra orientada à produção agroindustrial. Mais ao norte do Vale do Jequetepeque, instalou-se um conjunto de empresas do agronegócio, introduzindo novas formas de produção e relações de trabalho. Essas empresas agrárias modernas produzem para exportação e têm áreas acima de 5 mil hectares, havendo um grupo econômico que administra mais de 40 mil hectares (QUIROZ, 2014).

Diversas empresas agrícolas controlam o mercado de sementes, insumos, herbicidas e pesticidas, o que gera dependência financeira de muitas famílias de agricultores. Os riscos de redução dos rendimentos agrícolas associados à escassez de água, à perda de fertilidade e à salinização dos solos, ameaçam a rentabilidade

dos cultivos. Isso causa crescente preocupação, tanto por parte da população local como das autoridades governamentais (PERU, 2012).

Com relação à gestão e ao direito de uso da água, em 24 de julho de 1969 foi promulgada a Lei Geral de Águas, Nº. 17.752, que concedeu ao Estado a propriedade dos recursos hídricos e a total autoridade sobre a sua gestão. Sua criação ocorreu logo após a reforma agrária e, portanto, vários conceitos estão intimamente relacionados às duas leis, o que dá um espírito bastante agrário à Lei da Água. Ela descreve dois tipos de organizações de usuários: as Juntas de Usuários, no nível do distrito de irrigação, compostas por pessoas (físicas e jurídicas) que fazem diferentes tipos de uso da água; e as Comissões de Irrigação, organizadas pelos setores de irrigação no distrito e constituídas exclusivamente pelos usuários de água para irrigação. Os Comitês de Irrigação são responsáveis pelos subsetores de irrigação. Embora eles tenham um papel fundamental na organização dos agricultores e utilizam costumes ancestrais na distribuição de água, eles não são citados nos regulamentos legais atuais, o que traz vulnerabilidade para suas formas de gestão e até a segurança de sua existência. (PÉREZ, 2015).

Dimensão da saúde

As atividades do cultivo de arroz estão associadas a diversos efeitos negativos sobre a saúde humana dos trabalhadores e da população em geral, como a transmissão de doenças zoonóticas, comuns em muitos países produtores (KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002; MWANGANGI *et al.*, 2010). A malária, por exemplo, é considerada endêmica no Peru e ocorre em 75% do território nacional, distribuída geográfica e ecologicamente por três grandes regiões: Bacia Amazônica, Vales Ocidentais da Costa e Vales Interandinos (HERRERA, 2003; MATEO; LIZARBE, 2013). Segundo o último relatório da Organização Mundial de Saúde, de 2019, estima-se que mais de 12 milhões de cidadãos peruanos estejam sob o risco de transmissão da malária, com 58.455 casos relatados em todo país em 2019 (WHO, 2019). Embora a prevalência da doença seja maior na região amazônica, o número de casos reportados na região da costa norte segue mais ou menos estável, tendo sido registrados 323 casos entre os anos 2017 e 2019 (IBARGÜEN, 2019).

A ocorrência da malária é comumente associada a cenários de pobreza, precariedade dos domicílios, desconhecimento do risco, migrações de populações

oriundas de zonas de malária endêmica, mudanças ambientais e ocupação de novas fronteiras agrícolas, além da fraca participação das populações vulneráveis na adoção de medidas de prevenção e controle (PERU; USAID, 1999).

Na costa norte, a propagação dos mosquitos do gênero *Anopheles*, vetores da enfermidade, está associada às alterações no ambiente decorrentes do desenvolvimento dos sistemas de irrigação para fins agrícolas (FEDESALUD, 2007; GRIFFING; GAMBOA; UDHAYAKUMAR, 2013; PERU; USAID, 1999). Isso se deve ao fato de que os cultivos de arroz que utilizam a irrigação com inundação permanente criam habitats particularmente propícios à proliferação desses vetores (GUTHMANN *et al.*, 2002; KIBRET *et al.*, 2018; RAJENDRAN *et al.*, 1995). Como a malária é um problema de saúde complexo, a sua abordagem epidemiológica precisa compreender os fatores sociais e ambientais associados às práticas agrícolas que criam as características ecológicas propícias para a reprodução dos mosquitos vetores (Figura 4) (CRUZ, 2014; MBOERA *et al.*, 2010).



Figura 4. Campos de arroz inundados que formam ecossistemas favoráveis à proliferação dos mosquitos vetores da malária (A); coleta de amostras de água para estudo epidemiológico no projeto Irrigação com Secas Intermitentes (B).
Fonte: Fotografias da autora (julho/2016).

As medidas de controle da malária mais difundidas incluem desde o diagnóstico e tratamento precoces, a pulverização de residências e campos de cultivo, o uso de telas de proteção domésticas e o manejo ambiental das áreas afetadas (KEISER; SINGER; UTZINGER, 2005). Nesse sentido, o uso da irrigação com secas intermitentes pode reduzir a incidência da doença, por conta da eliminação dos criadouros dos mosquitos *Anopheles albimanus*, bem como vetores de outras enfermidades, como o *Aedes aegypti* (transmissor da dengue, da febre amarela, da

febre chikungunya e do zika vírus) e o *Culex* spp. (vetor de várias encefalites virais) (KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002).

Outra questão de saúde importante no contexto do cultivo de arroz irrigado na costa norte é o uso excessivo de agroquímicos, entre eles fertilizantes, inseticidas, fungicidas e herbicidas químicos. Estes produtos integram o sistema de produção agrícola no vale do Jequetepeque, pois são utilizados massivamente nas diversas fases do plantio. Isso gera prejuízos tanto na dimensão de saúde, devido à exposição permanente dos trabalhadores a esses produtos, quanto na dimensão ambiental, pois tem implicações na resistência dos vetores aos inseticidas de uso doméstico e na contaminação dos ecossistemas associados aos cultivos (Figura 5) (MACHER; LUNA, 2016).



Figura 5. Aplicação de agroquímicos nos campos de cultivo (A); trabalhadores imersos nos terrenos inundados com agroquímicos durante o transplante do arroz no Vale do Jequetepeque (B).

Fonte: Fotografias da autora (setembro/2014).

REGIÃO DE ESTUDO

A costa peruana

Para abordar cada uma das dimensões que envolve a produção do arroz com irrigação permanente na região de estudo é importante apresentar as particularidades da costa peruana. Ela é uma parte do território nacional constituída por uma faixa estreita e contínua, com largura média de 100 km, banhada pelo Oceano Pacífico. A sua extensão está em torno de 2500 km, desde a cidade de Tumbes, ao norte, até a cidade de Tacna, no extremo sul do país (Figura 6). A faixa litorânea é considerada, portanto, o espaço terrestre entre o mar aberto e a cordilheira dos Andes e tem uma

área de cerca de 140.000 km², o que representa 11% do território peruano (FELICES, 2006; PERU, 2016a).



Figura 6. Extensão da costa peruana, com as cidades de Tumbes ao norte e Tacna ao sul. Fonte: Imagem orbital Google Earth Pro (adaptada).

O cenário ambiental do litoral do Peru é um dos mais intrigantes do mundo. Toda a costa peruana abriga uma grande diversidade de zonas físicas, que vão desde habitats marinhos extremamente produtivos, passando por uma planície árida, com dunas de areia, entrecortada por diversos vales fluviais férteis (KUS, 1981; WELLS; NOLLER, 1999). De modo geral, esses ambientes são regulados pela Corrente de Humboldt, ou Corrente Peruana, que consiste em uma faixa de água ascendente, de 900 km de largura, com baixa salinidade e temperatura significativamente mais fria do que as águas tropicais de outras regiões de mesma latitude (MOORE, 1991).

A Corrente de Humboldt é um ecossistema altamente produtivo (Figura 7). Ela percorre a costa oeste da América do Sul, em direção ao equador, desde o sul do Chile (~ 45° paralelo ao sul) até o norte do Peru (~ 4° paralelo ao sul). Os ventos alísios (*trade winds*) são os principais motores dessa circulação oceânica. Eles sopram predominantemente de leste para o oeste na região equatorial da Terra em ambos hemisférios (entre as latitudes 30°N e 30°S). Essa dinâmica produz efeitos diferentes nos habitats terrestres e marinhos, detalhados a seguir (MONTECINO; LANGE, 2009).

A estreita faixa de terra comprimida entre as águas frias do oceano e a alta cordilheira dos Andes está localizada nas latitudes apropriadas para a existência de alta umidade e vegetação tropical densa. Ao invés disso, as temperaturas frias da Corrente de Humboldt retardam a evaporação e a precipitação perto da costa, fazendo com que o ambiente terrestre receba pouca umidade contida nas massas de ar que circundam a zona litorânea. Por conta disso, a planície costeira é considerada um imenso deserto hiperárido, pois não chove com a persistência necessária para o desenvolvimento da vida e, conseqüentemente, da agricultura (WILSON, 1981).

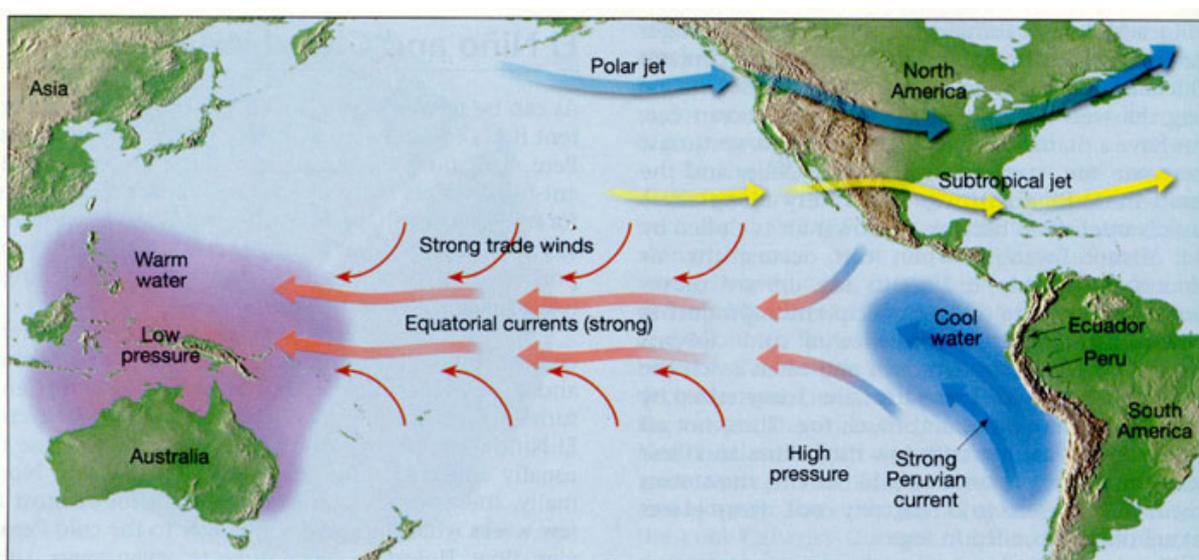


Figura 7. Corrente de Humboldt (ou Peruvian Current) e ventos alísios (*trade winds*) que formam as diferentes zonas de vida da costa peruana.
Fonte: MADL, 2000.

Em nítido contraste com a esterilidade biológica terrestre, a zona marinha costeira é conhecida como uma das regiões mais produtivas em pescados e mariscos do mundo. Essa alta produtividade é ocasionada pela constante ressurgência das águas mais profundas e frias que transportam nutrientes para as camadas superiores do oceano, sustentando uma grande biomassa de fitoplânctons e zooplânctons. Estes, por sua vez, fornecem suprimento para níveis mais altos da cadeia alimentar, gerando um efeito cascata no qual uma ampla diversidade de organismos é atraída para a região costeira, incluindo moluscos, crustáceos, enormes cardumes de anchovas e sardinhas, aves marinhas e grandes mamíferos (CHAVEZ *et al.*, 2008; SWARTZMAN *et al.*, 2008).

De volta à terra firme, em toda a costa, aproximadamente 53 sistemas fluviais cortam a planície árida e desembocam no mar, formando os vales interandinos. Estes vales férteis e irrigáveis são verdadeiros oásis em meio ao deserto costeiro. São neles que se localizam as principais cidades do país e onde se desenvolve uma agricultura ancestral baseada na irrigação (Figura 8) (FELICES, 2006; PERU, 2016a).



Figura 8. Vales interandinos de uma parte da costa norte do Peru, com destaque para o Vale do Jequetepeque, localizado entre a terceira e quarta cidades mais populosas do país, Trujillo e Chiclayo, respectivamente.

Fonte: Imagem orbital Google Earth Pro (adaptada).

A maioria das bacias hidrográficas costeiras do país está conformada por uma seção de altitude (entre 2.000 a 4.400 manm¹), na qual nasce grande parte dos cursos de água que formam os vales interandinos. Um exemplo é a própria bacia do rio Jequetepeque, ilustrada na Figura 9, que apresenta variações de altitude que vão de quase 4.000 manm até zero manm. É nas regiões de grande altitude que ocorrem as chuvas estacionais (com médias anuais entre 200 e 1.200 mm), que abastecem os aquíferos naturais e viabilizam a produção agrícola na parte baixa da bacia (METZGER, 2017).

De modo geral, as precipitações nas partes altas das bacias, as lagunas de altitude e os glaciares representam a principal reserva de água para consumo

¹ Acrônimo para “metros acima do nível do mar”.

humano, agricultura e produção de energia elétrica em todo o país (CHEVALLIER *et al.*, 2011; VUILLE *et al.*, 2008). Estudos recentes demonstraram os efeitos severos das mudanças climáticas no derretimento dos glaciares peruanos e na dinâmica complexa dos ciclos hidrológicos entre os Andes e as regiões costeiras (BARNETT; ADAM; LETTENMAIER, 2005; CAREY *et al.*, 2017; MARK *et al.*, 2010; NAYHUA, 2010). Dessa forma, a agricultura em toda a costa peruana é uma das atividades produtivas mais ameaçadas pelas mudanças no clima (BRADLEY *et al.*, 2006; CHEVALLIER *et al.*, 2011).

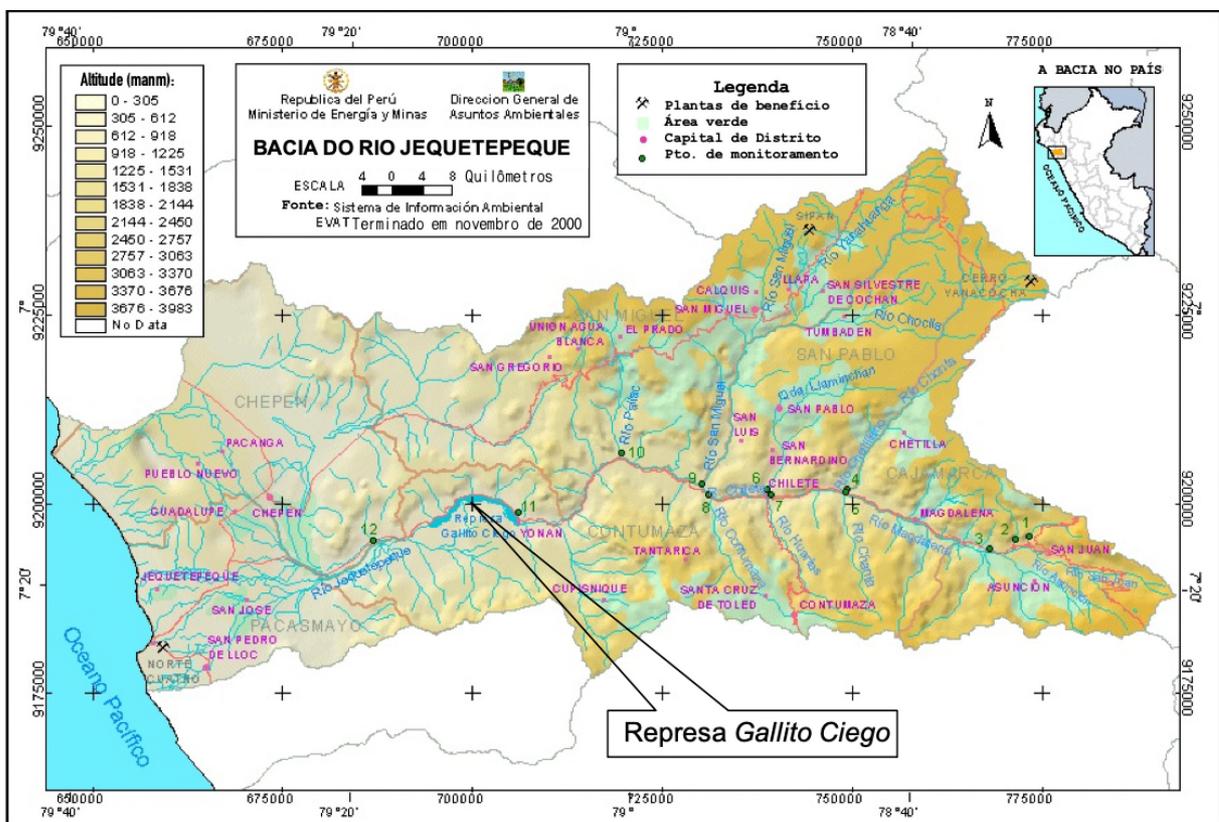


Figura 9. Bacia do rio Jequetepeque, formada pela confluência de diversos rios e suas variações de altitude, desde a Cordilheira dos Andes até a o Oceano Pacífico. Fonte: PERU, 2000 (adaptada).

O clima da costa peruana e os efeitos do El Niño

O clima da costa peruana é predominantemente quente e seco, com precipitação média anual de 150 mm e temperatura média anual de 18-19°C. A costa central e sul tem o clima fortemente influenciado pela Corrente de Humboldt e apresenta temperaturas mais baixas do que a costa norte, com mínima de 13°C no inverno e

máxima de 26°C no verão. Já a costa norte apresenta um clima semi-tropical, com uma temperatura média anual de 24°C (PERU, 2016a).

A variabilidade espacial da precipitação é marcada pela altitude e localização. Nas águas costeiras a precipitação média é de 1.540 mm por ano e no interior as chuvas caem com mais intensidade nas altitudes elevadas. A planície litorânea abaixo de 500 manm. apresenta precipitação média anual inferior a 100 mm e na faixa entre 500 e 1.500 manm, a precipitação média anual varia entre 140 e 430 mm. Já nas regiões de maior altitude, entre 1.500 e 2.000 manm, as chuvas variam em média de 420 a 570 mm ao ano e entre 2.500 e 3.500 manm, a média de pluviosidade fica entre 600 e 1.200 mm ao ano (PERU, 2016a; SEDALIB, 2018).

As condições climáticas são geralmente descritas por valores médios comumente chamados de “normais” ou “neutros”. Assim, é necessário considerar que em uma determinada região há um clima persistente, que é predominante na maior parte do tempo e que confere a essa região as suas características típicas. No entanto, esse clima pode se modificar temporariamente e não é, portanto, uma constante e, sim, uma tendência. Com isso, é importante redefinir o clima costeiro peruano considerando as variações interanuais decorrentes do fenômeno *El Niño Southern Oscillation* (ENSO, sigla em inglês), que é uma manifestação climática abrupta que modifica o clima dominante, geralmente com grandes impactos ambientais, sociais e econômicos (FELICES, 2006; GIRALT *et al.*, 2007).

Em condições normais de temperatura e pressão atmosférica, conforme mencionado anteriormente, a Corrente de Humboldt percorre toda a costa ocidental da América do Sul, desde altas latitudes na Antártida, até a costa norte do Peru. De tempos em tempos (a cada 2 a 7 anos), quando ocorre um evento do ENSO, essa dinâmica é interrompida pelo influxo de massas de água quente oriundas do Equador e de latitudes tropicais localizadas no Oceano Pacífico, ao norte da Austrália e leste da Indonésia (GIRALT *et al.*, 2007).

Com um evento ENSO a temperatura da superfície do mar sofre um aumento acentuado, que interrompe temporariamente a ressurgência das águas frias da Corrente de Humboldt. Com a água oceânica mais quente, ocorre também um aumento da temperatura atmosférica. Isso provoca o enfraquecimento dos ventos alísios, o aumento no transporte de umidade para a costa peruana e, portanto, as variações na precipitação da região (GIRALT *et al.*, 2007; JAKSIC, 2001; ORTLIEB; MACHARÉ, 1993). Os eventos do ENSO são frequentemente associados às chuvas

excepcionais nas regiões costeiras do norte do Peru e do sul do Equador, que provocam grandes inundações e perturbações nos ecossistemas marinhos e terrestres (CRAIG; SHIMADA, 1986; DEVRIES, 1987; MOORE, 1991).

São essas condições muito variadas que determinam a diversidade de zonas ecológicas encontradas na costa peruana. Embora essas múltiplas zonas ocorram em todo litoral, em nenhum lugar são mais pronunciadas do que na costa norte (STACKELBECK, 2008). A Figura 10 ilustra as principais zonas ecológicas encontradas na região do Vale do Jequetepeque, área de estudo da tese que será apresentada a seguir.

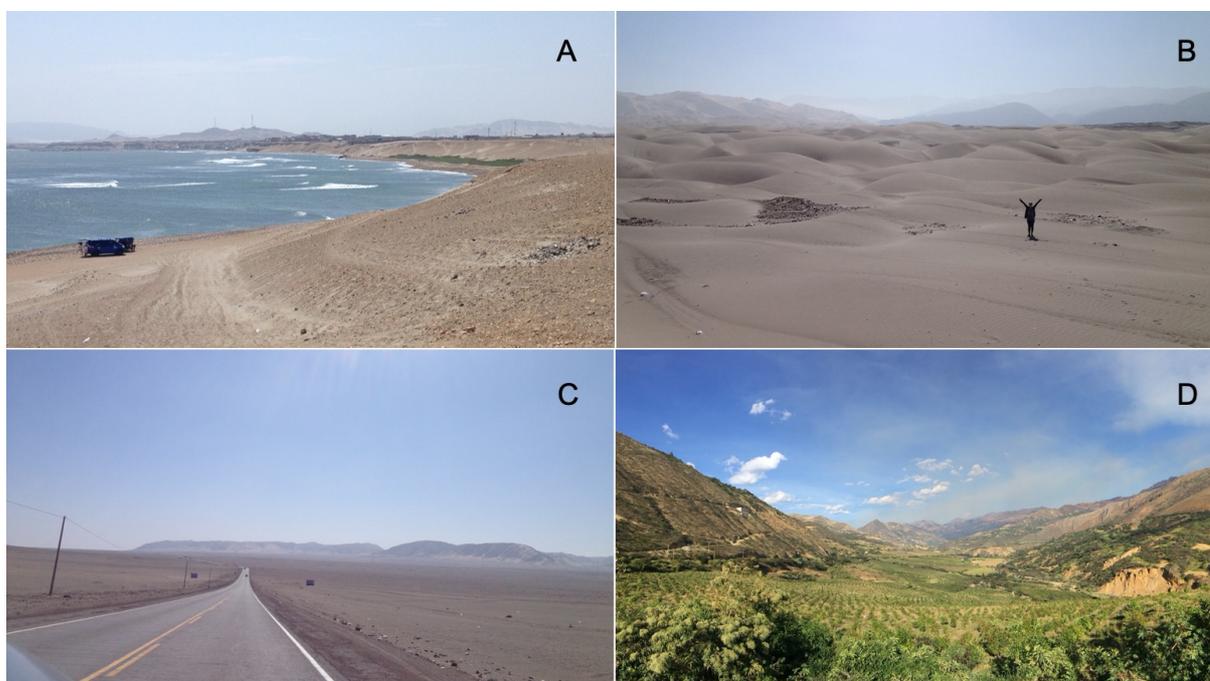


Figura 10. Zonas ecológicas próximas ao Vale do Jequetepeque, na costa norte do Peru. A. Zona litorânea de Pacasmayo, 25 km do vale; B. Extensa área de deserto e dunas de areia ao sul do vale; C. Planície desértica que leva ao vale desde a cidade de Chiclayo, ao norte; C. Vale da parte alta da bacia do rio Jequetepeque.
Fonte: Fotografias da autora (julho/2016).

ESTUDO DE CASO: O VALE DO JEQUETEPEQUE

O estudo de caso está inserido na bacia do rio Jequetepeque, localizada na costa norte do Peru, distante aproximadamente 645 km da capital Lima. Essa bacia tem uma área total de 698.200 hectares e, abarca dois departamentos (análogos aos estados brasileiros), seis províncias (equivalente aos nossos municípios) e 30 distritos (comparados aos distritos municipais no Brasil) (Figura 11). O principal rio da bacia,

de mesmo nome, percorre 175 km desde a sua nascente, em uma região de altitude (3.900 manm), no departamento de Cajamarca, até o Oceano Pacífico, no departamento de La Libertad, conforme ilustrado anteriormente na Figura 9 (GÓMEZ *et al.*, 2007).

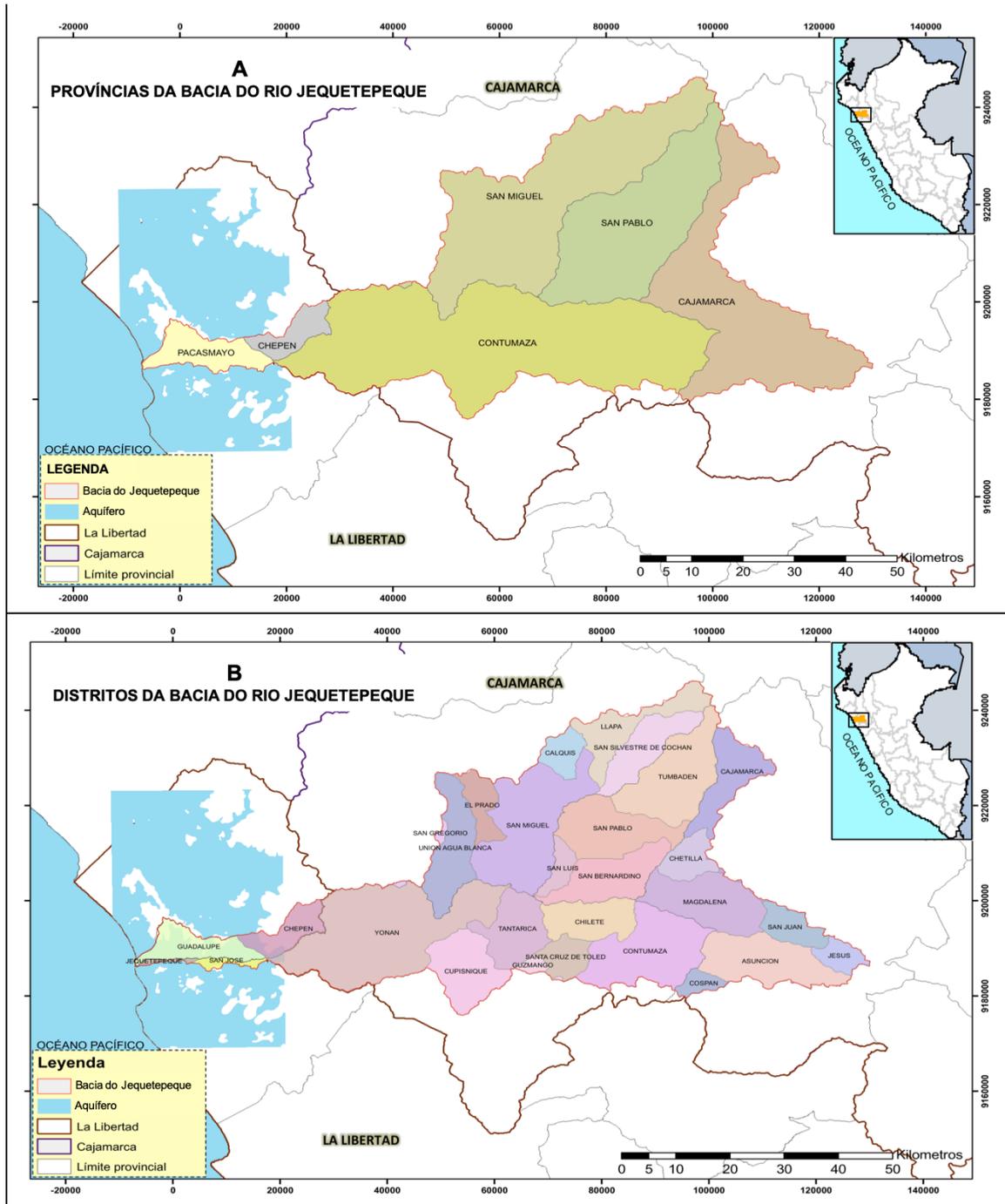


Figura 11. Divisão política da bacia do rio Jequetepeque, abarcando dois departamentos e seis províncias (A) e 30 distritos (B).
Fonte: SEDALIB, 2018 (adaptada).

Conforme mencionado, os regimes de chuvas apresentam forte variabilidade em toda a bacia, marcada principalmente pela altitude. As regiões localizadas na parte superior da bacia são as que mais recebem precipitações (até 1.200 mm ao ano), que vão diminuindo até serem extremamente baixas na parte costeira da bacia (inferior a 100 mm ao ano) (PERU, 2015b). Isso se traduz em irregularidades no fluxo de água do rio Jequetepeque. A série histórica (1965-2014) das medições da disponibilidade de águas superficiais do Jequetepeque e dos seus afluentes indica acentuada sazonalidade. O seu fluxo varia entre a média mensal mínima de 2,9 m³/s, nos meses secos, entre junho e agosto, e a média mensal máxima de 93,4 m³/s, entre os meses de janeiro e abril. Isso representa um volume médio anual de 865 milhões de metros cúbicos (PERU, 2015b).

No intuito de regular essas descargas fluviais variáveis e garantir o fornecimento de água durante os períodos secos, foi inaugurada em 1987 a represa Gallito Ciego, que regula um volume médio de água de aproximadamente 400 milhões de metros cúbicos ao ano (METZGER, 2017; SEDALIB, 2018). É a segunda maior infraestrutura hidráulica da costa norte e a quarta maior do país em capacidade útil máxima. Ela permite manter uma reserva de água permanente e disponível para as áreas a jusante, onde as chuvas são mais escassas (BERNABÉ, 2014).

A represa Gallito Ciego divide a bacia do rio Jequetepeque em dois sistemas de uso da água: a parte baixa, vale ou bacia seca, que é a zona de irrigação regulamentada; e a parte alta ou bacia úmida, que pode ser considerada como tendo um regime hidrológico natural, ou seja, é a zona de irrigação não regulamentada (PERU, 2015b; SEDALIB, 2018). Além disso, a represa gera energia elétrica, que é consumida localmente, por meio da *Central Hidroeléctrica Gallito Ciego*, que começou a operar em 1997 (BERNABÉ, 2014).

As áreas agrícolas destinadas à produção de arroz mais importantes dessa região estão localizadas no Vale do Jequetepeque, situado na parte baixa da bacia, no departamento La Libertad, e que inclui politicamente as províncias de Chepén e Pacasmayo (Figura 11A). O vale tem uma área aproximada de 227.000 hectares (32,5% da bacia), dos quais 42.050 são cultiváveis (Figura 12). De acordo com a Gerência Regional de Agricultura do Governo Regional de La Libertad, durante a safra de 2013-2014 (período referente ao início do projeto de intervenção do MINSA), foram cultivados um total de 33.573 hectares de arroz no departamento La Libertad, dos quais 93,4% estão localizados nas províncias Chepén (14.830 ha) e Pacasmayo

(16.550 ha) (PERU, 2015a). Segundo o Anuário de Produção Agrícola de 2014 do Ministério da Agricultura, em todo o país, a área cultivada com arroz na safra de 2013-2014 foi de 381.368 hectares. Portanto, as terras agrícolas utilizadas para a produção de arroz na região do estudo representam cerca de 9% da área de cultivo de arroz em todo o país (PERU, 2014b).



Figura 12. O Vale do Jequetepeque, com a represa Gallito Ciego e os principais centros urbanos da região, como Chepén e Pacasmayo.

Fonte: Imagem orbital Google Earth Pro (adaptada).

Embora a construção da represa tenha trazido benefícios para um grande número de famílias, a região ainda enfrenta inúmeros desafios na gestão compartilhada da água. A demanda local pela água é distribuída entre os setores agrícola, pecuário, urbano, industrial, mineiro e hidroenergético (GUERRERO-PADILLA; FLORIÁN-FLORIÁN, 2013). Entretanto, o modelo tradicional de monoculturas de arroz com irrigação permanente exige grandes volumes de água e consome praticamente todo o recurso disponível, o que agrava os problemas de escassez (CISNEROS, 2013).

Um grupo de organizações faz a gestão da água. Entre elas estão a Autoridade Nacional da Água (ANA), Autoridade Local da Água (ALA), *Junta de Usuarios del Agua del Valle del Jequetepeque* (JUAVJ) e as Comissões de Irrigação. A JUAVJ é a principal entidade de organização dos produtores. É uma instituição sem fins

lucrativos, encarregada de fornecer o serviço de operação e manutenção da infraestrutura hidráulica do vale. A organização tem cerca de 15 mil agricultores cadastrados, distribuídos em 14 Comissões de Irrigação. Cada comissão é responsável por uma série de setores hidráulicos, que por sua vez são subdivididos em Comitês de Irrigação, que organizam a distribuição da água para os subsetores de irrigação (BOSSIO; SARAVIA; WOLF, 2005; HUAMANCHUMO *et al.*, 2008).

A JUAVJ regula o estoque de água, administra a sua distribuição até a parcela agrícola do produtor e a sua tarifação. Essa distribuição é feita por meio de um sistema de canais de 159 km e mais um sistema de drenagem de 65 km de extensão (PERU, 2015b; VOS; VINCENT, 2011). O sistema de tarifação pode variar para cada distrito de irrigação e o pagamento pode ser feito por meio de uma taxa, calculada em função do número de hectares, independentemente do consumo real, ou por meio de uma taxa fixa, geralmente de valor baixo. Embora o regulamento da Lei de Recursos Hídricos N.º 29.338, de 23 de março de 2010, estipule a tarifação com base no consumo volumétrico real de água, a grande maioria das Juntas de Usuários dos vales da costa norte não tem um sistema de medição. No Vale do Jequetepeque, a cobrança da água é feita por meio da taxa fixa e é aplicada apenas parcialmente, de acordo com as necessidades de cada Comissão de Irrigação. As quantias coletadas formalmente são em geral insuficientes para atender aos requisitos de operação e manutenção e mais insuficientes ainda para cobrir investimentos nos sistemas de irrigação (BOSSIO; SARAVIA; WOLF, 2005; GUERRERO-PADILLA; FLORIÁN-FLORIÁN, 2013; HUAMANCHUMO *et al.*, 2008; WORLD BANK, 2013).

No último censo populacional, realizado em 2017, o Vale do Jequetepeque tinha uma população de aproximadamente 181.315 habitantes, que vivem tanto em zonas urbanas (91,7%) quanto na área rural (8,3%) (Tabela 1) (INEI, 2017). Há uma proporção maior de mulheres (51,4%), percentagem essa maior na área urbana (51,6%). Na zona rural, homens e mulheres são 50,4% e 49,6%, respectivamente. Com relação às faixas etárias, a população do vale é formada principalmente por pessoas jovens, com idade entre 5 e 34 anos (47,4%) (INEI, 2017). Apesar do crescimento econômico alcançado nas últimas décadas, a região apresenta níveis significativos de pobreza e sistemas precários de educação, saúde e serviços básicos. Por isso, os pequenos produtores de arroz formam um grupo com forte vulnerabilidade social, econômica e de saúde (CHÁVEZ, 2007).

Tabela 1. População total do Vale do Jequetepeque, por área urbana e rural e por faixa etária, em 2017.

Faixa Etária	População Total			Urbana			Rural		
	Total	Homem	Mulher	Total	Homem	Mulher	Total	Homem	Mulher
menores de 5 anos	15.110	7.633	7.477	13.706	6.924	6.782	1.404	709	695
de 5 a 19 anos	46.839	23.618	23.221	42.697	21.537	21.160	4.142	2.081	2.061
de 20 a 34 anos	39.189	18.442	20.747	35.987	16.865	19.122	3.202	1.577	1.625
de 35 a 49 anos	35.691	16.708	18.983	32.819	15.245	17.574	2.872	1.463	1.409
de 50 a 64 anos	26.386	12.760	13.626	24.319	11.714	12.605	2.067	1.046	1.021
de 65 anos ou mais	18.100	8.901	9.199	16.686	8.164	8.522	1.414	737	677
Total	181.315	88.062	93.253	166.214	80.449	85.765	15.101	7.613	7.488

Fonte: INEI, 2017

Foi este contexto socioeconômico, ambiental e de saúde que o MINSA do Peru escolheu para realizar o projeto de intervenção “Irrigação com Secas Intermitentes”, no qual, a partir de uma inovação prática na área agrícola, buscou atingir resultados também na saúde humana e no meio ambiente. Este é o objeto do presente estudo.

A TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO COM SECAS INTERMITENTES

Esta prática, chamada Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI), consiste em um manejo mais eficiente da água no cultivo do arroz. Ela se baseia na adoção de períodos controlados de secas, como alternativa à irrigação por inundação permanente, que é a prática mais comum na região. Além disso, a metodologia da TISI inclui um acompanhamento sistemático das diversas fases do cultivo, entre elas a preparação do local, a escolha das sementes, o manejo de plantas daninhas, o reconhecimento de pragas oportunistas, o uso adequado de agroquímicos, o descarte de resíduos tóxicos e a colheita. A Figura 13 apresenta o modelo aplicado no Vale do Jequetepeque no âmbito do projeto “Irrigação com Secas Intermitentes”. A imagem superior da figura apresenta as diferentes fases de cultivo do arroz: a semeadura, o transplante, a fase vegetativa, que consiste no crescimento da planta e a fase de floração até o momento da colheita. Para cada uma dessas etapas o gráfico logo abaixo da imagem informa os processos de manejo do cultivo, que consiste na preparação da área que será inundada, o momento do transplante das mudas, as diversas aplicações de herbicidas e fertilizantes, bem como o modelo de irrigação, que consiste em períodos alternados de água com períodos secos de 2, 5 e 8 dias, durante toda a fase vegetativa do arroz, antes da floração.

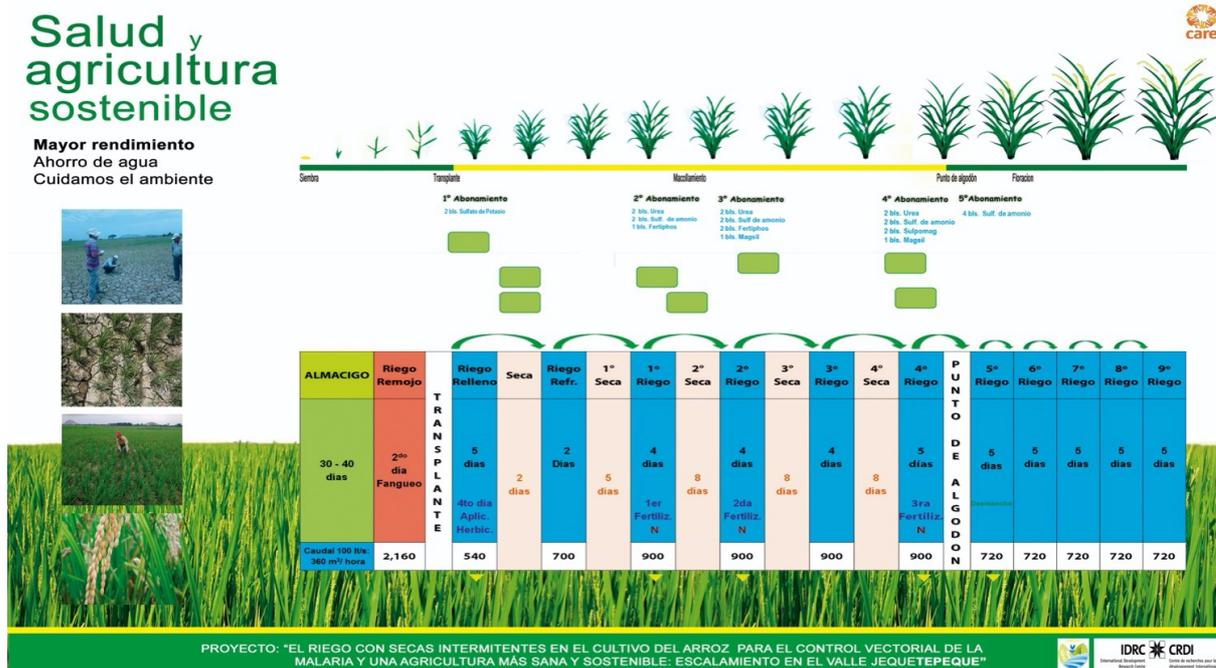


Figura 13. Modelo de irrigação com secas intermitentes aplicado no Vale do Jequetepeque. Fonte: Projeto Irrigação com Secas Intermitentes, Ministério da Saúde do Peru. Acho que essa figura, que é complexa, merece uma exp[licação] sumária, no texto

A TISI pode ser entendida como uma inovação complexa, pois busca (i) melhorar a eficiência no uso da água para irrigação, para reduzir problemas comuns do solo, como a erosão e a salinização; (ii) reduzir os custos de produção e aumentar os rendimentos agrícolas; (iii) reduzir a presença dos mosquitos da malária e de outras doenças zoonóticas, pela eliminação do seu habitat nas zonas de cultivo, entre outros benefícios (ALEN; SANDER, 2019).

Esta prática foi desenvolvida na Ásia há cerca de 300 anos. No entanto, somente a partir das últimas quatro décadas ela vem sendo sistematizada por grupos de pesquisa internacionais e difundida para outros continentes (KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002). No Peru, o primeiro estudo sobre a TISI foi realizado em meados da década de 1970, no departamento de Lambayeque, 75 km ao norte do Vale do Jequetepeque. Ele tinha um enfoque mais econômico, pois buscava reduzir o custo do consumo de água e aumentar o rendimento (CHÁVEZ, 2007).

Uma segunda experiência pioneira ocorreu 20 anos depois, entre 1993 e 1995, também na região norte do país. Realizada pelo Programa de Saúde da pequena *Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos*, no departamento de Piura, essa iniciativa teve um enfoque mais voltado para a saúde, pois buscava o controle zoonótico da malária. Cinco anos depois, entre 1999 e 2000, foi realizado um novo

estudo, em escala menor, na parcela de um pequeno produtor do distrito de Cura Mori, um dos cinco distritos que compõem a comunidade de Catacaos, no vale do Piura. Esse estudo buscou validar os resultados anteriores e incluiu uma análise agrônômica, para avaliar o impacto da aplicação das secas intermitentes no controle da população de larvas do vetor da malária e nos rendimentos agrícolas. Esses foram os primeiros estudos que buscaram avaliar as condições de expandir o uso da irrigação intermitente nos arrozais do litoral norte peruano (PERU, 2002).

De 2005 a 2010, o Ministério da Saúde realizou diversas fases de pesquisa dentro do Projeto VIGIA, em parceria com a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID, sigla em inglês para United States Agency for International Development). Participaram agricultores de diferentes departamentos da costa norte: Piura, Lambayeque, Tumbes, San Martín e La Libertad. Esses projetos apresentavam um enfoque mais integrado dos aspectos econômicos, ambiental e de saúde e buscaram validar a TISI em campos comerciais das regiões priorizadas. Esses projetos tinham também um forte componente participativo, além de trabalhar com uma estratégia de difusão e comunicação (PERU, 2011b).

Segundo relatórios, estes estudos obtiveram resultados animadores do ponto de vista econômico, ambiental e de saúde, além de gerar novas políticas para o cultivo de arroz no país (CHÁVEZ, 2007; PERU, 2002, 2011b; VÉLEZ, 2008). Entretanto, a implementação desses estudos pioneiros ficou restrita a pequenas parcelas e não foi suficiente para promover a adoção da técnica em escala mais ampla pelos agricultores locais. Isso reforça a importância da presente pesquisa de compreender os fatores que podem favorecer ou dificultar a implementação e difusão da TISI.

Em 2014, foi iniciada uma nova fase desses projetos de pesquisa e intervenção do MINSA, no intuito de (i) consolidar e demonstrar a factibilidade da TISI e os seus benefícios socioeconômicos, de saúde e ambientais; e (ii) ampliar a sua implementação para o conjunto de famílias de agricultores, na escala do Vale do Jequetepeque.

As reflexões contidas no presente trabalho focalizam esta nova fase do projeto de intervenção, desenvolvido entre os anos de 2014 a 2017. Elas buscam compreender as oportunidades e os desafios associados ao processo de implementação de inovações agrícolas complexas que têm como premissa a sustentabilidade ambiental, a redução dos riscos para a saúde e a estabilidade socioeconômica das famílias de agricultores do Vale do Jequetepeque.

PERGUNTAS DE PESQUISA

Frente à complexidade dos desafios que envolvem a problemática do cultivo de arroz com irrigação permanente na região de estudo, a pergunta central da tese é: Como a aplicação da TISI no cultivo do arroz pode contribuir para a sustentabilidade agrícola do Vale do Jequetepeque, de modo a reduzir a vulnerabilidade dos agricultores frente às mudanças ambientais (ex. escassez da água), aos problemas de saúde (ex. malária e exposição aos agroquímicos) e às questões socioeconômicas (ex. dependência da monocultura do arroz)?

A seguir são apresentadas outras quatro questões de pesquisa que orientaram o desenvolvimento de cada capítulo da tese:

1. Como se deu o processo histórico e cultural do manejo da água e do desenvolvimento de diferentes técnicas de irrigação de cultivos agrícolas na costa norte do Peru e qual a importância desses modelos para a sustentabilidade da agricultura nos dias atuais?
2. Quais características da TISI podem contribuir para responder aos problemas ambientais, socioeconômicos e de saúde no Vale do Jequetepeque?
3. Quais são os fatores associados à percepção dos agricultores sobre os benefícios e riscos de aplicar a TISI no cultivo do arroz irrigado?
4. De que forma a participação no projeto de intervenção “Irrigação com Secas Intermitentes” contribuiu para a implementação da TISI e para a sua difusão entre os agricultores do vale ao longo do tempo?

OBJETIVOS E ESTRUTURA DA TESE

O **objetivo central** da pesquisa é composto por dois pontos que são complementares: (i) compreender os fatores que podem favorecer ou dificultar a implementação da TISI para a população de agricultores do Vale do Jequetepeque e (ii) o papel do projeto de pesquisa e intervenção “Irrigação com Secas Intermitentes” na difusão dessa prática ao longo do tempo.

A tese está estruturada em quatro capítulos, além desta introdução e da conclusão final. Os dois primeiros são capítulos de revisão de literatura e dois últimos

são estudos empíricos. Os capítulos estão escritos em formato de artigo tendo em vista futuras publicações em revistas científicas. Embora relacionados uns com os outros, eles apresentam uma estrutura fechada, com introdução, objetivos, métodos, resultados, discussão e referências bibliográficas. Como eles fazem parte de um trabalho mais amplo, que é a tese, são apresentados como capítulos e, eventualmente, fazem referência uns aos outros. As referências bibliográficas desta introdução e da conclusão estão unificadas e apresentadas no final da tese.

Todos os capítulos estão vinculados aos objetivos específicos da tese e buscam responder cada uma das quatro perguntas de pesquisa.

O **Capítulo 1** tem como objetivo específico **compreender como se deu o desenvolvimento dos diferentes sistemas de irrigação agrícolas adotados na costa norte do Peru e quais foram as estratégias de adaptação ao estresse ambiental no passado**. O seu foco reside na compreensão dos processos históricos que envolvem a adoção e a adaptação de técnicas de irrigação para a agricultura e o seu papel no desenvolvimento das diferentes sociedades da região da costa norte do Peru. Foi elaborado a partir de uma ampla revisão de literatura especializada e de outras publicações sobre como, ao longo de milhares de anos, os agricultores locais têm respondido às interações entre os fatores físico-químicos e ambientais que afetam a disponibilidade, a obtenção e a gestão dos recursos hídricos.

O capítulo focalizou os processos complexos de adaptação que definiram os diferentes modelos de cultivo e irrigação e que buscaram assegurar o sucesso da agricultura e reduzir a vulnerabilidade das populações às mudanças ambientais. Por outro lado, o capítulo busca discutir como essas ocupações pretéritas enfrentaram os processos de ruptura, a partir da colonização espanhola e as principais mudanças econômicas, com ênfase na agricultura e na irrigação. Espera-se, com isso, compreender a evolução do manejo do território e dos seus elementos geoecológicos bem como as estratégias adaptativas dos sistemas de cultivo. Isso pode trazer pistas sobre como assegurar a capacidade regenerativa dos ecossistemas e dos seus recursos e garantir a produtividade de regiões áridas da costa norte frente às mudanças ambientais atuais.

O **Capítulo 2** tem como objetivo específico **analisar as características da TISI, reconhecida como uma inovação complexa, com foco em aspectos multidimensionais da prática, ou seja, nas suas implicações no âmbito econômico, ambiental e de saúde e verificar como essas características podem**

contribuir para enfrentar os problemas da região do Vale do Jequetepeque. É o segundo capítulo de revisão de literatura da tese, focalizado na caracterização da TISI de acordo com as suas diversas dimensões e propriedades intrínsecas. Foram levantadas as experiências com a TISI e as práticas relacionadas em outras regiões do mundo e no Peru, a sua viabilidade e os seus modelos de implementação. Esse capítulo permitirá comparar as diferentes experiências, compreender as suas peculiaridades e seus impactos ambientais, socioeconômicos e de saúde, a fim de discutir modelos mais adequados de cultivos irrigados para as diversas realidades, tanto no Peru quanto em outras partes do mundo.

O **Capítulo 3** tem como objetivo específico **compreender os fatores associados às percepções dos agricultores sobre os benefícios e riscos da TISI e como eles podem facilitar e/ou dificultar a sua implementação no Vale do Jequetepeque.** Ele examina como os fatores intrínsecos, ou seja, as características próprias da inovação e os fatores extrínsecos, ou seja, as características pessoais dos agricultores, o contexto econômico da produção agrícola e os canais de comunicação formais e informais interagem para determinar as percepções dos agricultores sobre os benefícios e riscos da TISI no âmbito econômico, ambiental e de saúde. Para isso, foi definida uma população, a partir de uma amostra aleatória, sistemática e proporcional ao tamanho populacional de cada uma das 14 Comissões de Irrigação do Vale do Jequetepeque. Essa população, denominada na tese como “linha de base”, totalizou 319 agricultores.

Posteriormente foram realizadas entrevistas semiestruturadas, na ocasião do primeiro trabalho de campo do projeto, durante o mês de setembro de 2014. Um questionário foi aplicado aos agricultores participantes. Eles foram convidados a avaliar os possíveis benefícios e/ou riscos da aplicação da TISI com respeito a oito características intrínsecas, classificadas segundo os aspectos socioeconômicos, ambientais e de saúde. Foram utilizados modelos de regressão logística para analisar as associações entre (i) as percepções dos agricultores sobre as características da inovação e (ii) os fatores extrínsecos, ou seja, os dados sociodemográficos, os aspectos econômicos do cultivo do arroz e os canais de comunicação formais (mídias de massa) e informais (relações interpessoais). Com este capítulo espera-se compreender como os fatores podem determinar o processo de tomada de decisão de aplicar uma nova prática agrícola.

O **Capítulo 4** tem como objetivo específico **compreender como a participação dos agricultores nas atividades de implementação da TISI influenciou suas percepções sobre a prática e contribuiu para a sua difusão**. Este capítulo buscou caracterizar os agricultores que participaram diretamente das atividades do projeto, avaliar como se deu esse processo participativo e de extensão no vale e de que forma ele influenciou a intenção dos atores de aplicar a TISI em seus cultivos. Esse grupo de agricultores (n=60), denominados na tese como “participantes da intervenção”, foram escolhidos intencionalmente (amostragem não probabilística) por conta da sua disponibilidade em participar diretamente das atividades do projeto referentes à aplicação da TISI em seus cultivos. Estes agricultores foram acompanhados, entre 2014 e 2017, por engenheiros e técnicos agrícolas contratados pelo projeto do MINSA.

Dessa forma, em julho de 2016, foram realizadas novas entrevistas semiestruturadas. Um questionário foi aplicado a estes 60 agricultores participantes da intervenção. Este questionário seguiu o mesmo padrão utilizado no capítulo 3, para fins de comparação dos dois grupos de agricultores estudados no Vale do Jequetepeque: os agricultores da linha de base e os agricultores participantes da intervenção. Da mesma forma, o desenho metodológico, ou seja, as variáveis analisadas são as mesmas utilizadas no estudo da linha de base. Com esse capítulo será possível demonstrar as principais diferenças entre os dois grupos de agricultores estudados no que tange às percepções de benefícios e riscos atribuídos à TISI e como o projeto de intervenção contribuiu para impulsionar as decisões dos agricultores em aplicá-la em seus cultivos no Vale do Jequetepeque.

O referencial teórico a ser tratado na próxima seção consiste na apresentação dos conceitos-chave utilizados na tese. Na conclusão geral será discutida a integração dos resultados dos capítulos anteriores com as considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta brevemente os principais marcos teóricos e conceituais de três grandes campos de pesquisa recente que foram utilizados na tese. O primeiro deles é chamado “abordagens ecossistêmicas para a saúde”, ou “ecosaúde”. Ele busca compreender as interações complexas e dinâmicas existentes entre os fatores biofísicos e sociais inerentes a um ecossistema e que influenciam a saúde e o bem-estar das populações humanas. O segundo campo teórico é a difusão de inovações

Ele trata dos conceitos, variáveis e processos relacionados ao processo de adoção e difusão de inovações complexas em agricultura que integram múltiplas dimensões socioeconômicas, ambiental e de saúde. O terceiro campo de pesquisa é a análise de redes sociais, que estuda, por meio de uma abordagem teórica e metodológica, as relações interpessoais no processo de adoção, adaptação e difusão de inovações.

ABORDAGENS ECOSSISTÊMICAS EM SAÚDE HUMANA (ECOSAÚDE)

As abordagens ecossistêmicas para a saúde, ou ecosaúde, surgiram no final do século XX, como um novo campo de pesquisa e prática que concentrou os seus esforços na compreensão das implicações das mudanças ambientais que condicionam a saúde humana. Usando novos conceitos e metodologias, visa a construção de soluções integradas que promovam tanto a sustentabilidade dos ecossistemas quanto uma melhor condição de vida e saúde das populações (BETANCOURT; MERTENS; PARRA, 2016; FORGET; LEBEL, 2001; LEBEL, 2005).

A estrutura teórico-metodológica da ecosaúde foi desenvolvida em função da complexidade própria dos sistemas sócio-ecológicos. Essa complexidade, associada às múltiplas dimensões (de saúde, sociais e ambientais) de um ecossistema, incorpora diferentes escalas (temporais e espaciais) que, muitas vezes, se auto-organizam e se retroalimentam. Assim, o campo da ecosaúde busca identificar perturbações que podem desencadear mudanças abruptas no equilíbrio sistêmico e resultar em alterações drásticas como, por exemplo, o surgimento de pragas ou epidemias (OPAS, 2009).

Inúmeros estudos realizados ao longo das últimas quatro décadas delinearam, evoluíram e adaptaram alguns princípios da ecosaúde, voltados para amparar os projetos de pesquisa e intervenção. Os três primeiros princípios se referem a: (i) abordagens inter e transdisciplinares que visam uma compreensão ampliada dos problemas a serem enfrentados, a partir da integração de diferentes saberes (científico e tradicionais) (WEIHS; MERTENS, 2013); (ii) participação de múltiplos atores, que podem incluir membros da comunidade científica, populações afetadas e atores representantes de setores interessados, como o poder público, a sociedade civil, o setor privado, entre outros, em todas as etapas de execução do projeto ou intervenção (MERTENS *et al.*, 2005); (iii) recorte de equidade social e de gênero, a

fim de garantir a igualdade de direitos e oportunidades para os diferentes grupos sociais (FORGET; LEBEL, 2001; MERTENS; SAINT-CHARLES; MERGLER, 2012).

Além destes, novos princípios foram estabelecidos, entre eles: (iv) o pensamento sistêmico e complexo, em contraste com pensamento reducionista; (v) a sustentabilidade, ou seja, incorporar na análise as variáveis que descrevem os limites de produção e exploração dos recursos naturais, bem como a destinação de resíduos, a fim de cumprir os imperativos éticos e de solidariedade intergeracional do desenvolvimento sustentável; (vi) transitar do conhecimento à ação, o que se refere à geração de um novo conhecimento e à sua tradução em aplicação prática e implementação política (CHARRON, 2012).

Estes e outros conceitos se alinham com os objetivos desta tese e apoiaram a interpretação dos problemas complexos e de múltiplas dimensões que afetam o Vale do Jequetepeque.

DIFUSÃO DE INOVAÇÕES

A teoria sobre a difusão de inovações procura explicar como novas ideias e práticas se disseminam dentro e entre as populações humanas (VALENTE, 2005). A difusão de uma inovação é um processo no qual a informação é comunicada entre os membros de um sistema social, por meio de determinados canais, ao longo do tempo (ROGERS, 2003). Segundo este autor, é um tipo especial de comunicação, pois envolve a transmissão de novas ideias entre dois ou mais indivíduos. Uma inovação pode ser também um comportamento, uma prática ou algo material, desde que seja percebido como uma novidade pelos potenciais adotantes (ROGERS; KINCAID, 1981).

Segundo Rogers (2003), a difusão é um processo de influência social pelo qual novas ideias são inventadas, difundidas e adotadas ou rejeitadas, ocorrendo, assim, uma mudança na estrutura e função de um sistema social. Alguns estudos sobre difusão de inovações buscam compreender os fatores que levam alguns membros de uma população a adotar novas ideias. Outros estudos se dedicam a entender porque algumas pessoas adotam rapidamente um comportamento, enquanto outras esperam um tempo considerável antes de aceitar uma nova prática (VALENTE, 2005; VALENTE; ROGERS, 1995).

Após mais de 60 anos de intensa produção científica na área, recentemente alguns autores vêm sistematizando conceitos e modelos para integrar o conjunto de variáveis que influenciam diretamente a decisão de um indivíduo de adotar ou não uma inovação. Essas variáveis descrevem: (i) as características próprias da inovação; (ii) as características dos inovadores; e (iii) as características do contexto social e ambiental capazes de modular o processo de difusão, como, por exemplo, as configurações geográficas, a cultura, as condições políticas, entre outras (VALENTE, 2005; WEJNERT, 2002).

Nesta tese, essas variáveis serão analisadas de forma integrada, de modo a alcançar cada um dos objetivos apresentados.

ANÁLISE DE REDES SOCIAIS

Os primeiros estudos sobre a difusão de inovações demonstraram que a comunicação e as relações interpessoais influenciam significativamente adoção de uma inovação, no sentido de que reduzem as incertezas sobre o uso de uma nova ideia. Assim, é por meio da comunicação interpessoal que essas novas ideias e práticas se espalham pelos grupos sociais e pela sociedade como um todo (VALENTE, 2005; VALENTE; ROGERS, 1995). Assim, a análise de redes sociais (ARS) é um paradigma que fornece conceitos e métodos para compreender a estrutura social (SCOTT, 2000). Como ferramenta de estudo das relações entre indivíduos e grupos em diferentes situações sociais, permite diferentes abordagens que buscam analisar a troca de informações, conhecimentos e recursos entre atores sociais de redes formais e informais (MERTENS *et al.*, 2005).

As redes sociais podem ser definidas como um conjunto de agentes sociais (indivíduos, organizações ou instituições) conectados entre si, por meio de um ou vários tipos de relações (BORGATTI; FOSTER, 2003). Estas relações são analisadas por meio da integração de dados atributivos, definidos no âmbito individual, como o sexo, a idade, a profissão; e de dados relacionais, definidos pelos pares de indivíduos, como, por exemplo, relações de colaboração, parentesco, amizade, confiança, poder, entre outros. Cada relação define uma rede distinta, embora relação e rede possam estar empiricamente relacionadas (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Na presente tese, a ARS será utilizada para apoiar as análises metodológicas dos capítulos empíricos.

1. A HISTÓRIA DA IRRIGAÇÃO EM CONTEXTOS DE MUDANÇAS AMBIENTAIS NA COSTA NORTE DO PERU

1.1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, inúmeras pesquisas buscam compreender como os métodos agrícolas empregados na pré-história poderiam servir como modelos para a agricultura contemporânea (DENEVAN, 1995; ERICKSON, 1992; ORTLOFF; MOSELEY, 2009; SMITH, 1979; TREACY, 1987). Outros estudos defendem a necessidade de reabilitar as tecnologias agrícolas antigas para criar sistemas agrários mais sustentáveis e, com isso, uma estabilidade socioeconômica mais duradoura (BRANCH *et al.*, 2007; LONDOÑO; WILLIAMS; HART, 2017; PROMARENA, 2008; WASSILOWSKY, 2011). A experiência e o conhecimento sobre as estratégias agrícolas e manejo da água em terras áridas pelos povos pré-hispânicos vem sendo reconhecido como um recurso valioso para o futuro da agricultura (ALTIERI, 1996; SANDOR; HOMBURG, 2017).

O Peru tornou-se um dos países focais em pesquisa sobre sistemas agrícolas pré-coloniais. A costa norte do país, em especial, é notável em registros arqueológicos que remontam às trajetórias dos primeiros grupos populacionais que se estabeleceram gradualmente naquela região há pelo menos 13000 anos a.C. (DILLEHAY *et al.*, 2017; DILLEHAY; ELING; ROSSEN, 2005). Há um corpo crescente de evidências que permite aos pesquisadores das mais variadas áreas do conhecimento contar a história da transição daqueles povos simples em sociedades altamente complexas (HAAS; CREAMER, 2006). O motor desse processo é atribuído aos ciclos de interação entre natureza e cultura, associados à aquisição e controle da água e à produção de alimentos (PIPERNO, 2011, 2018). A história do desenvolvimento da agricultura e das tecnologias de irrigação nos permite compreender como aquelas populações pretéritas aprenderam a conviver com as restrições ambientais no deserto hiperárido do litoral peruano, a partir de um amplo espectro de respostas adaptativas, e demonstraram engenhosidade e resiliência para lidar com a escassez de água (WELLS; NOLLER, 1999).

Este primeiro capítulo tem como **objetivo compreender como se deu o desenvolvimento dos diferentes sistemas de irrigação agrícolas adotados na costa norte do Peru e quais foram as estratégias de adaptação ao estresse**

ambiental no passado. A primeira parte conta brevemente o processo de ocupação e sedentarização das primeiras populações da costa norte, que levou à domesticação de espécies vegetais e animais, ao desenvolvimento de tecnologias materiais e à transformação de sistemas de subsistência relativamente simples em modelos mais complexos de organização social, cultural e econômica. Em seguida, na segunda parte, são apresentados os principais fatores de risco ambiental e a vulnerabilidade das comunidades agrícolas da região frente às mudanças climáticas e à escassez de água. A terceira parte descreve as principais estratégias adaptativas que levaram a uma complexidade social e ao desenvolvimento dos diferentes sistemas de cultivo e irrigação. Por último, a quarta parte apresenta brevemente a transição do processo de colonização e as principais mudanças nos sistemas produtivos, com ênfase na agricultura e na irrigação. A conclusão discute a importância e a influência desses sistemas antigos sobre a transformação dos modos de vida ao longo dos milhares de anos e a sua importância para a agricultura dos dias atuais.

1.2. HISTÓRIA AMBIENTAL HOLOCÊNICA DA COSTA NORTE PERUANA

Compreender o contexto ambiental e o papel social da agricultura é fundamental para entender os principais fatores que diferenciaram algumas regiões específicas do mundo como grandes centros produtivos e moldaram de maneira definitiva os modos de vida de seus habitantes. A origem da agricultura e a sua transformação são processos evolutivos que envolvem comportamentos de adaptação aos contextos ambientais específicos (GREMILLION, 1996).

Atualmente, arqueólogos, historiadores, geógrafos e outros pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento adotam uma perspectiva gradualista para descrever a transição cultural do modo de vida nômade, de caçadores-coletores, para um modelo mais complexo, que levou aqueles grupos de indivíduos à sedentarização, permitiu a domesticação de animais e plantas e, conseqüentemente, levou ao desenvolvimento de sistemas agrícolas (FISH; FISH, 1994; HAAS; CREAMER, 2006; WELLS; NOLLER, 1999). Atualmente, essa transição é vista como um *continuum* co-evolutivo, pois considera a longa história de manejo do território e de seus componentes geoecológicos (flora, fauna e processos ecossistêmicos) juntamente com a evolução cultural desenvolvida por algumas das primeiras sociedades humanas (FEDICK, 1995). Esse processo de mudança do “forrageamento” para a produção de

alimentos foi seletivo – apenas alguns povos fizeram essa transição de forma autônoma. Mesmo assim, essa mudança ocorreu quase simultaneamente em alguns poucos centros independentes espalhados por vários continentes (DILLEHAY; ELING; ROSSEN, 2005; MAZOYER; ROUDART, 2010).

Um desses centros foi o território atual do Peru, onde os primeiros grupos humanos povoaram toda a região litorânea desde o final do Pleistoceno Superior e início do Holoceno, há aproximadamente 13000 anos a.C. (BORRERO, 2014; DILLEHAY *et al.*, 2017; MALPASS, 1986; STACKELBECK, 2008). Apesar de essas cifras aparentemente indicarem uma forte antiguidade para a presença desses grupos humanos, elas se encaixam no marco dominante dos estudos arqueológicos e biogeográficos que sustentam que o continente americano foi a última grande massa de terra a ser ocupada pelas espécies humanas (FERNANDES; ARAÚJO, 2012).

A cronologia dos principais períodos de ocupação pré-hispânica na costa norte está apresentada na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2. Cronologia dos principais períodos de ocupação pré-hispânica na costa norte do Peru*.

Anos	Períodos	Culturas da costa norte
13000 a.C. 7000 a.C.	Lítico	Complexos Paján, Fishtail, Ñanchoc
7000 a.C. 1700 a.C.	Precerâmico	
1700 a.C. 1000 a.C.	Inicial	Cupisnique
1000 a.C. 200 a.C.	Horizonte Inicial	Cupisnique, Chavín, Salinar
200 a.C. 550 d.C.	Intermediário Inicial	Salinar, Gallinazo, Moche Inicial
550 d.C. 900 d.C.	Horizonte Médio	Moche Tardio, Wari, Sicán
900 d.C. 1470 d.C.	Intermediário Tardio	Sicán, Chimú
1470 d.C. 1532 d.C.	Horizonte Tardio	Inca

(*) Os intervalos de datas são aproximados.

Elaboração própria da autora

Fonte: Adaptado de LUMBRERAS *et al.*, 2020; STACKELBECK, 2008; WELLS; NOLLER, 1999.

A descrição completa da evolução histórica, política e cultural costeira e andina está além do escopo deste capítulo. No entanto, é necessário um relato breve sobre a dinâmica de formação dos principais centros de organização cultural e política, para dar sentido ao processo de desenvolvimento das diversas práticas de intensificação agrícola e irrigação, com ênfase na costa norte do país.

1.2.1. Período Lítico: dos primeiros ocupantes ao sedentarismo

As primeiras populações humanas que povoaram a costa peruana eram migratórias, dedicadas principalmente à pesca marinha, em rios, pântanos e lagoas da costa; coletavam alimentos em bosques, florestas e manguezais e caçavam. Pouco se sabe sobre os ocupantes da região antes de 10000 anos a.C. (VARILLAS, 2014; WELLS; NOLLER, 1999).

Durante o Período Lítico (13000 - 7000 a.C.) essas comunidades se expandiram para o interior, onde passaram a viver nos vales próximos às encostas da Cordilheira dos Andes e adjacentes aos rios que cortavam a costa. Essas regiões eram verdadeiros oásis férteis dentro da extensa área desértica do litoral (PIPERNO; DILLEHAY, 2008; WELLS; NOLLER, 1999). A Figura 14 apresenta uma ilustração dos principais rios que formam os vales da costa norte e que serão frequentemente mencionados nesse capítulo.

É nesse período que se iniciam os processos de sedentarização, que consistiu em uma adaptação socionatural de alguns grupos de caçadores e coletores mais inovadores. Eles intensificaram dietas de amplo espectro em ecótonos altamente compactados e circunscritos ao longo dos flancos ocidentais e orientais dos Andes, na confluência dos rios de planícies inundáveis (DILLEHAY *et al.*, 2003; PIPERNO, 2011). Esse cenário ecológico rico em recursos permitiu o surgimento de sistemas sociais cada vez mais comunitários e territorialistas, o que reduziu os riscos implícitos à vida nômade.

A mobilidade reduzida desses grupos, juntamente com a formação de excedentes de alimentos, favoreceu o desenvolvimento de uma grande variedade de tecnologias de materiais, incluindo lítico, cabaça, osso, madeira e têxtil, entre 9000 e 7000 a.C. Os primeiros registros arqueológicos de assentamento, subsistência e tecnologia pertencem aos complexos Fishtail (9200 - 8200 a.C.) e Paiján (8800 - 7000 a.C.), encontrados na costa norte do Peru, mais especificamente no Vale do

Jequetepeque. Esses complexos formam um conjunto relativamente único de ferramentas líticas, entre elas pontas de projéteis com haste, ferramentas bifaciais, denticuladas, de raspagem, de entalhe, martelos e uma variedade de líticos unifaciais (DILLEHAY *et al.*, 2003; MAGGARD, 2010; MALPASS, 1986).



Figura 14. Esquema ilustrativo dos vales da costa norte do Peru citados no texto. Fonte: NETHERLY, 1984 (adaptado).

O acúmulo de instrumentos e ferramentas possibilitou a fabricação de uma grande variedade de artefatos que favoreceram o crescimento populacional e o intercâmbio social (DILLEHAY *et al.*, 2017). Em especial estão as pedras de moagem, a tecelagem de redes de algodão e a utilização da cabaça (*Lagenaria* sp.) para confecção de boias flutuadoras, usadas nas redes de pesca (DILLEHAY *et al.*, 2012; STACKELBECK, 2008). Evidências arqueológicas sugerem que essas mudanças nos padrões de assentamento humano permitiram o surgimento dos primeiros cultígenos, produtos de uma agricultura incipiente.

O sítio arqueológico de Ñanchoc, localizado ao norte do Vale do Jequetepeque, foi um importante local de ocupação humana entre 9200 e 5500 anos a.C. Esses habitantes foram, possivelmente, os primeiros horticultores da região (PIPERNO; DILLEHAY, 2008). A Figura 15 apresenta a localização dos três sítios arqueológicos mais antigos encontrados na costa norte, mais especificamente, na região do Vale do Jequetepeque.



Figura 15. Localização dos três sítios arqueológicos mais antigos da costa norte do Peru, na região do Vale do Jequetepeque e próximos à cidade de Chiclayo, atualmente a terceira mais populosa do país.

Fonte: Imagem orbital Google Earth Pro (adaptada).

Como mencionado, a transição do forrageamento para um modo de subsistência agrícola foi gradativa. A manipulação de espécies vegetais e animais por caçadores-coletores anteriores, como os do complexo Paiján, Fishtail e Ñanchoc provavelmente contribuiu para o surgimento de várias espécies domesticadas. No entanto, esse processo evoluiu com a existência contínua de alguns grupos remanescentes de forrageadores, que mantiveram suas estratégias produtivas mais amplas e continuaram presentes por vários milênios, durante o longo Período Pré-cerâmico

(DILLEHAY *et al.*, 2003; FEDICK, 1995). Na costa norte, algumas das únicas pistas sobre essa transição são encontradas no Vale do Zana onde, por volta de 5500 anos a.C., aquelas populações já sedentarizadas iniciaram uma profunda mudança de comportamento. Elas passaram a adotar um estilo de vida caracterizado por comunidades organizadas, com diferenciações sociais, rituais de enterros e cuidados com os mortos, além de armazenamento de alimentos em pequena escala (KLAUS, 2008).

1.2.2. O Período Pré-cerâmico e as primeiras experiências de domesticação

A domesticação dos camelídeos andinos, entre eles a alpaca (*Lama pacos*), provavelmente começou nos Andes Centrais com a caça desses animais durante o início e meio do Período Pré-cerâmico, entre 7000 e 6000 anos a.C. (STACKELBECK, 2008). Outros autores apontam que a criação e o pastoralismo apareceram no período entre 6000 e 4000 anos a.C. (BUSH; MOSBLECH; CHURCH, 2015). SHIMADA E SHIMADA (1985) argumentam que estes animais foram a principal fonte de proteína terrestre, além de oferecer uma ampla gama de funções, como transporte de carga, couro e lã nos períodos mais recentes, entre 550 e 1470 anos d.C. Além dos camelídeos, o chamado porquinho-da-índia (*Cavia porcellus*) foi uma fonte básica de proteína na dieta andina pré-histórica, embora o seu processo de domesticação ainda seja pouco compreendido (CUTRIGHT, 2015; SANDWEISS; RICHARDSON, 2008).

Existe um grande volume de dados sobre as plantas nativas domesticadas da região andina. Para o período entre 9200 e 5500 anos a.C., pesquisadores identificaram várias espécies para as quais há evidências de cultivo nesse período, como abóbora (*Cucurbita* sp.), pimenta andina (*Capsicum* sp.), algodão (*Gossypium* sp.), lúcuma (*Lucuma bifera*), amendoim (*Arcachis* sp.) e cabaça (*Lagenaria* sp.), além de leguminosas como o feijão-fava (*Phaseolus lunatus*), feijão comum (*Phaseolus* sp.) e a paca (*Inga feuillei*) (BUSH; MOSBLECH; CHURCH, 2015; DILLEHAY; KOLATA; PINO, 2004; PIPERNO, 2011; PIPERNO; DILLEHAY, 2008).

O milho (*Zea mays*) se tornou um alimento básico para as populações andinas. Dados genéticos e arqueológicos indicam que o milho foi domesticado no México por volta de 8700 anos a.C. No entanto, a cronologia da sua dispersão na região andina ainda apresenta algumas etapas desconhecidas, por conta da escassez de informações sobre a sua evolução morfológica e sua diversificação a partir das linhagens selvagens. Estudos recentes apresentam evidências sobre a utilização das

primeiras variedades domesticadas de milho na costa norte por volta dos anos 6700 anos a.C. (DILLEHAY *et al.*, 2012; GROBMAN *et al.*, 2012). Não foram encontrados registros do cultivo de batatas (*Solanum tuberosum*) na costa norte, já que as condições climáticas não eram favoráveis ao seu crescimento. Elas eram um item importante no comércio entre as terras altas e a costa (WATSON, 1979).

O tomate selvagem ou tomate cereja (*Solanum peruvianum*), foi encontrado em registros arqueológicos na costa norte do Peru. No entanto, ele representava menos de 1% da dieta de plantas e foi considerado por arqueólogos e paleobotânicos um alimento silvestre complementar da dieta regular (POZORSKI, S., 1979).

Ao final do Período Pré-cerâmico, entre 3000 e 1800 anos a.C., cultígenos como o algodão, a abóbora, a pimenta, a lúcumã e o feijão tornaram-se componentes comuns no registro arqueológico (WELLS; NOLLER, 1999). Além desses, foram encontradas evidências paleobotânicas em toda a região dos Vales de Lambayeque, Zaña e Jequetepeque para as espécies de guanabana ou chirimoia (*Annona cherimolia*), feijão da praia (*Canavalia* sp.), uma espécie de pimenta da região andina (*Capsicum annuum*), chamado popularmente de *ají*, a quinoa (*Chenopodium* sp.), a coca (*Erythroxylum novagranatense*) e a goiaba (*Psidium guajava*).

Embora exista uma clara dependência dos recursos agrícolas, a maioria dos sítios de ocupação ainda estava localizada junto à costa, onde os recursos marinhos eram abundantes. A combinação dos bens cultivados com os recursos marinhos permitiu um crescimento populacional progressivo nas enseadas junto aos bancos de crustáceos e nas orlas de manchas verdes, próximas aos cursos dos rios.

Os primeiros canais rudimentares para irrigação foram construídos durante esse período, entre 6500 e 5400 anos a.C., ao longo dos rios em Ñanchoc, no Vale do Zana e no Vale do Jequetepeque (DILLEHAY; ELING; ROSSEN, 2005). A complexidade arquitetônica dos locais ocupados cresce durante esse período e o surgimento de um modo de vida de aldeia parece claramente definida (LUMBRERAS, 2020; WELLS; NOLLER, 1999).

1.2.3. A emergência de configurações sociais complexas

À medida que progride o Período Inicial (1700 - 1000 a.C.), a exploração dos recursos agrícolas se intensifica, com a introdução de práticas que intervêm na gestão dos solos e, principalmente, da água para a irrigação. Foi durante esse período que

os sistemas culturais relativamente simples passaram para um nível mais complexo de organização social, econômica e cerimonial. Juntamente com a difusão da cerâmica, a costa norte testemunhou o surgimento dos primeiros projetos de construção monumental, como templos e grandes praças cerimoniais. Surge a cultura Cupisnique, que permanece até o Período seguinte. Por volta de 1200 anos a.C., o complexo arquitetônico chamado *Sechín Alto* se tornou um dos maiores do mundo à época (HAAS; CREAMER, 2006; VANVALKENBURGH, 2012).

O Horizonte Inicial (1000 - 200 a.C.) tem como foco as diferentes trajetórias culturais contemporâneas na costa norte, entre elas, a Cupisnique (1800 - 400 a.C.), a Chavín (850 - 300 a.C.) e a Salinar (400 - 1 a.C.). Com isso, culturas regionais de grande influência se formaram por conta da disseminação de estilos de arte, cerâmica, artesanato e arquitetura próprios em uma extensa área que cobre todo o litoral norte até a costa central do país. O estilo de arte Cupisnique e sua tradição religiosa percorreram a extensão dos vales, de norte a sul, La Leche, Lambayeque, Jequetepeque, Chicama e Moche (KLAUS, 2008).

Com o crescimento da complexidade cultural, surgem estruturas de engenharia de irrigação em larga escala para expandir as áreas cultivadas para além dos limites das áreas próximas aos rios. A construção de grandes sistemas de canais se inicia durante a fase Cupisnique e se expande durante a fase Salinar (GAGNON, 2008). Os principais estudos sobre os sistemas de canais foram realizados no Vale de Lambayeque e no Vale do Moche, vizinhos do Vale do Jequetepeque ao norte e ao sul, respectivamente. Os canais antigos dessas áreas foram estendidos das regiões próximas aos rios para o deserto adjacente aos vales e também moviam a água de drenagens maiores para menores. Nesse período são construídas estradas para conectar as terras altas e a zona costeira, documentando o estabelecimento de importantes redes comerciais regionais (SANTILLANA, 2020; WELLS; NOLLER, 1999).

O declínio de Cupisnique é mal compreendido. Evidências de sítios costeiros sugerem que a sociedade foi desestabilizada por perturbações ambientais, incluindo eventos catastróficos do *El Niño Southern Oscillation* (ENSO, sigla em inglês) e os efeitos de um possível tsunami que impactou a costa. O legado de Cupisnique, no entanto, influenciou o resto da pré-história da costa norte peruana (KLAUS, 2008).

Nos períodos subsequentes há crescimento e desaparecimento recorrentes de cidades-estados ao longo dos séculos (MOSELEY, 1992). Quase ao mesmo tempo

que a cultura Salinar declinou, ganhou destaque a cultura Gallinazo (1 - 200 d.C.). Existe um grande interesse sobre o seu papel nas origens da cultura Moche e no desenvolvimento de grupos étnicos subsequentes. As manifestações mais fortes da cultura Gallinazo são observadas nos diversos vales da costa norte próximo ao Vale do Jequetepeque, desde o Vale do Lambayeque ao norte até os vales subsequentes ao sul, Chicama, Moche e Virú (KLAUS, 2008).

Durante o Período Intermediário Inicial (200 a.C. - 500 d.C.), que inclui as fases Gallinazo e Moche Inicial, parece não ter havido expansão de áreas cultivadas na região (SANDWEISS *et al.*, 2001; SANDWEISS; RICHARDSON, 2008). Posteriormente, durante o Horizonte Médio (550 - 900 d.C), o Estado Moche dobrou a produção agrícola por meio de grandes sistemas de canais de irrigação (BILLMAN, 2002; BILLMAN; HUCKLEBERRY, 2009).

As plantas citadas anteriormente seguiam sendo cultivadas e novas espécies vegetais são encontradas nos registros paleobotânicos dos vales da região do Jequetepeque, entre elas, a graviola (*Annona muricata*), o abacate (*Persea americana*), a guabiraba (*Campomanesia* sp.), o algarrobo (*Prosopis chilensis*), uma planta aromática (*Capparis ovalifolia*), a cana-do-rio (*Gynerium sagittatum*) e o milho (*Zea maize*) (KLAUS, 2008).

1.2.4. O desenvolvimento regional da costa norte

A cultura Moche (200 – 800 d.C.)

A cultura Moche floresceu na costa norte do Peru nos primeiros séculos da Era Presente (d.C.) e se tornou uma das mais conhecidas e intensamente estudadas do período pré-incaico. Todo esse interesse foi devido ao alto grau de complexidade social por ela alcançado e a um rico e notável registro arqueológico de sítios e artefatos (CRONA; HUBACEK, 2010; SANTILLANA, 2020).

Diferentemente das autoridades anteriores, das fases Salinar e Gallinazo, os governantes Moche eram capazes de coletar grandes quantidades de bens e trabalho, usados para financiar uma ampla gama de atividades políticas, incluindo construção monumental, rituais públicos, produção artesanal, recuperação de terras e ações militares. Uma das razões para a notória capacidade de gestão e organização do trabalho pelos dirigentes é que a emergente economia política regional do Estado

Moche se baseava na intensificação da atividade agrícola, a partir da construção de grandes sistemas de canais, que irrigaram aproximadamente 13.200 hectares de terra, o que representou uma ampliação de 60% da área cultivada da fase Moche Inicial (200 - 400 d.C.) (BILLMAN, 1997, 2002, 2010; HUCKLEBERRY; BILLMAN, 2003; KUS, 1974; POZORSKI, S., 1979; POZORSKI, S.; POZORSKI, 1979; SWENSON, 2007).

O Estado Moche prosperou por sete séculos, do Período Intermediário Inicial ao Horizonte Médio. A última fase Moche, por volta de 550 a 800 anos d.C., foi uma época dinâmica de transformação, com mudanças políticas, colapso e abandono repentino de diversos vales antes muito populosos (JOHNSON, 2008, 2011). Alguns autores atribuem essas mudanças a uma seca severa, que durou mais de 30 anos, e a um período prolongado de eventos ENSO que ocorreram por volta de 550 e 600 anos d.C., mudando para sempre o destino dos Moche e das culturas que os sucederam (CRAIG; SHIMADA, 1986; SHIMADA, I. *et al.*, 1991).

Outra explicação para essas mudanças abruptas nos assentamentos pode ser atribuída a uma resposta dos Moches às forças invasoras do poderoso Império Wari (600 - 900 d.C.), oriundas da região serrana central do Peru, que já vinha conquistando todo o litoral. Um modelo de revolta interna, motivado por disputas entre usuários dos canais de irrigação, oferece outra explicação provável para a instabilidade do ambiente político e dos assentamentos dos Moche (BILLMAN, 2002; JOHNSON, 2008, 2011).

Na região do Vale do Jequetepeque, a tradição cultural Moche pareceu perdurar em algumas áreas até cerca de 800 anos d.C.. Os pequenos vilarejos e aldeias estabelecidos nas periferias de terras aráveis desenvolveram maneiras novas e criativas de maximizar a produção agrícola e levar água para áreas anteriormente não cultivadas. A parte norte do vale continha o sistema agrícola mais extenso, consistindo de canais, terraços, barragens e reservatórios. Em toda a paisagem do Jequetepeque, a instabilidade ambiental pode ser observada, à medida em que houve reparações contínuas dos danos ambientais e reconstrução dos sistemas de irrigação após períodos de chuvas intensas (DILLEHAY; KOLATA; PINO, 2004).

Embora o ambiente não tenha sido a única influência sobre fatores sociopolíticos, ele pode ter servido como um catalisador que proporcionou oportunidades de controle político pelos diferentes grupos culturais e, em última análise, levou à uma série de rivalidades e conflitos. O acesso limitado aos canais de

irrigação e quantidades escassas de terras cultiváveis foram os principais fatores limitantes que levaram à competição entre as comunidades por recursos necessários para atividades agrícolas. A chegada dos Wari, juntamente com a instabilidade ambiental, culminou com o colapso da cultura Moche. Os sítios proeminentes mais antigos dessa última fase, encontrados no Vale do Jequetepeque, são os centros cerimoniais de San José de Moro e Pacatnamú, que datam de cerca de 800 anos d.C. (DILLEHAY; KOLATA, 2004; JIMÉNEZ DÍAZ, 1997; JOHNSON, 2008, 2011).

A sociedade Sicán (800 – 1374 d.C.)

Após o declínio Moche, uma nova sociedade conhecida como Sicán, passou de uma pequena política local para uma posição de dominação regional. Baseada no Vale La Leche, do complexo de vales Lambayeque, vizinho ao norte do Vale do Jequetepeque, recebeu influência Moche em seus estágios iniciais. No entanto, a partir de 900 anos d.C. até aproximadamente 1100 anos d.C., seus traços culturais ficaram mais claramente presentes (KLAUS, 2008; SANTILLANA, 2020).

Sicán é considerada uma sociedade que atingiu níveis de desenvolvimento social complexo. Era uma entidade política, cuja base econômica se sustentava na agricultura intensiva, graças a uma gestão eficiente da água que garantiu a irrigação de extensos campos de cultivo em até cinco vales consecutivos. Essas águas eram distribuídas por um complexo sistema de canais que permitiam a produção de até duas safras anuais. Os primeiros canais construídos na região desde o Período Pré-cerâmico, estendidos e amplamente utilizados nos períodos seguintes, atingiram sua extensão máxima sob o estado Sicán (DILLEHAY; ELING; ROSSEN, 2005; GAGNON, 2008; HUCKLEBERRY; HAYASHIDA; JOHNSON, 2012; SANTILLANA, 2020; SHIMADA, I. *et al.*, 1991).

O sistema de canais intervala Racarumi, cujos remanescentes foram bem estudados, é um exemplo notável e um dos mais bem preservados. Localizado na região de Lambayeque, fazia parte de um complexo agroindustrial que incluía a abertura de novas terras para cultivo, o crescimento da população rural e a produção artesanal intensiva (principalmente a metalurgia). Esse sistema era composto por cinco canais principais, formando uma rede de irrigação que levava água para três vales, dois dos quais irrigavam outros dois vales adjacentes, entre eles o Vale do Jequetepeque. Embora outros canais intervala tenham sido construídos ao longo da

costa norte, o Racarumi figura como um dos maiores sistemas hidrológicos pré-hispânicos, tendo coberto uma área de cerca de 25.000 hectares por volta de 1100 d.C. Ele operou por aproximadamente 600 anos e resistiu à convulsão social das mudanças políticas de Sicán e à sua conquista pelos impérios Chimú e Inca (HAYASHIDA, 2006; HUCKLEBERRY; HAYASHIDA; JOHNSON, 2012; KLAUS, 2008; NORDT *et al.*, 2004; SHIMADA, I. *et al.*, 1991; VANVALKENBURGH, 2017).

A civilização Chimú (900 – 1470 d.C)

Contemporânea ao desenvolvimento da cultura Sicán, a civilização Chimú, surgiu no Vale do Moche e se tornou um dos maiores estados pré-hispânicos da história andina, dominando grande parte da costa norte do Peru, entre 900 e 1470 d.C. Na sua fase inicial, era uma entidade política local que se limitava territorialmente ao vale do Moche, onde foi fundada sua capital Chan Chan. Alguns autores postulam que sua gestação consistiu em uma fusão de influências e contribuições culturais, políticas e econômicas dos Wari e, principalmente, dos Sicán (SANTILLANA, 2020; VANVALKENBURGH, 2012).

Com o desenvolvimento de sua base econômica, houve uma grande expansão territorial para diversos vales vizinhos e, por volta do século XV, próximo à conquista Inca, os domínios Chimú eram exclusivamente costeiros e se estendiam por cerca de 1000 km ao longo da costa. A cidade Chan Chan havia se tornado um dos maiores assentamentos urbanos das américas pré-hispânicas. Tinha uma área com extensão máxima de 20 mil hectares e era densamente povoada, com uma população estimada em 30 a 40 mil habitantes. Considerada uma metrópole, era o centro para o qual se direcionavam recursos, mão de obra e produtos agrícolas para suprir a demanda da população urbana (CUTRIGHT, 2015; MOORE; MACKEY, 2008).

O caráter expansionista do Estado Chimú se deveu à necessidade de incorporar os recursos produzidos nos vales vizinhos para abastecer a área nuclear de Chan Chan e a sua crescente população. Em termos político-administrativos, o domínio Chimú dos vales ao norte e ao sul de Chan Chan era marcado pela presença de centros regionais administrativos, estabelecidos para controlar o acesso aos assentamentos, aos bens de consumo (cerâmica, tecelagem, metalurgia) e às áreas agrícolas. O sítio Farfán foi um desses centros. Ele foi construído para administrar os recursos produzidos no Vale de Jequetepeque. A incorporação dos vales do norte ao

Império Chimú data de 1310 d.C. para o Vale do Jequetepeque, seguida pelo Vale do Zaña e do complexo Lambayeque, entre 1360 anos d.C. e 1400 anos d.C., respectivamente (CUTRIGHT, 2015; KLAUS, 2008; MOORE; MACKEY, 2008; VANVALKENBURGH, 2012).

A agricultura era uma atividade próspera e o investimento em sistemas de irrigação extensivo fazia parte de uma política agrária mais ampla, que sustentava a sociedade Chimú. Um dos fatores principais para a expansão agrícola foi o aprimoramento da engenharia hidráulica, que permitiu o aproveitamento da capacidade hídrica dos rios e possibilitou a irrigação controlada por meio dos sistemas de canais. Ao sul de Cha Chan, os canais construídos nos períodos Moche e anteriores foram mantidos e estendidos, irrigando uma área de cerca de 3.750 hectares. Ao norte da capital, um sistema maior e mais ambicioso se originou com o aproveitamento dos canais construídos durante o Período Inicial e o Horizonte Inicial que distribuíam água para o Vale do Moche. O Estado Chimú expandiu esta rede construindo o canal intervale La Cumbre, que desviou a água do Vale do Chicama ao norte, por mais de 80 km, para se conectar com as redes de canais a nordeste do Vale do Moche. Esse sistema intervale irrigou diversas planícies ao norte e a oeste de Chan Chan em uma área estimada de 16.300 hectares. As áreas irrigadas do Vale do Moche totalizavam 20.140 hectares (FARRINGTON, 1983; FARRINGTON; PARK, 1978; MOORE; MACKEY, 2008; ORTLOFF, 1995; SANTILLANA, 2020).

Além dos diversos tipos de vegetais cultivados ao longo dos períodos anteriores, uma nova espécie, de ocorrência exclusiva da região andina, é encontrada nos registros arqueológicos do Vale do Jequetepeque, conhecida pelo nome popular de zapote (*Capparis angulata*) (KLAUS, 2008).

O Império Inca (1350 – 1532 d.C.)

Embora o Império Inca tenha surgido no altiplano sul do país, a extensão da sua conquista alcançou os vales da costa norte e, por isso, também será descrito nessa seção. De acordo com dados arqueológicos, Pikillaqta, a atual cidade de Cuzco que viria a ser a capital dos Incas, era anteriormente o mais importante centro provincial dos Wari (600 – 900 d.C.). Por volta de 900 d.C., esse centro foi abandonado como parte de um colapso generalizado das diversas sociedades no final do Horizonte Médio (BILLMAN; HUCKLEBERRY, 2009; DILLEHAY; KOLATA; PINO, 2004;

ORTLOFF; MOSELEY, 2009). Isso deu início a uma fase inicial dos Incas, quando eles ainda eram uma das muitas comunidades andinas do altiplano que empregavam uma variedade de práticas agrícolas, entre elas, a irrigação por meio de canais, a rotação de culturas, o cultivo em encostas de montanha, entre outras. Pesquisas mais recentes revelam que, quando os incas estabeleceram seu poder nos vales de Cuzco, por volta de 1300 d.C., eles e seus vizinhos haviam iniciado um processo de intensificação agrícola, ampliando o cultivo em terraços nas encostas e conectando múltiplos campos por meio de canais de irrigação. Essas novas práticas agrícolas iriam definir o Império Inca (KOSIBA, 2018; SANTILLANA, 2020).

Da mesma forma que nas civilizações andinas anteriores, a agricultura formou a base de sustentação Inca. Além de moldar as relações sociais entre os governantes e seus súditos, ela serviu aos objetivos imperiais, ao sustentar uma população em crescimento, abastecer seu exército e apoiar cerimônias religiosas. No entanto, muitas das espécies cultivadas por milênios na costa não eram adaptadas às temperaturas frias (média anual de 13°C) e à altitude das áreas cultiváveis da região do altiplano-sul, que podia atingir 4.000 manm. Os vegetais cultivados eram, em grande parte, uma variedade de tubérculos, quinoa e milho, esta última considerada uma cultura altamente valorizada. Com isso, ao expandir seus domínios para além dos seus territórios, a partir de 1400 d.C., os Incas encontraram diferentes povos que mantinham tradições agrícolas e tecnologias milenares para o cultivo das mais diversas culturas, nos mais diferentes contextos políticos e em condições geográficas particulares. Eles, então, capitalizaram esses recursos e puderam dar seguimento à expansão do seu império (KOSIBA, 2018; ORTLOFF; MOSELEY, 2009).

Em contraste com as diversas práticas desenvolvidas pelas sociedades da costa do Pacífico, os Incas se especializaram na técnica de cultivo em encostas, que marcou sua identidade social, por conta das profundas transformações na paisagem. Eles desenvolveram ambientes verdadeiramente antropogênicos, à medida em que remodelaram montanhas, com a edificação de impressionantes plataformas agrícolas em cascata ao longo dos declives montanhosos. Além disso, eles desenvolveram uma política expansionista agressiva, que forçou mudanças sociais, ora reorientando as práticas agrícolas tradicionais, ora reassentando à força as comunidades conquistadas e marcando novas fronteiras do Império (MATHENY; GURR, 1983; WILLIAMS, L. S., 1990).

Os Incas chegaram à costa norte por volta de 1470 d.C. O estado Chimú cai como entidade política quando seus exércitos são derrotados por batalhões Incas, após sucessivos encontros. No entanto, os traços culturais Chimú sobrevivem por várias décadas após sua queda. As evidências arqueológicas que atestam a ocupação Inca na costa norte são escassas. Os estilos arquitetônicos, os padrões de assentamentos, as estruturas políticas locais, ideologias, idiomas e identidades permaneceram relativamente inalterados, sugerindo que o domínio Inca na região foi, em grande parte, indireto. Alguns fatores podem explicar o impacto relativamente limitado dos Incas na costa norte peruana, entre eles o pouco tempo de duração da sua hegemonia sobre a região (menos de um século) e a existência de uma cultura nortenha enraizada em costumes e tradições antigas, cultura essa que perseverou apesar das imposições imperiais. Além disso, as populações dos vales costeiros parecem ter oferecido pouca resistência às forças espanholas de Francisco Pizarro, quando ele chegou meio século depois, em 1532, indicando falta de solidariedade com o Império Inca (KLAUS, 2008; VANVALKENBURGH, 2012).

A primeira parte desse capítulo buscou fazer um breve relato sobre os processos de desenvolvimento das populações humanas na costa norte peruana, desde os primeiros assentamentos, passando pela domesticação de plantas e animais até a formação de uma base agrícola que permitiu o surgimento de sociedades complexas e centralizadas. Com poucas exceções, a agricultura formou a base estrutural das sociedades que perseveraram no ambiente hostil do deserto peruano. A escolha das práticas agrícolas, juntamente com o aprimoramento de técnicas de controle da água para irrigação, permitiu o cultivo de extensas áreas nos diversos vales costeiros e contribuiu para a expansão dessas sociedades no território ao longo do tempo.

A próxima seção apresenta os aspectos biofísicos da costa norte, os principais fatores de risco ambiental e a vulnerabilidade das comunidades agrícolas da região frente às mudanças climáticas e à escassez de água.

1.3. AS ADVERSIDADES AMBIENTAIS DA COSTA NORTE PERUANA E OS EVENTOS DO ENSO

Alguns autores descrevem a costa norte do Peru como um mosaico de paisagens de contrastes extremos (WELLS; NOLLER, 1999). É formada por ambientes fortemente diversificados, desde a faixa litorânea rica em recursos

pesqueiros, que faz fronteira com uma vasta planície desértica, de rochas expostas, leques aluviais e extensos campos de dunas. Ao avançar para o interior, em aproximadamente 100 km, são encontrados os vales interandinos, com rios, nascentes, pântanos e encostas de montanha que formam microzonas subtropicais dotados de exuberantes recursos florestais (KUS, 1981; STACKELBECK, 2008).

A precipitação varia de acordo com as zonas físicas. Nas águas costeiras as chuvas caem em média 1.540 mm por ano e no interior são praticamente nulas, com média anual de 100-150 mm, embora voltem a ocorrer com mais intensidade nas regiões de altitude (200-1.200 mm ao ano). As águas que caem nas terras altas são canalizadas e dispersadas pelos sistemas fluviais descendentes dos Andes. Em toda a costa peruana, aproximadamente 53 cursos de água cortam a paisagem árida, formando vales estreitos e irrigáveis, propícios para o desenvolvimento da agricultura, conforme ilustrado na Figura 14, apresentada na primeira parte deste capítulo (FELICES, 2006; MOORE, 1991). Essas ilhas de vegetação confinadas às margens dos rios formavam microambientes altamente produtivos, geralmente próximos uns dos outros, o que possibilitava o acesso a e o intercâmbio de diferentes cultígenos e a sua disseminação por toda a costa (DILLEHAY *et al.*, 2003).

É importante notar também que a costa norte do Peru é uma região sujeita a múltiplos impactos geoclimáticos transitórios e de longo prazo. Esses impactos incluem a atividade tectônica e sísmicas que impulsiona a elevação da cordilheira dos Andes, terremotos ocasionais, atividades vulcânicas, secas episódicas de intensidade e duração variáveis, desertificação, formação de campos de dunas e mudanças súbitas na temperatura e precipitação, induzindo a inundações costeiras (CLEMENT, C. O.; MOSELEY, 1991; DILLEHAY; KOLATA, 2004; GOLDSTEIN; MAGILLIGAN, 2011; JAKSIC, 2001; SANDWEISS *et al.*, 2001; SWENSON, 2007). Um exemplo emblemático das alterações repentinas do clima são os episódios do ENSO que deixaram registros na região desde 7000 a.C. (GIRALT *et al.*, 2007).

Ao longo da história, as anomalias climáticas alteraram os padrões normais meteorológicos e forçaram mudanças comportamentais significativas nas populações humanas (DILLEHAY; KOLATA; PINO, 2004). O ENSO é considerado o mais claro exemplo de interação oceano/atmosfera e uma das manifestações mais relevantes da variabilidade interanual no sistema climático global (ORTLIEB; MACHARÉ, 1993). Esses eventos são perturbações da atmosfera da superfície do oceano que ocorrem quando a contracorrente de água quente do Equador se desloca para o sul ao longo

da costa peruana, deslocando as águas da Corrente de Humboldt. Essas águas frias e ricas em nutrientes transportam uma grande biomassa fitoplanctônica, que faz dessa região uma das áreas de pesca mais produtivas do mundo (MOORE, 1991; SELTZER; HASTORF, 2006).

Sob as circunstâncias do ENSO ocorrem também mudanças atmosféricas definidas pelo Índice de Oscilação Sul (SOI, sigla em inglês para *Southern Oscillation Index*), que consiste na diferença normalizada da pressão atmosférica ao nível do mar entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico do Oeste (Darwin/Austrália). A inversão da temperatura atmosférica próxima ao oceano provoca o enfraquecimento dos ventos alísios, que sopram de leste para oeste nessas latitudes (GIRALT *et al.*, 2007; JAKSIC, 2001; ORTLIEB; MACHARÉ, 1993). Essas mudanças na circulação da atmosfera determinam os padrões de transporte de umidade para a costa peruana e as variações na precipitação da região. Os eventos do ENSO são frequentemente associados a chuvas excepcionais nas regiões da costa norte do Peru, que provocam grandes inundações e perturbações nos ecossistemas marinhos e terrestres (CRAIG; SHIMADA, 1986; DEVRIES, 1987; MOORE, 1991).

Nos últimos anos houve um número crescente de estudos históricos, arqueológicos, geológicos e paleo-climatológicos, entre outros, que documentaram eventos passados do ENSO (BILLMAN; HUCKLEBERRY, 2009; CHEVALLIER *et al.*, 2011; GIRALT *et al.*, 2007; GOLDSTEIN; MAGILLIGAN, 2011; MANNERS; MAGILLIGAN; GOLDSTEINZ, 2007; MOSELEY; DEFRANCE; VINING, 2017; MOY *et al.*, 2002; ORTLOFF; MOSELEY, 2009). Isso resultou de um grande interesse por essa anomalia oceano-climática e pela sua relação com as respostas culturais adaptativas das sociedades humanas milenares.

A sazonalidade do ENSO na história pretérita da costa norte do Peru é um dos seus aspectos pouco compreendidos. Alguns estudos indicam que no Holoceno Inicial, entre 10000 e 7000 a.C., quando as condições climáticas glaciais começaram a mudar, houve uma tendência de aquecimento do clima e crescimento da aridez (BUSH *et al.*, 2005; MOY *et al.*, 2002; THOMPSON *et al.*, 1995). Estes e outros autores atestaram que esse longo período foi marcado pela ausência dos fenômenos do ENSO, cuja periodicidade “normal” é a cada 2 a 7 anos (GIRALT *et al.*, 2007; ORTLIEB; MACHARÉ, 1993; RODBELL *et al.*, 1999).

Por meio de estudos de modelagem do sistema acoplado oceano-atmosfera, combinados com análises de registros de sedimentos arqueológicos, os autores

propõem algumas explicações possíveis para a ausência dos eventos neste período. Entre elas estão as mudanças na configuração orbital da Terra, que influi no ciclo sazonal da radiação solar nos trópicos; as alterações nas zonas de gradiente da temperatura da superfície do mar (SST, sigla em inglês para *Sea Surface Temperature*) nas regiões tropicais do Pacífico; as alterações geológicas costeiras, como a elevação do nível do mar; a força das monções asiáticas; e a cobertura de gelo de altas latitudes (CLEMENT, A. C.; SEAGER; CANE, 2000; SANDWEISS *et al.*, 2001; SHUKLA; PAOLINO, 1983).

No período entre 7000 e 5000 a.C., os eventos do ENSO começaram a ocorrer, porém eram pouco frequentes - apresentavam uma intermitência de 10 a 20 anos. Um período de maior recorrência e intensidade ocorreu entre 5000 e 3000 a.C., quando os intervalos passaram a ser de 2 a 7 anos, o mesmo dos dias atuais (MOY *et al.*, 2002; RODBELL *et al.*, 1999; SANDWEISS *et al.*, 2001). Ainda que os episódios do ENSO se manifestassem com certa regularidade, isso não implica em ciclicidade, pois cada evento varia em duração, magnitude, evolução temporal e estrutura espacial (GIRALT *et al.*, 2007).

Os eventos ENSO não produziam somente as chuvas torrenciais que geravam enchentes e destruíam campos e aldeias na costa norte peruana. Alguns episódios modernos e antigos do ENSO provocaram também uma redução drástica nos ciclos das chuvas das planícies de altitude e, conseqüentemente, uma redução significativa da água disponível para recarga dos aquíferos costeiros. Como a região já sofre a escassez crônica de água, as flutuações nos volumes de descarga dos rios da costa produziram efeitos adversos, rápidos e generalizados para a agricultura das comunidades costeiras. A formação de dunas de areia e o avanço da desertificação em muitas zonas de registros arqueológicos fornecem evidências indiretas, mas consistentes, de que condições prolongadas de seca também ocorreram repetidamente na região (DILLEHAY; KOLATA; PINO, 2004).

1.4. RESPOSTAS ADAPTATIVAS DAS SOCIEDADES AGRÍCOLAS DA COSTA NORTE DO PERU FRENTE ÀS MUDANÇAS DO CLIMA

Os diferentes eventos geoclimáticos que ocorriam na região provocavam mudanças dramáticas na paisagem e nos ecossistemas, que condicionavam os modos de subsistência e induziam transformações na organização social das

populações (CONTRERAS, 2010; SANDWEISS; RICHARDSON, 2008; SELTZER; HASTORF, 2006). As duas principais hipóteses (marítima e agrícola) existentes sobre as fundações das sociedades da costa do Peru têm por referência os fatores limitantes e repentinos do sistema climático que afetavam a região (WELLS; NOLLER, 1999; WILSON, 1981). As restrições físicas à exploração dos recursos naturais eram impostas sazonalmente, de forma periódica ou permanente, de modo que limitavam o desenvolvimento da agricultura a longo prazo, bem como prejudicavam a produtividade e estabilidade dos ambientes marinhos (DILLEHAY; KOLATA; PINO, 2004).

Alguns autores argumentam sobre a imprecisão de medir os custos relativos aos eventos climáticos nos recursos pesqueiros *versus* agrícolas, pois seus efeitos estão condicionados às respostas adaptativas a cada ambiente (RAYMOND, 1981; SHIMADA, I. *et al.*, 1991). Por exemplo, o ENSO podia ter consequências graves na biomassa marinha e na diversidade de espécies, mas as economias marítimas podiam acumular excedentes alimentares, passar para o consumo de alimentos alternativos ou explorar outros habitats (MOSELEY, 1992; SANDWEISS *et al.*, 2001). Por outro lado, os efeitos climáticos eram sentidos severamente em terra, pois o aumento de chuvas e inundações devastava plantações agrícolas inteiras e destruía as estruturas de irrigação (CLEMENT, C. O.; MOSELEY, 1991; MOSELEY; DEFRANCE; VINING, 2017). Isso demandava a existência de uma organização social capaz de investir esforços na recuperação das áreas cultivadas e da infraestrutura de irrigação (GOLDSTEIN; MAGILLIGAN, 2011; MOORE, 1991).

Recentemente, passou a ser mais aceita a hipótese de que as populações empregavam um conjunto diversificado de estratégias adaptativas como, por exemplo, a adoção de uma economia mista de subsistência, baseada na coexistência da agricultura e da pesca (POZORSKI, S.; POZORSKI, 1979; WELLS; NOLLER, 1999). Isso teria levado à emergência de sociedades mais complexas, com diferentes respostas culturais aos fenômenos ambientais. Essas respostas incluíram inovações tecnológicas, mobilidade das populações, aumento da densidade populacional, diferenciação social e divisão de trabalho (BAILEY, 2004; BERESFORD-JONES *et al.*, 2018).

Assim, esses grupos populacionais da costa norte do Peru desenvolveram uma notável flexibilidade adaptativa e resiliência para lidar com as incertezas ambientais. Essa flexibilidade incluiu principalmente o estabelecimento de sistemas produtivos

agrícolas-marinhos versáteis e oportunistas, bem como a adoção de comportamentos que favoreciam o desenvolvimento de técnicas específicas de aquisição de água, como a construção de canais e a escavação de poços, entre outros (DILLEHAY; KOLATA, 2004; MARTÍNEZ; GUTIÉRREZ, 2019; STACKELBECK, 2008).

As mudanças ambientais provocadas pelos impactos do ENSO tiveram consequências diversas para os habitantes da costa norte do Peru e influenciaram o desenvolvimento social e as estratégias de adaptação para responder a estes desastres naturais. Alguns autores consideram que a seca prolongada, como a que ocorreu durante o Horizonte Médio, entre 550 e 900 anos d.C., pode ter sido mais prejudicial para a agricultura, pois exigia uma reação coordenada em escala regional, se comparada aos eventos de curto prazo do ENSO como, por exemplo, as grandes inundações (DILLEHAY; KOLATA, 2004). Estudos documentaram que algumas respostas das populações implicaram no abandono periódico dos assentamentos e, em outros casos, como nos Estados Moche e Wari, um completo colapso dos sistemas de produção agrícola (BILLMAN; HUCKLEBERRY, 2009; CLEMENT, C. O.; MOSELEY, 1991; MOSELEY, 1983; MOSELEY; DEFRANCE; VINING, 2017).

STACKELBECK (2008) analisou os padrões de povoamento e subsistência das populações que habitaram a região do Vale do Jequetepeque. A autora concentrou a sua pesquisa no período entre 9000 e 4500 a.C., quando ainda havia grande mobilidade dos grupos populacionais e poucos assentamentos fixos. Estas populações começaram a construir canais hidráulicos rudimentares entre 6500 e 5400 a.C. No entanto, evidências indicam que estes canais foram continuamente abandonados e reocupados. Dado o crescimento da aridez nesse período, a princípio, pode ter sido inviável manter de forma permanente um padrão de subsistência fixo, baseado no cultivo irrigado por canais. A autora argumenta que aquelas populações parecem não ter se comprometido com a produção de alimentos ao ponto de não dependerem mais de outros recursos, como a caça e a pesca, que continuavam disponíveis. Ela conclui que aquelas sociedades empregaram diferentes estratégias, diversificando os meios pelos quais se esforçaram para controlar os recursos limitados ou abandonar temporariamente os seus assentamentos, para serem reocupados apenas com a melhora climática.

As mudanças ambientais provocadas pelos eventos ENSO não tiveram apenas efeitos deletérios para as comunidades humanas. As inundações do ENSO podem ser catastróficas para a produção agrícola a curto prazo, mas quando as águas

baixam, muitas vezes depositam ricos aluviões e recarregam os aquíferos (DILLEHAY; KOLATA; PINO, 2004). GOLDSTEIN E MAGILLIGAN (2011) compararam os distintos sistemas agrícolas e de assentamento de três populações arqueológicas contemporâneas entre si, mas culturalmente distintas, em um vale andino na costa central do Peru. São elas: (i) *Huaracane* (2000 a.C. a 800 d.C.), com tradição agrícola de pequena escala em planícies de inundação; (ii) *Wari* (600 a 900 d.C.), com agricultura em sistemas de terraços nas encostas das montanhas adjacentes ao vale; e (iii) *Tiwanaku* (600 a 1100 d.C.), com a colonização e recuperação de áreas de deserto adjacentes ao vale e pastoralismo. Os autores buscaram compreender como cada uma delas se adaptou (ou não) aos riscos de inundações ligados aos eventos ENSO. Eles concluem que nem todos os grupos culturais dentro do vale estavam sujeitos ao mesmo nível de risco ou tinham o mesmo grau de vulnerabilidade aos eventos climáticos e geomorfológicos. Além disso, a mesma magnitude de inundação pode ter impactos sociais muito diferentes conforme as estratégias agrárias e a localização dos campos de cultivo em relação à planície de inundação.

1.5. A COMPLEXIDADE SOCIAL

Embora as condições físicas e climáticas impostas à região andina tenham sido severas ao longo de vários milênios, a costa norte do Peru testemunhou o surgimento e a ascensão de sociedades complexas, com altas densidades populacionais, politicamente instituídas e economicamente baseadas em sistemas agrícolas intensivos e de grande escala (HUCKLEBERRY; HAYASHIDA; JOHNSON, 2012; POZORSKI, S.; POZORSKI, 1979). A partir do Período Inicial, floresceram sociedades com sistemas hierárquicos, especialização artesanal, complexas redes de troca, construção monumental e elaboradas tradições religiosas e artísticas (BERESFORD-JONES *et al.*, 2018; DILLEHAY, 1992; MOSELEY, 1983; POZORSKI, S., 1979).

Diversos autores atribuem a complexidade social e a formação de estados organizados ao controle da água e, conseqüentemente, à expansão da agricultura irrigada (DENEVAN, 1982; ERTSEN, 2010; FARRINGTON, 1980; SIVAPALAN; BLÖSCHL, 2015; WATSON, 1979; WILLIAMS, P. R., 2006; WITTFOGEL, 1955). Uma das teorias mais conhecidas sobre a importância da centralização política para a intensificação agrícola é o modelo hidráulico de WITTFOGEL (1955), conhecido como

“despotismo oriental”, expressão cunhada pelo próprio autor. Ele postula que os requisitos administrativos para a construção e manutenção de grandes sistemas de irrigação eram a principal força causal no desenvolvimento de estados burocráticos centralizados em uma ampla gama de sociedades pré-históricas, em todo o mundo.

No entanto, o modelo de Wittfogel vem sendo amplamente contestado (FARRINGTON, 1980; HUNT, 1988; NETHERLY, 1984; PARSONS, 1968; STANISH, 1994). Alguns autores destacam outros fatores como impulsionadores tanto da expansão da irrigação quanto do desenvolvimento sociopolítico, incluindo condições ambientais e geográficas propícias ao aumento da população, a forte concentração de recursos naturais, o intercâmbio regional, as ideologias das elites, competição, a guerra e o controle político dos sistemas agrários (BILLMAN, 2002, 2010; GOLDSTEIN; MAGILLIGAN, 2011; HAAS, 1998; HUCKLEBERRY; HAYASHIDA; JOHNSON, 2012; JOHNSON, 2011; KUS, 1981; WILLIAMS, P. R., 2006). Embora ainda ocorram debates sobre quais modelos explicam melhor se o desenvolvimento da irrigação é anterior ao surgimento das grandes civilizações (ou vice-versa), existe pouco desacordo sobre o fato de que a intensificação agrícola e o desenvolvimento de formas sociopolíticas mais complexas ocorreram simultaneamente em muitas regiões do mundo (CONTRERAS, 2010; STACKELBECK, 2008; STANISH, 2001; WILLIAMS, P. R., 2006).

De modo geral, as sociedades pré-históricas da costa norte do Peru implementaram estratégias de adaptação distintas em face das mudanças e incertezas ambientais (DILLEHAY; KOLATA, 2004; STACKELBECK, 2008). Ao mesmo tempo que cultivar os desertos costeiros em regiões propensas a desastres catastróficos exigia engenhosidade, firmeza e resiliência humanas, os sistemas de irrigação que surgiram na costa peruana se revelaram exemplos notáveis de perseverança e superação das precariedades que aquele ecossistema oferecia às comunidades humanas.

1.6. O CULTIVO IRRIGADO

A irrigação de cultivos foi a técnica agrícola dominante em toda a pré-história da costa norte do Peru (FARRINGTON; PARK, 1978). O controle da água, no tempo e no espaço, por meio do desenvolvimento de sistemas de irrigação, permitiu a intensificação do uso da terra, aumentando o número de colheitas anuais e permitindo

a expansão das áreas cultiváveis (ERTSEN; VAN DER SPEK, 2009). Estudos indicam que a irrigação se desenvolveu a partir de pequenos sistemas locais até alcançar infraestruturas multivalentes e de grande escala, que abrangiam vales inteiros e se conectavam aos vales vizinhos (MATHENY; GURR, 1983). Descrições da irrigação antiga mostram que havia uma ampla gama de sistemas complexos em operação em muitas áreas durante vários períodos (DENEVAN, 1982; NETHERLY, 1984; SHIMADA, I. *et al.*, 1991). Algumas das principais tecnologias de irrigação adotadas na costa norte do Peru ao longo de milhares de anos são descritas a seguir.

1.6.1. Sistemas de canais

Consiste em uma rede de canais construídos manualmente, projetados com precisão para transportar uma quantidade determinada de água aos campos de cultivos (Figura 16).



Figura 16. Modelos de canais de irrigação da costa norte do Peru: em baixa altitude para irrigação de campos de arroz no Vale do Jequetepeque (A); e em altitude, esculpido na rocha para transportar água dos terrenos altos para os vales, no departamento de Cajamarca (B). Fonte: Fotografias da autora (julho/2016).

Geralmente esse canais são alimentados por fontes de água reguladas, podendo ter sua origem em nascentes, águas subterrâneas ou a partir do fluxo de um rio (DENEVAN, 1995). Os sistemas físicos variavam de pequenas valetas de algumas centenas de metros a longos canais de até 80 km de comprimento. Alguns deles se desdobravam em outras redes de canais subsidiários entre os vales, construídos para transportar água de um sistema fluvial para outro, como é o caso dos canais intervalos Racarumi, no complexo Lambayeque e o La Cumbre, entre os vales Chicama e

Moche, mencionados na primeira parte deste capítulo (DENEVAN, 1995; FARRINGTON, 1983; HUCKLEBERRY; HAYASHIDA; JOHNSON, 2012; NETHERLY, 1984; ORTLOFF, 1995).

A existência destes complexos sistemas de canais serve como testemunho do conhecimento empírico e das sofisticadas habilidades de engenharia hidráulica desses agricultores pré-históricos. Além disso, a organização sócio-política que coordenava a mão-de-obra para construção, gerenciamento e manutenção periódica dos sistemas de canais era um componente importante da alta eficiência da irrigação como uma estratégia adaptativa para o ambiente da costa norte peruana (ERTSEN; VAN DER SPEK, 2009; HUCKLEBERRY; HAYASHIDA; JOHNSON, 2012; HUNT, 1988; NETHERLY, 1984).

Essa é, provavelmente, a forma de cultivo pré-histórico mais bem estudada na região e talvez figure entre as primeiras técnicas de irrigação desenvolvidas na região (NETHERLY, 1984). DILLEHAY, ELING E ROSSEN (2005) apresentam evidências arqueológicas que apontam para a existência dos primeiros canais rudimentares, datados em aproximadamente 6500 a.C., no Vale do Jequetepeque. Os registros evidenciam que os primeiros agricultores daquela região adquiriram alto grau de habilidade em engenharia civil, com conhecimento de agrimensura e hidráulica de fluxos de água e conheciam também a importância da inclinação da topografia para instalação dos canais (FARRINGTON, 1983; ORTLOFF, 1995).

A presença generalizada de diferentes culturas de plantas associadas a estas estruturas sugere que a agricultura irrigada foi se estabelecendo ao longo do tempo e, ao final do Período Pré-cerâmico, por volta de 3.000 e 2.000 anos a.C., a produção agrícola já era tão importante quanto os recursos marinhos na ascensão das civilizações que viriam a surgir nos períodos seguintes na região (FARRINGTON, 1980). Registros arqueológicos com restos de pólen, sementes e fitólitos foram encontrados nos campos adjacentes aos canais de irrigação dos diversos vales. Os principais alimentos produzidos eram o milho (*Zea mays*), o feijão comum (*Phaseolus* sp.) e uma grande variedade de abóboras (*Cucurbita* sp.). Esses cultivos têm necessidade de água maior que a de outras culturas pré-históricas e foram os alimentos básicos para as populações da região (FARRINGTON; PARK, 1978). Outros cultivos identificados incluem batata (*Solanum tuberosum*), batata doce (*Ipomoea batata*), mandioca (*Manihot esculenta*), amendoim (*Arcachis* sp.), feijão lima (*Phaseolus limensis*), feijão da praia (*Canavalia* sp.), pacaie (*Inga feuillei*), algodão

(*Gossypium* sp.), pimenta andina (*Capsicum* sp.), guanabana ou chirimoia (*Annona cherimolia*), lúcuma (*Lucuma bifer*), goiaba (*Psidium guajava*), abacate (*Persea americana*), cabaça (*Lagenaria* sp.) e coca (*Erythroxylum novagranatense*) (KUS, 1974; NORDT *et al.*, 2004).

Os sistemas de canais de irrigação tendem a ter histórias complexas. Por exemplo, um único canal pode ser construído, utilizado por um tempo determinado e depois desocupado, remodelado e usado novamente antes de ser permanentemente abandonado e ficar sujeito à degradação natural (HUCKLEBERRY; HAYASHIDA; JOHNSON, 2012; STACKELBECK, 2008). As redes de canais encontradas em diversas regiões da costa norte foram estabelecidas por um lento processo de acúmulo de canais construídos independentemente pelas sociedades que habitaram a região em diferentes períodos (BILLMAN; HUCKLEBERRY, 2009; WEST, 1981).

A construção de canais foi uma técnica exitosa que permitiu expandir as áreas de cultivo, intensificar e diversificar a produção agrícola, de modo a minimizar a vulnerabilidade das populações aos riscos das mudanças ambientais e climáticas (WILLIAMS, P. R., 2006). Estudos geoarqueológicos de sistemas de canais antigos permitem interpretar uma série de informações sobre o uso pré-histórico da terra, a capacidade de irrigação, os tipos de cultivos e as mudanças na paisagem, que podiam ocorrer por conta de eventos climáticos e sísmicos e que tiveram importantes implicações para as comunidades da região e os seus modos de subsistência (HUCKLEBERRY; BILLMAN, 2003). Essa e outras tecnologias indígenas utilizavam princípios ecológicos e mecanismos que buscavam estabilizar a produção, aumentar o potencial de conservação do solo e da água, bem como produzir uma grande diversidade de cultivos. Compreender a importância dessa tecnologia antiga pode auxiliar na busca de soluções para as deficiências da agricultura moderna, de modo a resgatar os conhecimentos tradicionais e proteger os camponeses andinos dos atuais ciclos viciosos da monocultura, pobreza rural e degradação ambiental (ALTIERI, 1996).

1.6.2. Campos afundados

Conhecidos também como *mahames*, *pukio*, *hoyas* e *wachaques*, consistem em terrenos agrícolas côncavos, formados pela escavação da superfície de plantio até uma profundidade próxima ao lençol freático, permitindo que as raízes dos cultivos

absorvam a umidade diretamente do solo, dispensando a necessidade de irrigação, conforme demonstrado na Figura 17 (DENEVAN, 1995; KNAPP, 1987; MATHENY; GURR, 1983; PARSONS; PSUTY, 1975).

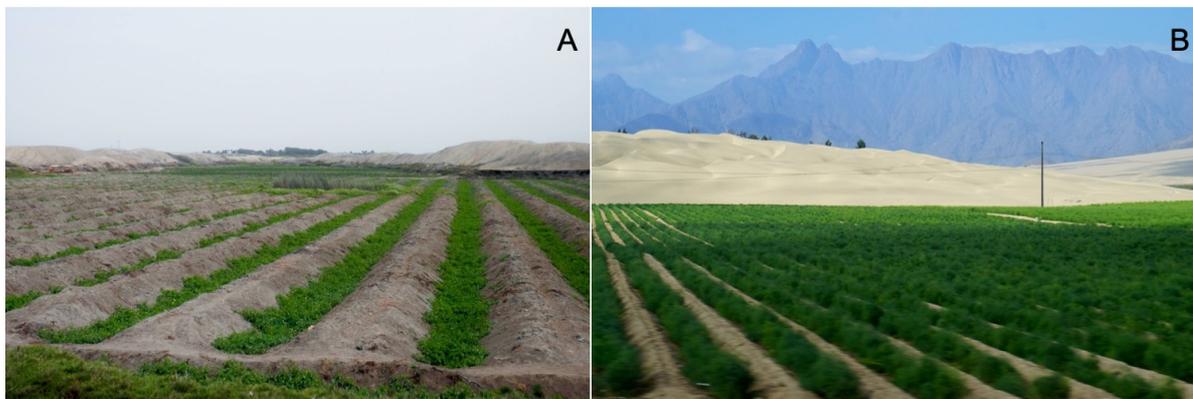


Figura 17. Registros de campos afundados na cidade de Huanchaco, próximo a Trujillo, ao sul do Vale do Jequetepeque.

Fonte: HUANCHAQUITO, 2015 (A); VENDRELL, 2013 (B).

Os campos afundados foram desenvolvidos em resposta a situações em que a água subterrânea está próxima da superfície, mas não consegue alcançá-la a ponto de alimentar o leito de um rio (ROWE, 1969). Alguns autores sugerem que essas áreas ocupam formações rochosas recentes, ou seja, estavam submersas ou eram muito pantanosas e, por movimentações tectônicas, foram soerguidas e ficaram suficientemente secas para suportar a produção agrícola (POZORSKI, S., 1979; POZORSKI, S.; POZORSKI, 1979).

Os campos afundados foram pouco estudados e os seus registros arqueológicos não são abundantes na costa norte do Peru, comparados aos registros dos canais de irrigação. Pesquisas descreveram sua presença nos vales de Chicama, Moche, Virú e Santa (MOSELEY, 1969; PARSONS, 1968; PARSONS; PSUTY, 1975; ROWE, 1969; WEST, 1979). Em geral têm forma retangular, variando entre 10 e 40 m de largura e 30 e 100 m de comprimento. Além disso, os campos tendem a estar localizados próximos à costa, onde o lençol freático é mais superficial, adjacentes aos rios e canais, ou na foz dos vales interandinos a uma curta distância do mar, em média 3 km (MOSELEY, 1969; PARSONS; PSUTY, 1975).

Alguns autores consideram que o cultivo desses campos teve origem no final do Período Pré-cerâmico, entre 2500 a 1700 a.C. e que eles estavam associados às aldeias relativamente pequenas (entre 500 a 2.000 indivíduos) (BILLMAN, 2002; PARSONS; PSUTY, 1975). No entanto, no Vale do Moche, os campos afundados

estudados não são anteriores ao Período Intermediário Tardio, ou seja, foram construídos depois de 900 d.C. e estão associados ao Império Chimú, que foi uma das civilizações mais populosas da costa norte (MATHENY; GURR, 1983; MOSELEY, 1969; WEST, 1979).

O papel dos campos afundados na subsistência dos povos pré-hispânicos da costa norte do Peru foi alvo de debate. PARSONS (1968) sugeriu que essa forma de cultivo precedeu a agricultura de irrigação intensiva e forneceu a base demográfica para o desenvolvimento subsequente dos sistemas mais complexos de irrigação por canais. Entretanto, essa teoria foi contestada por ROWE (1969) e MOSELEY (1969), que argumentaram que o cultivo nesses campos era um método muito trabalhoso, ao ponto que o seu surgimento como sistema de subsistência significativo não ocorreu até haver uma demanda populacional e de terra agricultável como incentivo para tanto investimento em trabalho.

Finalmente, PARSONS E PSUTY (1975), em um estudo mais minucioso, concluíram que (i) esse sistema de cultivo era praticado apenas dentro de um intervalo muito restrito de variáveis ambientais, encontradas em alguns deltas dos vales costeiros; (ii) as condições geomorfológicas e hidrográficas favoráveis, ou seja, a profundidade de água adequada do lençol freático era, de fato, um nicho restrito na costa peruana, localizado nas áreas marginais de outros sistemas de cultivo; (iii) que esse sistema não teve papel significativo na formação de uma sociedade estratificada na costa peruana, embora tenha tido importância para subsistência das populações agrícolas que combinavam o cultivo de alimentos com a exploração de recursos marinhos; (iv) funcionou principalmente como uma técnica agrícola suplementar e secundária à irrigação de canal em larga escala, em um contexto de alta pressão populacional (KNAPP, 1982; MOSELEY, 1969; ROWE, 1969).

Alguns autores registraram os principais cultivos encontrados nas escavações desses campos. Variedades de milho (*Zea mays*), mandioca (*Manihot esculenta*), batata doce (*Ipomoea batata*), algodão (*Gossypium* sp.), amendoim (*Arcachis* sp.), cabaças (*Lagenaria* sp.) e abóboras (*Cucurbita* sp.) estão entre os cultígenos mais comuns. A lúcumã (*Lucuma biferã*) e a siriguela (*Spondias purpúrea*) também aparecem com bastante frequência. Aparentemente, o feijão comum (*Phaseolus* sp.) era escasso, assim como a pacaie (*Inga feuillei*). Outros restos de alimentos encontrados nos registros arqueológicos, associados a essas estruturas, foram espinhas de peixes e ossos de animais da fauna silvestre, como leão-marinho, aves

marinhas, porquinho da índia, camelídeos, veados, pequenos roedores e lagartos. Além dos peixes, os moluscos eram o recurso alimentar marinho mais comum (PARSONS; PSUTY, 1975; SMITH, 1979; WEST, 1979).

Um dos principais problemas associado aos campos afundados era o acúmulo de sal na superfície de plantio, devido à ausência de movimento horizontal da água para lavar os sais preexistentes no solo desértico. Assim, como resultado da evaporação, os sais ficavam depositados na superfície, formando crostas e inviabilizando o cultivo de espécies que não toleram a alta salinidade (SMITH, 1979; WEST, 1979). Atualmente, quase todas as zonas de campos submersos identificadas na costa peruana estão abandonadas. Algumas ainda persistem em áreas próximas às cidades como, por exemplo, na cidade de Huanchaco, a 20 km de Trujillo, ao sul do Vale do Jequetepeque (PARSONS; PSUTY, 1975).

1.6.3. Terraços agrícolas

Conhecidos como *andenes*, eles representam um modelo emblemático de intensificação agrícola pré-hispânica, por conta das profundas transformações que causam na paisagem (SPENCER; HALE, 1961). Os terraços eram construídos nas encostas de montanhas e cumpriam a função de aplainar, total ou parcialmente, as superfícies inclinadas, de forma a criar áreas de cultivo ao longo dos declives montanhosos (Figura 18).



Figura 18. Terraços de montanha do complexo arqueológico de Písac, a 33 km da cidade de Cusco, na região sul do Peru.

Fonte: Fotografias da autora (julho/2016).

Sua edificação se iniciava de baixo para cima, em camadas, a partir da elevação de paredes (ou muros) perpendiculares à encosta, formando uma barreira de contenção do solo que, devido à gravidade, deslizava da parte superior da montanha (Figura 19).

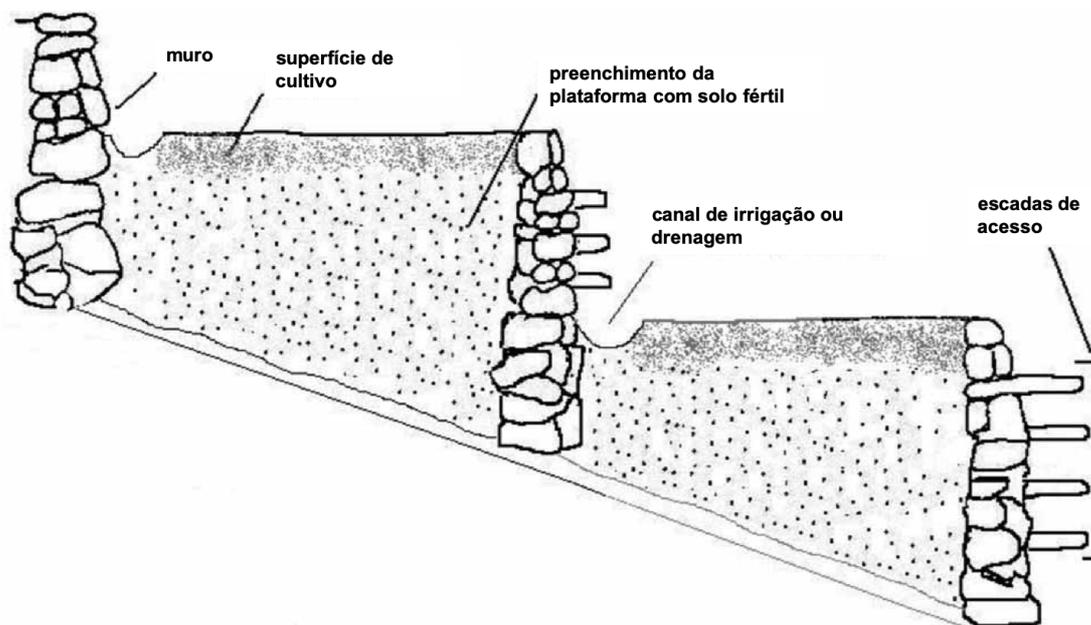


Figura 19. Esquema explicativo da construção dos terraços de montanha.
Fonte: PROMARENA, 2008.

As paredes podem ser compostas de rochas, adobe, vegetação ou terra. São cimentadas com argamassa à base de lama. Para garantir a drenagem dos terraços, uma camada de cascalho porosa é empilhada na borda interna da parede, dando suporte e evitando o acúmulo de água. O processo de acumulação de sedimentos pode ser gradual em função do declive ou ser intencionalmente preenchido e nivelado com solo fértil transferido dos níveis superiores da montanha. Canais, valas ou sulcos de irrigação são sistemas que podem acompanhar os terraços e, sem exceção, estão associados aos caminhos que se comunicam com as outras plataformas de cultivo (GOODMAN-ELGAR, 2002; LONDOÑO, 2008; LONDOÑO; WILLIAMS; HART, 2017; MATHENY; GURR, 1983; SWENSON, 2007).

O cultivo das encostas na forma de terraços permitia a ampliação da superfície disponível para a produção agrícola. Além disso, os terraços tinham as funções de controlar a erosão, aumentar a profundidade do solo (por conta da acumulação de sedimentos na plataforma de plantio), modificar o microclima e ajudar no manejo da

água para irrigação (CONTRERAS, 2010; DENEVAN, 1982; LONDOÑO, 2008; WILLIAMS, L. S., 1990). De modo geral, a irrigação dos terraços era realizada de duas formas, por precipitação proveniente das regiões altas das montanhas ou por um sistema associado de canais. A estrutura em camadas dos terraços agrícolas reduz a velocidade do escoamento superficial da água que cai nas encostas na forma de chuva. Tanto a chuva quanto a água de irrigação por canais se infiltram e são armazenadas nas camadas inferiores do solo. Os excedentes são drenados para as plataformas inferiores do sistema, permitindo uma maior eficiência na irrigação (DENEVAN, 1995; LONDOÑO; WILLIAMS; HART, 2017; MOSELEY *et al.*, 2005; PROMARENA, 2008).

Por conta da intensa modificação da estrutura das encostas, os terraços exigiam manutenção constante para evitar a erosão das paredes de contenção e das superfícies de cultivo, além dos reparos nos sistemas de drenagem e irrigação, o que demandava alto investimento em mão de obra e na organização de trabalho (GOODMAN-ELGAR, 2002; GUILLET, 1987; TREACY, 1987). Os alimentos produzidos variavam com a altitude, sendo os tubérculos predominantes acima de 3.400 m de altitude, enquanto milho (*Zea mays*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus* sp.), pimenta (*Schinus molle*) e feijão tarwi (*Lupinus mutabilis*) predominavam nos terraços de baixa altitude (BRANCH *et al.*, 2007; GUILLET, 1987; LONDOÑO; WILLIAMS; HART, 2017; MOSELEY *et al.*, 2005; WEST, 1981).

Embora os terraços agrícolas tenham sido mais frequentes em regiões de altitude no interior e na costa central e sul do Peru, alguns autores descrevem esses sistemas de cultivo em pequenas colinas na região do Vale do Jequetepeque, na costa norte, por volta de 700 a 1000 d.C, durante o Período Intermediário Inicial. Como uma estratégia de maximização das oportunidades de produção agrícola, a prática de cultivo em terraços nessa região estava localizada em áreas remotas do vale, o que, segundo os autores, pode refletir a intensa competição pelo acesso a terras aráveis e a recursos hídricos escassos (DILLEHAY; ELING; ROSSEN, 2005; DILLEHAY; KOLATA, 2004; SWENSON, 2007).

Esse modelo de cultivo apresentou algumas limitações para seu uso contemporâneo, como, por exemplo, a adaptabilidade das terras às inovações tecnológicas. Os terraços andinos foram projetados para serem arados à mão e plantados com cultígenos nativos. O formato longo e estreito de muitos terraços andinos dificultaria o uso de animais de tração e arados mecanizados. Além disso, o

despovoamento das terras altas após a colonização europeia e a migração urbana contemporânea contribuíram para o abandono dos terraços. A adaptabilidade limitada dos terraços às mudanças de longo prazo pode explicar o seu abandono (GOODMAN-ELGAR, 2002). Ainda assim, há autores que defendem que este sistema de cultivo, resiliente por longos períodos de tempo, é hoje testemunho de práticas agrícolas sustentáveis e de técnicas específicas de manejo da terra que podem ajudar a combater os processos erosivos das encostas e a degradação de regiões cultiváveis (LONDOÑO *et al.*, 2013; LONDOÑO; WILLIAMS; HART, 2017; SPENCER; HALE, 1961).

1.6.4. Campos elevados

Conhecidos também como campos drenados, *camellones* ou *waru waru*, consistem em uma técnica de drenagem de terrenos alagados, pantanosos ou periodicamente inundados (Figura 20).

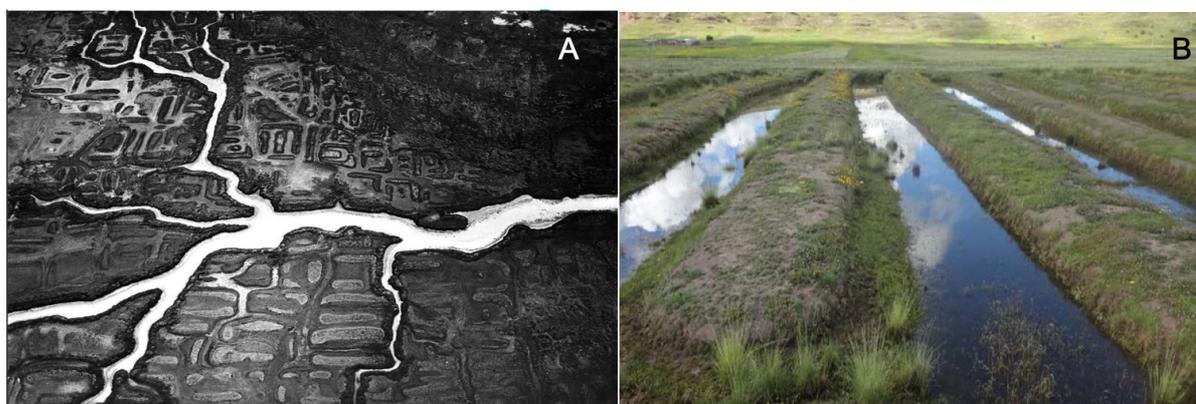


Figura 20. Registros de campos elevados localizados no Vale do Casma, 300km ao sul do Vale do Jequetepeque (A) e no distrito de Huata, próximo ao Lago Titicaca, no sul do Peru (B).

Fonte: HERRERA, 2016; SARDÀ, 2014.

Os campos são construídos a partir da elevação de plataformas de cultivo, ou pela escavação de sulcos laterais a estas plataformas, ou por uma combinação de ambas (DENEVAN, 1982; MATHENY; GURR, 1983; WEST, 1981). A terra retirada da escavação dos sulcos é empilhada entre eles, formando montes longos e baixos, com superfícies planas ou convexas, que podem variar de 2 a 10 m de largura, 10 a 100

m de comprimento e 40 cm a 1 m de altura (ERICKSON, 1988; POZORSKI, T. *et al.*, 1983).

As principais funções dos campos elevados incluem o aproveitamento de terras pantanosas, a drenagem de chuvas sazonais, a melhoria dos nutrientes do solo, o controle de ervas daninhas e o melhoramento dos microclimas propícios para os cultivos (DENEVAN; TURNER II, 1974; MOORE, 1988). Outras funções importantes estão relacionadas ao controle e à economia de água, atribuídas aos canais que circundam as superfícies de cultivo e que fazem tanto a drenagem sazonal quanto a conservação da umidade, quando necessário. Os campos elevados ofereciam também vantagem na oferta de fontes extras de proteína. Os canais circundantes aos campos foram utilizados para cultivar plantas aquáticas e peixes, além de servir como barreiras contra pragas e fornecer rotas de transporte e comunicação (ERICKSON, 1992; ERICKSON; CANDLER, 1989).

Os campos elevados são documentados como importantes sistemas agrícolas em diversas regiões das Américas, incluindo México, Belize, Suriname, Colômbia, Venezuela, Equador e às margens do lago Titicaca, na Bolívia e sul do Peru (DENEVAN, 1982, 1995; DENEVAN; TURNER II, 1974; REDCLIFT, 1987). Entretanto, na costa norte do Peru, foi encontrado apenas um registro de um antigo campo elevado, datado do final do Período Intermediário Tardio, entre 1300 a 1470 d.C., localizado próximo à foz do rio Casma, aproximadamente 300 km ao sul do Vale do Jequetepeque. Nesse período, era o Estado Chimú que dominava a região. Aparentemente, são os únicos exemplos desse sistema de cultivo relatados em regiões desérticas na América do Sul, já que geralmente eles são encontrados em planícies alagadas ou pantanosas. A agricultura de campos elevados é, portanto, um elemento incomum no repertório tecnológico de agricultores pré-históricos da costa árida do Peru (MOORE, 1988; POZORSKI, T. *et al.*, 1983; WEST, 1981).

Esse exemplo único na costa norte intrigou pesquisadores de diversas áreas, que buscaram compreender o que motivou os habitantes locais a adotar esse sistema de cultivo. POZORSKI *et al.* (1983) sugeriram que os campos elevados na região do rio Casma foram resultado da pressão demográfica e da escassez de terras agricultáveis no vale, que forçaram a expansão do cultivo para áreas não exploradas anteriormente. Segundo eles, a construção e a manutenção de campos elevados exigiam muito trabalho e poderiam ter sido realizados apenas por uma sociedade bem organizada e com uma grande oferta de mão de obra.

Em estudo posterior, MOORE (1988) lança a hipótese alternativa de que os campos elevados refletem uma resposta a um período de precipitação acentuadamente alto, resultante de dois ENSOs que ocorreram na região, em 1380 anos d.C. e outro em 1460 anos d.C. (WELLS, 1987). Esses eventos causaram grandes inundações e podem ter destruído os sistemas agrícolas e as redes de canais, forçando uma mudança para novas áreas e a adoção de novos modelos de cultivo. Segundo o autor, é possível que os campos elevados no Vale Casma tenham sido cultivados enquanto as redes de canais eram reconstruídas. Com isso, ele conclui que os eventos climáticos aparentemente agiram como catalizador de mudanças agrícolas e de expansão do estado Chimú para outras localidades.

Com relação aos alimentos cultivados nos campos elevados, o estudo de Zak (1984) recuperou fósseis de pólen nessa mesma região da costa norte do Peru. As espécies encontradas e identificadas incluíam milho (*Zea mays*), uma herbácea chamada taboa (*Typha* sp.) e um tubérculo andino chamado *yacon* (*Polymnia* sp.). Segundo a autora, alguns registros de pólen não permitiram a identificação no nível de espécie como, por exemplo, as Chenopodiaceae, família com vários gêneros nativos do Peru, sendo a quinoa (*Chenopodium quinoa*) e a canihua (*Chenopodium pallidicaule*) os mais importantes economicamente. Além dessa família, foram encontrados dois gêneros da família Asteraceae (*Baccharis* e *Mutia*), que abarca mais de 1.400 gêneros e 20 a 30 mil espécies em todo o mundo.

Os campos elevados foram um dos principais sistemas de cultivo de muitas civilizações pré-hispânicas e estiveram em uso ainda durante o período Inca (1450-1532 d.C.), a última grande civilização que habitou a região andina, desde o sul do Equador, toda a extensão do Peru e o norte da Bolívia, da Argentina e do Chile (DENEVAN, 1995). Embora estes campos tenham sustentado grandes impérios em toda a América, eles foram gradualmente abandonados, passando por períodos de reconstrução antes e após a colonização europeia (REDCLIFT, 1987). Uma apreciação sobre a evolução e o colapso dos campos elevados é que esse modelo de cultivo é extremamente trabalhoso e, portanto, não é economicamente prático sob baixas densidades populacionais. Outro fator importante que levou ao abandono dos campos elevados pode estar relacionado às mudanças políticas, militares e demográficas que ocorreram no final do período pré-hispânico ou no início da era colonial (POZORSKI, T. *et al.*, 1983).

1.7. A LINHA DO TEMPO PRÉ-HISPÂNICA E A TRANSIÇÃO PARA PERÍODO PÓS-CONQUISTA ESPANHOLA

A linha do tempo, apresentada na Figura 21 (abaixo), foi elaborada para situar os principais acontecimentos apresentados anteriormente, e contribuir na visualização de todo processo de desenvolvimento daquelas sociedades desde a sedentarização, passando pelos primeiros cultivos, até o surgimento dos sistemas de irrigação e dos últimos registros, antes da conquista espanhola.

Esse recorte temporal está ligado ao fato de que o estudo da história peruana envolve duas abordagens distintas. A primeira, referente ao passado pré-hispânico, está baseada em pesquisas arqueológicas empíricas. A segunda, sobre o período pós-conquista, se apoia em documentação etno-histórica, que representa um conjunto completamente diferente de fontes de dados, métodos e epistemologia utilizado para estudar o passado peruano. Grande parte do conhecimento acumulado sobre o período pós-conquista ou colonial se baseia na transcrição de relatos de escritores espanhóis, crônicas orais indígenas, correspondências do governo e de clérigos católicos, registros comerciais, documentos judiciais, testamentos e testemunhos espalhados em arquivos por toda a Espanha e vários países andinos (KLAUS, 2008).

As fontes existentes são importantes, pois registram os processos de estabelecimento político e administrativo e os principais acontecimentos militares do domínio europeu na região. No entanto, elas são, muitas vezes, tendenciosas, pois representam as percepções, julgamentos e incompreensão de ideias e conceitos indígenas pelos observadores e autores europeus (HAMPE-MARTÍNEZ, 1985). Um dos vieses está no foco frequente que esses documentos dão às regiões central e sul do Peru, em comparação à região norte. Outro viés é a pouca atenção dada aos sistemas agrários indígenas, suas tecnologias e seus saberes.

A historiografia peruana ignorou, em grande parte, a história agrária posterior ao contato dos povos ameríndios com os europeus. São escassos os estudos sobre a dinâmica de desintegração e assimilação cultural; a manutenção dos sistemas de cultivo e irrigação; novos cultígenos introduzidos; os modelos de propriedade rural e os sistemas de trabalho; a formação das grandes *haciendas* e o impacto das legislações agrária e de recursos hídricos nos sistemas de produção tradicionais e modernos (HORTON, S.; HORTON, 1973).

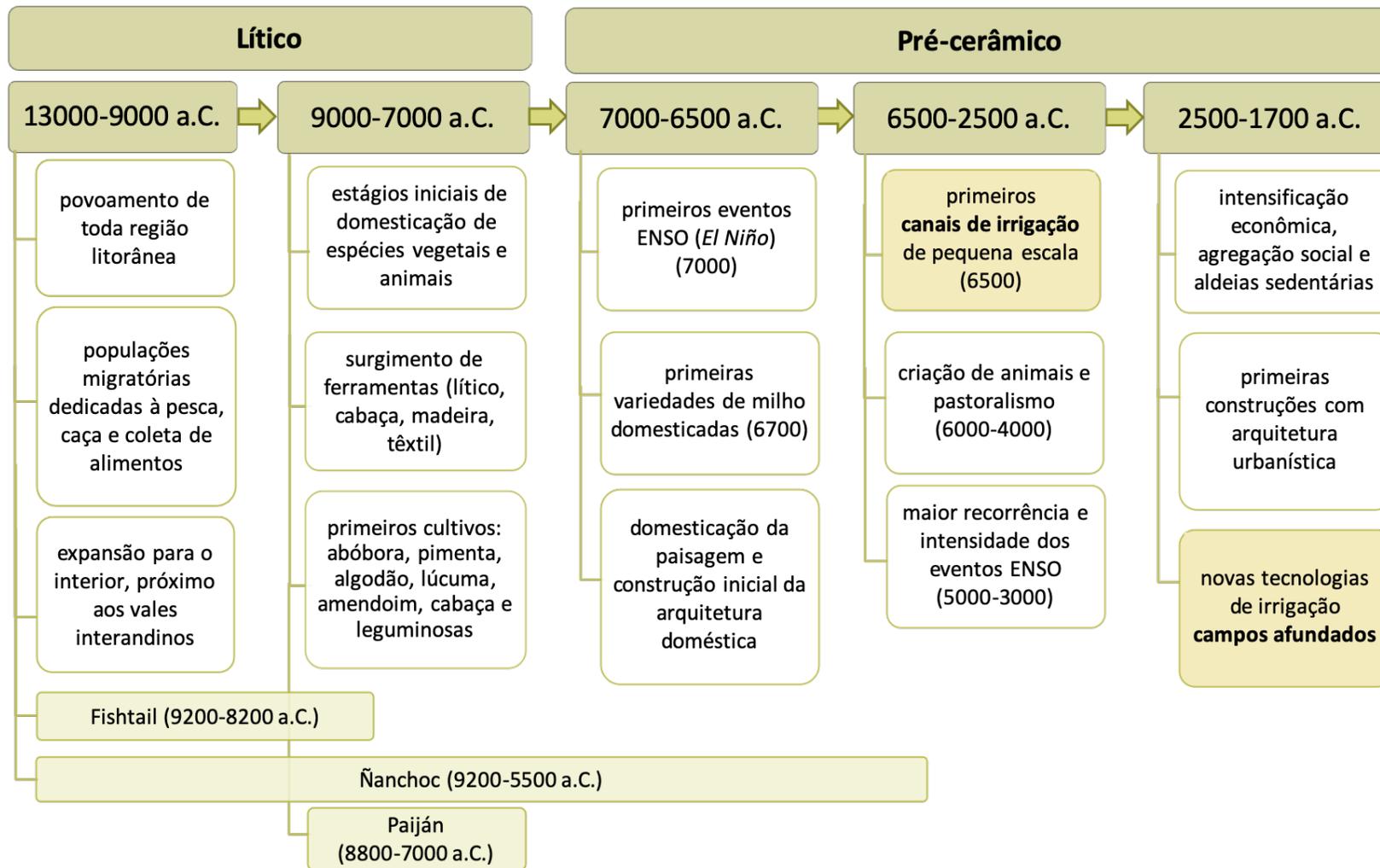


Figura 21. Linha do tempo dos principais registros históricos da costa norte peruana entre os Períodos Lítico e Pré-cerâmico.
Fonte: Elaboração própria.

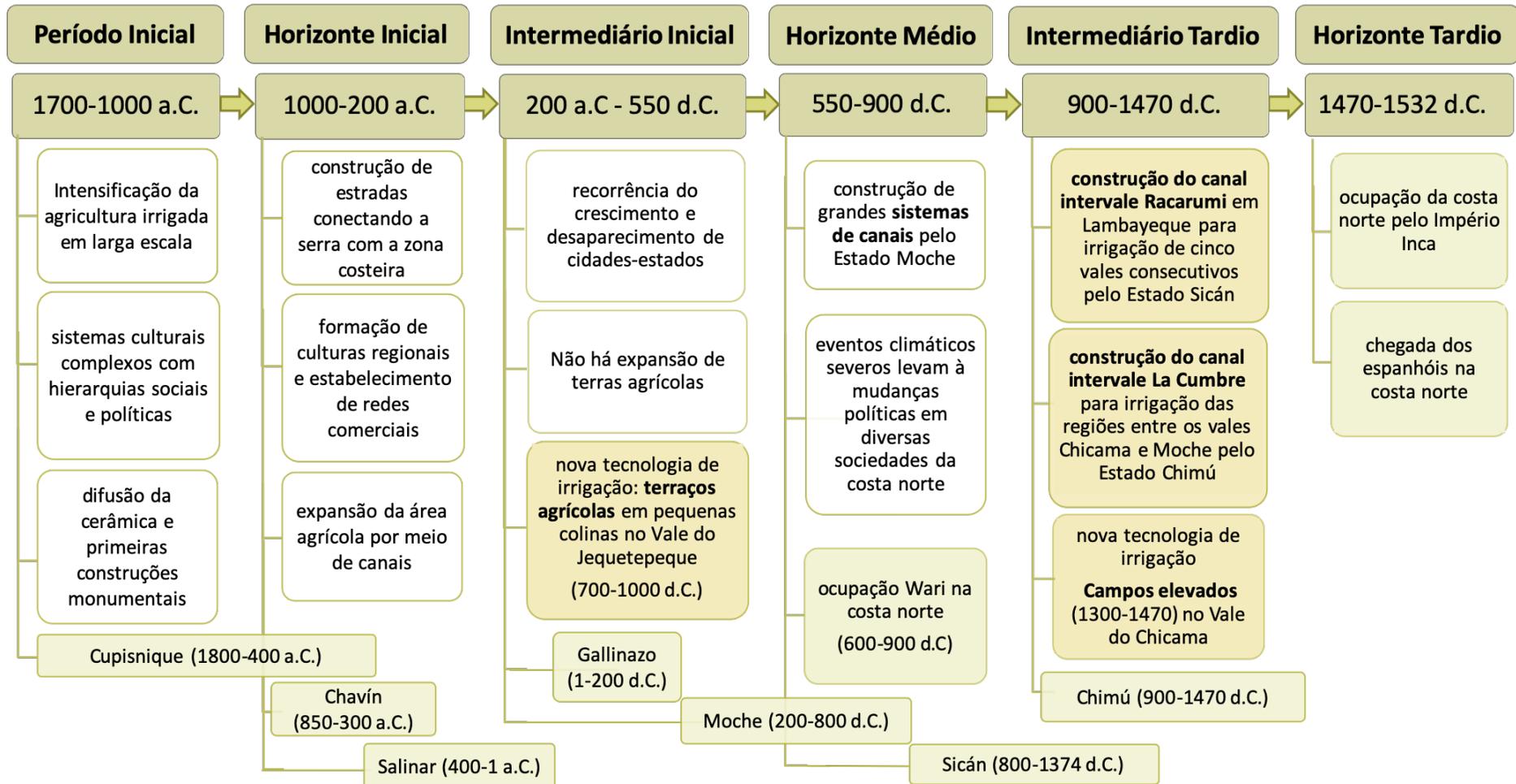


Figura 21. (Continuação) Linha do tempo dos principais registros históricos da costa norte peruana entre os Períodos Inicial e Horizonte Tardio. Fonte: Elaboração própria.

Nesta última seção, apresento brevemente os principais acontecimentos desencadeados a partir do primeiro contato entre os povos nativos da costa norte peruana e os europeus, com ênfase nas consequências para os modelos agrícolas e os sistemas de irrigação indígenas existentes.

1.7.1. O primeiro contato com europeus e as principais mudanças econômicas

Em 1532, as tropas de Francisco Pizarro desembarcaram na cidade de Tumbes, extremo norte da costa peruana, e semanas mais tarde capturaram o imperador Inca Atawallpa. Mas a conquista espanhola das atuais terras do Peru já havia começado há anos, senão há décadas. O primeiro contato foi feito pelos patógenos que os europeus carregavam e abriam caminho matando milhares (ou milhões) de nativos. Eles desencadearam a primeira onda da conquista de vários pontos do continente americano pelos europeus. Uma década antes, uma epidemia de varíola e sarampo varrera os Andes, provavelmente introduzida no Panamá, e se espalhou rapidamente pelas rotas comerciais do Império Inca (GLAVE, 2020). Quando o Império Inca se encontrou fisicamente com o Império Espanhol, portanto, aquele mundo já havia sido profundamente transformado. Em 15 de novembro de 1533, Cuzco caiu sob domínio espanhol e cerca de 15 a 20 anos depois, a coroa espanhola consolidava seu domínio sobre as novas terras. Isso provocou mudanças de tal magnitude que significaram o início de uma nova era na história do Peru, conhecida como "período "colonial", "vice-rei" ou "dominação espanhola". Esse feito está entre um dos mais significativos da expansão espanhola no Novo Mundo (KLAUS, 2008; VANVALKENBURGH, 2012).

Os espanhóis não introduziram somente novas doenças. Trouxeram novas espécies de cultivos agrícolas e de animais domesticados, tecnologias e transferiram instituições e modelos de organização econômica, como dinheiro, trabalho assalariado, cidades e os grandes latifúndios agrícolas, as *haciendas*. Os efeitos de todas essas mudanças, juntamente com o virtual declínio demográfico que se abateu na região foram evidenciados no colapso do sistema econômico andino e no abandono generalizado dos campos de cultivo (CONTRERAS-CARRANZA, C., 2020^a). Alguns canais, grande parte dos terraços de montanha, os campos elevados e outros produtos de conhecimentos locais desapareceram. As áreas costeiras irrigadas encolheram drasticamente entre os

séculos XVI e XIX e só recuperaram sua extensão pré-hispânica no final do século XX (CONTRERAS-CARRANZA, C., 2020b).

As mudanças na gestão dos recursos hídricos

A regulamentação da distribuição das águas nos vales costeiros foi adaptada às profundas transformações sociais, econômicas e políticas geradas pela conquista, que destruiu as estruturas anteriores de propriedade e posse dos recursos naturais e suas formas de gestão (PÉREZ, 2015). No início do período colonial, a coroa espanhola instituiu um arcabouço legal para o gerenciamento dos recursos hídricos que já estava em uso na Espanha desde 1492. Um exemplo utilizado nos Vice-reinados da Nova Espanha (atual México) e do Peru (que incluía quase todo o território dos atuais países hispânicos da América do Sul), era a nomeação de juízes da água, encarregados da administração e ordenamento dos recursos hídricos e estruturas de irrigação. No entanto, a intervenção do Estado limitava-se à gestão da distribuição da água e à resolução de conflitos entre os usuários, não havendo investimentos em melhorias das infraestruturas existentes ou na execução de novas obras de irrigação (PALERM-VIQUEIRA, 2010).

Essa legislação se manteve durante todo período colonial e republicano (a partir de julho de 1821) até o início do século XX, sendo substituída pelo Código das Águas de 1902. Esta nova lei estabelecia que a água era privada e reconhecia o direito de propriedade aos donos das terras por onde elas passavam ou nasciam. Somente os rios, riachos e outros corpos de águas que não tivessem sido objeto de apropriação anterior seriam de domínio público. O código consolidou legalmente o status quo, favorecendo as grandes propriedades e prejudicando os pequenos agricultores e camponeses (ORÉ; RAP, 2009).

Na história peruana recente, as políticas de irrigação apresentavam uma relação direta com a estrutura fundiária. A concentração do poder pelos proprietários de terras e sua relação com as comunidades na gestão da água formavam o eixo central na organização social da irrigação. Como era de se esperar, o Código das Águas não resolveu o problema de acesso ao recurso e acirrou disputas e protestos que obrigaram ao governo a estabelecer novos mecanismos de administração da irrigação, mas que

ainda mantinham a estrutura de propriedade privada para o uso da água. Passaram-se 67 anos e foi necessária uma reforma agrária radical (que será abordada mais adiante no texto), que eliminou o sistema das grandes propriedades agrícolas, para que todos os recursos hídricos peruanos se tornassem efetivamente de domínio público. Em julho de 1969 foi aprovada a Lei Geral das Águas e em 1979, foi promulgado o Regulamento de Organização de Usuários de Água, pelo qual foram criadas as Comissões e Conselhos de Usuários para os vales costeiros, que formam a estrutura administrativa de gerenciamento da água vigente no país (PÉREZ, 2015).

As mudanças no contexto agrário

Durante os quase três séculos de dominação espanhola, até a proclamação da República em 1821, houve mudanças significativas na estrutura econômica do então Vice-reinado do Peru. A inclusão do atual território peruano no império espanhol levou à transição de uma economia de autoconsumo para uma economia de tipo colonial. Com isso, aos poucos foram criadas instituições para administrar as atividades produtivas, bem como gerenciar a mão-de-obra e implantar uma política tributária para arrecadação de impostos. Além disso, a colonização espanhola provocou o surgimento de cidades e de uma elite empresarial especializada em diversas áreas econômicas, como mineração, comércio e agricultura (NOEJOVICH, 2020).

Os metais preciosos eram as mercadorias mais cobiçadas pela Europa. Portanto, a economia de *pillaje* (ou saque) e a mineração foram as atividades mais lucrativas no Peru no primeiro período colonial (SALAZAR-SOLER, 2020). A agricultura desempenhou um papel secundário. No entanto, imediatamente após a etapa militar da conquista, os espanhóis começaram a introduzir novas variedades de lavouras, entre elas a “trindade” ibérica, ou seja, o trigo para o pão, as uvas para a produção de vinhos e as azeitonas para a extração do azeite de oliva. Com relação à pecuária, foram introduzidos os animais de criação mais comuns do Velho Mundo, entre eles bois, ovelhas, porcos e galinhas (ASSADOURIAN, 1992; EARLE, 2010). Até o final do século XVI, poucas *commodities* agrícolas foram exportadas e a maior parte dos produtos da agricultura eram consumidos

internamente. Só a partir do século XVII a produção agrícola colonial passa incorporar o açúcar, voltado para exportação (HORTON, D., 1973).

Uma mudança significativa ocorrida durante o período colonial foi referente às formas de propriedade e uso da terra. Ainda no século XVI, se instituiu a *encomienda*, que consistia na concessão de uma determinada área, dada pela coroa espanhola a um colono. A concessão lhe dava o direito de cobrar impostos e exigir trabalho forçado dos indígenas aí residentes em troca de proteção da terra e instrução do catolicismo. Esse panorama mudou após a coroa espanhola aprovar uma lei de venda de terras, em 1591. A partir daí, começou o período das *composiciones*, que consistiu na junção de terras para formar verdadeiros latifúndios, lançando as bases para o estabelecimento do que mais tarde seriam chamadas fazendas coloniais (*haciendas*) (GLAVE, 2020).

As *haciendas* eram extensas unidades de produção. Eram operadas como empreendimentos comerciais e exploradas por meio de uma força de trabalho que combinava a escravidão negra com a servidão indígena (SALAS-OLIVARI, 2020). Elas estavam organizadas em torno de um produto que variava ao longo do tempo. Para isso elas precisavam ser extensas, planas e irrigadas. Devido à escassez de recursos, entre eles, a água e a mão-de-obra, o critério utilizado para maximizar esses recursos foi por meio da concentração gradativa de terrenos contíguos que circundavam a fazenda original, alguns com solos pobres, outros com melhor irrigação. Esse processo de junção fundiária se mantém até o final do século XVIII, quando as pequenas propriedades mestiças desapareceram ou foram anexadas às grandes propriedades (HORTON, S.; HORTON, 1973; KEITH, 1971).

No início do XIX, a estrutura econômica colonial havia sofrido grandes transformações e o setor agrícola já apresentava algumas características próprias da transição de uma economia tradicional para a moderna, em um contexto pré-industrial marcado por limitações de mercado, trabalho e produção (ARMAS-ASÍN, 2020).

Os diversos vales da costa apresentavam duas realidades distintas. Por um lado, havia a hegemonia das *haciendas*, que estavam nas mãos de grandes e pequenos proprietários, entre eles, aristocratas crioulos e espanhóis, ordens religiosas, grandes mercadores e outros pequenos proprietários mestiços e indígenas. Muitas dessas fazendas reproduziam os diversos espaços da vida colonial, com as casas para os

trabalhadores, uma capela, um cemitério e até um hospital. Por outro lado, a parte das terras que não estava sob a autoridade das *haciendas* era ocupada por comunidades indígenas, tanto nas montanhas do interior quanto no litoral. Essas comunidades, compostas por dezenas ou centenas de famílias chefiadas por suas autoridades tradicionais, eram independentes dos sistemas de produção das *haciendas*. Elas controlavam grandes áreas agrícolas e abundantes pastagens naturais, produzindo cultivos básicos, como cereais (trigo ou milho) e tubérculos, e desenvolvendo a pecuária, com a criação de camelídeos, gado e ovelhas. Diversos mecanismos internos às comunidades estabeleciam o uso de mão-de-obra própria, a transferência de parcelas de terra e produtos agropecuários entre as famílias de comunitários, bem como exerciam o trabalho coletivo, de origem pré-hispânica. Uma parte da produção era trocada por produtos de outras comunidades. Dessa forma, esses grupos comunitários implantaram diversas estratégias para manter uma produção constante que atendesse às suas necessidades, evitando qualquer dependência dos sistemas econômicos das *haciendas* (ARMAS-ASÍN, 2020; CHOCANO, 2020).

No final do século XIX e início do século XX, ocorreram novas concentrações de propriedades, falências e fragmentação das *haciendas*. Essa estrutura de grandes latifúndios agrícolas sobrevive até a reforma agrária de 1969. Os principais cultivos produzidos na costa norte durante toda era colonial e republicana foram cana-de-açúcar, algodão, milho, arroz, uvas, azeitonas e uma grande variedade de frutas e vegetais. A cana-de-açúcar era o cultivo mais rentável, mas era também muito exigente em água (ARMAS-ASÍN, 2020). Com isso, a produção do açúcar estava concentrada nos vales costeiros que possuíam melhores estruturas de irrigação, entre eles, Piura, Lambayeque, Zaña, Chicama e Santa. O algodão e o milho eram cultivados em terras mais áridas inadequadas para o cultivo de cana e a produção do arroz ficava limitada aos solos mal drenados e mais salinos (HORTON, D., 1973).

A introdução do arroz no Peru é fracamente documentada. Alguns autores indicam sua ocorrência já a partir do século XVII nos Vales de Lambayeque e Zaña (GÓMEZ-CUMPA, 1989; VANVALKENBURGH, 2012). Ele era considerado um produto secundário na economia colonial, produzido em fazendas menores e por pequenos proprietários. Somente em meados do século XIX, por conta de uma forte imigração chinesa, o arroz

se torna mais popular na culinária peruana. No início do século XX ele assume um lugar de destaque como produto agrícola, tanto para o mercado interno quanto para exportação (COSAMALÓN-AGUILAR, 2020; LAUSENT-HERRERA, 2011).

Com o avanço do século XX, cresce a produção nacional do arroz, localizada principalmente no litoral. As diversas mudanças geopolíticas, como a crise econômica de 1929, a 2ª Guerra Mundial (1939-1945), e o golpe militar de 1948, trouxeram uma série de impactos significativos para o setor agrícola em todo o país. Houve oscilações constantes nas exportações e nos preços comercializados dos produtos agrícolas, em especial, o arroz (ZEGARRA, 2014). Ao mesmo tempo, merecem destaque as diversas políticas de investimentos, entre elas os grandes projetos de irrigação nos vales costeiros. No entanto, a expansão da irrigação, entre 1906 e 1974, não contribuiu com mais de 120.000 hectares de novas terras. Ao mesmo tempo, o avanço do deserto e a salinização determinaram uma perda estimada de 300.000 hectares na costa. No altiplano central, os efeitos da erosão causaram a perda de mais 2.000.000 de hectares, e na selva, o uso indevido da terra e o desmatamento causaram a perda de uma média de 220.000 hectares por ano (MANRIQUE, 2014).

Em meados do século XX, o Peru entrou em um processo de profundas transformações estruturais, com impacto especial na agricultura. As terras cultiváveis estavam cada vez mais confinadas aos vales, enquanto os antigos e remotos campos de cultivos, que exigiam mais trabalhos de manutenção, entre eles os terraços, os campos elevados, os campos afundados, as obras de irrigação, reservatórios, etc., estavam sendo abandonados. Terras antes eram aproveitadas foram perdidas para sempre (ARMAS-ASÍN, 2020).

A crise fundiária e agrária ocorreu em meio ao rápido crescimento da população. Em 1940, o Peru tinha 6,8 milhões de habitantes, dos quais 65% era de camponeses, e em menos de 20 anos a população quase dobrou, atingindo 12.464.000 habitantes em 1968. Soma-se a isso uma grande migração, de milhões de camponeses, para as cidades, resultado de uma onda de mobilizações de reivindicação de terras, que começou no final dos anos 1940 e atingiu seu clímax entre 1956 e 1964, quando ocorreu uma série de invasões de grandes propriedades e greves recorrentes. Assim, na década

de 1960, a crise agrícola e social era tamanha que a reforma agrária se tornou uma demanda de escala nacional (KURAMOTO; GLAVE, 2014).

A Lei da Reforma Agrária, Nº. 17.716, de 24 de junho de 1969, foi uma das mais radicais da América Latina pela quantidade de terras distribuídas, pelo número de beneficiários, pela rapidez e pela profundidade. O processo de expropriação das grandes propriedades começou com os complexos agroindustriais mais poderosos da costa central e norte do país, sob controle dos barões do açúcar e do algodão. A reforma concedeu um total de 8.199.645 hectares a 1.907 unidades associativas, entre elas, as Cooperativas de Produção Agropecuária (CAP) e as Sociedades Agrícolas de Interesse Social (SAIS). No entanto, apenas 9% dessas terras foram entregues diretamente às comunidades camponesas. O restante foi concedido à essas diferentes unidades associativas, criadas pela reforma para evitar o fracionamento das grandes unidades de produção e queda na produtividade. Esse modelo frustrou a maioria dos camponeses, que queriam a alocação individual dos lotes e não sentiam que a terra nas mãos das unidades associativas pertencesse a eles. Uma série de novas mobilizações ocorreu na década de 1980 e até hoje muitos camponeses lutam pelo seu direito à terra (ARMAS-ASÍN, 2020; MANRIQUE, 2014).

Esta última seção discutiu as profundas mudanças ocorridas ao longo dos três séculos de colonização espanhola. Uma das mais emblemáticas foi a transformação da relação humana com o ambiente. Foram perdidos muitos conhecimentos milenares sobre cultivos agrícolas e domesticação de espécies e sobre a gestão dos recursos naturais, como o solo, a água, as paisagens e ecossistemas. Além disso, a natureza comunal das propriedades foi transformada e, embora tenha havido conquistas nesse aspecto, como a eliminação de grande parte dos latifundiários, a demanda fundamental do campesinato não foi atendida: a recuperação das terras que ele perdeu durante a expansão das *haciendas*. Resta aos pesquisadores e gestores de projetos de pesquisa recuperar esses conhecimentos que levaram ao desenvolvimento de uma ampla gama de complexas tecnologias hidráulicas, arquitetônicas e de produção para enfrentar as mudanças ambientais e políticas atuais.

1.8. CONCLUSÃO

Este capítulo buscou fazer uma revisão sucinta sobre a evolução histórica do surgimento da agricultura, dos sistemas de irrigação andinos e a importância desses conhecimentos para os dias atuais. Historicamente, os agricultores pré-hispânicos desenvolveram métodos sofisticados para superar as limitações ambientais da região andina, desde a domesticação de numerosas e bem adaptadas plantas até o desenvolvimento de sistemas agrícolas eficientes e intensivos. A evolução do manejo do território e dos seus elementos geocológicos incluiu principalmente o gerenciamento da irrigação de cultivos, entre eles a edificação de extensas redes de canais, dos campos afundados, dos terraços e dos campos elevados. A adoção e adaptação das diferentes técnicas de irrigação para a agricultura permitiram a transformação dos modos de subsistência de pequenas populações em grandes civilizações hidráulicas ao longo de milhares de anos.

Os habitantes da costa norte peruana, aparentemente, tinham um conhecimento sofisticado sobre os fatores do ambiente que limitavam o cultivo de alimentos. Eles aplicaram um mosaico de respostas alternativas para enfrentar os diferentes processos de ruptura da resiliência do ambiente natural. As antigas práticas agrícolas sobreviveram por milênios, sustentando populações em meio às mudanças ambientais e climáticas severas, como os eventos do ENSO. Algumas tecnologias são utilizadas até hoje, enquanto outras foram abandonadas e deixaram registros históricos ou arqueológicos. A introdução em tempos coloniais de um regime baseado na propriedade exclusiva da terra, juntamente com a drástica redução demográfica nos séculos XVI e XVII e a realocação forçada da população indígena em cidades desenhadas de acordo com os critérios ibéricos, são marcos importantes no desenvolvimento histórico da crise fundiária nos Andes.

Comparar as práticas agrícolas e formas de organização social passadas e atuais é uma tarefa central para compreender como os conhecimentos tradicionais podem ser aproveitados e adaptados aos contextos atuais para enfrentar os novos processos de degradação ambiental, como a escassez de água e a desertificação. Os sistemas de cultivo antigos discutidos nesse capítulo apresentam importantes elementos de

sustentabilidade: eram bem adaptados ao ambiente particular da costa norte do Peru; eram executados em escalas regionais e, em alguns casos, de forma descentralizada; as populações dependiam de recursos locais e mantinham uma flexibilidade adaptativa na gestão das diferentes práticas de cultivo e de irrigação. Esses sistemas formam um legado neolítico de considerável importância para os dias atuais, pois fornecem uma ampla gama de respostas alternativas para o desenvolvimento agrícola na região. Compreender como os agricultores antigos eram capazes de irrigar terras secas, cultivar em terraços íngremes, drenar pântanos e fertilizar solos antes improdutivos, é fundamental para analisar e comparar aqueles modelos às práticas atuais e para identificar as suas fragilidades e potencialidades no manejo sustentável dos recursos naturais, a fim de reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas e garantir a produtividade de regiões áridas da costa norte do país.

No próximo capítulo será apresentada a “Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes” (TISI), uma prática aplicada recentemente na região da costa norte do Peru. Ela busca fazer um uso mais eficiente da água em monoculturas de arroz, que tradicionalmente usam a irrigação permanente. Essa prática se propõe a ser menos vulnerável às mudanças climáticas, além de oferecer menos riscos e danos ao meio ambiente e à saúde humana.

1.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. Indigenous knowledge re-valued in Andean agriculture. *ILEIA Newsletter*, v. 12, n. 1, p. 1–7, 1996.

ARMAS-ASÍN, F. Tierras, mercados y poder: el sector agrario en la primera centuria republicana. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). *Compendio de historia económica IV: economía de la primera centuria independiente*². Lima: BCRP; IEP, 2020. p. 92–164.

ASSADOURIAN, C. S. The Colonial Economy: The Transfer of the European System of Production to New Spain and Peru. *Journal of Latin American Studies*, v. 24, n. S1, p. 55–68, 1992.

BAILEY, G. World Prehistory from the Margins: The Role of Coastlines in Human Evolution. *Journal of Interdisciplinary Studies in History and Archaeology*, v. 1, n. 1, p. 39–50, 2004.

BERESFORD-JONES, D. *et al.* Refining the Maritime Foundations of Andean Civilization: How Plant Fiber Technology Drove Social Complexity During the Preceramic Period. *Journal of Archaeological Method and Theory*, v. 25, n. 2, p. 393–425, 2018.

BILLMAN, B. R. How Moche Rulers Came to Power: Investigating the Emergence of the Moche Political Economy. In: QUILTER, J.; CASTILLO B., L. J. (Org.). *New Perspectives on Moche Political Organization*. Washington, D.C.: [s.n.], 2010. p. 181–200.

BILLMAN, B. R. Irrigation and the Origins of the Southern Moche State on the North Coast of Peru. *Latin American Antiquity*, v. 13, n. 4, p. 371–400, 2002.

BILLMAN, B. R. Population Pressure and the Origins of Warfare in the Moche Valley, Peru. In: PAINE, R. R. (Org.). *Integrating Archaeological Demography: A Multidisciplinary Approaches to Prehistoric Population*. Illinois: [s.n.], 1997. p. 285–309.

BILLMAN, B. R.; HUCKLEBERRY, G. Deciphering the Politics of Prehistoric el Niño Events on the North Coast of Peru. *El Niño: Catastrophism, and Culture Change in Ancient America*, p. 111–138, 2009.

BORRERO, L. A. Moving: Hunter-gatherers and the cultural geography of South America. *Quaternary International*, v. 363, p. 126–133, 2014.

BRANCH, N. P. *et al.* Testing the sustainability and sensitivity to climatic change of terrace agricultural systems in the Peruvian Andes: a pilot study. *Journal of Archaeological Science*, v. 34, n. 1, p. 1–9, 2007.

BUSH, M. B. *et al.* A 17 000-year history of Andean climate and vegetation change from Laguna de Chochos, Peru. *Journal of Quaternary Science*, v. 20, n. 7–8, p. 703–714, 2005.

BUSH, M. B.; MOSBLECH, N. A. S.; CHURCH, W. Climate change and the agricultural history of a mid-elevation Andean montane forest. *Holocene*, v. 25, n. 9, p. 1522–1532, 2015.

CHEVALLIER, P. *et al.* Climate change threats to environment in the tropical Andes: glaciers and water resources. *Regional Environmental Change*, v. 11, n. 1, p. S179–S187, 2011.

CHOCANO, M. Población, producción agraria y mercado interno, 1700-1824. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). *Compendio de historia económica III: economía del período colonial tardío*. Lima: BCRP; IEP, 2020. p. 19–101.

CLEMENT, A. C.; SEAGER, R.; CANE, M. A. Suppression of El Niño during the mid-Holocene by changes in the Earth's orbit. *Paleoceanography*, v. 15, n. 6, p. 731–737, 2000.

CLEMENT, C. O.; MOSELEY, M. E. The Spring-Fed Irrigation System of Carrizal, Peru: A Case Study of the Hypothesis of Agrarian Collapse. *Journal of Field Archaeology*, v. 18,

n. 4, p. 425, 1991.

CONTRERAS-CARRANZA, C. Compendio de historia económica I: economía prehispánica. Lima: BCRP; IEP, 2020a. p. 447.

CONTRERAS-CARRANZA, C. Compendio de historia económica II: economía del período colonial temprano. Lima: BCRP; IEP, 2020b. p. 611.

CONTRERAS, D. A. Landscape and environment: Insights from the prehispanic central andes. *Journal of Archaeological Research*, v. 18, n. 3, p. 241–288, 2010.

COSAMALÓN-AGUILAR, J. A. Población y mercado laboral, 1827-1940. In: CONTRERAS (Org.). *Compendio de historia económica IV: economía de la primera centuria independiente*. [S.l.]: BCRP; IEP, 2020. p. 19–91.

CRAIG, A. K.; SHIMADA, I. El Nino Flood Deposits. *Geoarchaeology: An International Journal*, v. 1, n. 1, p. 29–38, 1986.

CRONA, B.; HUBACEK, K. The Right Connections: How do Social Networks Lubricate the Machinery of Natural Resource Governance? *Ecology and Society*, v. 15, n. 4, 2010.

CUTRIGHT, R. E. Eating Empire in the Jequetepeque: A Local View of Chimú Expansion on the North Coast of Peru. *Latin American Antiquity*, v. 26, n. 1, p. 64–86, 2015.

DENEVAN, W. M. Hydraulic Agriculture in the American Tropics: Forms, Measures, and Recent Research. *Maya Subsistence*. [S.l.]: ACADEMIC PRESS, INC., 1982. p. 181–203.

DENEVAN, W. M. Prehistoric agricultural methods as models for sustainability. *Advances in Plant Pathology*, v. 11, n. C, p. 21–43, 1995.

DENEVAN, W. M.; TURNER II, B. L. Forms, Functions and Associations of Raised Fields in the Old World Tropics. *The Journal of Tropical Geography*, v. 39, p. 25–33, 1974.

DEVRIES, T. J. A review of geological evidence for ancient el niño activity in Peru. *Journal of Geophysical Research*, v. 92, n. 13, p. 14471–14479, 1987.

DILLEHAY, T. D. *et al.* Chronology, mound-building and environment at Huaca Prieta, Coastal Peru, from 13 700 to 4000 years ago. *Antiquity*, v. 86, n. 331, p. 48–70, 2012.

DILLEHAY, T. D. *et al.* Localization and possible social aggregation in the Late Pleistocene and Early Holocene on the north coast of Perú. *Quaternary International*, v. 109, n. 110, p. 3–11, 2003.

DILLEHAY, T. D. *et al.* Simple technologies and diverse food strategies of the Late Pleistocene and Early Holocene at Huaca Prieta, Coastal Peru. *Science Advances*, v. 3, n. 5, 2017.

DILLEHAY, T. D. Widening the Socio-Economic Foundations of Andean Civilization: Prototypes of Early Monumental Architecture. *Andean Past*, v. 3, n. 7, p. 55–65, 1992.

DILLEHAY, T. D.; ELING, H. H.; ROSSEN, J. Preceramic irrigation canals in the Peruvian Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 102, n. 47, p. 17241–17244, 2005.

DILLEHAY, T. D.; KOLATA, A. L. Long-term human response to uncertain environmental conditions in the Andes. *Proceeding of the national academy of science of USA*, v. 101, n. 12, p. 4325–4330, 2004.

DILLEHAY, T. D.; KOLATA, A. L.; PINO, Q. M. Pre-industrial human and environment interactions in northern Peru during the late Holocene. *The Holocene*, v. 14, n. 2, p. 272–281, 2004.

EARLE, R. If you eat their food ...": Diets and bodies in early colonial Spanish America. *American Historical Review*, v. 115, n. 3, p. 688–713, 2010.

ERICKSON, C. L. Prehistoric landscape management in the Andean highlands: Raised field agriculture and its environmental impact. *Population and Environment*, v. 13, n. 4, p. 285–300, 1992.

ERICKSON, C. L. Raised field agriculture in the Lake Titicaca Basin: putting Ancient Agriculture Back to Work. *Expedition: The magazine of the University of Pennsylvania*, v. 30, n. 3, p. 8–16, 1988.

ERICKSON, C. L.; CANDLER, K. L. Raised fields and sustainable agriculture in the Lake Titicaca basin of Peru. *Fragile Lands of Latin America: Strategies for sustainable development*, p. 231–248, 1989.

ERTSEN, M. W. Structuring properties of irrigation systems: Understanding relations between humans and hydraulics through modeling. *Water History*, v. 2, n. 2, p. 165–183, 2010.

ERTSEN, M. W.; VAN DER SPEK, J. Modeling an irrigation ditch opens up the world. Hydrology and hydraulics of an ancient irrigation system in Peru. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 34, n. 3, p. 176–191, 2009.

FARRINGTON, I. S. The archaeology of irrigation canals, with special reference to Peru. *World Archaeology*, v. 11, n. 3, p. 287–305, 1980.

FARRINGTON, I. S. The Design and Function of the Intervalley Canal: Comments on a Paper by Ortloff, Moseley, and Feldman. *Society of American Antiquity*, v. 41, n. 2, p. 360–375, 1983.

FARRINGTON, I. S.; PARK, C. C. Hydraulic engineering and irrigation agriculture in the Moche Valley, Peru: c. A.D. 1250-1532. *Journal of Archaeological Science*, v. 5, n. 3, p. 255–268, 1978.

FEDICK, S. L. Indigenous agriculture in the Americas. *Journal of Archaeological Research*, v. 3, n. 4, p. 257–303, 1995.

FELICES, A. R. La costa norte peruana y su vulnerabilidad frente al fenómeno El Niño. *Ingeniería Civil*, v. 8, n. 29, p. 1–23, 2006.

FERNANDEZ, F. A. S.; ARAÚJO, B. B. A. As primeiras fronteiras: impactos ecológicos da expansão humana pelo mundo. In: FRANCO, J. L. A. *et al* (Org.). *História ambiental – fronteiras, recursos naturais e conservação da natureza*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012. p. 97-117.

FISH, S. K.; FISH, P. R. Prehistoric Desert Farmers of the Southwest. *Annual Review of Anthropology*, v. 23, n. 1, p. 83–108, out. 1994.

GAGNON, C. M. Bioarchaeological investigations of pre-state life at Cerro Oreja. In: BUTTERS, L. J. C. *et al*. (Org.). *Arqueología mochica: nuevos enfoques*. 1a Edição ed. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú e Instituto Francés de Estudios Andinos, 2008. p. 173–185.

GIRALT, S. *et al*. The History of the El Niño - Southern Oscillation according to lacustrine and marine sediments. *Contributions to Science*, v. 3, n. 3, p. 343–353, 2007.

GLAVE, L. M. Propiedad de la tierra, agricultura y comercio, 1570-1700: el gran despojo. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). *Compendio de historia económica II: economía del período colonial temprano*. Lima: BCRP; IEP, 2020. p. 313–446.

GOLDSTEIN, P. S.; MAGILLIGAN, F. J. Hazard, risk and agrarian adaptations in a hyperarid watershed: El Niño floods, streambank erosion, and the cultural bounds of vulnerability in the Andean Middle Horizon. *Catena*, v. 85, n. 2, p. 155–167, 2011.

GÓMEZ-CUMPA, J. *Lambayeque, un pueblo mochica en la colonia*. 1989. 1–28 f. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 1989.

GOODMAN-ELGAR, M. A. *ANTHROPOGENIC LANDSCAPES IN THE ANDES: A multidisciplinary approach to precolumbian agricultural terraces and their sustainable use*. 2002. 456 f. University of Cambridge, 2002.

GREMILLION, K. J. Diffusion and adoption of crops in evolutionary perspective. *Journal of Anthropological Archaeology*, v. 15, n. 2, p. 183–204, 1996.

GROBMAN, A. *et al*. Pre-ceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 109, n. 5, p. 1755–1759, 2012.

GUILLET, D. Terracing and irrigation in the Peruvian highlands. *Current Anthropology*, v. 28, n. 4, p. 409–430, 1987.

HAAS, J. Warfare and the Evolution of Culture Warfare and the Evolution of Culture. *SFI Working Papers*, p. 1–36, 1998.

HAAS, J.; CREAMER, W. Crucible of Andean Civilization: The Peruvian Coast from 3000

to 1800 BC. *Current Anthropology*, v. 47, n. 5, p. 745–775, 2006.

HAMPE-MARTÍNEZ, T. Estudios de historia del Perú colonial en revistas extranjeras, 1978-1984. *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, n. 17, p. 109–125, 1985.

HAYASHIDA, F. M. The Pampa de Chaparrí: Water, land, and politics on the north coast of Peru. *Latin American Antiquity*, v. 17, n. 3, p. 243–263, 2006.

HERRERA, T. Seguridad alimentaria en la “ vía láctea ”. Las políticas públicas de promoción ganadera y el abandono de camellones en Huata , Puno , 2010-2013. *Investiga Territorios*, n. 3, p. 111–122, 2016.

HORTON, D. *Haciendas and Cooperatives: a preliminary study of latifundist agriculture and agrarian reform in northern Peru.* , nº 53. Madison, USA: [s.n.], 1973.

HORTON, S.; HORTON, D. Sources for the investigation of peruvian agrarian history. *Land Tenure Center*, n. 84, 1973.

HUANCHAQUITO, P. POR. *Chacras hundidas*. Disponível em: <<https://www.facebook.com/patronatorhuanchaquito/photos/pcb.840276519372810/840275896039539/>>. Acesso em: 9 set. 2020.

HUCKLEBERRY, G.; BILLMAN, B. R. Geoarchaeological insights gained from surficial geologic mapping, middle Moche Valley, Peru. *Geoarchaeology*, v. 18, n. 5, p. 505–521, 2003.

HUCKLEBERRY, G.; HAYASHIDA, F.; JOHNSON, J. New Insights into the Evolution of an Intervalley Prehistoric Irrigation Canal System, North Coastal Peru. *Geoarchaeology*, v. 27, n. 6, p. 492–520, 2012.

HUNT, R. C. Size and the Structure of Authority in Canal Irrigation Systems. *Journal of Anthropological Research*, v. 44, n. 4, p. 335–355, 1988.

JAKSIC, F. M. Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. *Ecography*, v. 24, n. 3, p. 241–250, 2001.

JIMÉNEZ DÍAZ, M. Pacatnamú: una aproximación a un sitio arqueológico de la costa norte del Perú. *Estudios de historia social y económica de América*, n. 14, p. 7–23, 1997.

JOHNSON, I. Portachuelo de Charcape: daily life and political power in the hinterland during the Late Moche Period. In: BUTTERS, L. J. C. (Org.). *Arqueología mochica: nuevos enfoques*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú e Instituto Francés de Estudios Andinos, 2008. p. 261–274.

JOHNSON, I. The development of semi-Autonomous Communities in the late Moche Period (AD 600-900). *From State to Empire in the Prehistoric Jequetepeque Valley, Peru*. Oxford: Archaeopress Publishers of British Archaeological Reports, 2011. p. 51–64.

KEITH, R. G. Encomienda, hacienda and corregimiento in Spanish America: a structural analysis. *Hispanic American Historical Review*, v. 51, n. 3, p. 431–446, 1971.

KLAUS, H. D. *OUT OF LIGHT CAME DARKNESS: BIOARCHAEOLOGY OF MORTUARY RITUAL, HEALTH, AND ETHNOGENESIS IN THE LAMBAYEQUE VALLEY COMPLEX, NORTH COAST OF PERU (AD 900-1750)*. 2008. 864 f. The Ohio State University, 2008.

KNAPP, G. W. Prehistoric Flood Management on the Peruvian Coast: Reinterpreting the “Sunken Fields” of Chilca. *American Antiquity*, v. 47, n. 01, p. 144–154, 1982.

KNAPP, G. W. Regimen de inundaciones en la costa peruana prehispánica: reinterpretación de los campos hundidos de Chilca. *Historica*, v. 11, n. 2, p. 163–179, 1987.

KOSIBA, S. Cultivating Empire: Inca intensive agricultural strategies. *The Oxford Handbook of the Incas*, n. June, p. 227–246, 2018.

KURAMOTO, J.; GLAVE, M. Extractivismo y crecimiento económico en el Perú, 1930-1980. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). *Compendio de historia económica V: la economía peruana entre la gran depresión y el reformismo militar, 1930-1980*. Lima: BCRP; IEP, 2014. p. 105–158.

KUS, J. S. Irrigation and Urbanization in Pre-Hispanic Peru: The Moche Valley. *Yearbook of the Association of Pacific Coast Geographers*, v. 36, n. 1, p. 45–56, 1974.

KUS, J. S. Recent Research on Pre-Hispanic Agriculture in Coastal Peru. *Proceedings of the Conference of Latin Americanist Geographers*, v. 8, p. 209–216, 1981.

LAUSENT-HERRERA, I. The Chinatown in Peru and the changing peruvian Chinese community(ies). *Journal of Chinese Overseas*, v. 7, n. 1, p. 69–113, 2011.

LONDOÑO, A. C. *et al.* Ground Based Lidar of Ancient Andean Agricultural Systems. 2013, Marseille: [s.n.], 2013. p. 507–510.

LONDOÑO, A. C. Pattern and rate of erosion inferred from Inca agricultural terraces in arid southern Peru. *Geomorphology*, v. 99, n. 1–4, p. 13–25, 2008.

LONDOÑO, A. C.; WILLIAMS, P. R.; HART, M. L. A change in landscape: Lessons learned from abandonment of ancient Wari agricultural terraces in Southern Peru. *Journal of Environmental Management*, v. 202, p. 532–542, 2017.

LUMBRERAS, L. G. Los orígenes de la sociedad andina. In: CONTRERAS-CARRANZA, CARLOS (Org.). *Compendio de historia económica I: economía prehispánica*. Lima: BCRP; IEP, 2020. p. 23–135.

MAGGARD, G. J. *Late Pleistocene-Early Holocene Colonization and Regionalization in Northern Perú: Fishtail and Paján Complexes of the Lower Jequetepeque Valley*. 2010.

632 f. 2010.

MALPASS, M. A. The Paijan Occupation of the Casma Valley, Peru. *Ñawpa Pacha*, v. 24, n. 1, p. 99–110, 1986.

MANNERS, R. B.; MAGILLIGAN, F. J.; GOLDSTEINZ, P. S. Floodplain Development, El Niño, and Cultural Consequences in a Hyperarid Andean Environment. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 97, n. 2, p. 229–249, 2007.

MANRIQUE, N. Historia de la agricultura peruana, 1930-1980. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). *Compendio de historia económica V: la economía peruana entre la gran depresión y el reformismo militar, 1930-1980*. Lima: BCRP; IEP, 2014. p. 159–215.

MARTÍNEZ, G.; GUTIÉRREZ, M. A. Early Holocene water well in the Pampas of Argentina: Human responses to water shortage events. *Holocene*, v. 29, n. 1, p. 145–157, 2019.

MATHENY, R. T.; GURR, D. L. Variation in prehistoric agricultural systems of the New World. *Annual Review of Anthropology*, v. 12, n. 1983, p. 79–103, 1983.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. *História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea*. Editora UN ed. São Paulo: [s.n.], 2010.

MOORE, J. D. Cultural Responses to Environmental Catastrophes: Post-El Niño Subsistence on the Prehistoric North Coast of Peru. *Latin American Antiquity*, v. 2, n. 1, p. 27–47, 1991.

MOORE, J. D. Prehistoric Raised Field Agriculture in the Casma Valley, Peru. *Journal of Field Archaeology*, v. 15, n. 3, p. 265–276, 1988.

MOORE, J. D.; MACKEY, C. J. The Chimú Empire. In: SILVERMAN, H.; ISBELL, W. H. (Org.). *The Handbook of South American Archaeology*. New York: Springer, 2008. p. 783–807.

MOSELEY, M. E. Assessing the Archaeological Significance of Mahamaes. *American Antiquity*, v. 34, n. 04, p. 485–487, 1969.

MOSELEY, M. E. *et al.* Burning down the brewery: Establishing and evacuating an ancient imperial colony at Cerro Baúl, Peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 102, n. 48, p. 17264–17271, 2005.

MOSELEY, M. E. Maritime foundations and multilineal evolution: retrospect and prospect. *Andean Past*, v. 3, p. 5–42, 1992.

MOSELEY, M. E. The Good Old Days Were Better: Agrarian Collapse and Tectonics. *American Anthropologist*, v. 85, p. 773–799, 1983. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1525/aa.1983.85.4.02a00030>>.

- MOSELEY, M. E.; DEFRANCE, S. D.; VINING, B. R. Droughts, floods, and farming at Quebrada Tacahuay from late prehispanic to colonial times. *Ñawpa Pacha*, v. 37, n. 1, p. 25–37, 2017.
- MOY, C. M. *et al.* Variability of El Niño/Southern Oscillation activity at millennial timescales during the Holocene epoch. *Nature*, v. 420, n. 6912, p. 162–165, 2002.
- NETHERLY, P. J. The Management of Late Andean Irrigation Systems on the North Coast of Peru. *American Antiquity*, v. 49, n. 02, p. 227–254, 1984.
- NOEJOVICH, H. O. La transición del sistema prehispánico al sistema económico colonial. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). *Compendio de historia económica II: economía del período colonial temprano*. Lima: BCRP; IEP, 2020. p. 23–108.
- NORDT, L. *et al.* Late prehistoric soil fertility, irrigation management, and agricultural production in northwest coastal Peru. *Geoarchaeology*, v. 19, n. 1, p. 21–46, 2004.
- ORÉ, T.; RAP, E. Antecedentes Y Entretelones De La Ley De Recursos Hídricos. *Debates en Sociología*, v. 34, p. 32–66, 2009.
- ORTLIEB, L.; MACHARÉ, J. Former El Niño events: records from western South America. *Global and Planetary Change*, v. 7, n. 1–3, p. 181–202, 1993.
- ORTLOFF, C. R. Surveying and hydraulic engineering of the pre-Columbian Chimú state: AD 900-1450. *Cambridge Archaeological Journal*, v. 5, n. 1, p. 55–74, 1995.
- ORTLOFF, C. R.; MOSELEY, M. E. Climate, Agricultural Strategies, and Sustainability in the Precolumbian Andes. *Andean Past*, v. 9, n. 1, p. 15, 2009.
- PALERM-VIQUEIRA, J. Comparative History of Irrigation Water Management, from the Sixteenth to Twentieth Centuries: Spain, Mexico, Chile, Mendoza (Argentina) and Peru. *Water policy*, v. 12(6), p. 1–27, 2010.
- PARSONS, J. R. The Archaeological Significance of Mahamaes Cultivation on the Coast of Peru. *American Antiquity*, v. 33, n. 1, p. 45–61, 1968.
- PARSONS, J. R.; PSUTY, N. P. Sunken Fields and Prehispanic Subsistence on the Peruvian Coast. *American Antiquity*, v. 40, n. 3, p. 259, 1975.
- PÉREZ, E. G. Evolución histórica de la Legislación Hídrica en el Perú. *Revista de Derecho Administrativo*, n. 15, p. 319–334, 2015.
- PIPERNO, D. R. A model of agricultural origins. *Nature Human Behaviour*, v. 2, n. 7, p. 446–447, 2018. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41562-018-0390-8>>.
- PIPERNO, D. R. The Origins of Plant Cultivation and Domestication in the New World Tropics. *Current Anthropology*, v. 52, n. S4, p. S453–S470, 2011.
- PIPERNO, D. R.; DILLEHAY, T. D. Starch grains on human teeth reveal early broad crop

diet in northern Peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 105, n. 50, p. 19622–19627, 2008.

POZORSKI, S. Prehistoric diet and subsistence of the Moche Valley, Peru. *World Archaeology*, v. 11, n. 2, p. 163–184, 1979.

POZORSKI, S.; POZORSKI, T. An Early Subsistence Exchange System in the Moche Valley, Peru. *Journal of Field Archaeology*, v. 6, n. 4, p. 413–432, 1979.

POZORSKI, T. *et al.* Pre-Hispanic Ridged Fields of the Casma Valley, Peru. *Geographical Review*, v. 73, n. 4, p. 407, 1983.

PROMARENA. *Guía metodológica para la rehabilitación y construcción de terrazas agrícolas prehispánicas*. . La Paz: [s.n.], 2008.

RAYMOND, J. S. The Maritime Foundations of Andean Civilization: A Reconsideration of the Evidence. *American Antiquity*, v. 46, n. 4, p. 806–821, 1981.

REDCLIFT, M. Raised bed' agriculture in precolumbian central and South America: A traditional solution to the problem of 'sustainable' farming systems? *Biological Agriculture and Horticulture*, v. 5, n. 1, p. 51–59, 1987.

RODBELL, D. T. *et al.* An ~15,000-year record of El Niño-driven alluviation in Southwestern Ecuador. *Science*, v. 283, n. 5401, p. 516–520, 1999.

ROWE, J. H. The Sunken Gardens of the Peruvian Coast. *American Antiquity*, v. 34, n. 3, p. 320–325, 1969.

SALAS-OLIVARI, M. Manufacturas y precios en el Perú colonial, la producción textil y el mercado interno, siglos XVI y XVII. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). . *Compendio de historia económica II: economía del período colonial temprano*. Lima: BCRP; IEP, 2020. p. 447–538.

SALAZAR-SOLER, C. Minería y moneda en la época colonial temprana. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). . *Compendio de historia económica II: economía del período colonial temprano2*. Lima: BCRP; IEP, 2020. p. 109–228.

SANDOR, J. A.; HOMBURG, J. A. Anthropogenic Soil Change in Ancient and Traditional Agricultural Fields in Arid to Semiarid Regions of the Americas. *Journal of Ethnobiology*, v. 37, n. 2, p. 196–217, 2017.

SANDWEISS, D. H. *et al.* Variation in Holocene El Niño frequencies: Climate records and cultural consequences in ancient Peru. *Geology*, v. 29, n. 7, p. 603–606, 2001.

SANDWEISS, D. H.; RICHARDSON, J. B. Central Andean Environments. *The Handbook of South American Archaeology*. New York, NY: Springer, 2008. p. 93–104.

SANTILLANA, J. I. Economía pré-hispânica na área andina (Período intermediário inicial,

horizonte médio e período intermediário final). In: CONTRERAS-CARRANZA, CARLOS (Org.). *Compendio de historia económica I: economía prehispánica*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú & Instituto de Estudios Peruanos, 2020. p. 231–315.

SARDÀ, E. D. *Relación entre floricultura y paisajismo*. Lima: Peruflorea. , 2014

SELTZER, G. O.; HASTORF, C. A. Climatic Change and Its Effect on Prehispanic Agriculture in the Central Peruvian Andes. *Journal of Field Archaeology*, v. 17, n. 4, p. 397, 2006.

SHIMADA, I. *et al.* Cultural impacts of severe droughts in the prehistoric Andes: Application of a 1,500-year ice core precipitation record. *World Archaeology*, v. 22, n. 3, p. 247–270, 1991.

SHIMADA, M.; SHIMADA, I. Prehistoric Llama Breeding and Herding on the North Coast of Peru. *American Antiquity*, v. 50, n. 1, p. 3–26, 1985.

SHUKLA, J.; PAOLINO, D. A. The Southern Oscillation and Long-Range Forecasting of the Summer Monsoon Rainfall over India. *Monthly Weather Review*, v. 111, n. 9, p. 1830–1837, set. 1983.

SIVAPALAN, M.; BLÖSCHL, G. Time scale interactions and the coevolution of humans and water. *Water Resources Research*, v. 51, n. 9, p. 6988–7022, 2015.

SMITH, R. T. The Development and Role of Sunken Field Agriculture on the Peruvian Coast. *The Geographical Journal*, v. 145, n. 3, p. 387–400, 1979.

SPENCER, J. E.; HALE, G. A. The Origin, nature, and Distribution of Agricultural terracing. *Pacific Viewpoint*, v. 2, n. 1, p. 1–40, mar. 1961.

STACKELBECK, K. L. *Adaptational Flexibility and Processes of Emerging Complexity: Early to Mid-Holocene Foragers in the Lower Jequetepeque Valley, Northern Peru*. 2008. 819 f. University of Kentucky, 2008.

STANISH, C. The Hydraulic Hypothesis Revisited: Lake Titicaca Basin Raised Fields in Theoretical Perspective. *Latin American Antiquity*, v. 5, n. 4, p. 312–332, 1994.

STANISH, C. The origin of state societies in South America. *Annual Review of Anthropology*, v. 30, p. 41–64, 2001.

SWENSON, E. Adaptive strategies or ideological innovations? Interpreting sociopolitical developments in the Jequetepeque Valley of Peru during the Late Moche Period. *Journal of Anthropological Archaeology*, v. 26, n. 2, p. 253–282, 2007.

THOMPSON, L. G. *et al.* Late Glacial Stage and Holocene Tropical Ice Core Records from Huascarán, Peru. *Science*, v. 269, n. 5220, p. 46–50, 7 jul. 1995.

TREACY, J. M. Building and rebuilding agricultural terraces in the Colca Valley of Peru.

Proceedings of the Conference of Latin Americanist Geographers, v. 13, n. 1987, p. 51–57, 1987.

VANVALKENBURGH, N. P. *Building Subjects: Landscapes of Forced Resettlement in the Zaña and Chamán Valleys, Peru, 16th and 17th Centuries C.E.* 2012. 662 f. Harvard University Cambridge, 2012.

VANVALKENBURGH, N. P. Unsettling Time: Persistence and Memory in Spanish Colonial Peru. *Journal of Archaeological Method and Theory*, v. 24, n. 1, p. 117–148, 2017.

VARILLAS, P. E. R. Cambio de paisajes de la costa norte peruana desde una perspectiva histórica y geográfica. *Historia 2.0*, v. 4, n. 8, p. 47–73, 2014.

VENDRELL, O. *Trujillo y las civilizaciones prehispánicas*. Disponível em: <<https://unmundoporrecorrer.wordpress.com/2013/09/04/trujillo-y-las-civilizaciones-prehispanicas/>>. Acesso em: 9 set. 2020.

WASSILOWSKY, A. H. *La recuperación de tecnologías indígenas: Arqueología, tecnología y desarrollo en los Andes*. Lima: IEP, 2011. v. 66.

WATSON, R. P. *Water Control and Land Use on the Arid North Coast of Peru: Prehispanic Agricultural Systems in the Chicama Valley*. 1979. 308 f. University of Texas, Austin, 1979.

WELLS, L. E. An alluvial record of El Niño events from northern coastal Peru. *Journal of Geophysical Research*, v. 92, n. C13, 1987.

WELLS, L. E.; NOLLER, J. S. Holocene Coevolution of the Physical Landscape and Human Settlement in Northern Coastal Peru. *Geoarchaeology - An International Journal*, v. 14, n. 8, p. 755–789, 1999.

WEST, M. Agricultural resource use in an andean coastal ecosystem. *Human Ecology*, v. 9, n. 1, p. 47–78, 1981.

WEST, M. Early Watertable Farming on the North Coast of Peru. *American Antiquity*, v. 44, n. 1, p. 138–144, 1979.

WILLIAMS, L. S. Agricultural terrace evolution in Latin America. *Yearbook - Conference of Latin Americanist Geographers*, v. 16, n. 1990, p. 82–93, 1990.

WILLIAMS, P. R. Agricultural Innovation, Intensification, and Sociopolitical Development: the Case of Highland Irrigation Agriculture on the Pacific Andean Watersheds. In: MARCUS, J.; STANISH, C. (Org.). *Agricultural Strategies*. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology Press, UCLA, 2006. p. 309–333.

WILSON, D. J. Of Maize and Men: A Critique of the Maritime Hypothesis of State Origins on the Coast of Peru. *American Anthropologist*, v. 83, n. 1, p. 93–120, 1981.

WITTFOGEL, K. A. Developmental Aspects of Hydraulic Societies. *Irrigation Civilizations: A Comparative Study*. [S.l: s.n.], 1955. p. 15–25.

ZAK, J. *Pollen from raised fields of the Casma Valley, north coast of Peru*. 1984. 121 f. California State University, 1984.

ZEGARRA, L. F. Perú, 1920-1980 Contexto internacional, políticas públicas y crecimiento económico. In: CONTRERAS-CARRANZA, C. (Org.). . *Compendio de historia económica V: la economía peruana entre la gran depresión y el reformismo militar, 1930-1980*. Lima: BCRP; IEP, 2014. p. 19–104.

2. A TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO COM SECAS INTERMITENTES

2.1. AGRICULTURA, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A ESCASSEZ DE ÁGUA

A agricultura é uma atividade produtiva totalmente influenciada pelas condições do ambiente e do clima, pois responde de forma direta e indireta às diversas variáveis meteorológicas, entre elas, a temperatura, a umidade do ar, a precipitação, a incidência solar e a velocidade dos ventos (FAO, 2015; MOORHEAD, 2009). De modo geral, as atividades agrícolas apresentam uma relação de causa e consequência com as mudanças climáticas, pois são, ao mesmo tempo, uma das principais responsáveis pelo aquecimento global e uma das atividades humanas mais vulneráveis às anomalias do clima (LYBBERT; SUMNER, 2012). Por um lado, as mudanças climáticas têm efeitos inequívocos sobre a produção agrícola, pois repercutem na capacidade produtiva e na qualidade dos cultivos. Por outro lado, as atividades agrícolas respondem diretamente por 14% das emissões globais dos gases de efeito estufa, um dos principais motores das mudanças climáticas atuais. Essas emissões decorrem, em grande parte, do uso de insumos e equipamentos baseados em combustíveis fósseis, da erosão do solo, do desmatamento para conversão de terras em pastagens e novas áreas cultiváveis e do uso do fogo, entre outros (FAO, 2016; IPCC, 2014; WORLD BANK; IFC; MIGA, 2016).

As alterações nos padrões climáticos têm implicações diretas sobre a variabilidade da precipitação. Essas mudanças não são uniformes e afetam o setor agrícola de muitas maneiras, podendo variar também de uma região para outra (LAMPAYAN *et al.*, 2015). As regiões áridas, caracterizadas por chuvas reduzidas e altas taxas de evaporação, geralmente têm uma estação chuvosa curta. Nessa estação os ecossistemas aumentam a sua produtividade biológica, para depois adotar estratégias de sobrevivência, na expectativa do próximo período de precipitação. Assim, os ecossistemas áridos, apesar de sua fragilidade, são relativamente estáveis e se adaptam à escassez e à concentração sazonal de chuva (PERU, 2016b).

No entanto, quando as mudanças climáticas se tornam mais ou menos persistentes, essas áreas mostram uma incapacidade de adaptação e podem sofrer períodos mais prolongados de secas e desenvolver processos de desertificação (PERU, 2011a). Dessa forma, as mudanças nas condições do clima potencializam os impactos sobre a

disponibilidade hídrica, limitando o acesso e o controle do recurso para a produção agrícola. O desenvolvimento da irrigação nessas regiões torna-se imprescindível, pois garante a permanência de condições apropriadas para o cultivo, com base no uso coordenado dos recursos hídricos (FELICES, 2006).

No Peru, a agricultura é a atividade com maior consumo de água. Ela utiliza 80% do recurso e tem um alto grau de desperdício devido à falta de eficiência no seu uso (PERU, 2014, 2016a). A monocultura do arroz é a principal atividade agrícola desenvolvida em toda a costa litorânea, com 195.741 hectares de área plantada em 2018, que representa 44% do total de arroz cultivado. Do total da produção de arroz do país, 84,9% são cultivados por inundação permanente (PERU, 2013, 2018).

Tendo em vista que a escassez de água é um fator limitante para a produção agrícola na costa norte do Peru, o tradicional cultivo do arroz irrigado por inundação permanente vem se tornando um modelo insustentável, não apenas do ponto de vista ambiental, mas também econômico. Os riscos de redução dos rendimentos agrícolas associados à escassez de água incluem a perda da fertilidade, a erosão e a salinização frequente dos solos (FOLEY *et al.*, 2005; PEREIRA; OWEIS; ZAIRI, 2002). Todos esses fatores ameaçam a rentabilidade dos cultivos e são objetos de preocupação crescente, tanto por parte da população local, como das autoridades governamentais (PERU, 2012).

As atividades produtivas do cultivo de arroz estão associadas também a diversos efeitos negativos sobre a saúde humana dos trabalhadores e da população em geral. Um exemplo é a incidência da malária e outras doenças vetoriais relacionadas às áreas irrigadas para agricultura (PERU, 2011b). Diversos estudos apontam a correlação entre a ocorrência da malária e as áreas de cultivo de arroz, devido à formação de poças de água permanentes que se constituem em habitats favoráveis à reprodução dos mosquitos transmissores desta e de outras doenças vetoriais (DE PLAEN *et al.*, 2003; GUTHMANN *et al.*, 2002; KEISER; SINGER; UTZINGER, 2005).

Com isso, fica clara a necessidade da adoção de práticas mais sustentáveis de uso da água para a produção agrícola em regiões de aridez. A adoção de estratégias de manejo da água deve ter como base modelos de irrigação que favoreçam o uso eficiente do recurso e contribuam para reduzir a vulnerabilidade das populações aos problemas

ambientais (escassez hídrica), de saúde (incidência da malária) e econômicos (desperdícios, perdas de rendimento e baixa produtividade agrícola).

Este capítulo se propõe a apresentar a Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI) como uma prática alternativa de manejo da água no cultivo do arroz. O **objetivo** do capítulo é **analisar as características da TISI, reconhecida como uma inovação complexa, com foco nos aspectos multidimensionais da prática, ou seja, as suas implicações no âmbito econômico, ambiental e de saúde e como essas características podem contribuir para enfrentar os problemas da região do Vale do Jequetepeque.**

2.2. O CULTIVO DO ARROZ IRRIGADO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é o segundo cereal mais consumido do mundo, atrás apenas do milho. Faz parte da cultura alimentar de mais da metade da população mundial, aproximadamente 3,5 bilhões de pessoas (MANDAL; THAKUR; AMBAST, 2019). Globalmente, é cultivado em uma área de cerca de 167 milhões de hectares e alcança uma produção anual de 782 milhões de toneladas, registrada em 2018. Como referência, a produção do milho e do trigo (os dois outros cultivos mais extensos do mundo contemporâneo) para o mesmo ano foi de 1,147 milhões de toneladas e 734 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2020). O cultivo do arroz é o principal consumidor dos recursos de água doce do mundo. Cerca de 90% da produção mundial de arroz é colhida em campos irrigados, que recebem de 34% a 43% do total de água destinada à irrigação em todo o mundo (BOUMAN *et al.*, 2006; LAMPAYAN *et al.*, 2016).

O arroz é o único cereal capaz de suportar a submersão na água durante o seu desenvolvimento (DIXIT; KUMAR; WOLDRING, 2016). No entanto, é produzido em uma ampla variedade de situações hidrológicas, tipos de solo e condições climáticas, desde as áreas mais úmidas até os desertos mais secos (BOUMAN; LAMPAYAN; TUONG, 2007). Embora a afinidade do arroz pela água seja universalmente conhecida, diferentes fatores ambientais podem afetar o cultivo do arroz, de acordo com cada ecossistema (MOHANTY *et al.*, 2013).

De modo geral, o cultivo do arroz requer duas a três vezes mais água do que o de outros cereais. Ele é produzido, convencionalmente, por meio do transplante de mudas para solos inundados (AHMED *et al.*, 2016). O transplante é um método de uso intensivo em recursos naturais, humanos e monetários, uma vez que a preparação dos canteiros, a criação de mudas e o transplante são tarefas dispendiosas de tempo, água e energia, mão-de-obra e capital (SANDHU; KUMAR, 2016). Outro método de cultivo do arroz é a semeadura direta, na qual as sementes, secas ou pré-germinadas, são lançadas diretamente no solo seco ou inundado (BOUMAN *et al.*, 2006). Este sistema de plantio, por sua vez, exige um manejo mais eficiente para o controle de ervas daninhas. No entanto, apresenta benefícios como a economia de água e a redução da mão-de-obra, se comparado ao método das mudas transplantadas (SANDHU; KUMAR, 2016).

Após o estabelecimento do cultivo, as áreas plantadas são mantidas sob condições de inundação contínua ou intermitente (quando são irrigadas exclusivamente por água da chuva) até um pouco antes da colheita. O encharcamento dos campos auxilia o controle de plantas invasoras e pragas, além de reduzir as perdas por permeabilidade e percolação do solo e facilitar o nivelamento do terreno e o transplante (ALEN; SANDER, 2019). No entanto, diversos problemas associados à gestão inadequada da irrigação são recorrentes e causam impactos ambientais, econômicos e de saúde importantes, que serão discutidos mais adiante.

2.3. O MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO DA TISI

Recentemente, diversos grupos de pesquisa e agências internacionais vêm sistematizando práticas alternativas de cultivo do arroz capazes de integrar o controle de diferentes regimes de irrigação, chamadas também de Técnicas para Economia de Água (*water-saving techniques* ou *water-saving technology*) (HUMPHREYS *et al.*, 2005). Elas buscam minimizar o uso de água na irrigação e aumentar a eficiência desse uso, sem comprometer a produtividade dos cultivos. Uma dessas tecnologias é a Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI), também conhecida como irrigação intermitente (*intermittent irrigation*) ou, como é amplamente difundida, técnica de manejo da água com

alternância entre irrigação e secagem (AWD, sigla em inglês para *Alternate Wetting and Drying*).

Nesse sistema, os campos de cultivos não ficam continuamente inundados. Em vez disso, o solo é deixado secar por um período que pode variar de 1 até mais de 10 dias, de acordo com o tipo do solo e as condições climáticas, que determinam o tempo de supressão das poças de água, até o solo ser irrigado novamente (LAMPAYAN *et al.*, 2015; REJESUS *et al.*, 2011). A premissa dessa prática é que, apesar de o arroz ser uma planta semiaquática, ela tolera a redução do suprimento de água sem sofrer efeitos negativos. Dessa forma, quando o nível de água cai abaixo da superfície do solo, as raízes podem permanecer adequadamente úmidas, mesmo que inexista água superficial (KÜRSCHNER *et al.*, 2010).

É importante considerar que essa prática de irrigação intermitente foi desenvolvida na Ásia há cerca de 300 anos. No entanto, a sua sistematização e difusão para outras regiões do globo foram mais recentes (KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002). Localizado em Los Baños, nas Filipinas, o International Rice Research Institute (IRRI) é um centro de pesquisa sobre o cultivo do arroz. Ele desenvolve desde a década de 1960 um conjunto de diretrizes e métodos para aplicação da TISI em diversos países asiáticos. Segundo Bouman, Lampayan e Tuong (2007), a TISI consiste de três elementos principais: (i) irrigação superficial nas duas primeiras semanas, a fim de auxiliar na recuperação do choque após o transplante e no controle das ervas daninhas; (ii) irrigação até a formação de poças superficiais do início ao fim da floração, pois nessa fase a planta é muito sensível ao estresse hídrico, tem alta taxa de crescimento e precisa de água; e (iii) irrigação com aplicação das secas de forma intermitente na fase de crescimento, sempre que a água estiver a cerca de 15 cm abaixo da superfície do solo. Esta profundidade de 15 cm, denominada “*Safe AWD*”, estabelece um limite seguro para que não ocorra qualquer declínio no rendimento, uma vez que as raízes das plantas de arroz ainda se mostram capazes de absorver água do lençol freático elevado e do solo ainda saturado (CARRIJO; LUNDY; LINQUIST, 2017; LAMPAYAN *et al.*, 2015).

Para monitorar as condições hidrológicas dos campos de cultivo e auxiliar os agricultores a medir o limiar “*Safe AWD*”, foi desenvolvida uma ferramenta simples e de fácil aplicação para medir o nível de água no lençol freático elevado (BOUMAN; TUONG,

2001). Tubos de policloreto de vinila (PVC) (ou de outros materiais, como bambu ou garrafas PET) são confeccionados com dimensões de 35 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro, sem fundo e perfurado com orifícios de 0,5 cm de diâmetro, espaçados de 2 cm entre eles (Figura 1).

Este tubo é enterrado nas áreas de cultivo a uma profundidade de 20 cm, de modo que 15 cm do material fique projetado acima da superfície do solo. O solo deve ser removido do interior do tubo até o fundo, para revelar o nível do lençol freático. Com a irrigação, a água irá fluir através dos orifícios para o tubo, de maneira que os níveis de água dentro e fora do tubo sejam os mesmos. Após cada irrigação, o nível da água no campo (e no tubo) diminuirá gradualmente ao longo do tempo, permitindo, assim, planejar os períodos de seca e de irrigação (IRRI, 1987).

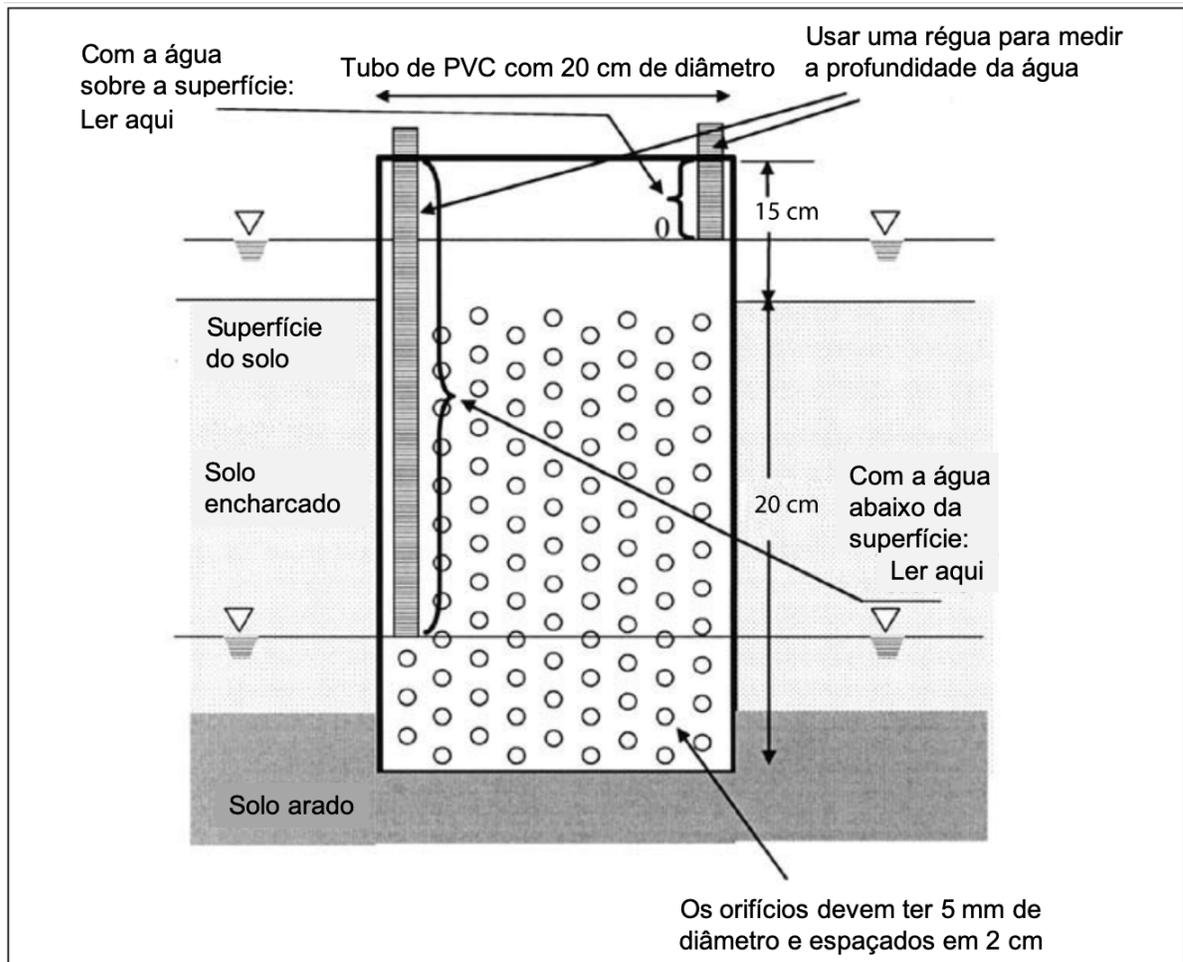


Figura 22. Ilustração do tipo de tubo utilizado para medir a profundidade da água nos campos de cultivo de arroz irrigado.

Fonte: BOUMAN; LAMPAYAN; TUONG, 2007 (adaptado).

A implementação da TISI começa cerca de duas semanas após as mudas de arroz serem transplantadas. Essa etapa dura cerca de 10-15 semanas, até que as plantas atinjam a maturidade. Durante a fase vegetativa (de crescimento), o campo é irrigado a uma profundidade de cerca de 5 cm sempre que o nível da água tenha caído para 15 cm abaixo da superfície do solo. Durante a fase reprodutiva, em torno de 1 semana antes a 1 semana após o pico da floração, o campo deve permanecer irrigado com água a uma profundidade de 5 cm, para evitar estresse hídrico. Alguns estudos demonstraram que a economia de água (por volta de 15%) pode ser relativamente pequena na aplicação da TISI com o sistema “*Safe AWD*”, mas não resulta em perda de rendimento (AHMED *et al.*, 2016; KÜRSCHNER *et al.*, 2010). No entanto, os agricultores ao se habituarem à aplicação da prática podem aumentar o limiar da irrigação de 15 cm para 20 cm, 25 cm ou até mais. Algum prejuízo de rendimento pode ser aceitável quando o preço da água é alto ou quando a água é escassa. Atualmente, esse modelo de irrigação passou a ser uma prática recomendada em muitos países asiáticos e vem sendo amplamente difundido em outras regiões do globo (KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002; LAMPAYAN *et al.*, 2016; MONACO *et al.*, 2016; REJESUS *et al.*, 2011).

2.4. AS EXPERIÊNCIAS COM A TISI E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS, SOCIOECONÔMICAS E DE SAÚDE

Inúmeros estudos realizados em diversos países asiáticos vêm consolidando um corpo robusto de resultados sobre a TISI, descrevendo os múltiplos benefícios e limitações da prática. No Peru, desde o final da década de 1970, foram realizados ao menos cinco estudos experimentais e de validação da TISI em regiões da costa norte, próximas ao Vale do Jequetepeque. Esses estudos tiveram diversos enfoques específicos, principalmente o de avaliar a sua eficácia no controle do vetor da malária, doença com alta incidência na região (HERRERA, 2003; MATEO; LIZARBE, 2013). No entanto, os resultados extraídos revelaram outras externalidades positivas da TISI, tanto no âmbito da saúde quando no aspecto econômico e ambiental (PERU, 2002, 2011b, 2012; VÉLEZ, 2008). Assim, a TISI pode ser caracterizada segundo suas propriedades intrínsecas, ou seja, seus aspectos multidimensionais socioeconômicos, ambientais e de

saúde. Esses aspectos serão discutidos a seguir.

2.4.1. Dimensão Socioeconômica

No Peru, o cultivo de arroz é uma das atividades produtivas mais importantes. Ele apresenta uma tendência crescente nos últimos anos. Em um período de 10 anos (2007 a 2017), a produção nacional aumentou 24,8%, atingindo quase 3 milhões de toneladas de arroz em casca, produzido em aproximadamente 422.434 hectares em todo o país (PERU, 2018). As principais regiões produtoras de arroz estão localizadas na costa norte, que tem um quinto do total nacional de terras irrigadas e x% da produção nacional (CHÁVEZ, 2007). A existência de uma agricultura eficiente nessa região dependeu diretamente da infraestrutura de irrigação e do seu gerenciamento adequado. Nesse sentido, a partir da segunda metade do século XX grandes obras de irrigação como, por exemplo, a construção de represas, ampliaram a fronteira agrícola e as áreas cultiváveis e garantiram o fornecimento de grandes volumes de água para o cultivo de arroz, além de melhorar a irrigação em áreas já cultivadas (EGUREN, 2003).

Com a Lei da Reforma Agrária Nº. 17.716, de 24 de junho de 1969, as mudanças no regime de propriedade da terra levaram à formação de assentamentos e cooperativas de produção agrícola. Na década de 1970 e mais intensamente nos anos de 1980, os assentamentos foram subdivididos em parcelas familiares (com áreas entre de 0,5 e 4,9 hectares) (PERU, 2013). Hoje os pequenos proprietários trabalham uma parte substancial das áreas cultivadas da costa e contribuem para a predominância da pequena agricultura familiar (EGUREN; CASTILLO; BURNEO, 2009).

Um mês após a promulgação da reforma agrária, foi publicada a Lei Geral de Águas, Nº. 17.752, em 24 de julho de 1969, que deu ao Estado direitos completos sobre a água e total autoridade sobre a sua gestão. Nas décadas seguintes ocorreram mudanças nesses regulamentos. Em 7 de janeiro de 1991 foi publicado o Decreto Nº. 653, conhecido como Lei de Promoção de Investimentos no Setor Agropecuário. Ele transferiu a administração da água para uso agrícola aos próprios agricultores organizados, transformando dezenas de usuários nos diversos vales em milhares de irrigadores. Foram expandidas as funções das organizações de usuários da água, entre elas as

Juntas de Usuários e suas **Comissões de Irrigação**, que assumiram gradualmente a responsabilidade pelo gerenciamento das áreas irrigadas. Com isso, apareceram novos problemas de distribuição de água, ligados à dificuldade dos agricultores com a gestão e foram criadas novas demandas institucionais e de infraestrutura (EGUREN; CANCINO, 1999).

Somado a isso, os resultados dos grandes investimentos em obras de irrigação não foram totalmente positivos, por diversas razões. A primeira foi a redução gradativa da área cultivável, por conta do modelo tradicional de irrigação por inundação permanente, que contribuiu para a deterioração do solo pela salinização (CISNEROS, 2013). Outra razão foi a acumulação de sedimentos em algumas das barragens mais importantes da região, provocando um assoreamento prematuro, que reduziu o seu tempo de vida útil e causou problemas de eutrofização (BERNABÉ, 2014).

Dado que a agricultura costeira depende totalmente da irrigação, é possível afirmar que o estado da infraestrutura, a qualidade da gestão dos recursos hídricos, a administração dos direitos de uso da água e as técnicas de irrigação têm efeitos significativos sobre a eficiência da atividade agrícola em todos os vales da costa do Peru. A complexidade do problema e a extensão territorial da faixa costeira determinam a necessidade de (i) novos investimentos em programas de melhoria da gestão da água para irrigação e (ii) infraestrutura institucional que garanta a implementação de novas tecnologias na escala regional (PERU, 2011b). Métodos como a TISI, que aumentam a eficiência das áreas de cultivo e reduzem a competição pelos recursos, podem ser soluções socioeconômicas eficazes. Diversos estudos realizados em diferentes países vêm apontando benefícios socioeconômicos a partir da mudança tecnológica do regime de irrigação permanente para o regime de irrigação com secas intermitentes no cultivo do arroz (ALEN; SANDER, 2019; CARRIJO; LUNDY; LINQUIST, 2017).

Como o arroz é uma cultura sensível aos níveis de saturação da água no solo, a principal dificuldade das práticas de irrigação com secas intermitentes é atender às demandas de água necessárias para o cultivo sem incorrer em perda dos rendimentos agrícolas (REIS, 2017). No entanto, o consumo de água pode representar entre 25 a 30% do total das despesas operacionais da produção de arroz, devido aos gastos de combustível/energia para bombeamento da água e/ou quando seu uso é cobrado

(DJAMAN *et al.*, 2018; KÜRSCHNER *et al.*, 2010). BOUMAN E TUONG (2001) relatam uma redução de 23% do consumo de água com a aplicação da TISI, em comparação com sistemas de arroz continuamente inundados. No Peru, em 2006, o Projeto VIGIA do Ministério da Saúde/USAID realizou um estudo para validação da TISI em um distrito do departamento de Lambayeque, na costa norte, e obteve uma economia de 35% da água de irrigação por hectare (PERU, 2011b). Nesse sentido, a implementação da TISI nos diversos vales da costa norte do Peru traz como benefício direto a redução dos custos do uso da água na irrigação, tendo em vista que a maior parte dos produtores paga uma taxa para ter acesso ao recurso durante o cultivo, que dura entre 4 a 6 meses. De acordo com a Lei de Recursos Hídricos N.º 29.338, de 23 de março de 2010, a tarifação deve feita pelas Juntas de Usuários, com base no volume consumido de água (GUERRERO-PADILLA; FLORIÁN-FLORIÁN, 2013). No entanto, a grande maioria das Juntas de Usuários dos vales costeiros não possuem um sistema de medição e a cobrança, em geral, é feita por meio de uma taxa fixa, aplicada de acordo com as demandas de cada Comissão de Irrigação (BOSSIO; SARAVIA; WOLF, 2005; HUAMANCHUMO *et al.*, 2008; WORLD BANK, 2013).

A produtividade da água também está incluída nos cálculos de rendimento dos cultivos do arroz. Ela é medida pela quantidade de grãos comercializáveis produzidos por unidade de volume de água utilizada (BELDER, 2005; BOUMAN *et al.*, 2006; HUMPHREYS *et al.*, 2005). WON *et al.* (2005), em estudo realizado na Coreia, não relataram perda de rendimento significativa sob o tratamento da TISI, mas sim uma redução entre 17,2% e 32,9% da quantidade de água usada para irrigação, bem como um aumento na produtividade da água entre 20% a 46%, em comparação ao método de irrigação permanente. Estudos mais recentes realizados na China (TAN *et al.*, 2013; YANG, J.; ZHOU; ZHANG, 2017) e no Senegal (DE VRIES *et al.*, 2010; DJAMAN *et al.*, 2018) corroboram os benefícios da TISI na redução do suprimento sazonal de água para irrigação, com melhora da eficiência de uso da água e sem alteração no rendimento. No Peru, um estudo realizado entre 1999 e 2000 em uma pequena comunidade no departamento de Piura, na costa norte, obteve resultados agronômicos encorajadores, registrando um aumento no rendimento da produção em 22% com o uso da TISI (PERU, 2002). O Projeto VIGIA/USAID também encontrou um crescimento de 20% na produção

de arroz por hectare em relação às safras anteriores, com a aplicação da TISI (PERU, 2011b).

O desempenho dos cultivos, no que toca à qualidade dos grãos, está associado também à profundidade da água nos campos. À medida que altura da água sobe nos cultivos, maior é a porcentagem de arroz de menor qualidade, opacos, quebrados e com baixo teor de nutrientes (WON *et al.*, 2005). Além disso, o nível de água aplicado está positivamente correlacionado com a altura das plantas, embora o perfilhamento seja afetado negativamente pelo excesso de irrigação nos estágios iniciais de crescimento (ANBUMOZHI; YAMAJI; TABUCHI, 1998; NGUYEN; FISCHER; FUKAI, 2009). O estudo de YANG, ZHOU E ZHANG (2017) demonstrou que a produção de grãos de qualidade é determinada pela interação dos regimes de irrigação com as taxas de nitrogênio (N) aplicadas durante o cultivo. O N é o nutriente mais decisivo na produção de arroz, devido à sua importância no processo de fotossíntese, no acúmulo de biomassa e na produtividade das culturas, conforme será detalhado no próximo ponto, que trata sobre a dimensão ambiental. Os autores concluíram que a TISI proporciona uma interação sinérgica água-nitrogênio, que favorece o maior rendimento de grãos devido a uma maior proporção de perfilhamentos de brotos produtivos, redução no ângulo das folhas mais altas, permitindo maior penetração de luz no dossel e alteração na atividade da parte aérea e da raiz.

Os fatores socioeconômicos que influem na produção do arroz descritos acima evidenciam os benefícios da TISI em termos de lucratividade agrícola. Tendo em vista que a TISI é uma tecnologia de baixo custo e fácil de implementar, os impactos econômicos podem ser sentidos também por produtores de baixa renda, especialmente os pequenos agricultores de economia familiar, entre os quais os rendimentos e os lucros das fazendas quase sempre estagnam (ALEN; SANDER, 2019). No entanto, a mudança tecnológica de um cultivo do arroz continuamente irrigado para um tipo de cultivo mais aeróbico, com a TISI, deve considerar algumas implicações negativas sobre outros aspectos do sistema de produção. Uma delas é a necessidade de um maior controle de ervas daninhas não aquáticas; outra é a de doenças que aparecem com mais intensidade quando não há irrigação contínua. Isso traz um conjunto de novos problemas, que incluem maiores custos de mão de obra contratada para a aplicação de herbicidas,

corrigir as deficiências de micronutrientes e remover as pragas e doenças (HUMPHREYS *et al.*, 2005; KÜRSCHNER *et al.*, 2010). Outro fator negativo é a inclusão do custo de assistência técnica para aplicação da TISI. Todos estes fatores devem ser considerados no planejamento de regimes de irrigação com secas intermitentes.

2.4.2. Dimensão Ambiental

Por conta de um controle mais rigoroso dos volumes de água utilizados para a irrigação dos cultivos de arroz, a TISI busca mitigar os principais impactos ambientais conexos a essa atividade produtiva, tais como:

O aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE)

Os sistemas de arroz irrigado são sumidouros importantes para o CO₂ atmosférico, mas são também fonte significativa de metano (CH₄), considerado um dos principais GEE (BOUMAN *et al.*, 2006). A magnitude e o padrão das emissões de CH₄ dos campos de arroz são determinados principalmente pelo regime de água e pelos insumos orgânicos e, em menor escala, pelo tipo de solo, clima, prática de lavoura, manejo de resíduos e uso de fertilizantes (YAN *et al.*, 2005). Quando os cultivos são inundados por longos períodos, ocorre uma interrupção do influxo do oxigênio atmosférico (O₂) no solo e a decomposição da matéria orgânica se torna anaeróbica. Além do CO₂, o CH₄ é um dos principais produtos finais da decomposição anaeróbica. Ele pode escapar para a atmosfera por ebulição, por difusão através das camadas superficiais do solo e da água da inundação e através do aerênquima das plantas de arroz. Assim, os cultivos de irrigação permanente contribuem com aproximadamente 15% a 20% das emissões globais de CH₄ antropogênico (AULAKH; WASSMANN; RENNENBERG, 2001). A TISI tem como premissa a redução do tempo de inundação dos campos de cultivo do arroz, que, associada à aplicação de sistemas de drenagens mais eficientes, reduz as emissões de CH₄ em até 50% (DAWE; JAFFEE; NUNO, 2014; YANG, J.; ZHOU; ZHANG, 2017).

A perturbação no ciclo do nitrogênio (N)

O nitrogênio (N) é o nutriente mais importante na produção de arroz e, se não for adicionado durante o cultivo, pode limitar o crescimento e o rendimento das culturas em quase todos os ambientes (BELDER, 2005). Na maioria dos casos, o N é adicionado como fertilizante inorgânico, embora fertilizantes orgânicos também sejam usados. Os cultivos de arroz irrigado contribuem para o acúmulo de compostos de nitrogênio (N) reativos no ambiente (BOUMAN *et al.*, 2006). Segundo estes autores, o N reativo pode ser definido como todas as formas biologicamente, fotoquimicamente e/ou radiativamente ativas de nitrogênio. Este conjunto diverso inclui formas minerais de N, tais como amônia (NH_3), amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), óxido nitroso (N_2O) e óxido nítrico (NO), gases quimicamente ativos na troposfera e que também contribuem para o efeito estufa.

O uso indevido ou excessivo de fertilizantes nitrogenados, como a ureia, é considerado a principal via de perda de N em sistemas de arroz irrigado. Isso pode levar à acidificação do solo, com perturbação dos micro-organismos, além da adição não intencional de nutrientes nitrogenados nos ecossistemas. O óxido nitroso (N_2O) é outro tipo de GEE, cerca de 300 vezes mais potente que CO_2 , e pode ser emitido dos campos de arroz como um efeito combinado da fertilização nitrogenada e do manejo da água (YANG, J.; ZHOU; ZHANG, 2017). A prática de irrigação com bom controle de água reduz consideravelmente as emissões de N_2O (LINQUIST *et al.*, 2015). Além disso, permite corrigir as deficiências nutricionais dos solos de forma natural, a partir do aumento da atividade microbiana, que ressurge em condições aeróbicas. As inundações reduzidas aumentam a presença da macrofauna do solo, como minhocas e outros invertebrados, que melhoram as propriedades físico-químicas do solo, estimulando a ciclagem de nutrientes orgânicos para os cultivos de arroz (ALEN; SANDER, 2019).

A degradação do solo ocasionada pela lixiviação de nutrientes e pela salinização

As áreas agrícolas irrigadas da costa norte do Peru apresentam solo de natureza salina e com altas taxas de percolação (CISNEROS, 2013). Nas áreas cultivadas de arroz nas partes baixas das bacias, ou seja, nos vales interandinos, o encharcamento contínuo

do solo pode elevar o lençol freático, que ocorre quando a taxa de recarga da irrigação excede a taxa de descarga para o aquífero (GORDON; FINLAYSON; FALKENMARK, 2010). Com isso, os sais presentes no solo são liberados, juntamente com os nutrientes que se esgotam gradualmente. Com as irrigações recorrentes, os sais são transportados verticalmente e acabam sendo acumulados em áreas adjacentes, ou seja, ocorre um afloramento desses sais para as camadas superficiais do solo (CHÁVEZ, 2007). Quando não há sistemas de drenagens adequadas, o problema da degradação do solo aumenta, reduzindo a sua produtividade e limitando o plantio de outras culturas (YANG, X.; ALI, 2018). A aplicação da TISI prevê o monitoramento dos regimes de irrigação e, com isso, melhora a preparação e o nivelamento do terreno. Com um sistema mais eficiente de drenagem, a TISI reduz a saturação das poças de água nos cultivos de arroz e, com isso, os problemas de degradação do solo (KEISER; SINGER; UTZINGER, 2005).

A poluição da água

Mudanças na qualidade da água associadas à produção de arroz irrigado ocorrem pelo uso excessivo de insumos e agroquímicos e pelo assoreamento (GORDON; FINLAYSON; FALKENMARK, 2010). Como mencionado, o uso indevido de fertilizantes leva à contaminação e à eutrofização generalizada das águas superficiais e subterrâneas. O potencial de poluição da água por biocidas é diretamente dinamizado pelo tipo manejo da água no campo. Os biocidas são agroquímicos usados para proteger os cultivos de pragas, doenças e ervas daninhas. Diferentes regimes hídricos resultam em diferentes populações e densidades de pragas e plantas daninhas, que os agricultores podem combater com diferentes quantidades e tipos de biocidas (BOUMAN *et al.*, 2006). Dessa forma, o controle da irrigação pela TISI reduz o risco de contaminação da água de irrigação, devido à aplicação de critérios seletivos no uso de agroquímicos (aqueles com menor efeito residual) e pela redução de sua frequência de aplicação, além de diminuir o escoamento dos resíduos agroquímicos para os corpos de água superficiais e subterrâneas (ALEN; SANDER, 2019; CHÁVEZ, 2007).

2.4.3. Dimensão da Saúde

Projetos de desenvolvimento de irrigação têm sido associados a impactos negativos sobre a saúde humana, particularmente no que diz respeito à incidência de doenças transmitidas por vetores (MWANGANGI *et al.*, 2010). Há evidências de uma relação direta entre a existência dos campos de cultivos permanentemente irrigados e o aumento da transmissão da malária (DE PLAEN *et al.*, 2003; KEISER; SINGER; UTZINGER, 2005). Isso se deve ao fato de que os campos de arroz provaram ser habitats particularmente propícios à proliferação das larvas do mosquito *Anopheles albimanus*, um dos quatro vetores da malária mais importantes no Peru (PERU, 2011b). Essa espécie prospera nos campos inundados durante as diferentes fases do cultivo do arroz, desde o transplante, o período de crescimento (até o fechamento do dossel) e após a colheita (KLINKENBERG *et al.*, 2003). Com isso, vem crescendo a preocupação nos círculos de saúde pública, pois os ganhos agrícolas decorrentes do aprimoramento da irrigação criaram ecótonos permanentes que suportam densidades altas de vetores da malária e de outras enfermidades, entre eles o *Aedes aegypti* (transmissor da dengue, da febre amarela, da febre chikungunya e do Zika vírus) e o *Culex* spp. (vetor de várias encefalites virais) (KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002).

Compreender os fatores que promovem a produção de mosquitos, ou seja, as características ecológicas dos habitats larvais que afetam a abundância do vetor, é fundamental no desenvolvimento de métodos de controle, particularmente em agrossistemas de arroz, onde os campos inundados estão associados a densidades mais altas de vetores (ASENSO-OKYERE *et al.*, 2011). Isso pode fornecer informações úteis sobre como mitigar os efeitos negativos do cultivo de arroz irrigado sobre a saúde humana. As estratégias de controle da malária mais difundidas incluem o diagnóstico e o tratamento precoces, a pulverização residual interna e o uso de redes tratadas com inseticida. No entanto, essas medidas estão se tornando menos eficazes devido ao rápido desenvolvimento de resistência dos vetores aos medicamentos e inseticidas amplamente utilizados (WHO, 2018).

Outras medidas de controle vêm sendo construídas em torno do manejo ambiental, que consiste na modificação ou manipulação dos fatores ambientais, de modo a impedir

ou minimizar a propagação de vetores e reduzir o contato humanos-vetor-patógeno (WHO, 1982). Os métodos de controle da malária que envolvem o gerenciamento ambiental incluem, essencialmente, a limpeza, a manutenção e a drenagem de locais de acúmulo de água, bem como a instalação de obras de saneamento em áreas rurais e periurbanas. O manejo da vegetação próxima aos corpos de água, modificações em margens dos rios para promover água corrente e novas práticas de irrigação também contribuem para a eliminação sistemática de possíveis criadouros (BRASIL, 2006; KEISER; SINGER; UTZINGER, 2005).

Uma série de estudos avaliou o efeito da manipulação ambiental na população de anófeles, com destaque para o manejo da água, como, por exemplo, a irrigação com secas intermitentes (GUTHMANN *et al.*, 2002; KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002; KIBRET *et al.*, 2014, 2018; MUTERO *et al.*, 2000; PERU, 2002; QUNHUA *et al.*, 2004). Em geral, a TISI apresenta como principal benefício para a saúde a redução da incidência da malária, por conta da eliminação dos criadouros dos mosquitos. Para a reprodução dos vetores da malária o que importa é o tempo em que os cultivos permanecem irrigados, pois permitem todo o processo de crescimento das larvas até a fase adulta (entre 6 e 8 dias). No Peru, os estudos de validação da TISI, realizados na costa norte, demonstraram que a aplicação de períodos de seca alternados com irrigação controlada teve um grande impacto na redução da população do vetor da malária entre 83,89% a 86,07% (PERU, 2002, 2011b). Portanto, o uso da irrigação com períodos de secas intermitentes de 4 a 8 dias interrompe o ciclo reprodutivo dos vetores durante o estágio larval aquático. Os caracóis também são vetores importantes de doenças que podem ser reduzidos sob a aplicação da TISI, junto com outros patógenos transmitidos pela água.

Um fator importante que deve ser considerado no aspecto da saúde é a necessidade de implementar políticas públicas do setor que ampliem os conhecimentos sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária entre os agricultores do vale. Dessa forma, a TISI pode ser incluída como uma estratégia de saúde pública para o controle de doenças zoonóticas em vários países ao redor do mundo, inclusive no Peru (ALEN; SANDER, 2019).

2.5. RESUMO DOS PRINCIPAIS PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA APLICAÇÃO DA TISI NO CULTIVO DO ARROZ

A Tabela 3 apresenta uma compilação dos principais fatores positivos e negativos que a TISI pode apresentar para o cultivo do arroz, a partir da revisão de literatura publicada sobre as experiências desenvolvidas com a TISI em diversos países, entre eles o Peru.

Tabela 3. Resumo dos principais benefícios e limitações da aplicação da TISI no cultivo do arroz.

	Positivos	Negativos
Dimensão Socioeconômica	<ul style="list-style-type: none"> • maior produtividade da água e aumento da eficiência dos cultivos • maiores rendimentos • tecnologia de baixo custo, ideal para agricultores de economia familiar 	<ul style="list-style-type: none"> • mais custo de mão de obra para o controle de ervas daninhas • mais custo de assistência técnica para aprendizagem e acompanhamento da TISI
Dimensão Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • redução das emissões de GEE e da perturbação no ciclo do N • combate à degradação do solo e a salinização • redução da poluição da água e dos ecossistemas associados 	<ul style="list-style-type: none"> • necessidade de maior controle no uso herbicidas para as ervas daninhas
Dimensão da Saúde	<ul style="list-style-type: none"> • interrompe o ciclo de reprodução dos mosquitos vetores • redução da exposição humana aos agroquímicos 	<ul style="list-style-type: none"> • mais custo para implementação de políticas de saúde, reutilização e manejo de resíduos

Fonte: Elaboração própria.

2.6. CONCLUSÃO

Embora a agricultura tenha gerado muitos dos chamados "serviços ecossistêmicos", como alimentos, fibras e madeira, ela alterou substancialmente processos ecológicos importantes. Com a expansão do uso da terra pelos humanos, a agricultura tornou-se um

dos principais agentes das mudanças ambientais globais. Uma das principais maneiras pelas quais isso ocorre é por meio da sua interação com a água. Por meio da irrigação, a agricultura modificou significativamente o ciclo hidrológico global em termos de qualidade e quantidade de água. Além disso, a agricultura levou a uma redistribuição dos padrões espaciais da evapotranspiração, com impactos importantes sobre o clima global.

Os efeitos ecossistêmicos desses impactos podem ter grandes custos sociais que cada vez mais afetam o bem-estar humano. Alguns dos desafios enfrentados pela agricultura irrigada atual podem ser resumidos a seguir:

- 1) Uso mais eficiente de insumos (água, fertilizantes, pesticidas e mão-de-obra), visando reduzir impactos negativos sobre o meio ambiente e os custos de produção;
- 2) Redução da salinidade dos solos, combinando a capacidade dos campos de cultivo com diferentes sistemas de irrigação;
- 3) Minimizar os impactos ambientais, quantificando as externalidades negativas como a emissão de metano e óxido nitroso, o aumento da salinidade e a poluição da água, especialmente em sistemas intensivos de produção agrícola;
- 4) Equilibrar as demandas de irrigação e melhorar a distribuição e a eficiência no uso da água, com opções alternativas de cultivo irrigado;
- 5) Melhorar a gestão ambiental dos ecossistemas a fim de minimizar os impactos sobre a saúde das populações.

As atuais limitações exigem uma mudança de paradigma na produção agrícola, especialmente para o cultivo do arroz. A TISI vem se mostrando uma solução eficaz para superar muitos limites. Além dos principais benefícios da TISI, como, por exemplo, a redução de emissões, o uso reduzido de água e maiores rendimentos, os estudos apresentados neste capítulo mostram que existem outros ganhos, que podem melhorar fatores agronômicos, de saúde humana, ambientais e socioeconômicos ligados à produção de arroz. No entanto, uma implementação bem-sucedida da TISI depende de critérios e condições específicas do local, como clima, tipo de solo, ocorrência pragas e acesso à irrigação. Compreender essas especificidades e os seus impactos ambientais,

socioeconômicos e de saúde é crucial para uma mudança tecnológica efetiva no sentido da adoção de regimes mais aeróbicos para o cultivo do arroz.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, H. U. *et al.* The alternate wetting and drying system of rice cultivation in Bangladesh: progress and challenges. *Regional: Development and Dissemination of Climate-Resilient Rice Varieties for Water-Short Areas of South Asia and Southeast Asia*. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 2016. p. 179–214.

ALEN, J. M.; SANDER, B. O. *The diverse benefits of Alternate Wetting and Drying (AWD)*. Los Baños, Philippines: [s.n.], 2019. Disponível em: <www.ccafs.cgiar.org>.

ANBUMOZHI, V.; YAMAJI, E.; TABUCHI, T. Rice crop growth and yield as influenced by changes in ponding water depth, water regime and fertigation level. *Agricultural Water Management*, v. 37, n. 3, p. 241–253, 1998.

ASENSO-OKYERE, K. *et al.* A review of the economic impact of malaria in agricultural development. *Agricultural Economics*, v. 42, n. 3, p. 293–304, 2011.

AULAKH, M. S.; WASSMANN, R.; RENNENBERG, H. Methane emissions from rice fields—quantification, mechanisms, role of management, and mitigation options. *Advances in Agronomy*. [S.l: s.n.], 2001. v. 70. p. 193–260.

BELDER, P. *Water saving in lowland rice production: an experimental and modeling study*. 2005. 132 f. Wageningen University, 2005. Disponível em: <<http://edepot.wur.nl/121681>>.

BERNABÉ, R. A. M. *Análisis de la influencia de la represa de Gallito Ciego en la calidad del agua del curso inferior del río Jequetepeque*. 2014. 108 f. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

BOSSIO, J. F.; SARAIVA, M.; WOLF, P. *Desarrollo Rural y Tecnologías de Información y Comunicación*. Lima: GTZ, ITDG, MINAG-DGIA, 2005.

BOUMAN, B. A. .; TUONG, T. . Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agricultural Water Management*, v. 49, n. 1, p. 11–30, jul. 2001. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378377400001281>>.

BOUMAN, B. A. M. *et al.* Rice and Water. *Advances in Agronomy*, v. 92, n. January, p. 187–237, 2006.

BOUMAN, B. A. M.; LAMPAYAN, R. M.; TUONG, T. P. *Water Management in Irrigated Rice: coping with water scarcity*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, 2007.

BRASIL. *Ações de controle da malária: manual para profissionais de saúde na atenção*

básica. . Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

CARRIJO, D. R.; LUNDY, M. E.; LINQUIST, B. A. Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta-analysis. *Field Crops Research*, v. 203, p. 173–180, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.002>>.

CHÁVEZ, W. C. *Evaluación Ambiental de la Iniciativa de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control de la Malaria*. . [S.l: s.n.], 2007.

CISNEROS, M. J. *Impacto de la Represa Gallito Ciego em la pérdida de tierras de cultivo por salinización en la cuenca baja del Río Jequetepeque (1980-2003)*. 2013. 73 f. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.

DAWE, D.; JAFFEE, S.; NUNO, S. *Rice in the Shadow of Skyscrapers. Policy choices in a Dynamic East and Southeast Asian Setting*. Rome, Italy: [s.n.], 2014.

DE PLAEN, R. *et al.* Living in the paddies: A social science perspective on how inland-valley irrigated rice cultivation affects malaria in Northern Côte d'Ivoire. *Tropical Medicine & International Health*, v. 8, n. 5, p. 459–470, 2003.

DE VRIES, M. E. *et al.* Rice production with less irrigation water is possible in a Sahelian environment. *Field Crops Research*, v. 116, n. 1–2, p. 154–164, 2010.

DIXIT, S.; KUMAR, A.; WOLDRING, H. Water scarcity in rice cultivation: current scenario, possible solutions, and likely impact. *Regional: Development and Dissemination of Climate-Resilient Rice Varieties for Water-Short Areas of South Asia and Southeast Asia*. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 2016. p. 3–26.

DJAMAN, K. *et al.* Effects of alternate wetting and drying irrigation regime and nitrogen fertilizer on yield and nitrogen use efficiency of irrigated rice in the Sahel. *Water (Switzerland)*, v. 10, n. 6, 2018.

EGUREN, F. La agricultura de la costa peruana. *Debate Agrario*, n. 35, p. 1–38, 2003.

EGUREN, F.; CANCINO, I. Agricultura y sociedad rural en el Perú. *Debate Agrario*, v. 29–30, n. setiembre, p. 1–47, 1999. Disponível em: <http://www.cepes.org.pe/debate/debate2930/01_Articulo.pdf>.

EGUREN, F.; CASTILLO, L.; BURNEO, Z. Los derechos de propiedad sobre la tierra en las comunidades campesinas. *Debate Agrario*, n. 44, p. 161–172, 2009.

FAO. *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*. Rome: FAO, 2015.

FAO. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria*. [S.l: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://www.iadb.org/es/temas/agricultura/agricultura-y-seguridad-alimentaria,1163.html>>.

FAO. FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

FELICES, A. R. La costa norte peruana y su vulnerabilidad frente al fenómeno El Niño. *Ingeniería Civil*, v. 8, n. 29, p. 1–23, 2006.

FOLEY, J. A. *et al.* Global consequences of land use. *Science*, v. 309, n. 5734, p. 570, 2005.

GORDON, L. J.; FINLAYSON, C. M.; FALKENMARK, M. Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services. *Agricultural Water Management*, v. 97, n. 4, p. 512–519, 2010.

GUERRERO-PADILLA, A. M.; FLORIÁN-FLORIÁN, J. C. Demanda y uso de agua en los sectores de riego de la cuenca baja del río Jequetepeque (La Libertad, Perú). *REBIOL-Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, v. 33, n. 1, p. 1–17, 2013.

GUTHMANN, J. P. *et al.* Environmental factors as determinants of malaria risk. A descriptive study on the northern coast of Peru. *Tropical Medicine & International Health*, v. 7, n. 6, p. 518–525, 2002.

HERRERA, J. V. Prevención y control de la Malaria y otras enfermedades transmitidas por vectores en el Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, v. 11, n. 1, p. 18, 2003.

HUAMANCHUMO, J. *et al.* Developing capacity in water users organizations: the case of Peru. *Irrigation and Drainage*, v. 57, p. 300–310, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.626/full>>

HUMPHREYS, E. *et al.* Water Saving in Rice-Wheat Systems. *Plant Production Science*, v. 8, n. 3, p. 242–258, 2005. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1626/ppp.8.242>>.

IPCC. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. Geneva, Switzerland: [s.n.], 2014. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2559.2002.1340a.x>>.

IRRI. *Physical Measurements in Flooded Rice Soils: The Japanese Methodologies*. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 1987..

KEISER, J.; SINGER, B. H.; UTZINGER, J. Reducing the burden of malaria in different eco-epidemiological settings with environmental management: A systematic review. *Lancet Infectious Diseases*, v. 5, n. 11, p. 695–708, 2005.

KEISER, J.; UTZINGER, J.; SINGER, B. H. The potential of intermittent irrigation for increasing rice yields, lowering water consumption, reducing methane emissions, and controlling malaria in African rice fields. *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 18, n. 4, p. 329–340, 2002.

KIBRET, S. *et al.* Can water-level management reduce malaria mosquito abundance around large dams in sub-Saharan Africa? *PLoS ONE*, v. 13, n. 4, p. 1–12, 2018.

KIBRET, S. *et al.* Increased malaria transmission around irrigation schemes in Ethiopia and the potential of canal water management for malaria vector control. *Malaria Journal*, v. 13, n. 1, p. 1–12, 2014.

KLINKENBERG, E. *et al.* The phenology of malaria mosquitoes in irrigated rice fields in Mali. *Acta Tropica*, v. 85, n. 1, p. 71–82, 2003.

KÜRSCHNER, E. *et al.* *Water Saving in Rice Production—Dissemination, Adoption and Short Term Impacts of Alternate Wetting and Drying (AWD) in Bangladesh. Series of the Department of Rural Development 241.* Berlín: SLE Publication Series, S241, 2010. Disponible em: [http://agriwaterpedia.info/images/1/16/SLE_\(2010\)_Water_Saving_in_Rice_Production.pdf](http://agriwaterpedia.info/images/1/16/SLE_(2010)_Water_Saving_in_Rice_Production.pdf).

LAMPAYAN, R. M. *et al.* Adoption and economics of alternate wetting and drying water management for irrigated lowland rice. *Field Crops Research*, v. 170, p. 95–108, 2015. Disponible em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2014.10.013>.

LAMPAYAN, R. M. *et al.* Developing and disseminating alternate wetting and drying water-saving technology in the Philippines. *Development and Dissemination of Climate-Resilient Rice Varieties for Water-Short Areas of South Asia and Southeast Asia.* Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 2016. p. 329–351.

LINQUIST, B. A. *et al.* Reducing greenhouse gas emissions, water use, and grain arsenic levels in rice systems. *Global Change Biology*, v. 21, n. 1, p. 407–417, 2015.

LYBBERT, T. J.; SUMNER, D. A. Agricultural technologies for climate change in developing countries: Policy options for innovation and technology diffusion. *Food Policy*, v. 37, n. 1, p. 114–123, 2012. Disponible em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.11.001>.

MACHER, J. C. S.; LUNA, E. F. R. *Estudio Económico - 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. ESTUDIO DE APROXIMACIÓN ECOSISTÉMICA.* Lima: [s.n.], 2016.

MANDAL, K. G.; THAKUR, A. K.; AMBAST, S. K. Current rice farming, water resources and micro-irrigation. *Current Science*, v. 116, n. 4, p. 568–576, 2019.

MATEO, S.; LIZARBE, S. M. ¿Re-emergencia de la malaria en el Perú?: Reflexiones sobre el control de la malaria. *Boletín Epidemiológico (Lima - Perú)*, v. 22, n. 22, p. 474–475, 2013.

MOHANTY, S. *et al.* Rice and climate change: significance for food security and vulnerability. *IRRI Discussion Paper Series No. 49*, p. 14, 2013. Disponible em:

<http://books.irri.org/DPS49_content.pdf>.

MONACO, F. *et al.* Water management options for rice cultivation in a temperate area: A multi-objective model to explore economic and water saving results. *Water (Switzerland)*, v. 8, n. 8, 2016.

MOORHEAD, A. *Climate, agriculture and food security : A strategy for change.* . [S.l: s.n.], 2009. Disponible en: <<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=IICACR.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=033636>>.

MUTERO, C. M. *et al.* Water management for controlling the breeding of Anopheles mosquitoes in rice irrigation schemes in Kenya. *Acta Tropica*, v. 76, n. 3, p. 253–263, 2000.

MWANGANGI, J. M. *et al.* Anopheles larval abundance and diversity in three rice agro-village complexes Mwea irrigation scheme, central Kenya. *Malaria Journal*, v. 9, n. 1, p. 1–10, 2010.

NGUYEN, H. T.; FISCHER, K. S.; FUKAI, S. Physiological responses to various water saving systems in rice. *Field Crops Research*, v. 112, n. 2–3, p. 189–198, 2009.

PEREIRA, L. S.; OWEIS, T.; ZAIRI, A. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*, v. 57, n. 3, p. 175–206, 2002.

PERU. *Agenda de Competitividad 2014-2018: Rumbo al Bicentenario.* . Lima: [s.n.], 2014.

PERU. *Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017.* . Lima: [s.n.], 2018.

PERU. *El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* . Lima: [s.n.], 2016a.

PERU. *El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el valle Jequetepeque.* . Lima: [s.n.], 2012.

PERU. *Estrategia nacional de lucha contra la desertificación y la sequía 2016-2030.* . Lima: [s.n.], 2016b.

PERU. *IV Censo Nacional Agropecuario 2012.* . Lima: [s.n.], 2013.

PERU. *La Desertificación en el Perú: Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía.* . Lima: [s.n.], 2011a.

PERU. *Plan de Implementación de la Estrategia de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control Vectorial de la Malaria en Regiones Priorizadas del Perú.* . Lima: [s.n.], 2011b.

PERU. *Salud y Agricultura Sostenibles: Un reto del futuro. Riego intermitente en el cultivo del arroz para el control vectorial de la Malaria en la costa norte peruana.* . Lima: [s.n.], 2002.

QUNHUA, L. *et al.* New irrigation methods sustain malaria control in Sichuan Province, China. *Acta Tropica*, v. 89, n. 2, p. 241–247, 2004.

REIS, A. F. B. *Rice performance, water and nitrogen efficiency in different irrigation regimes in tropical lowland.* 2017. 77 f. USP, 2017.

REJESUS, R. M. *et al.* Impact of the alternate wetting and drying (AWD) water-saving irrigation technique: Evidence from rice producers in the Philippines. *Food Policy*, v. 36, n. 2, p. 280–288, 2011. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.11.026>>.

SANDHU, N.; KUMAR, A. Traits for dry direct-seeded rice. *Regional: Development and Dissemination of Climate-Resilient Rice Varieties for Water-Short Areas of South Asia and Southeast Asia.* Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 2016. p. 368–400.

TAN, X. *et al.* Effects of alternate wetting and drying irrigation on percolation and nitrogen leaching in paddy fields. *Paddy and Water Environment*, v. 11, n. 1–4, p. 381–395, 2013.

VÉLEZ, J. R. G. *Análisis de la adherencia de la técnica de secas en el distrito de Pítipo: Campaña 2007 – 2008. Iniciativa de la Técnica de Riego con Secas Intermitentes en el cultivo de arroz para el control vectorial de la malaria región Lambayeque.* [S.l: s.n.], 2008.

WHO. *Manual on Environmental Management.* Geneva: World Health Organization, 1982.

WHO. *World Malaria Report 2018.* Geneva: World Health Organization, 2018. Disponible em: <<https://www.who.int/malaria/publications/world-malaria-report-2018/en/>>.

WON, J. G. *et al.* Water Saving by Shallow Intermittent Irrigation and Growth of Rice. *Plant Production Science*, v. 8, n. 4, p. 487–492, 2005.

WORLD BANK. *El futuro del riego en el Peru: desafíos y recomendaciones. Medio Ambiente y Recursos Hídricos.* Washington, DC: [s.n.], 2013.

WORLD BANK; IFC; MIGA. *World Bank Group Climate Change Action plan 2016-2020.* . Washington, DC: [s.n.], 2016.

YAN, X. *et al.* Statistical analysis of the major variables controlling methane emission from rice fields. *Global Change Biology*, v. 11, n. 7, p. 1131–1141, 2005.

YANG, J.; ZHOU, Q.; ZHANG, J. Moderate wetting and drying increases rice yield and reduces water use, grain arsenic level, and methane emission. *Crop Journal*, v. 5, n. 2, p. 151–158, 2017. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.002>>.

YANG, X.; ALI, A. Biochar for Soil Water Conservation and Salinization Control in Arid Desert Regions. *Biochar from Biomass and Waste*, n. November, p. 161–168, 2018.

3. AS PERCEPÇÕES DOS AGRICULTORES SOBRE A TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO COM SECAS INTERMITENTES NO VALE DO JEQUETEPEQUE

3.1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a disponibilidade hídrica no Vale do Jequetepeque vem diminuindo gradativamente, devido, principalmente, ao sistema de monocultivo de arroz com irrigação permanente, que é a prática usual na região. Além da atividade agrícola, contribuem para a redução da disponibilidade da água, as mudanças no regime de chuvas e os eventos de seca, que trazem incertezas e instabilidade econômica para os produtores (PERU, 2015). A irrigação com inundação permanente gera outros problemas que contribuem para a vulnerabilidade das famílias de agricultores do vale, como a ocorrência de doenças zoonóticas, entre elas a malária (PERU, 2012). A doença é um problema de saúde complexo e o seu controle exige medidas preventivas, devido à relação direta entre a agricultura irrigada e a proliferação dos mosquitos vetores (MBOERA *et al.*, 2010). Nesse sentido, a adoção de práticas de cultivo e irrigação mais sustentáveis pode contribuir para uma produção agrícola mais eficiente em termos econômicos, menos vulnerável às mudanças climáticas e com menos riscos e danos ao meio ambiente e à saúde dos agricultores e de suas famílias.

A Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI) é uma prática agrícola adotada em diversos países, incluindo o próprio Peru (CHÁVEZ, 2007; KEISER; UTZINGER; SINGER, 2002; PERU, 2002; VÉLEZ, 2008). Ela consiste de um manejo mais eficiente da irrigação no cultivo do arroz, a partir da aplicação de períodos controlados de secas, em substituição à irrigação permanente. A TISI é considerada uma inovação complexa, pois apresenta implicações em múltiplas dimensões, entre elas: (i) socioeconômicas, pela redução dos custos de produção; (ii) ambientais, por conta de um manejo mais adequado da água e da proteção do solo; e (iii) de saúde, a partir da eliminação do habitat das larvas dos mosquitos vetores (PERU, 2012).

Em 2014, o Ministério da Saúde do Peru iniciou o projeto de pesquisa e intervenção intitulado “Irrigação com Secas Intermitentes”, que tinha como objetivo consolidar a viabilidade da TISI e ampliar a sua adoção pelo conjunto de famílias de agricultores do Vale do Jequetepeque. Assim, este capítulo tem como **objetivo compreender os**

fatores associados às percepções dos agricultores sobre os benefícios e riscos da TISI e como eles podem facilitar e/ou dificultar sua adoção no Vale do Jequetepeque. Para isso, buscou-se (i) conhecer os produtores do vale, os seus sistemas de produção e seus conhecimentos sobre os riscos de transmissão malária; (ii) compreender a percepção dos produtores sobre os benefícios e riscos envolvidos na aplicação da TISI no âmbito econômico, ambiental e de saúde; e (iii) analisar os fatores que podem estar associados a essas percepções e favorecer ou dificultar a sua adoção.

A primeira parte desse capítulo apresenta uma breve revisão da literatura sobre os principais fatores que podem influenciar a percepção de agricultores sobre inovações agrícolas. Em seguida apresento o modelo de análise que será desenvolvido e que busca sintetizar a confluência dos diversos fatores que podem determinar a percepção dos agricultores sobre a aplicação TISI nos cultivos de arroz do Vale do Jequetepeque.

3.2. OS FATORES ASSOCIADOS ÀS PERCEPÇÕES SOBRE INOVAÇÕES AGRÍCOLAS

O processo de adoção de novas ideias, práticas ou comportamentos na área agrícola está condicionado a uma série de fatores que podem influenciar a percepção dos agricultores sobre os benefícios e os riscos das inovações (ROGERS, 2003). Após mais de 60 anos de intensa produção científica, a literatura sobre a adoção e difusão de inovações revela um leque de abordagens que sistematiza conceitos e modelos de análise para integrar um conjunto de variáveis que influenciam diretamente (e indiretamente) a decisão de um indivíduo de adotar ou não uma inovação (AGARWAL, B., 1983; REIMER; WEINKAUF; PROKOPY, 2012; ROGERS, 2003). As inovações pesquisadas na área agrícola são variadas, desde tecnologias de precisão, práticas de conservação dos recursos naturais, inserção de novas variedades de cultivos, pacotes agronômicos, mudanças de comportamentos para a prevenção em saúde, entre outras (ADESINA; ZINNAH, 1993; ADRIAN; NORWOOD; MASK, 2005; BAUMGART-GETZ; PROKOPY; FLORESS, 2012; GHADIM; PANNELL, 1999).

O corpo teórico relevante sobre o processo de adoção de uma inovação agrícola revela complementaridades nos modelos de análise sobre os fatores que influenciam a percepção dos agricultores sobre os benefícios e riscos de uma determinada prática.

Essencialmente, as diversas abordagens sobre o tema diferem uma da outra no grau de preocupação e ênfase dado aos fatores extrínsecos e intrínsecos que podem afetar a adoção de uma inovação (AGARWAL, B., 1983; MEIJER *et al.*, 2015). De modo geral, os **fatores extrínsecos** estão associados às características dos adotantes, aos atributos técnicos e econômicos da inovação e ao contexto social, econômico e ambiental, incluindo os canais de comunicação para difusão da inovação. Já os **fatores intrínsecos** estão relacionados à maneira pela qual os indivíduos percebem a inovação e suas características. A percepção é um processo cognitivo que tem como base os conhecimentos, as opiniões e as experiências, bem como os valores e crenças dos indivíduos para interpretar novas informações e orientar os seus comportamentos (MITTER *et al.*, 2019; NGUYEN *et al.*, 2016). Geralmente, as percepções estão ancoradas às características da inovação, pois é a partir delas que os indivíduos formam uma atitude positiva ou negativa que vai determinar sua disposição em adotar ou não a inovação. Compreender como os fatores extrínsecos e intrínsecos interagem e impulsionam a adoção pode ajudar na implementação de inovações de forma mais adequada e contribuir para sua sustentabilidade.

Segundo ROGERS (2003), o processo de adoção de uma inovação é complexo, subjetivo e contínuo, pois consiste em uma série de escolhas que o indivíduo toma ao longo do tempo. O autor descreve esse processo em cinco etapas: 1. conhecimento, que se inicia quando o indivíduo é exposto à existência da inovação e começa a compreender o seu funcionamento; 2. persuasão, quando o indivíduo forma uma atitude favorável (ou desfavorável) em relação à inovação; 3. decisão, que consiste em uma fase de teste ou experimentação, ou seja, o indivíduo passa a se engajar em atividades que podem levar à escolha de adotar ou rejeitar a inovação; 4. implementação, que envolve uma mudança mais evidente do comportamento do indivíduo, pois a inovação passa a ser colocada em prática; e 5. confirmação, quando o indivíduo busca, em caráter permanente, um reforço para a decisão já tomada, havendo a possibilidade de reverter a decisão caso seja exposto a mensagens conflitantes sobre a inovação.

As duas primeiras etapas, de conhecimento e persuasão, são essenciais para entender a adoção, pois implicam na formação das percepções e atitudes perante a inovação (JANSSON, 2011). Geralmente, os agricultores tomam conhecimento da

existência de uma nova tecnologia agrícola, aprendem a sua aplicação e identificam os potenciais resultados em termos de rendimentos, benefícios, riscos e custos. Essas informações formam a base das percepções que os indivíduos desenvolvem em relação à inovação. A partir das percepções, os agricultores formam atitudes positivas ou negativas, baseadas em suas opiniões e experiências, que vão determinar o seu comportamento em relação à inovação (MEIJER *et al.*, 2015). Alguns autores questionam esses modelos tradicionais de hierarquia que definem um padrão de ordem na mudança de comportamento, no qual o conhecimento precede as percepções e atitudes positivas, que por sua vez influenciam a adoção (VALENTE; PAREDES; POPPE, 1998). No entanto, essas variações não serão discutidas aqui, pois estão além do escopo deste capítulo.

3.2.1. As características sociodemográficas e o contexto socioeconômico

A formação das percepções dos indivíduos está frequentemente associada a um primeiro conjunto de fatores, que se refere às características sociodemográficas dos atores. PRAGER e POSTHUMUS (2011) realizaram uma revisão da literatura sobre o papel das variáveis sociodemográficas dos agricultores na tomada de decisão de adotar práticas agrícolas sustentáveis no contexto europeu. Eles descrevem diferentes caminhos que levam os indivíduos a adotar práticas de conservação. Estes podem se dar a partir de uma iniciativa própria do indivíduo, da participação em programas com incentivos econômicos ou por meio cumprimento compulsório de leis específicas. Qualquer que seja o caminho (ou uma combinação deles), eles parecem estar relacionados diretamente a um conjunto de variáveis sociais e econômicas que influenciam a tomada de decisão. Essas variáveis podem ser:

As características pessoais do adotantes

As características pessoais são variáveis que podem aumentar a capacidade do agricultor de perceber benefícios e riscos de uma nova prática. Elas incluem o sexo, a idade, a escolaridade, a experiência de trabalho, a diversidade de atividades econômicas que realiza, entre outras. A idade, a escolaridade e a experiência agrícola são

amplamente reconhecidas como variáveis de capital humano que podem afetar as decisões no processo de adoção (PROKOPY *et al.*, 2008). Por exemplo, o aumento da idade pode ter uma relação negativa com a mudança tecnológica, ou seja, quanto mais velhos os agricultores, mais avessos se tornam ao risco e mais resistentes ficam diante de uma nova prática. Isso pode estar associado a um certo grau de ceticismo quanto aos benefícios da inovação, uma vez que eles têm horizontes de tempo mais curto de planejamento e tais benefícios podem não ocorrer durante a sua vida (KABIL; HORWITZ, 2006; MAZVIMAVI; TWOMLOW, 2009; SOULE; TEGENE; WIEBE, 2000). Já a escolaridade pode influenciar positivamente as percepções dos indivíduos. As complexidades de algumas tecnologias podem demandar habilidades técnicas avançadas. Os agricultores com níveis mais altos de educação tendem a ter maior probabilidade de adotar tecnologias mais complexas (BAUMGART-GETZ; PROKOPY; FLORESS, 2012). O número de anos de experiência agrícola, por sua vez, pode afetar positiva ou negativamente as percepções de um agricultor sobre uma nova prática. Os agricultores mais experientes tendem a ser mais eficientes na incorporação de novas tecnologias (MAZVIMAVI; TWOMLOW, 2009). Por outro lado, eles podem também relutar em mudar suas práticas de produção tradicionais, que funcionam há muitos anos. Assim, a capacidade de experimentação está correlacionada com a escolaridade, mas não necessariamente com a idade ou com os anos dedicados à produção (CASWELL *et al.*, 2001).

A participação em organizações de gestão coletiva dos recursos naturais

Essa variável se refere ao envolvimento dos atores em associações, comissões, conselhos, entre outros espaços coletivos de decisão, que pode contribuir para o processo de adoção de práticas inovadoras e mais sustentáveis (BODIN; CRONA, 2008; KÜRSCHNER *et al.*, 2010; OSTROM, 2000). A legitimidade da participação dos agricultores pode favorecer um planejamento e gerenciamento mais eficazes dos sistemas de irrigação, como no caso da TISI (FULAZZAKY, 2017). No entanto, para influenciar a adoção mais ampla de uma tecnologia, não basta apenas fornecer uma ferramenta ou conhecimento sobre uma nova prática. É necessário um processo coletivo

que envolva uma negociação dinâmica entre os diferentes grupos de interesses locais sobre os processos de implementação da tecnologia, para potencializar mudanças nas percepções e crenças dos agricultores sobre os benefícios da inovação (PALIS *et al.*, 2017). No Peru, as organizações de usuários da água são espaços de representação, com papel na administração e na manutenção dos sistemas de irrigação, bem como na distribuição da água para um grande número de usuários (WORLD BANK, 2013). Essas organizações podem exercer um papel importante na difusão dos benefícios de inovações agrícolas, atuando como catalizadoras da mudança de comportamento.

O contexto econômico

As percepções dos agricultores sobre as inovações agrícolas podem ser influenciadas também pelo contexto socioeconômico (ROGERS, 2003). Essa variável inclui os atributos relacionados ao sistema de produção e à posse e direitos de uso da terra e da água. Pode estar relacionada também ao acesso à créditos para financiamento das safras agrícolas e à aplicação dos recursos obtidos, que pode ser para o pagamento de pessoal, para a compras de insumos, etc. (PRAGER; POSTHUMUS, 2011).

É possível que o tamanho da fazenda seja positivamente associado à adoção, pois fazendas maiores têm maiores economias de escala (CASWELL *et al.*, 2001). A disponibilidade de financiamento também influencia positivamente o processo de adoção, porque o acesso ao capital permite uma maior capacidade de experimentar uma nova prática. Por outro lado, os agricultores endividados não serão capazes de assumir riscos de uma inovação. A escolha dos agricultores sobre qual destinação dos investimentos na produção também pode atuar no processo de adoção de uma inovação, pois algumas práticas demandam menos mão de obra e menos insumos durante o cultivo ou são mais eficientes no uso da água, reduzindo o custo total da produção (PROKOPY *et al.*, 2008).

3.2.2. Os canais de comunicação formais e informais

O segundo conjunto de fatores que pode determinar a decisão de adotar uma inovação inclui os canais de comunicação. Segundo ROGERS (2003), um canal de comunicação é o meio pelo qual as mensagens são transmitidas de um indivíduo para

outro. Eles podem influenciar as percepções dos indivíduos, pois permitem reduzir a incerteza subjetiva sobre determinada inovação, favorecendo sua adoção (ABROMS; MAIBACH, 2008; FEDER; JUST; ZILBERMAN, 1984).

Os canais podem se dar por vias formais, pelas mídias de massa, e informais, por meio das relações interpessoais. As mídias de massa incluem o rádio, a televisão, os jornais, a Internet, que permitem que um ou poucos indivíduos alcancem uma audiência de muitas pessoas. Elas têm o potencial de fornecer informações para um público amplo e podem ajudar a informar a população sobre questões relevantes tanto para a prática agrícola quanto para as questões ambientais e de saúde (MERTENS *et al.*, 2017).

Os canais informais pode ser determinante para a formação das percepções e atitudes sobre inovações agrícolas (TUMBO *et al.*, 2011). Eles consistem nas relações interpessoais entre dois ou mais indivíduos próximos uns aos outros (VALENTE; FOSADOS, 2006). Os canais de comunicação informais podem também promover a mudança de comportamento, de tal maneira que as mensagens transmitidas são discutidas e então interpretadas dentro do contexto de inserção das pessoas, por meio das suas relações interpessoais (RITTER *et al.*, 2017; SCOTT *et al.*, 2008; VALENTE; FOSADOS, 2006). Nesse sentido, as redes sociais têm sido cada vez mais reconhecidas como fontes de informação importantes, por meio das quais as decisões individuais sobre variados temas não são tomadas no isolamento social, mas sim na interação com os outros (FIGUEROA *et al.*, 2002; MERTENS; SAINT-CHARLES; MERGLER, 2012) .

É importante levar em consideração a confiabilidade desses diferentes canais de comunicação. MERTENS *et al.* (2017) demonstraram que as percepções de risco à saúde ocasionadas pela exposição ao arsênio na cidade de Paracatu/MG estavam condicionadas pelo nível de confiança nas mensagens comunicadas por meio das relações interpessoais. A informação acessada por redes pessoais foi considerada pelos entrevistados uma fonte mais confiável quando comparada à informação divulgada pela mídia de massa. Constatar isso permite desenvolver estratégias de comunicação mais eficazes, que levem em consideração não apenas os canais de grande alcance, como a televisão e a rádio, mas também aqueles que a população reconhece como confiáveis (LIU; PIENIAK; VERBEKE, 2014; RITTER *et al.*, 2017). Com isso, espera-se que o acesso às diferentes fontes de informação, formais ou informais, atuem como modulador

das percepções dos agricultores sobre os benefícios econômicos, ambientais e de saúde da TISI.

O gênero é uma variável importante a ser considerada em estudos que buscam compreender a adoção de inovações complexas em agricultura, meio ambiente e saúde. A integração da perspectiva de gênero baseia-se na ideia de que as características culturais, econômicas e sociais do ambiente influenciam diferenciadamente o comportamento de homens e mulheres, bem como suas relações (LEBEL, 2005). Homens e mulheres podem agir de maneira diferente, ter responsabilidades e tarefas distintas ou não compartilhar o mesmo nível de influência na tomada de decisão.

Os padrões de acesso a informações e de comunicação interpessoal são também muitas vezes diferentes entre homens e mulheres (MERTENS *et al.*, 2005). Por exemplo, discussões sobre questões de saúde tendem a ocorrer preferencialmente entre membros do mesmo sexo, de modo que duas vias de difusão distintas possam coexistir na mesma população. No entanto, embora as vias de difusão conectem preferencialmente pessoas do mesmo gênero, as relações entre homens e mulheres também são essenciais para uma adoção mais sustentável de novas práticas (MERTENS; SAINT-CHARLES; MERGLER, 2012). Com isso, este estudo levou em conta a diferenciação das percepções entre homens e mulheres.

3.2.3. As características da inovação

O terceiro conjunto de fatores se relaciona com a natureza das inovações. Muitos estudos destacam como os fatores intrínsecos à prática agrícola, ou seja, as características próprias da inovação são percebidas e podem facilitar ou impedir sua adoção (AGARWAL, R.; PRASAD, 1997; CARY; WEBB; BARR, 2001; REIMER; WEINKAUF; PROKOPY, 2012; ROGERS, 2003). Essas características podem ser percebidas a partir de seus benefícios e custos que, por sua vez, despertam diferentes graus de aceitabilidade da inovação pelos agricultores. Segundo MEIJER *et al.* (2015), são os benefícios e custos de uma nova prática, como, por exemplo, a contribuição à renda familiar, a melhoria da fertilidade do solo, prevenção de enfermidades, e os custos, tais como compra de insumos, equipamentos, manejo de pragas e doenças, que moldam os conhecimentos, as percepções e as atitudes em relação à determinada

prática.

A TISI pode ser caracterizada segundo suas propriedades intrínsecas, que intervêm simultaneamente sobre aspectos socioeconômicos, ambientais e de saúde. Do ponto de vista econômico, os estudos realizados na costa norte do Peru demonstraram que a TISI aumentou a produtividade por hectare entre 20% e 25%. Embora a qualidade do grão tenha decaído discretamente, os autores não atribuem isso diretamente à TISI (CHÁVEZ, 2007; MACHER; LUNA, 2016). Além desses resultados, a TISI pode trazer benefícios econômicos por conta da redução do uso da água para irrigação. Estudos realizados com a TISI nos países asiáticos relataram um uso mais eficiente da água sem perda de produção (BOUMAN; TUONG, 2001; WON *et al.*, 2005). Como no Vale do Jequetepeque a água para irrigação sofre tarifação com base no volume real consumido, espera-se que a economia da água seja assimilada nos cálculos de rendimentos do cultivo do arroz.

Por outro lado, a aplicação da TISI pode gerar algumas implicações negativas no âmbito econômico. Uma delas é um possível aumento do uso de mão de obra para o controle de ervas daninhas, que ocorrem com mais intensidade quando não há irrigação contínua. As espécies de ervas daninhas comumente associadas ao cultivo do arroz na região de estudo são: o capim-mimoso (*Leptochloa filiformis*), o capim-arroz (*Luziola subintegra*), a junça (*Cyperus rotundus*), o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), entre outras. Elas competem com as plantas de arroz pelos nutrientes do solo, afetando seu crescimento e impactando o rendimento da produção (CHÁVEZ, 2007; PANDO *et al.*, 2017; VENTURA, 2015). No entanto, os estudos com a TISI demonstraram que esse problema pode ser contornado com o uso seletivo e oportuno de herbicidas menos perigosos, associado a um sistema de capina para a remoção periódica e sucessiva das plantas daninhas (DE VRIES *et al.*, 2010; VÉLEZ, 2008). Esses fatores positivos e negativos da TISI que intervêm no âmbito econômico podem influenciar a percepção do agricultor na sua tomada de decisão de adotar ou não a prática.

Com relação ao contexto ambiental, a aplicação da TISI nos cultivos de arroz pode trazer benefícios por conta de um manejo mais adequado dos solos e da irrigação. As áreas agrícolas do Vale do Jequetepeque apresentam solo de natureza salina e altas taxas de percolação. A irrigação tradicional com inundação permanente provoca o afloramento dos sais presentes no solo e acaba reduzindo a produtividade dos cultivos

de arroz. O monitoramento dos regimes de irrigação pode levar a uma redução da saturação desses campos, bem como dos problemas de degradação e fertilidade do solo (CISNEROS, 2013; KEISER; SINGER; UTZINGER, 2005). Além disso, a monocultura de arroz tem uma alta dependência de insumos externos e de agroquímicos, como, por exemplo, fertilizantes e biocidas. Esses produtos provocam uma contaminação generalizada dos ecossistemas associados aos campos de cultivo. A TISI pode reduzir o risco de contaminação do ambiente por conta da adoção de critérios mais seletivos no uso dos destes produtos, bem como pela redução na frequência de aplicações (ALEN; SANDER, 2019; CHÁVEZ, 2007; GORDON; FINLAYSON; FALKENMARK, 2010).

No âmbito da saúde, a TISI apresenta como principal benefício a redução das populações de mosquitos da malária, por conta de um manejo controlado da irrigação. A aplicação de períodos de secas intermitentes interrompe o ciclo reprodutivo desses vetores durante o estágio larval aquático (KIBRET *et al.*, 2018). Os estudos anteriores realizados na costa norte do Peru constataram que a TISI reduziu consideravelmente (entre 86% e 93%) a população de larvas de anofelinos, que são os mosquitos transmissores da malária (CHÁVEZ, 2007; PERU, 2002, 2012). Outro benefício da TISI para a saúde diz respeito à exposição dos agricultores aos agroquímicos aplicados nos cultivos. No modelo tradicional de irrigação permanente, durante a fase de transplante, os trabalhadores permanecem longos períodos de tempo imersos nos campos inundados e saturados com altas taxas de agroquímicos aplicados desde a preparação do terreno. A TISI prevê um manejo mais eficiente destes produtos, enfatizando opções menos tóxicas e com menor efeito residual. Ela recomenda aplicações pontuais e fracionadas após o transplante das mudas de arroz, reduzindo, assim, os riscos à saúde dos agricultores (CHÁVEZ, 2007).

3.3. MODELO DE ANÁLISE

Com base na revisão dos principais conjuntos de fatores que podem influenciar as percepções dos indivíduos sobre os benefícios de uma inovação agrícola, a Figura 23 ilustra o modelo heurístico desenvolvido para a análise empírica aplicada neste estudo. Serão analisadas, especificamente, (i) as percepções dos agricultores em relação aos fatores intrínsecos, ou seja, as características da inovação e (ii) como os fatores

extrínsecos, ou seja, as características pessoais, da produção, do contexto econômico e os canais de comunicação, que podem estar associados a essas percepções sobre a inovação. Essas informações foram utilizadas na elaboração do instrumento de coleta de dados para serem aplicadas nas entrevistas com os agricultores do Vale do Jequetepeque.

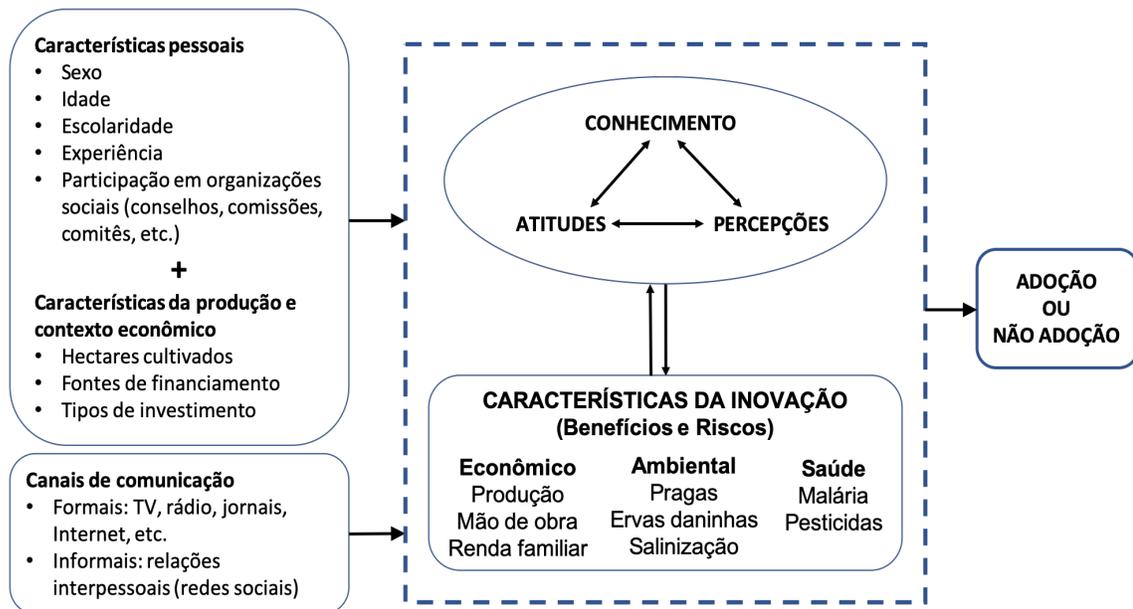


Figura 23. Modelo de análise adotado, contendo o conjunto de fatores que influenciam as percepções dos agricultores no processo de adoção de inovações agrícolas. Fonte: Elaboração própria adaptada da revisão da literatura

3.4. METODOLOGIA

3.4.1. Estudo de caso

O estudo de caso exposto neste capítulo foi realizado no Vale do Jequetepeque, que está inserido na parte baixa da bacia do rio Jequetepeque, no departamento de La Libertad, uma das principais regiões arroteiras do Peru (PERU, 2011). A forma de cultivo do arroz é tradicional, com irrigação permanente.

Os agricultores do vale estão organizados em diferentes entidades de gestão

coletiva da água. A principal organização de usuários da água é a *Junta de Usuarios del Agua del Valle del Jequetepeque* (JUAVJ), que reúne aproximadamente 15 mil agricultores e agricultoras cadastrados. A JUAVJ é uma instituição sem fins lucrativos, encarregada de fornecer o serviço de operação e manutenção da infraestrutura hidráulica do vale. Ela administra a água de maneira descentralizada, por meio de 14 Comissões de Irrigação: Pay Pay, Ventanillas, Tolon, Huabal Zapotal, Tecapa, São José, Limoncarro, São Pedro, Jequetepeque, Guadalupe, Chepen, Pueblo Nuevo, Talambo e Pacanga (GUERRERO-PADILLA, 2015; GUERRERO-PADILLA; FLORIÁN-FLORIÁN, 2013; HUAMANCHUMO *et al.*, 2008)

Cada comissão é responsável por uma série de setores hidráulicos, que por sua vez são subdivididos em Comitês de Irrigação, que organizam a distribuição da água para os subsetores de irrigação. Estes últimos correspondem ao menor nível do abastecimento hídrico, ou seja, reúnem as parcelas agrícolas de cada família de agricultores. Além da distribuição de água, a JUAVJ é responsável pela cobrança da tarifa e sua administração. O sistema de tarifa do Vale do Jequetepeque funciona com base na cobrança de uma taxa fixa, podendo ser aplicada a todos os agricultores ou parcialmente, de acordo com as necessidades de cada Comissão de Irrigação. As quantias coletadas formalmente são em geral insuficientes para atender aos requisitos de operação e manutenção e para cobrir os investimentos nos sistemas de irrigação (BOSSIO; SARAVIA; WOLF, 2005; GUERRERO-PADILLA; FLORIÁN-FLORIÁN, 2013; HUAMANCHUMO *et al.*, 2008; WORLD BANK, 2013).

3.4.2. População de estudo e instrumento de coleta de dados

Foi definida uma amostra aleatória, sistemática e proporcional ao tamanho populacional de cada uma das 14 Comissões de Irrigação do Vale do Jequetepeque. Esse cálculo se baseou nos dados fornecidos pela JUAVJ, com os registros de agricultores usuários da água para irrigação. Durante os meses de junho e julho de 2014 foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 372 indivíduos. 53 foram descartados por conterem dados incompletos, o que resultou em uma amostra de 319 indivíduos de um universo de 15.086 agricultores em todo o vale.

As perguntas foram organizadas com base na literatura com o objetivo de identificar o conjunto de fatores capazes de influenciar a percepção dos agricultores sobre os benefícios e riscos da TISI, entre eles os fatores extrínsecos e as características próprias da inovação.

3.4.3. Método de análise

Os dados coletados foram organizados em dois tipos de variáveis:

(i) **independentes**, que caracterizam a população em função do contexto social e econômico de produção de arroz na região, entre elas:

- as **características sociodemográficas**, como o sexo, faixa etária, escolaridade, tempo de experiência na agricultura do arroz e participação nas organizações de gestão coletiva da água, entre elas a Junta de Usuários (JUAVJ), as Comissões de Irrigação e a Junta Comunal.
- o **contexto socioeconômico da produção agrícola**, como tamanho da área cultivada (em hectares), discriminada pelo tipo de posse e uso da terra (proprietário, arrendatário ou capataz), uso do capital próprio, acesso a créditos bancários ou outros empréstimos para financiamento da safra agrícola e destinação do investimento para pagamento de pessoal, compras de insumos (fertilizantes e pesticidas) ou para outros fins, como, por exemplo, pagamento da tarifa de água para a irrigação, aluguel de maquinário, compra de sementes. Os dados coletados sobre o contexto econômico se referem à safra agrícola do ano de 2013-2014.
- os **canais de comunicação**:
 - **formais**, referente ao uso das mídias de massa (televisão, rádio, jornais e Internet) para obter informações sobre agricultura e saúde, bem como o nível de confiança atribuído a cada meio.
 - **informais**, referente às redes de comunicação interpessoais, coletadas a partir do mapeamento das pessoas com quem os participantes conversam sobre agricultura e saúde. Os entrevistados puderam mencionar quantas pessoas quisessem. As relações foram categorizadas de acordo com os temas agricultura e saúde, objeto das conversas entre os agricultores. Dessa forma, cada rede

pessoal se refere ao conjunto de pessoas com quem o indivíduo estabelece trocas de informações sobre os temas estudados. Essas redes foram caracterizadas pelo tamanho (número de pessoas com quem o entrevistado conversa), composição de gênero (se conversa com homens ou mulheres) e composição (se conversa com pessoas dentro da família ou externas à família).

- Foram feitas também perguntas sobre o conhecimento dos agricultores sobre risco de transmissão da malária e sua prevenção. Foi elaborado um indicador de conhecimento sobre malária, a partir de um conjunto de três questões abertas: 1. “O que você já escutou sobre a malária?” 2. “Segundo a sua opinião, como é transmitida a malária?” 3. “Segundo a sua opinião, como pode ser prevenida a malária?” As respostas a essas três perguntas foram analisadas para verificar se os participantes tinham conhecimento sobre dois aspectos fundamentais: as formas de transmissão da malária e as formas de prevenção a partir da adoção da TISI. De acordo com a resposta do participante, o conhecimento sobre cada aspecto foi pontuado da seguinte forma: zero (0) ponto quando o participante não sabe sobre transmissão ou prevenção; um (1) ponto quando o participante conhece um dos dois aspectos, transmissão ou prevenção, citando o uso da TISI; dois (2) pontos quando o participante apresenta conhecimento tanto dos aspectos de transmissão quanto de prevenção a partir da utilização da TISI. O indicador de conhecimento sobre malária é a soma dos pontos obtidos.

(ii) Variável Dependente - Índice de Percepção de Benefícios

A percepção dos indivíduos sobre os benefícios e riscos da adoção da TISI foi analisada com a construção de um Índice de Percepção dos Benefícios (IPB). Ele foi elaborado a partir de uma pergunta que apresentava oito características da TISI para o cultivo do arroz: “Na sua opinião, indique entre as opções abaixo de que maneira a TISI pode afetar o cultivo de arroz em sua propriedade”. As oito características eram listadas para que o participante indicasse se a TISI poderia “beneficiar”, “prejudicar”, “ser indiferente” ou “não sabe opinar” no cultivo do arroz. Estas oito características estavam classificadas quanto aos aspectos econômicos (e), ou seja, na produção de arroz por hectare, na renda familiar e na mão de obra empregada; ambientais (a), referentes à

salinização do solo, à presença de pragas e ao aparecimento de ervas daninhas; de saúde (s), referentes à ocorrência da malária e ao uso de pesticidas.

As respostas dos participantes, para cada uma das oito características apresentadas, foram pontuadas da seguinte forma:

- zero ponto (0), para quando o participante identificou prejuízos associados à adoção da TISI;
- um ponto (1), para quando o participante entende que a adoção da TISI não oferece benefícios ou prejuízos (ser indiferente) ou quando “não sabe opinar”;
- dois pontos (2), para quando o participante identifica benefícios associados à adoção da TISI.

Os pontos atribuídos a cada pergunta foram somados e os participantes foram divididos em dois grupos:

- Indivíduos com percepção predominantemente negativa quanto à adoção da TISI: entre 0-8 pontos.
- Indivíduos com percepção predominantemente positiva quanto à adoção da TISI: entre 9-16 pontos.

3.4.4. Análises estatísticas

As análises estatísticas descritivas apresentadas aqui incluem distribuições de frequência, médias e intervalos. Foram realizados testes Chi-quadrado ou t-Student para comparar as distribuições das características sociodemográficas, dos aspectos socioeconômicos e de saúde e dos canais de comunicação, sendo eles as mídias de massa e as relações interpessoais, sobre os temas de agricultura e saúde, entre homens e mulheres. A variável dependente foi integrada em um modelo de regressão logística bivariada, a fim de verificar as possíveis associações entre a percepção predominantemente positiva quanto a adoção da TISI e as variáveis independentes sociodemográficas - o contexto socioeconômico, os canais de comunicação e o conhecimento sobre prevenção e a transmissão da malária (HOSMER; LEMESHOW, 2000).

3.5. RESULTADOS

Os resultados estão organizados em seis blocos. Os quatro primeiros apresentam a análise descritiva da população, de acordo com os fatores extrínsecos analisados e que correspondem às: 3.5.1. as características sociodemográficas; 3.5.2. o contexto socioeconômico da produção agrícola; 3.5.3. o conhecimento sobre a transmissão e prevenção da malária e a porcentagem de indivíduos que consideram que a TISI traz benefícios ou prejuízos para o cultivo do arroz; e 3.5.4. os canais de comunicação utilizados como fontes de informação em agricultura e saúde e o grau de confiabilidade atribuído a esses canais. Os dados foram desagregados pelo gênero, para identificar as possíveis diferenças entre os homens e as mulheres da população de estudo.

Os dois últimos blocos de resultados apresentam a construção do Índice de Percepção de Benefícios da TISI, a partir das respostas sobre os possíveis benefícios ou prejuízos para cada uma das suas características (3.5.5.) e as associações entre os fatores extrínsecos analisados e o Índice de Percepção de Benefícios (3.5.6).

3.5.1. As características sociodemográficas dos agricultores e agricultoras do Vale do Jequetepeque

A Tabela 4 reúne os dados sobre as características sociodemográficas dos entrevistados, discriminados entre homens e mulheres. Os participantes do estudo são majoritariamente homens (90%), com somente 10% de mulheres agricultoras entrevistadas. A idade média dos participantes é de 59 anos, com desvio padrão (DP) de 13,7. Essa média elevada na idade dos entrevistados indica um perfil de agricultores mais experientes e corrobora dados do Instituto Nacional de Estatística e Informática (INEI) do país que registram um crescimento da idade da população rural nos últimos 10 anos (INEI, 2017).

Tabela 4. Características sociodemográficas da população de estudo, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.

	total (%)	homem (%)	mulher (%)	chi-square
idade				
	21-30	2,8	2,8	3,1
				ns

	31-40	7,2	7,7	3,1	
	41-50	15,7	14,6	25,0	
	51-60	27,0	26,1	34,4	
	61-70	26,6	28,9	6,3	
	71-80	16,6	15,7	25,0	
	81-90	4,1	4,2	3,1	
	total	100,0	100,0	100,0	
escolaridade					
	primário (0-5)	40,8	40,5	43,8	ns
	secundário (6-10)	25,1	24,7	28,1	
	superior (11-15)	30,4	30,7	28,1	
	pós-graduação (16-18)	3,8	4,2	0	
	total	100,0	100,0	100,0	
principal atividade econômica					
	agricultura	94,7	95,1	90,6	ns
	outras	5,3	4,9	9,4	
anos de experiência na agricultura					
	1-10	19,4	17,1	40,6	p = 0,0004
	11-20	24,5	25,4	15,6	
	21-30	30,4	32,1	15,6	
	31-40	10,0	9,1	18,8	
	41-50	7,2	7,3	6,3	
	51-60	6,0	6,6	0,0	
	61-70	2,2	2,4	0,0	
	71-80	0,3	0,0	3,1	
	total	100,0	100,0	100,0	

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

O total de anos de escolaridade formal é, em média, sete anos (DP 4,3). Mais de 90% dos participantes são agricultores, o que inclui outras atividades da cadeia de produção agrícola como empregos na moagem do grão e no transporte de cargas. Outras atividades foram relatadas, como pecuária, construção civil e comércio, entre outras, envolvendo 5% dos participantes da pesquisa. O tempo de dedicação à agricultura do arroz é, em média de 26 anos (DP 15,3). Em média, o tempo de dedicação dos homens à agricultura é significativamente maior do que das mulheres ($p=0,0004$).

A Tabela 5 apresenta dados sobre a participação dos agricultores nas entidades de gestão coletiva da água do Vale do Jequetepeque. Fica claro que os participantes estão

presentes em todos os níveis da hierarquia do sistema de irrigação do vale, desde a JUAVJ, nas Comissões e nos Comitês de Irrigação. Embora os agricultores participem relativamente pouco da JUAVJ (aproximadamente 40%), eles estão presentes em todas as 14 Comissões de Irrigação e 56,4% deles participam dos Comitês de Irrigação.

Tabela 5. Participação dos agricultores nas entidades de gestão coletiva da água, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.

	total (%)	homem (%)	mulher (%)	chi-square
junta de usuários	39,5	40,1	34,4	ns
comitês de irrigação	56,4	57,1	50,0	ns
comissões de irrigação				
Chepen	4,7	5,2	0,0	p = 0,006
Guadalupe	6,9	7,3	3,1	
Huabal	3,1	3,1	3,1	
Jequetepeque	2,5	2,1	6,3	
Limoncarro	11,3	10,8	15,6	
Pacanga	7,5	7,3	9,4	
Pay-pay	1,6	1,0	6,3	
Pueblo Nuevo	7,5	8,4	0,0	
San Jose	11	9,8	21,9	
San Pedro	11	9,4	25,0	
Talambo	26,6	28,6	9,4	
Tecapa	2,5	2,8	0,0	
Tolon	2,5	2,8	0,0	
Ventanilla	1,3	1,4	0,0	
total	100,0	100,0	100,0	

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

3.5.2. O contexto socioeconômico da produção agrícola no Vale do Jequetepeque

A Tabela 6 contém dados sobre as características da produção na safra agrícola de 2013-2014, ou seja, o tamanho das áreas cultivadas, discriminadas pelo tipo de uso ou posse da terra. Os dados mostram que os agricultores entrevistados cultivam, em média, 4,4 hectares (DP 5,2), variando de um hectare a 43 hectares. Os homens cultivam, em média, terrenos significativamente maiores do que as mulheres ($p=0,0207$). Além disso, os agricultores homens que são proprietários de suas terras cultivam, em média, áreas significativamente maiores do que as mulheres proprietárias ($p=0,0482$). Em geral, os

campos de cultivo são maiores quando o agricultor é proprietário, do que quando o trabalhador está apenas arrendando os terrenos. Menor ainda são as áreas cultivadas por pessoas que trabalham como capatazes, que são chefes ou gerentes, responsáveis por uma fazenda, que dirigem e controlam o trabalho de grupos de agricultores temporários, fazendo a intermediação entre eles e o proprietário da fazenda.

Tabela 6. Características da produção agrícola dos agricultores, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.

	total (%)	homem (%)	mulher (%)	t-test
total de ha cultivado (média/DP/intervalo)	4,4/5,2/0-43	4,6/5,4/0-43	2,4/1,6/0,5-5,5	p=0,0207
ha como proprietário (média/DP/intervalo)	3,7/4,9/0-43	3,9/5,1/0-43	2,1/1,7/0-5,5	p=0,0482
ha como arrendatário (média/DP/intervalo)	0,8/2,8/0-31	0,9/2,9/0-31	0,2/0,8/0-3	ns
ha como capataz (média/DP/intervalo)	0,1/2,0/0-35	0,1/2,1/0-35	0,0/0,0/0-0	ns

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

A Tabela 7 reúne os dados sobre o contexto socioeconômico, referentes ao (a) acesso às fontes de financiamento e (b) à destinação dos investimentos na produção agrícola, entre homens e mulheres. Boa parte dos agricultores usou capital próprio para o financiamento da safra agrícola de arroz de 2013-2014 (59,6%). Outros agricultores buscaram recursos em diferentes linhas de crédito, entre elas as caixas de crédito rural (27%), o crédito bancário (12,9%), empréstimos variados (dinheiro, ferramentas e maquinário) (5,6%) ou junto aos vendedores de insumos, sementes e agroquímicos (1,6%).

Tabela 7. Fontes de financiamento e destinação dos investimentos da produção agrícola de arroz no ano de 2013, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.

	total (%)	homem (%)	mulher (%)	chi-square
Financiamento da produção agrícola				
capital próprio	58,6	59,6	50,0	ns
crédito de caixa rural	27,0	27,2	25,0	ns

crédito bancário	12,9	12,9	12,5	ns
crédito de empréstimos	5,6	5,2	9,4	ns
crédito de vendedores de insumos	1,6	1,7	0,0	ns
Investimentos na produção agrícola				
compra de fertilizantes	73,0	72,8	75,0	ns
compra de pesticidas	72,7	72,5	75,0	ns
pagamento de pessoal	71,8	71,8	71,9	ns
outros fins	38,9	39,0	37,5	ns
total	100,0	100,0	100,0	

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

Esses recursos, próprios ou não, são empregados na compra de fertilizantes (73%), pesticidas (72,7%), pagamento de pessoal (71,8%) e outros fins (38%) como, por exemplo, pagamento da água para a irrigação, aluguel de maquinário, compra de sementes, entre outros itens relacionados à produção.

3.5.3. Conhecimento sobre a malária e percepção dos benefícios da TISI no cultivo do arroz

A Tabela 8 mostra os resultados sobre o conhecimento dos participantes do estudo sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária e sobre a percepção de benefícios da TISI no cultivo do arroz, a partir das características da TISI. Entre os participantes do estudo, 50,8% têm conhecimento sobre transmissão e prevenção da malária. Apenas 9% das mulheres não têm conhecimento sobre esse assunto, enquanto que 22% dos homens indicaram não conhecer o tema. Com relação às percepções dos benefícios associadas à aplicação da TISI, 52% dos participantes identificaram mais vantagens em adotar essa prática, enquanto que 48% não consideram a inovação vantajosa. Não existe diferença significativa entre os grupos de homens e mulheres.

Tabela 8. Conhecimento sobre transmissão e prevenção da malária e percepções de benefícios da TISI no cultivo do arroz, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.

	total (%)	Homem (%)	mulher (%)	chi-square
--	-----------	-----------	------------	------------

conhecimento sobre malária				
não conhece	21,3	22,6	9,4	ns
conhece pouco	27,9	28,2	25,0	
conhece	50,8	49,1	65,6	
percepções dos benefícios da TISI				
percebe poucos benefícios	48,0	48,4	43,8	ns
percebe benefícios	52,0	51,6	56,3	
total	100,0	100,0	100,0	

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

3.5.4. Os canais de comunicação utilizados como fontes de informação sobre agricultura e saúde

Na Tabela 9 constam as frequências do uso das principais mídias de massa (televisão, rádio, jornais, Internet e outras fontes) para obter informação sobre os temas relacionados à atividade agrícola e aos temas relacionados à saúde. Todos os principais canais formais pesquisados são utilizados pelos participantes do estudo. Um pouco mais da metade dos participantes utiliza a televisão (52,4%) e a rádio (50,8%) para obter informações sobre agricultura. Os homens usam a rádio com uma frequência significativamente mais alta (53%) que as mulheres (31,3%). Jornais (8,5%) e Internet (3,1%) são utilizados por poucos entrevistados.

Em geral, a confiança nas informações difundidas pelos diversos canais de comunicação é alta, com níveis acima de 80%. O nível mais baixo de confiança é o das mulheres, que utilizam a televisão como meio de informação sobre agricultura (82,4%). A Internet é utilizada somente por homens (3,5%), mas é considerada uma fonte confiável por 100% deles. Outras fontes de informação foram indicadas por 31% dos participantes do estudo. Dentre elas foram citados os informativos oferecidos em eventos realizados nas diversas comissões de irrigação, materiais distribuídos por outras entidades do governo municipal, materiais da própria JUAVJ e materiais de empresas agroindustriais (Bayer, Farmex, Tecuse) e do comércio de insumos, bem como informações fornecidas pessoalmente pelos engenheiros agrícolas que assessoram os agricultores. O grau de confiança também é alto para essas outras fontes de informação.

Tabela 9. Uso dos canais de comunicação formais e a confiança atribuída a eles para obter informações sobre agricultura e saúde, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.

	total (%)	confiança (%)	homem (%)	confiança (%)	mulheres (%)	confiança (%)
agricultura						
TV	52,4	90,4	52,3	91,3	53,1	82,4
radio*	50,8	92,6	53,0	92,1	31,3	100,0
jornais	8,5	85,2	8,7	84,0	6,3	100,0
internet	3,1	100,0	3,5	100,0	0,0	0,0
outras fontes	31,0	87,9	31,4	87,8	28,1	88,9
saúde						
TV	71,5	99,6	70,4	99,5	81,3	100,0
radio*	23,5	93,3	24,4	92,9	15,5	100,0
jornais	13,5	93,0	13,2	92,1	15,6	100,0
internet	3,1	90,0	3,5	90,0	0,0	0,0
outras fontes	20,7	100,0	20,6	100,0	21,9	100,0

*Chi-square: $p < 0,05$ entre os dois grupos estudados.

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

Com respeito ao tema da saúde, quase três quartos dos participantes utilizam a televisão como principal fonte de informação (71,5%). Em segundo e terceiro lugares estão a rádio (23,5%) e outras fontes de informação (20,7%). Estas últimas são oferecidas por ocasião de consultas feitas nos postos e centros de saúde, em farmácias, nos hospitais da região, nos escritórios de Seguro Social de Saúde Municipal, nas escolas dos filhos, no Ministério da Saúde, em coleções, revistas e livros de saúde ofertados por médicos particulares, na medicina natural, e em igrejas (cura espiritual). O uso de jornais e Internet é menos frequente: apenas 13,5% e 3,1% dos participantes os consultam, respectivamente. A Internet é usada apenas por homens. A confiança atribuída pelas mulheres à televisão, às emissoras de rádio e às outras fontes de informação é muito alta, 100% delas confiam nestes canais de informação, enquanto os homens confiam mais em outras fontes de informação (100%) e na televisão (91,3%) como melhores meios de comunicação para obter informações sobre saúde.

A Tabela 10 apresenta os dados sobre a comunicação interpessoal sobre agricultura e saúde, entre homens e mulheres da população de estudo. O número de indivíduos com quem homens e mulheres conversam sobre agricultura é parecido, em

média 3,9 pessoas (DP 2,3) e 3,3 pessoas (DP 1,6), respectivamente. Tanto os homens quanto as mulheres do estudo conversam em média com um maior número de homens (3,7), do que de mulheres (2,8). No entanto, a discussão sobre esse tema ocorre, preferencialmente, entre pessoas do mesmo sexo, ou seja, os homens conversam significativamente mais com outros homens, em média 3,7 (DP 2,2), e as mulheres conversam significativamente mais com outras mulheres, em média 0,6 (DP 0,9).

A discussão sobre práticas agrícolas ocorre mais com pessoas externas ao núcleo familiar, em média 3,3 (DP 2,2), do que com pessoas da mesma família, em média 0,5 (DP 0,8). As pessoas indicadas nessa categoria são amigos, vizinhos, funcionários que trabalham no cultivo e técnicos agrícolas, entre outras. O número de parceiros de discussão varia de zero a 11 indivíduos, quando são homens e pessoas externas à família; e de zero a 4 pessoas quando são mulheres e membros internos da família.

Tabela 10. Comunicação interpessoal para obter informações sobre agricultura e saúde, entre homens (n=287) e mulheres (n=32) do estudo.

	total			homem		mulher		ANOVA
	média	DP	intervalo	média	DP	média	DP	
com quem conversa sobre agricultura								
núm. de indivíduos	3,8	2,2	0-11	3,9	2,3	3,3	1,6	NS
núm. de homens	3,6	2,2	0-11	3,7	2,2	2,8	1,6	p<0,05
núm. de mulheres	0,2	0,5	0-4	0,2	0,4	0,6	0,9	p<0,0001
núm. de familiares	0,5	0,8	0-4	0,4	0,8	0,6	0,8	NS
núm. de externos	3,3	2,2	0-11	3,4	2,2	2,2	1,7	NS
com quem conversa sobre saúde								
núm. de indivíduos	2,4	1,5	0-6	2,4	1,6	2,2	0,9	NS
núm. de homens	1,6	1,2	0-6	1,6	1,3	1,5	1,0	NS
núm. de mulheres	0,8	0,9	0-4	0,8	0,9	0,7	0,7	NS
núm. de familiares	0,9	1,2	0-6	0,9	1,3	1,1	1,1	NS
núm. de externos	1,4	1,3	0-6	1,5	1,4	1,1	0,2	NS

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

Com relação ao tema da saúde, ocorre também que em média homens e mulheres conversam com um número semelhante de pessoas, 2,4 (DP 1,6) e 2,2 (DP 0,9), respectivamente. Homens conversam mais entre homens, em média 1,6 (DP 1,3), enquanto as mulheres em média conversam mais com homens, 1,5 (DP 1,0) do que com

mulheres, 0,7 (DP 0,7). A discussão sobre o tema da saúde ocorre também mais com indivíduos externos à família, em média 1,4 (DP 1,3), do que entre membros da família, em média 0,9 (DP 1,2) indivíduos.

3.5.5. As características da TISI e a percepção dos agricultores sobre os seus benefícios ou prejuízos para o cultivo do arroz

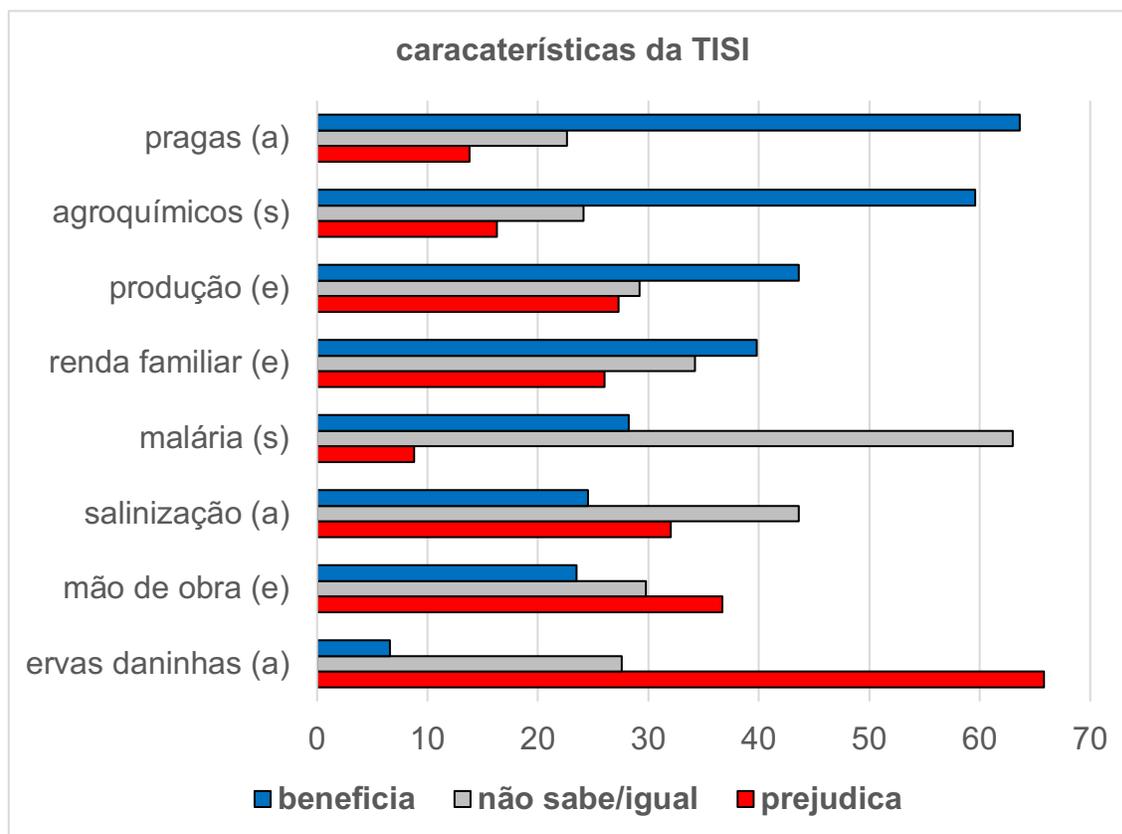
O Gráfico 1 apresenta as porcentagens dos indivíduos que consideram que a TISI traz benefícios, prejuízos ou é indiferente em relação a cada uma das oito características analisadas e que estão associadas aos aspectos econômicos (e), ambientais (a) e de saúde (s). A característica da TISI considerada vantajosa pelo maior número de participantes é a redução na ocorrência de pragas (65%), vinculada ao aspecto ambiental. Em segundo lugar, muitos participantes (59%) consideram positivo que a TISI permita reduzir o consumo de agroquímicos. O terceiro benefício mais apontado pelos participantes (44%) diz respeito ao aumento da produção de arroz, vinculado ao aspecto econômico da TISI.

Os participantes consideraram que a TISI traz mais prejuízos que benefícios, em primeiro lugar, no controle de ervas daninhas (66%). Isso se deve ao fato de que os períodos de secas propiciam, naturalmente, o aparecimento de plantas oportunistas que competem com o arroz pelos nutrientes do solo, trazendo prejuízos para a produção. Outra característica da TISI considerada desvantajosa pelos participantes (37%) está relacionada à necessidade de empregar mais mão-de-obra para executar a capina manual e suprimir as ervas daninhas.

Muitos participantes (63%) não identificaram benefícios nem prejuízos quanto à aplicação da TISI no que toca à incidência da malária. Embora 50,8% deles tenham demonstrado conhecimento sobre transmissão e prevenção (Tabela 5), eles parecem não associar a TISI a uma redução dos mosquitos vetores da doença. Outra característica da TISI que os participantes consideraram indiferente (ou não souberam opinar) para o cultivo do arroz foi a sua implicação na salinização dos solos (44%). Nesse caso, vemos que muitos participantes não compreendem o mecanismo de lixiviação dos solos ocasionado pelo excesso de irrigações e a consequente liberação dos sais presentes no

solo.

Gráfico 1. Porcentagens dos participantes do estudo que consideram que a TISI traz benefícios, prejuízos ou é indiferente/não sabe opinar, para as diferentes características da prática.

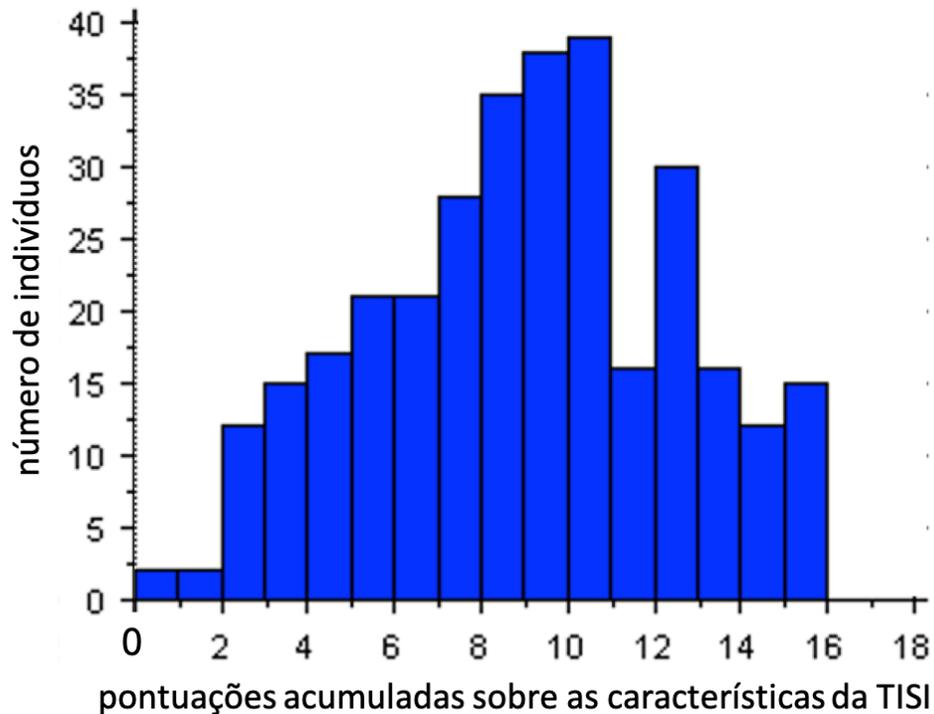


Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

Conforme observado no Gráfico 1, os participantes do estudo atribuíram uma importância às diferentes características da TISI, de acordo com suas percepções. Com isso, as respostas foram pontuadas seguindo a metodologia apresentada para a construção do Índice de Percepção de Benefícios (IPB). As pontuações totais acumuladas pela soma das respostas para cada característica da TISI estão descritas no Gráfico 2. Os participantes que acumularam entre zero (0) a oito (8) pontos apresentaram percepções predominantemente negativas, enquanto que os participantes que acumularam entre nove (9) e dezesseis (16) pontos apresentaram percepções predominantemente positivas em relação ao uso da TISI no cultivo do arroz.

Gráfico 2. Distribuição de frequência das pontuações acumuladas pelos agricultores do estudo sobre as características da TISI.



Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

3.5.6. As correlações entre os fatores extrínsecos e as percepções sobre os benefícios ou prejuízos da TISI

A Tabela 11 apresenta os resultados das regressões logísticas bivariadas que mostram a probabilidade de associação entre as variáveis independentes (sociodemográficas, o contexto econômico e o conhecimento prévio sobre malária) e o Índice de Percepção de Benefícios (IPB). Entre as características sociodemográficas, o tempo de experiência na agricultura e a participação nas duas entidades de gestão da água, a Junta de Usuários e o Comitê de Irrigadores, estão associadas a uma maior probabilidade de reconhecer benefícios da TISI. Com relação ao contexto econômico dos agricultores, a destinação dos investimentos para compra de fertilizantes e pesticidas,

para o pagamento de pessoal ou para outros fins está associada à percepção de benefícios no uso da TISI. Da mesma forma, conhecer os aspectos de transmissão e prevenção da malária também está associado a uma maior probabilidade de reconhecer vantagens em utilizar a TISI. As diversas outras variáveis foram testadas e não mostraram associação significativa com a percepção de benefícios da TISI.

Tabela 11. Regressões logísticas bivariadas entre as características sociodemográficas, o contexto econômico, o conhecimento sobre a malária e o Índice de Percepção de Benefícios no uso da TISI.

modelos bivariados	odd ratios	p
sexo	0,828	0,6154
idade	1,004	0,6342
escolaridade (anos de estudo formal)	1,009	0,7246
anos que vive no vale	1,006	0,3607
principal atividade econômica	0,810	0,6733
anos de experiência na agricultura	1,025	0,0150
participa da JUAVJ	2,867	<0,0001
participa dos Comitês de Irrigação	2,457	0,0001
total de hectares cultivado	0,974	0,2551
hectares cultivados como proprietário	0,992	0,7156
hectares cultivados como arrendatário	1,018	0,6644
hectares de arroz como capataz	0,619	0,5014
capital próprio	1,275	0,2862
crédito de caixa rural	0,738	0,2308
crédito bancário	0,963	0,9106
crédito de empréstimos	1,162	0,7586
crédito de vendedores de insumos	0,610	0,5907
compra de fertilizantes	2,444	0,0006
compra de pesticidas	2,514	0,0004
pagamento de pessoal	2,393	0,0007
outros fins*	4,145	<0,0001
conhecimento sobre malária	1,807	<0,0001

* Pagamento da água para a irrigação, aluguel de maquinário, compra de sementes, entre outros itens relacionados à produção.

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

A Tabela 12 reúne os resultados da regressão logística bivariada entre (i) os canais de comunicação formais (mídias de massa) e a confiabilidade atribuída a cada um destes canais e (ii) o Índice de Percepção de Benefício na utilização da TISI. A associação entre

o uso das diferentes mídias de massa para obter informações sobre o tema da agricultura e a percepção de benefícios na adoção da TISI não é significativa para nenhum dos meios de comunicação. Já com relação ao tema da saúde, os jornais e outras fontes de informação consultados pelos participantes estão associados significativamente com a percepção de benefícios em utilizar a prática.

Tabela 12. Regressões logísticas bivariadas entre as mídias de massa, a sua confiabilidade e o Índice de Percepção de Benefícios no uso da TISI.

modelos bivariados	odd ratios	p
canais de comunicação - agricultura		
tv	0,956	0,8395
rádio	0,805	0,3352
jornais	0,608	0,2231
Internet	0,605	0,4432
outras fontes	0,970	0,9003
canais de comunicação - saúde		
tv	1,229	0,4054
radio	0,755	0,2878
jornais	2,698	0,0059
internet	0,605	0,4432
outras fontes	0,525	0,0221

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

A Tabela 13 apresenta os resultados da regressão logística bivariada entre os canais de comunicação informais (relações interpessoais), o grau de confiabilidade que agricultores atribuem a essas relações e o Índice de Percepção de Benefício na utilização da TISI. Dentre essas categorias de análise, o número total de indivíduos e o número de homens com quem os participantes discutem o tema da agricultura estão associados positivamente com a percepção de benefícios da TISI. Além disso, o fato de os indivíduos conversarem com pessoas externas à família também tem associação significativa. Estes indivíduos externos à família podem ser vizinhos, amigos, pessoal de trabalho, técnicos agrícolas, entre outros. Sobre o tema da saúde, a associação entre conversar com membros da família e perceber benefícios da TISI é negativa (odd ratio < 1). Isso significa que quanto mais discussão sobre saúde dentro da família, menos se considera que a

TISI pode trazer benefícios. O inverso acontece com pessoas fora da família. Quanto mais se conversa sobre saúde com membros externos à família, maior a probabilidade de considerar que a TISI traz vantagens para o cultivo do arroz.

Tabela 13. Regressões logísticas bivariadas entre as relações interpessoais, sua confiabilidade e o Índice de Percepção de Benefícios no uso da TISI.

modelos bivariados	odd ratios	p
comunicação interpessoal sobre agricultura		
conversa sobre agricultura (sim/não)	1,640	0,5907
número de indivíduos	1,150	0,0082
número de homens	1,151	0,0087
número de mulheres	1,028	0,9007
número de familiares	0,860	0,3065
número de pessoas externas à família	1,175	0,0032
comunicação interpessoal sobre saúde		
conversa sobre saúde (sim/não)	2,155	0,0422
número de indivíduos	1,088	0,2597
número de homens	1,059	0,5238
número de mulheres	1,141	0,3060
número de familiares	0,813	0,0253
número de pessoas externas	1,355	0,0008

Elaboração própria da autora.

Fonte: pesquisa de campo.

3.6. DISCUSSÃO

Esta pesquisa sobre o processo de adoção de novas práticas agrícolas adota como premissa a importância das percepções dos agricultores sobre inovações. Em geral, os agricultores tomam conhecimento de uma nova tecnologia, aprendem como aplicá-la e avaliam os seus resultados em termos de produtos, rendimento, benefícios potenciais, riscos e custos. As informações que eles têm sobre uma nova prática formam a base das percepções e atitudes que irão tomar em relação à tecnologia. Com relação a novas

práticas agrícolas, as características próprias da inovação estão diretamente relacionadas às percepções dos indivíduos. Eles medem os benefícios e custos da nova prática, como a contribuição que ela pode dar à renda familiar, à segurança alimentar, à fertilidade do solo, à saúde; eles contabilizam os produtos gerados e os custos, tais como a compra de insumos, de equipamentos, do manejo de pragas e doenças. Tudo isso influencia os conhecimentos, as percepções e as atitudes dos indivíduos sobre a inovação (MEIJER et al., 2015).

Os resultados deste capítulo demonstram que os benefícios percebidos pelos agricultores sobre a TISI para o cultivo do arroz no Vale do Jequetepeque estão relacionados com as características próprias da inovação que, por sua vez, interagem com os aspectos econômicos, ambientais e de saúde humana. Dentre as características da TISI analisadas, a maioria dos participantes do estudo considera que ela traz vantagens para o controle de pragas, para um manejo mais efetivo de agroquímicos e para o aumento da produção e da renda familiar. Os benefícios econômicos da TISI são preponderantes, já que tanto a ocorrência de pragas (aspecto ambiental) quanto o uso de agroquímicos (aspecto da saúde) interferem nos custos da produção. Eles são considerados os mais relevantes pelos participantes do estudo. Segundo Agarwal (1983), as características econômicas de uma inovação são medidas a partir da constatação de um benefício financeiro direto, em curto prazo. Nesse sentido, pode-se inferir que, devido aos seus benefícios econômicos, a TISI foi considerada uma prática vantajosa entre os agricultores do estudo.

A principal característica da TISI considerada desvantajosa para a produção do arroz está relacionada ao aparecimento de ervas daninhas e, conseqüentemente, a um aumento da mão de obra exigida para o controle dessas espécies oportunistas. A irrigação dos campos de cultivo influencia diretamente o controle dessas plantas (PRASAD, 2011). A mudança no regime de intensivo de água para um cultivo mais aeróbico pode significar um aumento dos custos totais da produção, pois além de um gasto maior com mão de obra, o agricultor pode entender que a TISI demanda mais aplicações de herbicidas para o controle dessas plantas.

A ponderação dos potenciais benefícios e prejuízos associados à TISI molda a percepção dos agricultores sobre as vantagens ou desvantagens de adotar a prática no

Vale do Jequetepeque. No entanto, segundo REIMER; WEINKAUF; PROKOPY, (2012), a melhor maneira de entender o processo de adoção de uma inovação é examinar o quadro completo, considerando também os fatores extrínsecos à inovação e como eles podem se associar às percepções dos agricultores e determinar as suas decisões sobre a adoção de uma prática específica.

Os resultados deste estudo demonstraram que algumas características sociodemográficas estiveram associadas à percepção de benefícios da aplicação da TISI. Os participantes do estudo mais experientes na agricultura, ou seja, que estão há mais tempo trabalhando no cultivo do arroz, percebem benefícios no uso da TISI. Esse resultado pode estar associado ao fator “compatibilidade” da inovação, descrito por ROGERS (2003). Segundo o autor, a compatibilidade de uma inovação é percebida pela ótica dos valores existentes, das experiências passadas e das necessidades dos potenciais adotantes. Ele afirma que quanto mais a inovação se revele compatível com uma prática existente, mais rapidamente ela pode ser adotada. Outros autores sugerem que as percepções dos agricultores sobre uma inovação estão intimamente relacionadas com o conhecimento que eles têm sobre ela. Com isso, eles formam as suas opiniões sobre uma determinada prática, tendo como base as suas necessidades e experiências anteriores. Assim, tanto o conhecimento, as experiências prévias e as percepções sobre uma inovação quanto a sua compatibilidade com o sistema produtivo podem determinar a atitude dos agricultores em relação a ela (MEIJER et al., 2015; NGUYEN et al., 2016).

Além da experiência dos agricultores, os resultados indicam que a participação nas entidades de gestão coletiva da água, como a Junta de Usuários e os Comitês de Irrigação, podem permitir uma melhor compreensão sobre os benefícios de uma nova prática. Essas entidades são espaços coletivos, nas quais circulam informações sobre inovações das práticas agrícolas, como a TISI (HUAMANCHUMO et al., 2008). Eles parecem ter o potencial de alcançar os agricultores de diferentes categorias, tanto proprietários como arrendatários e capatazes. Parecem ser loci privilegiados para promover a TISI.

Algumas variáveis do contexto econômico também estiveram associadas à percepção de benefícios na aplicação TISI. Essas variáveis estão vinculadas ao financiamento da produção agrícola, em especial à destinação dos recursos para a

compra de fertilizantes e pesticidas e para o pagamento de pessoal, entre outros fins. A maioria dos agricultores do estudo destina os seus investimentos à compra de agroquímicos e ao pagamento de pessoal. Nesse sentido, a implementação de uma nova prática que reduz a necessidade de investimentos em agroquímicos e em mão de obra pode ser prontamente percebida como vantajosa entre os produtores.

Pouco mais da metade dos participantes demonstrou conhecer os aspectos de transmissão e prevenção da malária. Outros 20% dos agricultores conhecem ao menos um destes aspectos. No entanto, ao serem questionados sobre os benefícios da TISI para a saúde de modo geral (Gráfico 1), os agricultores aparentemente não souberam explicar como a TISI pode ajudar no combate à doença. Isto pode estar relacionado ao pouco conhecimento sobre o ciclo reprodutivo dos mosquitos transmissores e sobre como a aplicação da TISI interrompe este ciclo. Ainda assim, o índice de conhecimento sobre a malária está associado significativamente à percepção de benefícios da TISI. Isso quer dizer que, embora poucos participantes saibam explicar como esses benefícios ocorrem na prática, o fato de conhecer os aspectos de transmissão e prevenção da doença faz com que eles considerem a TISI vantajosa para tratar do problema.

Com relação aos canais de comunicação formais, não houve associação entre o uso das mídias de massa para obter informações sobre a agricultura e a percepção de benefícios no uso da TISI. No entanto, a confiança atribuída a esses canais de comunicação, conforme apresentado na Tabela 3.6, demonstra a importância de aproveitar o potencial que esses meios de comunicação têm para a transmissão de informações sobre novas tecnologias agrícolas. Por outro lado, os resultados mostram que existe uma discussão ativa sobre a agricultura entre os participantes do estudo e sugerem que as informações sobre os benefícios da TISI podem circular entre os agricultores do sexo masculino que conversam sobre o tema. Nesse sentido, é possível que ações de promoção da prática em espaços nos quais homens debatam a agricultura tenham um efeito multiplicador, por meio das redes sociais existentes entre eles.

Para as mulheres não existe esta associação entre discussões sobre agricultura e percepção de vantagens da TISI. Essa observação pode indicar que as mulheres estabelecem trocas de informações sobre o tema da agricultura, mas que estas discussões podem não estar diretamente relacionadas aos benefícios no uso da TISI. A

discussão sobre aspectos do cultivo agrícola e as percepções de benefícios da TISI é um tema abordado mais fora da família e entre membros de outros espaços. Isso pode estar relacionado ao fato de que os agricultores obtêm mais informações sobre práticas agrícolas a partir dos seus contatos com vizinhos, amigos e técnicos agrícolas que prestam assessoria periódica aos agricultores (FEDER; JUST; ZILBERMAN, 1984).

Sobre os temas de saúde, a utilização de jornais e outras fontes de informação está significativamente associado à percepção de benefícios da TISI. Isso pode significar que esses canais têm potencial em difundir informações orientadas para saúde que se refletem nos modos de produção agrícola da região. Quanto às relações interpessoais, não há associação entre a discussão sobre o tema e a percepção de vantagens no uso da TISI, tanto para os homens quanto para as mulheres do estudo. No entanto, a associação existe quando a discussão sobre saúde ocorre entre membros internos e externos à família. Isso sugere que quando os temas de saúde são discutidos no seio familiar, menos os participantes consideram que a TISI traz benefícios nesse aspecto. No entanto, quanto mais se conversa de saúde em outros espaços externos à família, como por exemplo, na ocasião de consultas médicas ou em visitas aos postos de saúde, maior a probabilidade de considerar que a TISI traz vantagens para o cultivo do arroz.

O alto grau de confiança nas diversas fontes de informação permite considerar que as mídias de massa e as relações interpessoais podem ser canais efetivos para promover a difusão de novos conhecimentos sobre os benefícios da TISI, como parte de uma estratégia integrada visando a sua adoção. As mensagens poderiam ser adaptadas de acordo com as diferenças de gênero observadas nas discussões interpessoais sobre as questões de agricultura e de saúde, enfatizando tanto os aspectos técnicos e agrícolas quanto os vínculos entre as práticas de campo e a saúde humana. Uma mensagem importante desse estudo é que as relações interpessoais parecem ser mais efetivas para a troca de informações sobre temas da agricultura do que as mídias de massa, enquanto que os canais formais utilizados para obter informações sobre saúde estão mais associados à percepção de benefícios da TISI. Nesse sentido, estratégias de promoção da TISI poderiam encontrar espaços de discussões sobre questões de agricultura e saúde, em que homens e mulheres estão frequentemente envolvidos, com o objetivo de capitalizar as suas redes sociais para promover a divulgação de informação relevante

sobre os benefícios da TISI. Uma circulação mais efetiva dessas informações pode favorecer a adoção da técnica entre os agricultores do Vale do Jequetepeque.

Uma consideração adicional observada na revisão da literatura é que poucos estudos se concentraram na adoção contínua ao longo do tempo. A última etapa do processo de adoção no modelo de inovações de ROGERS (2003) é a confirmação da adoção. A maioria dos estudos na área busca compreender somente o processo de tomar a decisão de adotar uma nova prática e poucos descrevem a intenção de continuar praticando a inovação a longo prazo. O próximo capítulo irá abordar como o projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” influenciou a percepção de um grupo específico de agricultores sobre os benefícios da TISI e a sua intenção de adotá-la no futuro.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABROMS, L. C.; MAIBACH, E. W. The Effectiveness of Mass Communication to Change Public Behavior. *Annual Review of Public Health*, v. 29, n. 1, p. 219–234, 2008.

ADESINA, A. A.; ZINNAH, M. M. Technology characteristics, farmers’ perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics*, v. 9, n. 4, p. 297–311, 1993.

ADRIAN, A. M.; NORWOOD, S. H.; MASK, P. L. Producers’ perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 48, n. 3, p. 256–271, 2005.

AGARWAL, B. Diffusion of rural innovations: Some analytical issues and the case of wood-burning stoves. *World Development*, v. 11, n. 4, p. 359–376, 1983.

AGARWAL, R.; PRASAD, J. The Role of Innovation Characteristics and Perceived Voluntariness in the Acceptance of Information Technologies. *Decision Sciences*, v. 28, n. 3, p. 557–582, 1997.

ALEN, J. M.; SANDER, B. O. *The diverse benefits of Alternate Wetting and Drying (AWD)*. Los Baños, Philippines: [s.n.], 2019. Disponível em: <www.ccafs.cgiar.org>.

BAUMGART-GETZ, A.; PROKOPY, L. S.; FLORESS, K. Why farmers adopt best management practice in the United States: A meta-analysis of the adoption literature. *Journal of Environmental Management*, v. 96, n. 1, p. 17–25, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479711003598>>.

BODIN, Ö.; CRONA, B. I. Management of Natural Resources at the Community Level: Exploring the Role of Social Capital and Leadership in a Rural Fishing Community. *World Development*, v. 36, n. 12, p. 2763–2779, 2008. Disponível em:

<www.elsevier.com/locate/worlddev>.

BOSSIO, J. F.; SARAIVA, M.; WOLF, P. *Desarrollo Rural y Tecnologías de Información y Comunicación*. Lima: GTZ, ITDG, MINAG-DGIA, 2005.

BOUMAN, B. A. .; TUONG, T. . Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agricultural Water Management*, v. 49, n. 1, p. 11–30, jul. 2001. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378377400001281>>.

CARY, J. W.; WEBB, T.; BARR, N. F. *The adoption of sustainable practices: Some new insights. An analysis of drivers and constraints for the adoption of sustainable practices derived from research*. [S.l: s.n.], 2001.

CASWELL, M. *et al.* Adoption of Agricultural Production Practices: Lessons Learned from the U.S. *Agricultural Economic Report*, n. 792, p. 116, 2001. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/Publications/AER792/>>.

CHÁVEZ, W. C. *Evaluación Ambiental de la Iniciativa de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control de la Malaria*. . [S.l: s.n.], 2007.

CISNEROS, M. J. *Impacto de la Represa Gallito Ciego em la pérdida de tierras de cultivo por salinización en la cuenca baja del Río Jequetepeque (1980-2003)*. 2013. 73 f. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.

DE VRIES, M. E. *et al.* Rice production with less irrigation water is possible in a Sahelian environment. *Field Crops Research*, v. 116, n. 1–2, p. 154–164, 2010.

FEDER, G.; JUST, R. E.; ZILBERMAN, D. *Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey*. . [S.l: s.n.], 1984.

FIGUEROA, M. E. *et al.* *Communication for Social Change: An Integrated Model for Measuring the Process and Its Outcomes By*. . New York: [s.n.], 2002.

FULAZZAKY, M. A. Participation of farmers in irrigation water management in Indonesia: a review. *Irrigation and Drainage*, v. 66, n. 2, p. 182–191, 2017.

GHADIM, A. K. A.; PANNELL, D. J. A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation. *Agricultural Economics*, v. 21, n. 2, p. 145–154, 1999. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169515099000237>>.

GORDON, L. J.; FINLAYSON, C. M.; FALKENMARK, M. Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services. *Agricultural Water Management*, v. 97, n. 4, p. 512–519, 2010.

GUERRERO-PADILLA, A. M. Demanda hídrica y calidad de agua de uso agrícola de la cuenca del río Jequetepeque, Perú. *REBIOL-Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, v. 35, n. 2, p. 5–18, 2015.

GUERRERO-PADILLA, A. M.; FLORIÁN-FLORIÁN, J. C. Demanda y uso de agua en los sectores de riego de la cuenca baja del río Jequetepeque (La Libertad, Perú). *REBIOL-Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, v. 33, n. 1, p. 1–17, 2013.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. *Applied logistic regression*. 2nd. ed. Columbus, Ohio: [s.n.], 2000.

HUAMANCHUMO, J. *et al.* Developing capacity in water users organizations: the case of Peru. *Irrigation and Drainage*, v. 57, p. 300–310, 2008. Disponible em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.626/full>>.

JANSSON, J. Consumer Eco-Innovation Adoption: Assessing Attitudinal Factors and Perceived Product Characteristics. *Business Strategy and the Environment*, v. 20, n. 3, p. 192–210, 2011.

KABIL, T.; HORWITZ, P. A review of landholder motivations and determinants for participation in conservation covenanting programmes. *Environmental Conservation*, v. 33, n. 1, p. 11–20, 2006.

KEISER, J.; SINGER, B. H.; UTZINGER, J. Reducing the burden of malaria in different eco-epidemiological settings with environmental management: A systematic review. *Lancet Infectious Diseases*, v. 5, n. 11, p. 695–708, 2005.

KEISER, J.; UTZINGER, J.; SINGER, B. H. The potential of intermittent irrigation for increasing rice yields, lowering water consumption, reducing methane emissions, and controlling malaria in African rice fields. *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 18, n. 4, p. 329–340, 2002.

KIBRET, S. *et al.* Can water-level management reduce malaria mosquito abundance around large dams in sub-Saharan Africa? *PLoS ONE*, v. 13, n. 4, p. 1–12, 2018.

KÜRSCHNER, E. *et al.* *Water Saving in Rice Production—Dissemination, Adoption and Short Term Impacts of Alternate Wetting and Drying (AWD) in Bangladesh*. Series of the Department of Rural Development 241. Berlín: SLE Publication Series, S241, 2010. Disponible em: <[http://agriwaterpedia.info/images/1/16/SLE_\(2010\)_Water_Saving_in_Rice_Production.pdf](http://agriwaterpedia.info/images/1/16/SLE_(2010)_Water_Saving_in_Rice_Production.pdf)>.

LEBEL, J. *Salud: Un Enfoque Ecosistémico*. Ottawa, Canada: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Publicado, 2005.

LIU, R.; PIENIAK, Z.; VERBEKE, W. Food-related hazards in China: Consumers' perceptions of risk and trust in information sources. *Food Control*, v. 46, p. 291–298, 2014. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.033>>.

MACHER, J. C. S.; LUNA, E. F. R. *Estudio Económico - 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*. ESTUDIO DE

APROXIMACIÓN ECOSISTÉMICA. Lima: [s.n.], 2016.

MAZVIMAVI, K.; TWOMLOW, S. Socioeconomic and institutional factors influencing adoption of conservation farming by vulnerable households in Zimbabwe. *Agricultural Systems*, v. 101, n. 1–2, p. 20–29, 2009. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2009.02.002>>.

MBOERA, L. E. G. *et al.* Knowledge, perceptions and practices of farming communities on linkages between malaria and agriculture in Mvomero District, Tanzania. *Acta Tropica*, v. 113, n. 2, p. 139–144, 2010.

MEIJER, S. S. *et al.* The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, v. 13, n. 1, p. 40–54, 2015. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1080/14735903.2014.912493>>.

MERTENS, F. *et al.* Information sources, awareness and preventive health behaviors in a population at risk of Arsenic exposure: The role of gender and social networks. *PLoS ONE*, v. 12, n. 10, p. 1–14, 2017.

MERTENS, F. *et al.* Network approach for analyzing and promoting equity in participatory ecohealth research. *EcoHealth*, v. 2, n. 2, p. 113–126, 2005.

MERTENS, F.; SAINT-CHARLES, J.; MERGLER, D. Social communication network analysis of the role of participatory research in the adoption of new fish consumption behaviors. *Social Science & Medicine*, v. 75, n. 4, p. 643–50, 2012. Disponible em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22172976>>.

MITTER, H. *et al.* Exploring Farmers' Climate Change Perceptions and Adaptation Intentions: Empirical Evidence from Austria. *Environmental Management*, v. 63, n. 6, p. 804–821, 2019. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00267-019-01158-7>>.

NGUYEN, T. P. L. *et al.* Perceiving to learn or learning to perceive? Understanding farmers' perceptions and adaptation to climate uncertainties. *Agricultural Systems*, v. 143, p. 205–216, 2016. Disponible em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308521X16300014>>.

OSTROM, E. Reformulating the commons. *Swiss Political Science Review*, v. 6, n. 1, p. 29–52, 2000.

PALIS, F. G. *et al.* A multi-stakeholder partnership for the dissemination of alternate wetting and drying water-saving technology for rice farmers in the Philippines. *AIMS Agriculture and Food*, v. 2, n. 3, p. 290–309, 2017.

PANDO, L. R. G. *et al.* Siembra directa: una alternativa para mejorar la sustentabilidad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, v. 6, p. 13–26, 2017.

PERU. *El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el valle Jequetepeque*. . Lima: [s.n.], 2012.

PERU. *Evaluación de Recursos Hídricos de la Cuenca del rio Jequetepeque: Aguas Superficiales*. , n° Componente ii: aguas subterráneas. Lima: [s.n.], 2015.

PERU. *Plan de Implementación de la Estrategia de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control Vectorial de la Malaria en Regiones Priorizadas del Perú*. . Lima: [s.n.], 2011.

PERU. *Salud y Agricultura Sostenibles: Un reto del futuro. Riego intermitente en el cultivo del arroz para el control vectorial de la Malaria en la costa norte peruana*. . Lima: [s.n.], 2002.

PRAGER, K.; POSTHUMUS, H. Socio-economic factors influencing farmers' adoption of soil conservation practices in Europe. In: NAPIER, T. L. (Org.). . *Human Dimensions of Soil and Water Conservation*. [S.l.]: Nova Science Publishers, Inc., 2011. p. 1–21.

PRASAD, R. *Aerobic Rice Systems*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 111.

PROKOPY, L. S. *et al.* Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 63, n. 5, p. 300–311, 2008.

REIMER, A. P.; WEINKAUF, D. K.; PROKOPY, L. S. The influence of perceptions of practice characteristics: An examination of agricultural best management practice adoption in two Indiana watersheds. *Journal of Rural Studies*, v. 28, n. 1, p. 118–128, 2012. Disponible em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0743016711000878>>.

RITTER, C. *et al.* Invited review: Determinants of farmers' adoption of management-based strategies for infectious disease prevention and control. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 5, p. 3329–3347, 2017. Disponible em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217301662>>.

ROGERS, E. M. *Diffusion of Innovations*. Third ed. New York: The Free Press, 2003. Disponible em: <teddykw2.files.wordpress.com/.../everett-m-rogers-diffusion-of-innovati..>.

SCOTT, B. E. *et al.* Marketing hygiene behaviours: The impact of different communication channels on reported handwashing behaviour of women in Ghana. *Health Education Research*, v. 23, n. 3, p. 392–401, 2008.

SOULE, M. J.; TEGENE, A.; WIEBE, K. D. Land tenure and the adoption of conservation practices. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 82, n. 4, p. 993–1005, 2000.

TUMBO, S. D. *et al.* An empirical framework for scaling-out of water system innovations:

Lessons from diffusion of water system innovations in the Makanya catchment in Northern Tanzania. *Agricultural Water Management*, v. 98, n. 11, p. 1761–1773, 2011. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2010.03.010>>.

VALENTE, T. W.; FOSADOS, R. Diffusion of innovations and network segmentation: the part played by people in promoting health. *Sexually transmitted diseases*, v. 33, n. 7, p. S23–S31, 2006.

VALENTE, T. W.; PAREDES, P.; POPPE, P. R. Matching the message to the process: The relative ordering of knowledge, attitudes, and practices in behavior change research. *Human Communication Research*, v. 24, n. 3, p. 366–385, 1998.

VÉLEZ, J. R. G. *Análisis de la adherencia de la técnica de secas en el distrito de Pítipo: Campaña 2007 – 2008. Iniciativa de la Técnica de Riego con Secas Intermitentes en el cultivo de arroz para el control vectorial de la malaria región Lambayeque*. [S.l.: s.n.], 2008.

VENTURA, L. M. A. *Manejo de la Técnica de Riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz, a escala de valle Jequetepeque. Informe Técnico Final del Componente Agronómico*. Guadalupe: [s.n.], 2015.

WON, J. G. *et al.* Water Saving by Shallow Intermittent Irrigation and Growth of Rice. *Plant Production Science*, v. 8, n. 4, p. 487–492, 2005.

WORLD BANK. *El futuro del riego en el Perú: desafíos y recomendaciones. Medio Ambiente y Recursos Hídricos*. Washington, DC: [s.n.], 2013.

4. OS EFEITOS DA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO “IRRIGAÇÃO COM SECAS INTERMITENTES” NA PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES SOBRE A TISI

4.1. INTRODUÇÃO

O projeto de pesquisa e intervenção “Irrigação com Secas Intermitentes” (PERU, 2012), desenvolvido pelo Ministério da Saúde do Peru (MINSA), entre os anos de 2014 a 2017, pretendeu promover a adoção da TISI no Vale do Jequetepeque, na costa norte do Peru, como uma prática alternativa ao cultivo do arroz com irrigação permanente. Esse projeto se baseou nos resultados de estudos anteriores (CHÁVEZ, 2007; PERU, 2002, 2011; VÉLEZ, 2008), de menor escala, realizados em outras localidades da costa norte. Esses estudos anteriores mostraram que a TISI apresentou múltiplos benefícios em diversos aspectos, entre eles: (i) econômicos, por conta de uma melhora na produtividade; (ii) ambientais, devido a uma redução da demanda por água e do uso de pesticidas, embora não necessariamente reduzindo a aplicação de herbicidas; (iii) de saúde, por uma alta eficiência no controle das populações de mosquitos vetores de doenças, como a malária.

Um dos focos deste último projeto do MINSA foi a difusão da TISI em uma escala mais ampla, no âmbito regional do Vale do Jequetepeque. Para isso, foi elaborado um plano de difusão, composto por três eixos estratégicos:

1. Construir, por meio de um processo multissetorial e com participação das várias partes interessadas, um modelo de difusão de práticas agrícolas sustentáveis que contribua para influenciar políticas e favorecer a adoção de inovações agrícolas na escala do Vale do Jequetepeque;

2. Desenvolver e implementar uma estratégia de gestão de conhecimento orientada para a aprendizagem, que permita validar, divulgar e orientar o processo de mudança de escala na difusão da TISI e os requisitos de sustentabilidade pós-projeto;

3. Documentar e avaliar a viabilidade da implementação da TISI, a sua eficácia e os seus benefícios à saúde, econômicos e ambientais (PERU, 2012).

Os dois primeiros eixos estratégicos são complementares, pois pretendem construir uma visão comum sobre os processos de mudança no sistema de cultivo do arroz e a difusão da TISI, na escala do vale. O terceiro eixo está focado nas atividades de

implementação da TISI no cultivo do arroz, que incluiu a participação de agricultores do vale interessados em conhecer a técnica.

Este capítulo tem como **objetivo compreender como a participação dos agricultores nas atividades de implementação da TISI influenciou suas percepções sobre a prática e contribuiu para sua difusão.**

Nas próximas seções dessa introdução será apresentada a estrutura do projeto do MINSA, que consiste em uma descrição breve dos seus eixos estratégicos e os diferentes componentes de pesquisa e intervenção desenvolvidos pelo projeto. Serão apresentados também os resultados alcançados pelas atividades de implementação da TISI, que amparam as análises do presente estudo, sobre os efeitos da participação no projeto na percepção dos agricultores sobre a técnica. As informações e dados apresentados nas próximas seções têm como fontes os relatórios anuais e final que foram elaborados pela coordenação e equipe de pesquisa, a qual me integro, ao longo dos quatro anos do projeto (BOCANEGRA, 2016; MACHER; LUNA, 2016; OGUSUKU *et al.*, 2017; OGUSUKU; SANTANDREU; MIRANDA, 2014; VENTURA, 2015). Além desses documentos, incluo relatos meus a partir da minha observação participante nas atividades desenvolvidas dentro dos diferentes componentes de pesquisa e intervenção do projeto.

4.1.1. O Projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” realizado no Vale do Jequetepeque entre 2014 e 2017.

Conforme anunciado anteriormente, o plano de difusão da TISI desenvolvido pelo projeto foi composto por três eixos estratégicos. As atividades desenvolvidas dentro do primeiro eixo buscaram a construção coletiva de uma visão comum sobre os fatores que facilitam ou limitam a adoção da TISI em larga escala. De acordo com o relatório final do projeto, essa visão foi construída entre a equipe de pesquisa (coordenadores, pesquisadores, técnicos locais do projeto) e os atores-chave nos diferentes níveis administrativos: i. nacional, composto pela Comissão Multissetorial, na qual participavam membros do Ministério da Agricultura e do Ministério da Saúde; ii. regional, com a participação de técnicos do setor agrícola e da saúde; e iii. local, formado por membros

das entidades de gestão da água, como a Junta de Usuários e os Comitês de Irrigação, autoridades e vereadores dos municípios, instituições de ensino técnico e representantes do setor privado, entre eles, os moendeiros, que é uma categoria de trabalhadores na cadeia produtiva do arroz. Após a incorporação dos diferentes pontos de vista desses atores, a visão comum sobre a mudança do atual sistema de cultivo passou a priorizar a perspectiva de governança dos recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável do vale, em busca de melhor saúde, mais produção e cuidado ambiental.

A principal atividade realizada dentro do segundo eixo estratégico consistiu na implementação de um Sistema de Gestão de Conhecimento (SGC), que acompanhou as atividades do projeto durante os quatro anos de execução. Por meio de uma série de instrumentos próprios, o SGC buscou: (i) planejar as diversas atividades dentro de cada eixo estratégico; (ii) criar indicadores para medir as atividades e os produtos gerados; (iii) articular institucionalmente as organizações envolvidas; e (iv) orientar as equipes de trabalho (SANTANDREU, 2016).

Com relação ao terceiro eixo estratégico, as atividades desenvolvidas estiveram focadas na implementação da TISI junto aos agricultores do vale. Para isso, o projeto desenvolveu três componentes de pesquisa e intervenção: agrônomo, saúde e social. O **componente agrônomo** buscou adaptar os protocolos tradicionais de cultivo do arroz aos novos modelos propostos pela TISI, monitorando os resultados longitudinalmente, durante três safras agrícolas (entre 2013 e 2016). Com isso, o projeto buscou validar a metodologia da TISI, a partir do acompanhamento de grupos de agricultores que demonstraram interesse em conhecer e aplicar a técnica. Segundo os relatórios, 88 agricultores participaram desse componente, implementando a TISI em seus cultivos, em pelo menos uma das três safras agrícolas que ocorreram durante o período de execução do projeto: 2013-2014, 2014-2015 e 2015-2016.

Foram avaliados duas formas de plantio com a TISI: (i) a tradicional, por transplante e (ii) por semeadura direta, no qual as sementes secas ou pré-germinadas são lançadas diretamente no solo seco ou levemente inundado (BOUMAN *et al.*, 2006). Segundo os resultados de um estudo econômico realizado pela equipe de pesquisadores do projeto (MACHER; LUNA, 2016), foi demonstrado que o plantio com semeadura direta reduz em sete dias o tempo total de cultivo por safra agrícola (150 dias), comparado a quando se

realiza o transplante (157 dias). A quantidade de sementes usada no cultivo com semeadura direta caiu para 36 quilos, dos 60 quilos normalmente utilizados com a semeadura por transplante. Isso representa uma redução de 40% no consumo de sementes (OGUSUKU *et al.*, 2017).

Com a TISI foi determinado que são necessários períodos “secos” de dois, cinco e oito dias intercalados com quatro dias com uma fina camada de água, em ambos métodos de cultivo (transplante ou semeadura direta), do início ao final da fase vegetativa, antes da floração. A lâmina de água durante os quatro dias é essencial para evitar a desnitrificação, ou seja, a perda de nitrogênio devido à volatilização ou percolação (TAN *et al.*, 2013). No modelo de cultivo com a TISI, a aplicação de fertilizantes inorgânicos, ou seja, ureia (nitrogênio), sulfato de potássio, sulfato de amônia, fosfatos, entre outros, foi reduzida em 19%, comparado ao cultivo com irrigação tradicional. No entanto, é necessário compensar a fertilização dos campos de cultivo com a aplicação de fertilizantes orgânicos (esterços de animais) durante a preparação do terreno (MACHER; LUNA, 2016).

Segundo a Gerência Regional de Agricultura do Governo Regional de La Libertad, a produção de arroz de 2014-2015, nas províncias de Chepén e Pacasmayo, onde está localizado o Vale do Jequetepeque, foi de 321.386 toneladas, com um rendimento de 10.556 kg/ha, excedendo a média nacional de 7.600 kg/ha (PERU, 2015). Os rendimentos da produção são variáveis entre as regiões produtoras de arroz no país. No departamento La Libertad o valor de referência é de 10.500 kg/ha. Em 2015, o preço de venda do quilo do arroz foi de 1,16 soles peruanos. Portanto, um hectare de cultivo de arroz gera uma receita bruta de 12.180 soles peruanos, conforme demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14. Receita por vendas de arroz no Vale do Jequetepeque.

produto	rendimento (kg/ha)	preço (soles)	receita (soles)
arroz	10.500	1,16	12.180

Fonte: Elaboração própria, adaptado de MACHER e LUNA (2016).

Segundo o relatório final do projeto, todos os campos de estudo com a TISI apresentaram rendimentos superiores a 20,5%, comparado aos campos nos quais houve o cultivo tradicional com irrigação permanente (OGUSUKU et al., 2017).

Com relação aos custos de produção, a Tabela 15 apresenta as estimativas de custos diretos e indiretos e totais para os dois modelos de cultivo: (i) semeadura tradicional por transplante com irrigação permanente; e (ii) semeadura direta com a TISI. Os dados apresentados foram baseados nas informações disponíveis no Sistema Integrado de Estatísticas Agrícolas (SIEA) do Ministério da Agricultura e Irrigação, na Agência Agrária da Província de Chepén e nos dados fornecidos pelos especialistas em campo do projeto (MACHER; LUNA, 2016; SIEA, 2015; VENTURA, 2015). Esses custos podem sofrer variações dependendo dos preços e quantidades dos componentes que envolvem a produção. Para os agricultores arrendatários, deve ser adicionado o custo do aluguel do terreno, que varia entre 2.000 a 4.000 soles, por hectare e por safra agrícola.

Tabela 15. Custos da produção de arroz por hectare, comparando os dois modelos de cultivo, com irrigação permanente e com a TISI.

	custo total (soles peruanos)	
	irrigação permanente	TISI
custos diretos		
mão de obra	1.785	1.050
maquinaria	1.140	1.140
insumos (1)	3.009	2.737
subtotal custos diretos	5.934	4.927
custos indiretos		
aluguel do terreno	3.000	3.000
juros de crédito agrário (2)	1.000	1.000
assistência técnica (3)	286	492
subtotal custos indiretos	4.286	4.492
total (por hectare)	10.220	9.419

(1) Estão incluídos nos custos de insumos as sementes, os fertilizantes e pesticidas e a taxa única de água cobrada a todos os agricultores do vale; (2) custo equivalente a uma taxa anual de 48%, por cinco meses de prazo; (3) para o custo de assistência técnica são adicionadas taxas de 4,8% e 10% sobre os custos diretos para cultivos com irrigação permanente e com a TISI, respectivamente.

Fonte: Pesquisa de campo, SIEA (2015) e MACHER e LUNA (2016) adaptado.

Se observa que os cultivos com a TISI apresentam uma redução de 17% nos custos diretos, comparado ao cultivo tradicional, com irrigação permanente. Ao considerar os custos indiretos, a TISI apresenta um acréscimo de 4,8%, devido ao custo de assistência técnica. Com relação aos custos totais de produção, o cultivo de arroz com a TISI representa uma redução de 7,8% em comparação ao cultivo tradicional.

A Tabela 16 apresenta o cálculo econômico final da produção de uma propriedade de um hectare, diferenciando o cultivo tradicional do cultivo com a TISI. A diferença entre os dois sistemas é de 41% a mais na receita para os cultivos com a TISI.

Tabela 16. Cálculo econômico final do lucro líquido para os dois sistemas de cultivo.

análise econômica		
preço de venda (soles/kg)	1,16	
rendimento (kg/ha)	10.500	
valor bruto da produção (soles)	12.180	
	irrigação permanente	TISI
custo da produção (soles/ha)	10.220	9.419
lucro líquido da produção (soles/ha)	1.960	2.761

Fonte: Elaboração própria, adaptada de SIEA (2015).

Com relação ao consumo de água, na safra de 2015-2016, os volumes médios de água utilizado nos campos cultivados com a TISI pelos agricultores participantes do projeto foram de 12.780 m³/ha, quando utilizado o sistema por semeadura direta. As observações da equipe agrônômica permitiram constatar que os cultivos tradicionalmente irrigados gastam normalmente em torno de 20.000 m³/ha. Com isso, a economia de água gerada com a aplicação da TISI é de 40,8%. Esse excedente permitiria promover uma segunda safra agrícola anual de arroz ou expandir as áreas cultiváveis, no caso de a TISI ser adotada em todo o vale (MACHER; LUNA, 2016).

O **componente de saúde** desenvolvido pelo projeto incluiu estudos entomológicos da ocorrência do vetor da malária, comparando os cultivos com irrigação permanente (campos de controle) e os cultivos com a TISI. A medição da população de anofelinos, as larvas do mosquito transmissor da malária, confirmou os resultados de estudos anteriores realizados em outras localidades da costa norte do Peru (CHÁVEZ, 2007; PERU, 2002, 2012). As comparações entre os campos de controle e os campos

cultivados com a TISI, nas safras de 2014-2015 e 2015-2016, mostraram uma redução acentuada da incidência das larvas de, em média, 62,9% e 75,1% a menos, respectivamente. Durante a fase reprodutiva do arroz, ou seja, durante a floração, frutificação e maturação dos grãos, uma lâmina constante de água deve ser mantida nos campos. A irrigação nessa etapa é essencial para a formação completa dos grãos de arroz. No entanto, essa fase proporciona também as condições ideais para a proliferação e o crescimento dos estágios larvais dos mosquitos vetores. Os resultados dos estudos entomológicos mostraram que, embora a densidade larval tenha crescido durante essa fase do cultivo, esse crescimento foi menor nos campos com a TISI do que nos campos controle. A redução do número de larvas nos campos com TISI foi em média de 51,66% em relação aos campos de controle para essa fase do cultivo.

Outro aspecto estudado no componente de saúde foi a exposição dos agricultores aos pesticidas. Para isso, o projeto comparou as quantidades de pesticidas utilizados nos cultivos tradicionais com as quantidades aplicadas com a TISI. Além disso, foi levantado o número de intoxicações por produtos químicos de uso agrícola registrado nas redes de saúde do vale.

Segundo os relatórios do projeto, com o cultivo da TISI houve uma redução de 56,1% no uso de pesticidas. Foram utilizadas 18 formulações diferentes, de 20 marcas registradas com classificações de toxicidade mais baixas do que as geralmente usadas no vale. Segundo os registros oficiais do hospital da região, Tomas Lafora, entre 2013 e 2015, foram registrados 437 casos de intoxicação por agroquímicos. Com base nos resultados de entrevistas realizadas com os agricultores, 24% desses agricultores relataram pelo menos um incidente de intoxicação própria ou de um trabalhador ou membro da família. Embora 80% dos entrevistados informem usar algum tipo de proteção, como máscara, macacão, botas, borrifadores, isso não foi observado em campo. Da mesma forma, 86,4% desconhecem a técnica de lavagem tripla dos recipientes com pesticidas. Com relação à destinação final dos recipientes, 38,9% dos entrevistados queimam as embalagens, 5,9% as vendem ou encaminham para a reciclagem e 55,2% as depositam nos campos ou nos canais de água. Isso cria uma situação de alta exposição, não apenas para agricultores e trabalhadores de campo, mas também para a população em geral.

O **componente social** do projeto foi desenvolvido para compreender os fatores que podem estar associados a uma maior disposição dos agricultores de adotar a TISI no cultivo do arroz. As atividades desse componente tiveram como foco conhecer o perfil dos agricultores. Para isso, foram estudadas as suas características pessoais, as suas práticas de cultivo do arroz e aspectos econômicos da produção, os seus conhecimentos sobre os principais riscos à saúde decorrentes da atividade agrícola, os canais de comunicação utilizados para obter informações sobre agricultura e saúde e as suas percepções sobre os benefícios ou limitações da TISI. O componente social realizou dois estudos consecutivos: a construção de uma linha de base (analisada no Capítulo 3), que incluiu agricultores distribuídos em todo o vale, e um estudo de acompanhamento de um grupo menor de agricultores interessados em conhecer e aplicar a TISI em seus campos de cultivo.

Este último estudo é o foco deste capítulo e consistiu em (i) caracterizar os agricultores que participaram diretamente das atividades do projeto; e (ii) analisar de que forma o projeto pode ter influenciado a intenção dos agricultores de adotar a TISI nos seus cultivos.

4.1.2. A participação dos agricultores no projeto “Irrigação com Secas Intermitentes”

Para analisar como o projeto pode ter influenciado às percepções dos agricultores que participaram das atividades de implementação da TISI, apresento uma breve discussão sobre a importância da participação dos diferentes atores envolvidos em projetos de pesquisa e intervenção que têm como foco o desenvolvimento social comunitário e a promoção da saúde. Defino o termo “participação” como o processo no qual indivíduos, grupos e organizações escolhem desempenhar um papel ativo na tomada de decisões que os afetam (CORNWALL; BROCK, 2005; REED, 2008; WANDERSMAN, 1981). A participação das populações afetadas em todas as fases do processo de pesquisa, desde a identificação do problema, até a formulação dos objetivos, a coleta e análise dos dados e a interpretação dos resultados, permite desenvolver estudos que levem em consideração as prioridades e os interesses das comunidades (MERTENS *et al.*, 2005). Os conhecimentos gerados pela participação local têm maior

probabilidade de causar transformações sociais e ambientais com impactos positivos sobre a saúde humana (CHARRON, 2012).

BRISBOIS e DE LOË (2015) argumentam que o envolvimento dos beneficiários de projetos de pesquisa e intervenção, bem como das demais partes interessadas, pode garantir mais qualidade e a sustentabilidade das ações propostas. Isso porque, ao incorporar os diferentes olhares e conhecimentos, as decisões tomadas tendem a refletir melhor a realidade dos indivíduos, a ter mais aceitabilidade e, portanto, a ser menos contestadas (REED, 2008). No entanto, a participação não deve ser entendida como um processo social unitário ou isolado. Ela está condicionada aos contextos comunitários específicos, o que pode introduzir uma variedade de limitações de âmbito social, econômico e cultural (CAMPBELL; CORNISH; MCLEAN, 2004). Muitas dessas limitações se expressam nos desequilíbrios de poder e de recursos ou em interesses divergentes entre atores, que geram uma série de desvantagens e dificultam a participação de determinados grupos em projetos e programas políticos em suas comunidades. Os padrões distintos existentes nas comunidades, em termos de estilos de vida, renda, gênero e escolaridade, moldam as experiências de participação social. Os projetos de pesquisa e intervenção devem estar atentos a esses padrões para reduzir os possíveis vieses na escolha dos participantes, que podem influenciar os resultados dos estudos desenvolvidos (BAUM *et al.*, 2000).

O campo das abordagens ecossistêmicas para saúde, ou “Ecosaúde” tem como princípio fundamental a participação equitativa das diversas partes interessadas em projetos de pesquisa e intervenção (FORGET; LEBEL, 2001). Estabelecer um equilíbrio no envolvimento dos múltiplos atores - membros da comunidade científica, populações afetadas e atores representantes de setores interessados, como o poder público, a sociedade civil, o setor privado, entre outros - pode aumentar a eficiência do ciclo que vincula a pesquisa, a ação e as políticas públicas na geração de conhecimentos socialmente relevantes. Promover a equidade da participação tende a garantir que os resultados da pesquisa respondam às preocupações e prioridades das comunidades e que eles sejam aproveitados para formulação de políticas. No âmbito da comunidade, uma participação equilibrada entre homens, mulheres e os diversos grupos sociais tem um potencial adicional de aumentar a probabilidade de que os benefícios sejam

distribuídos de forma equitativa entre os participantes do projeto e difundidos para toda a comunidade (MERTENS *et al.*, 2005).

O projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” buscou incorporar esse princípio em seu plano de execução e é com este arcabouço teórico que este capítulo pretende avaliar de que forma o projeto influenciou às percepções dos agricultores participantes da implementação da TISI, com o intuito de promover sua adoção e difusão para o Vale do Jequetepeque.

4.2. METODOLOGIA

4.2.1. População de estudo

Participantes do componente agrônômico do projeto (intervenção)

Em julho de 2016, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 60 indivíduos, de um universo de 88 agricultores que participaram diretamente do componente agrônômico do projeto. Este componente foi coordenado pelo engenheiro agrônomo contratado pelo MINSa, Dr. Luis Ventura. Segundo os relatórios anuais do projeto, esses agricultores aplicaram a TISI em seus cultivos de arroz em ao menos uma das três safras agrícolas: 2013-2014, 2014-2015 e 2015-2016.

Uma ressalva importante a ser considerada é que, embora os participantes da intervenção tenham sido acompanhados pelos engenheiros e técnicos do projeto ao longo da sua execução, não foram coletadas informações sociodemográficas, de contexto socioeconômico e das suas percepções sobre a TISI no início do projeto, em 2014. Em outras palavras, não foi realizada uma linha de base com esses 60 agricultores participantes do projeto que possibilitasse um estudo longitudinal, em que as mesmas pessoas seriam comparadas no início do projeto e após dois anos de participação na intervenção.

Alternativamente, os 60 participantes da intervenção poderiam ter sido comparados a uma amostra aleatória representativa de agricultores que seria realizada também em 2016. Infelizmente, o projeto não tinha recursos suficientes para realizar novas entrevistas em 2016, para além dos participantes da intervenção.

Assim, a opção restante foi comparar os 60 participantes da intervenção com os 319 participantes da linha de base. Reconheço a limitação desta comparação, já que as entrevistas com os agricultores da linha de base foram realizadas dois anos antes das entrevistas com os participantes da intervenção. Além disso, é provável que as percepções dos agricultores tenham mudado entre 2014 e 2016, em consequência da difusão de informações sobre a TISI por comunicação interpessoal ou pelos espaços de participação e gestão do Vale. Por conta desta limitação, não foram realizadas análises estatísticas comparativas dos dois grupos de agricultores, sendo empreendidas somente as análises descritivas de cada grupo.

Participantes da “linha de base” (dados analisados no Capítulo 3)

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 372 indivíduos, em junho e julho de 2014. Esta amostra foi definida de forma aleatória, distribuída proporcionalmente ao número de agricultores que compõem as 14 Comissões de Irrigação do Vale do Jequetepeque, que se constitui em um universo de 15.086 agricultores. Dessas 372 entrevistas iniciais, 53 foram descartadas por conterem dados incompletos, o que resultou em uma amostra final de 319 indivíduos.

A fim de padronizar os termos usados para diferenciar os dois grupos de atores do estudo, os agricultores da linha de base serão chamados como “linha de base” e os participantes das atividades de intervenção do componente agrônômico do projeto serão chamados como “participantes da intervenção”.

4.2.2. Instrumentos de coleta de dados e método de análise

Os questionários aplicados nos dois momentos (2014 e 2016) buscaram caracterizar os agricultores em função do contexto social e econômico de produção de arroz na região. A descrição e a justificativa para a escolha das categorias de dados coletados estão detalhadas no Capítulo 3 e serão apresentadas brevemente a seguir:

- (i) características sociodemográficas, ou seja, as características pessoais e de participação em entidades de gestão coletiva da água;
- (ii) aspectos socioeconômicos das práticas agrícolas no cultivo de arroz, entre elas o tamanho das áreas de cultivo (em hectares), o tipo de posse e uso da terra, o tipo de uso de capital e o acesso a recursos para financiamento da produção agrícola;
- (iii) canais de comunicação, entre eles formais (mídias de massa) e informais (relações interpessoais) utilizados para obter informações sobre temas relacionados à agricultura e à saúde e o nível de confiança atribuído a cada meio;
- (iv) conhecimento dos agricultores sobre risco de transmissão da malária e prevenção.

Além disso, foram analisadas as percepções dos dois grupos de agricultores sobre os benefícios ou prejuízos da TISI, de acordo com as oito características da técnica associadas aos aspectos: (e) econômicos, ou seja, a produção de arroz por hectare, a renda familiar e a mão de obra empregada; (a) ambientais, referentes à salinização do solo, à presença de pragas e ao aparecimento de ervas daninhas; e de (s) saúde, ou seja, a ocorrência da malária e o uso de pesticidas.

4.3. RESULTADOS

Os resultados estão organizados em seis blocos. Os quatro primeiros apresentam a caracterização dos dois grupos de agricultores, de acordo com: 4.3.1. as características sociodemográficas; 4.3.2. os aspectos socioeconômicos das práticas agrícolas no cultivo de arroz; 4.3.3. os canais de comunicação (formais e informais) utilizados como fontes de informações sobre temas relacionados à agricultura e saúde e o grau de confiança atribuído a cada meio; 4.3.4. o conhecimento dos agricultores sobre prevenção e transmissão da malária. O quinto e o sexto blocos de resultados (4.3.5. e 4.3.6.) analisam as respostas dos dois grupos de agricultores referentes às suas percepções sobre as oito características da TISI, suas práticas atuais e predisposições em adotar a TISI em seus cultivos.

4.3.1. As características sociodemográficas dos dois grupos de agricultores do Vale do Jequetepeque

A Tabela 17 reúne os dados sobre as características sociodemográficas dos dois grupos de entrevistados. Esse primeiro conjunto de fatores se refere às características pessoais dos participantes do estudo, entre elas sexo, idade, escolaridade, principal atividade econômica e anos de experiência na agricultura.

Algumas características são compartilhadas entre os dois grupos:

- os participantes do estudo são majoritariamente homens; apenas 10% dos dois grupos são mulheres;
- nos dois grupos, cerca de 95% dos participantes são agricultores, enquanto aproximadamente 5% trabalham em outras atividades, como pecuária, construção civil e comércio, entre outras;
- a distribuição etária dos dois grupos é similar, tendo os agricultores da linha de base, em média, 59 anos, com desvio padrão (DP) de 13,7, enquanto que o grupo de agricultores da intervenção do projeto a idade média é de 56 anos (DP 10,7).

No entanto, existem diferenças relevantes entre os dois grupos:

- o total de anos de escolaridade formal é, em média, 7,2 anos (DP 4,3) para os agricultores da linha de base, enquanto que para os participantes de intervenção do projeto o tempo médio é de 9,9 anos (DP 4,2). Os participantes da intervenção têm mais anos de escolaridade formal comparado aos agricultores da linha de base.
- os anos de experiência na agricultura do arroz é, em média, de 26 anos (DP 15,3) para os agricultores da linha de base e de 24 anos, em média para os participantes do projeto (DP 13,8).

Tabela 17. Características sociodemográficas dos agricultores da linha de base (n=319) e dos participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base (%)	Intervenção (%)
agricultores do estudo	84,2	15,8
sexo		
homem	90,0	88,3
mulher	10,0	11,7
idade		
21-30	2,8	3,3
31-40	7,2	6,7
41-50	15,7	21,7
51-60	27,0	26,7
61-70	26,6	38,3
71-80	16,6	3,3
81-90	4,1	0
escolaridade		
primário (0-5)	40,8	20,0
secundário (6-10)	25,1	23,3
superior (11-15)	30,4	46,7
pós-graduação (16-18)	3,8	10,0
principal atividade econômica		
agricultura	94,7	95,0
outros	5,3	5,0
anos de experiência na agricultura		
0-10	19,4	21,7
11-20	24,5	25,0
21-30	30,4	28,3
31-40	10,0	11,7
41-50	7,2	8,3
51-60	6,0	5,0
61-70	2,2	0,0
71-80	0,3	0,0

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

A Tabela 18 apresenta dados sobre a participação dos agricultores nas entidades de gestão coletiva da água do Vale do Jequetepeque. Os agricultores participantes da intervenção do projeto estão menos presentes na JUAV (18,3%), comparados aos agricultores da linha de base (39,5%). Eles não estão também em todas as Comissões

de Irrigação, pois se concentram em apenas oito 14 comissões existentes, principalmente nas de Guadalupe, Pacanga e Pueblo Nuevo. No entanto, eles participam mais nos Comitês de Irrigação (63,3%), quando comparados aos agricultores da linha de base (56,4%).

Tabela 18. Participação dos agricultores da linha de base (n=319) e dos participantes da intervenção do projeto (n=60) nas entidades de gestão coletiva da água.

	linha de base (%)	Intervenção (%)
junta de usuários	39,5	18,3
comitês de irrigação	56,4	63,3
comissões de Irrigação		
Chepen	4,7	0,0
Guadalupe	6,9	38,3
Huabal	3,1	6,7
Jequetepeque	2,5	3,3
Limoncarro	11,3	1,7
Pacanga	7,5	23,3
Pay-pay	1,6	1,7
Pueblo Nuevo	7,5	16,7
San Jose	11,0	0,0
San Pedro	11,0	8,3
Talambo	26,6	0,0
Tecapa	2,5	0,0
Tolon	2,5	0,0
Ventanilla	1,3	0,0
Total	100,0	100,0

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

4.3.2. O contexto socioeconômico da produção agrícola no Vale do Jequetepeque

A Tabela 19 apresenta os dados sobre as características socioeconômicas da produção agrícola, diferenciada entre o grupo da linha de base e dos participantes da intervenção do projeto. Os participantes da intervenção têm áreas plantadas de arroz três vezes maiores, em média, do que os agricultores da linha de base, independentemente de serem proprietários, arrendatários ou capatazes (chefes ou gerentes responsáveis por uma fazenda).

Tabela 19. Características da produção agrícola dos agricultores da linha de base (n=319) e dos participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base	intervenção
total de ha cultivado (média / DP / intervalo)	4,4 / 5,2 / 0-43	12,4 / 22,8 / 0-124
ha cultivados como proprietário (média / DP / intervalo)	3,7 / 4,9 / 0-43	5,4 / 8,4 / 0-50
ha cultivados como arrendatário (média / DP / intervalo)	0,8 / 2,8 / 0-31	3,0 / 9,8 / 0-70
ha cultivados como capataz (média / DP / intervalo)	0,1 / 2,0 / 0-35	3,2 / 17,2 / 0-124

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

A Tabela 20 compara os dados referentes ao acesso às fontes de financiamento e à destinação dos investimentos na produção agrícola, entre os dois grupos de agricultores. Com relação ao financiamento das safras agrícolas de arroz, os dois grupos de agricultores utilizam percentagens semelhantes para as diversas opções de crédito. O capital próprio é o mais utilizado nos dois grupos. Para a obtenção de recursos junto aos vendedores de insumos, sementes ou agroquímicos, os participantes do projeto utilizam mais essa opção (15%) do que os participantes da linha de base (1,6%).

Tabela 20. Fontes de financiamento e destinação dos investimentos na produção agrícola do arroz, utilizadas pelos agricultores da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base (%)	intervenção (%)
financiamento da produção agrícola		
capital próprio	58,6	48,3
crédito de caixa rural	27,0	30,0
crédito bancário	12,9	18,3
crédito de empréstimos	5,6	11,7
crédito de vendedores de insumos	1,6	15,0
investimentos na produção agrícola		
compra de fertilizantes	73,0	56,7
compra de pesticidas	72,7	50,0
pagamento de pessoal	71,8	41,7
outros fins	38,9	10,0

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

Esses recursos são empregados na compra de fertilizantes e pesticidas, no pagamento de pessoal e em outros fins. Os agricultores da linha base destinam mais os seus recursos na compra destes insumos, comparados com os participantes da intervenção do projeto.

4.3.3. Os canais de comunicação utilizados como fontes de informação no Vale do Jequetepeque

As Tabela 21 e 22 apresentam as frequências de uso dos canais de comunicação formais (mídias de massa) e informais (relações interpessoais), respectivamente, para obter informações sobre os temas relacionados à agricultura e à saúde entre os participantes da intervenção e da linha de base. Apresentam também as porcentagens para os diferentes graus de confiança atribuídos a cada meio de comunicação utilizado.

Na Tabela 21 constam as frequências do uso das principais mídias de massa (televisão, rádio, jornais, Internet e outras fontes). Os participantes da intervenção do projeto usam a televisão como fonte de informação sobre agricultura com uma frequência mais alta (71,7%) do que as pessoas da linha de base (52,4%). Os jornais e a Internet são utilizados por uma parcela muito maior de participantes da intervenção do projeto, quando comparados aos agricultores da linha de base. Jornais e Internet são usados, respectivamente, 5 e 10 vezes mais pelos participantes do projeto em comparação aos indivíduos da linha de base.

Em geral, a confiança nas informações divulgadas pelos diversos canais de comunicação formais é alta, com níveis de pelo menos 84,7% e até 100% no caso da Internet. Outras fontes de informação são também muito utilizadas pelos dois grupos do estudo. Dentre elas foram citados os informativos oferecidos em eventos realizados nas diversas comissões de irrigação, materiais distribuídos por entidades do governo municipal, materiais da própria JUAVJ, materiais de empresas agroindustriais (Bayer, Farmex, Tecuse) e do comércio de insumos, bem como informações fornecidas pessoalmente pelos engenheiros agrícolas que assessoram os agricultores. O nível de confiança é alto também para essas outras fontes de informação para os dois grupos.

Com relação às fontes de informações sobre saúde, a televisão é novamente o meio de comunicação mais utilizado para os dois grupos de agricultores. Os participantes da intervenção usam o rádio, os jornais e a Internet com uma frequência maior que os agricultores da linha de base. O grau de confiança atribuído a todos esses canais é alto para ambos grupos do estudo, com níveis acima de 90%. As outras fontes de informação indicadas pelos agricultores do estudo são obtidas por ocasião de consultas realizadas em postos e centros de saúde, em farmácias, nos hospitais da região, nos escritórios de seguro social de saúde municipal, nas escolas dos filhos, no Ministério da Saúde, em coleções, revistas e livros de saúde ofertados por médicos particulares, na medicina natural, e em igrejas (cura espiritual).

Tabela 21. Uso dos canais de comunicação formais e a confiança atribuída a eles para obter informações sobre agricultura e saúde, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base (%)	confiança entre os usuários (%)	Intervenção (%)	confiança entre os usuários (%)
agricultura				
TV	52,4	90,3	71,7	93,0
radio	50,8	92,5	61,7	94,5
jornais	8,5	84,7	46,7	89,3
internet	3,1	100,0	33,3	100,0
outras fontes	31,0	88,1	51,7	93,4
saúde				
TV	71,5	99,6	81,7	93,9
radio	23,5	93,2	53,3	93,8
jornais	13,5	92,6	51,7	90,3
internet	3,1	90,3	25,0	93,2
outras fontes	20,7	100,0	30,0	100,0

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

A Tabela 22 apresenta os resultados sobre comunicação interpessoal sobre questões de agricultura e saúde entre os agricultores da linha de base e participantes da intervenção do projeto. O número médio de parceiros de discussão sobre agricultura entre os participantes da intervenção é maior, 5,5 indivíduos (DP 3,7) comparado à média

dos agricultores da linha de base, 3,8 indivíduos (DP 2,2). Essa diferença é observada tanto nas conversas com homens, mulheres ou pessoas fora da família. Em relação à questão da saúde, em média, os participantes da intervenção falam com um número maior de pessoas, tanto entre homens, mulheres ou familiares, do que os indivíduos na linha de base.

Tabela 22. Comunicação interpessoal para obter informações sobre agricultura e saúde, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base		intervenção	
	média	DP	média	DP
agricultura				
núm. de pessoas	3,8	2,2	5,5	3,7
núm. de homens	3,6	2,2	5,0	3,2
núm. de mulheres	0,2	0,5	0,5	1,2
núm. de familiares	0,5	0,8	0,5	1,0
núm. de externos	3,3	2,2	5,0	3,7
saúde				
núm. de pessoas	2,4	1,5	3,4	3,5
núm. de homens	1,6	1,2	2,1	2,5
núm. de mulheres	0,8	0,9	1,3	1,9
núm. de familiares	0,9	1,2	1,5	2,2
núm. de externos	1,4	1,3	1,8	2,6

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

4.3.4. Conhecimento sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária

A Tabela 23 apresenta os dados sobre o conhecimento dos agricultores sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária. Os níveis de conhecimento sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária são similares entre os dois grupos.

Tabela 23. Conhecimento sobre os aspectos de transmissão e prevenção da malária, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base (%)	Intervenção (%)
não conhece	21,3	13,3
conhece pouco	27,9	20,0
conhece	50,8	66,7

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

4.3.5. As características da TISI e a percepção dos agricultores sobre os seus benefícios ou prejuízos no cultivo do arroz

A Tabela 24 apresenta os resultados sobre a percepção de benefícios associados à aplicação da TISI no cultivo do arroz, para os dois grupos estudados. Os participantes da intervenção do projeto percebem mais benefícios no uso da TISI quando comparados aos agricultores da linha de base.

Tabela 24. Percepções dos benefícios da TISI para o cultivo do arroz, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base (%)	Intervenção (%)
percebem poucos benefícios	48,0	23,3
percebem benefícios	52,0	76,7
total	100,0	100,0

Elaboração própria da autora.

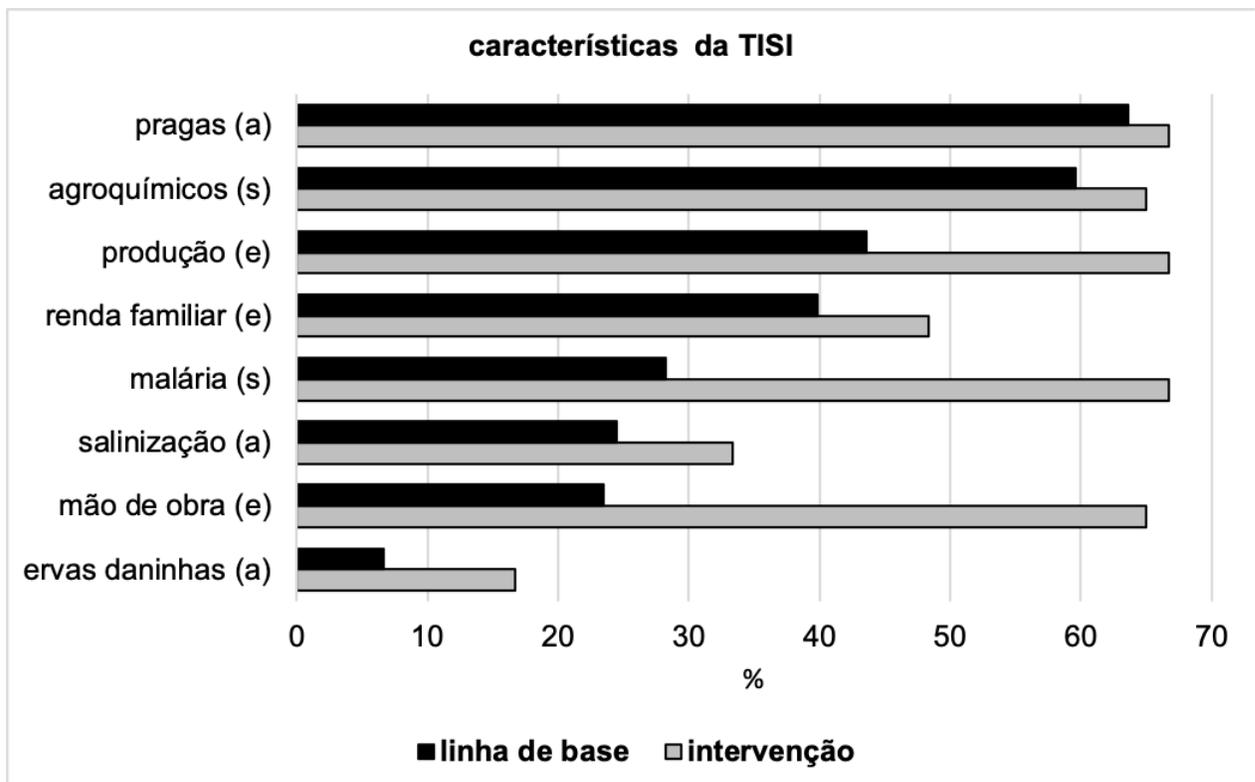
Fonte: Pesquisa de campo.

Já o Gráfico 3 abaixo apresenta as porcentagens de indivíduos da linha de base (em preto) e da intervenção do projeto (cinza) que consideram que a TISI traz benefícios com relação a cada uma das oito características analisadas e que estão associadas aos aspectos (e) econômicos, (a) ambientais e (s) de saúde.

Para as oito características analisadas, uma percentagem maior de participantes da intervenção do projeto reconhece os benefícios da TISI, em comparação com os agricultores da linha de base. No entanto, duas características foram consideradas quase igualmente vantajosas por maiores parcelas de ambos grupos do estudo: a redução do

número de pragas e a redução no uso de agroquímicos. Para as demais características, há uma diferença nas percepções sobre os benefícios da TISI entre os dois grupos de agricultores. As características da TISI relacionadas ao aumento da produção, à redução da incidência da malária, à redução de mão de obra e ao controle de ervas daninhas foram consideradas benéficas por uma percentagem maior de participantes da intervenção do projeto.

Gráfico 3. Características da TISI percebidas como vantajosas pelos agricultores da linha de base (n=319) e da intervenção do projeto (n=60).



Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

4.3.6. Os resultados da adoção da TISI no cultivo do arroz

Nesta última seção de resultados comparo os dois grupos de agricultores do estudo no tocante às suas pretensões de continuar na atividade agrícola de cultivo do arroz, ao conhecimento da TISI, a aplicação da TISI em seus cultivos e às suas predisposições em seguir adotando a TISI (Tabela 25). Mais de 90% dos agricultores dos dois grupos

pretendem continuar com a atividade de cultivo do arroz no Vale do Jequetepeque. Somente 37,6% dos agricultores da linha de base ouviram falar sobre a TISI. Os participantes da intervenção do projeto (88,3%) aplicam mais a TISI em seus cultivos do que os agricultores da linha de base (32,6%). Esse primeiro grupo tem também mais membros dispostos a continuar adotando a TISI (91,7%) do que o grupo de linha de base (69,3%).

Tabela 25. Atitudes, práticas e predisposições de adoção da TISI nos cultivos de arroz, entre os participantes da linha de base (n=319) e os participantes da intervenção do projeto (n=60).

	linha de base (%)	intervenção (%)
Pretende seguir com o cultivo do arroz?	92,8	91,7
Já escutou sobre a TISI?	37,6	100,0
Aplica a TISI atualmente?	32,6	88,3
Continuaria adotando a TISI?	69,3	91,7

Elaboração própria da autora.

Fonte: Pesquisa de campo.

4.4. DISCUSSÃO

Este capítulo buscou analisar como a participação no projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” contribuiu para impulsionar as decisões dos agricultores em implementar a TISI e seguir adotando-a no futuro. Para isso, foram comparados dois grupos de agricultores: (i) o grupo formado pelos agricultores da linha de base com indivíduos escolhidos de forma aleatória em todo o vale no início da execução do projeto (em 2014); e (ii) o grupo de agricultores escolhidos intencionalmente, por suas aptidões e interesse em conhecer e aplicar a TISI em seus cultivos e por sua participação nas atividades de implementação da TISI, durante os quatro anos de execução do projeto.

4.4.1. Diferenças registradas entre os agricultores da linha de base e os participantes da intervenção do projeto.

Este estudo constatou que existem diferenças entre o grupo de agricultores da linha de base e os participantes da intervenção. Os participantes das atividades do projeto são

mais jovens, têm mais anos de estudo formal e cultivam áreas até três vezes maiores do que a média das áreas dos agricultores da linha de base. Além disso, eles utilizam com mais frequência os canais de comunicação formais (tv, a radio, os jornais, Internet, outras fontes) e possuem, em média, mais parceiros de discussão sobre agricultura e saúde. Isso corrobora a argumentação que descreve que alguns desses atributos condicionam o grau de envolvimento e participação comunitária em projetos de pesquisa, entre eles, a idade, a renda e a escolaridade (BAUM et al., 2000).

Nesse sentido, devem ser discutidos aqui os critérios de seleção dos participantes que receberam a assessoria técnica do projeto para a aplicação da TISI. Isso é importante, pois pode revelar vieses da equipe do componente agrônômico, na escolha dos agricultores, com implicações para os resultados almejados pelo projeto. Durante as entrevistas (da linha de base) e as visitas para acompanhamento da implementação da TISI (com os participantes do projeto), o diálogo e o entendimento mútuo entre os entrevistadores (estudantes universitários e agrônomos e técnicos agrícolas do projeto) e os agricultores, podem ter sido facilitados com os indivíduos com nível do ensino mais alto. Essa observação concorda com o princípio da "homofilia", que sugere que a comunicação e a colaboração são mais prováveis entre pessoas que compartilham algumas características semelhantes do que entre indivíduos diferentes (MCPHERSON; SMITH-LOVIN; COOK, 2001). Ter um nível mais alto de educação pode ter facilitado o entendimento dos objetivos do projeto, ter levado à construção de uma visão compartilhada dos possíveis benefícios da participação na pesquisa, e ter favorecido a confiança entre os promotores do projeto e os agricultores.

O fato de os participantes do projeto cultivarem áreas maiores que os agricultores da linha de base pode ter interferido também nas suas disposições em participar das atividades do componente agrônômico do projeto e implementar a TISI. É possível que os agricultores com mais terras cultivadas sejam mais propensos a correr o risco de experimentar uma nova prática agrícola, pois podem destinar alguma parcela ao cultivo com a TISI sem comprometer os seus rendimentos básicos. É provável também que os agricultores com áreas maiores tenham mais experiência com técnicas variadas de plantio e maior predisposição à inovação do que os agricultores com menos terras (CASWELL et al., 2001).

Dessa forma, a seleção de participantes com nível mais alto de educação formal e mais terras cultivadas pode ter oferecido uma oportunidade para ampliar a adoção da TISI, pois estes participantes possivelmente são reconhecidos como agricultores bem-sucedidos e podem servir como modelos para os demais agricultores do vale. Ainda assim, existe o risco de que a participação de agricultores mais jovens e com melhores condições econômicas e educacionais contribua para aumentar as desigualdades entre os produtores do vale. Diversos autores discutem a importância e o papel da participação equitativa para a redução das desigualdades sociais (BRISBOIS; DE LOË, 2015; CAMPBELL; CORNISH; MCLEAN, 2004). Segundo BOURDIEU (1980, 1986), as desigualdades preexistentes em contextos de vulnerabilidade social afetam a propensão dos indivíduos a se envolverem e participarem de projetos de pesquisa e intervenção política. Com isso, os projetos que estabelecem regras para a participação de membros da comunidade sem abordar essas desigualdades iniciais podem perpetuá-las e aumentar os desequilíbrios sociais, ao invés de reduzi-los.

4.4.2. Os caminhos de difusão de informações sobre a TISI e o incentivo à adoção da técnica

Os participantes da intervenção usam os canais de comunicação com mais frequência para obter informações sobre agricultura e saúde e discutem esses temas com um número maior de pessoas do que os demais agricultores do vale. Essa observação sugere que os participantes da intervenção têm mais condições para validar e reinterpretar as informações fornecidas pelos promotores do projeto. Eles podem ter mais segurança para decidir sobre a adoção da TISI, por conta de um envolvimento mais ativo nas discussões sobre questões agrícolas e de saúde. Além disso, eles podem vir a se tornar promotores eficientes da TISI, uma vez que uma parcela maior deles reconhece os benefícios da técnica em maior proporção, comparados aos agricultores na linha de base. Por outro lado, estes indivíduos nem sempre são os melhores agentes de mudança. Por conta da condição privilegiada, eles usufruem do conhecimento aprendido sobre a TISI e podem não ter interesse em mudar o status quo, sequestrando informações que lhes tragam mais vantagens, em detrimento dos demais agricultores do vale (VALENTE,

2012). Por esse motivo, é importante que os projetos de pesquisa prevejam uma fase de acompanhamento posterior à finalização das atividades, para garantir que os resultados alcançados possam ser replicados com o fim do projeto e os benefícios sejam aproveitados por toda a comunidade.

As entidades de gestão coletiva da água podem servir como espaços para alcançar uma maior capilaridade das ações de difusão da TISI para todo o Vale do Jequetepeque. Os resultados mostraram que os dois grupos de agricultores estão mais inseridos na esfera local das instâncias de gestão da água, ou seja, nos Comitês de Irrigação. Isso indica que essas organizações se constituem em espaços em que circulam informações sobre práticas agrícolas inovadoras, com potencial de alcançar agricultores que não participaram da intervenção do projeto. São agremiações que podem reforçar as informações sobre a TISI e contribuir para o acompanhamento das atividades de promoção da técnica após a finalização do projeto.

Os resultados mostraram também que a discussão ativa sobre agricultura ocorre mais entre os participantes da intervenção do projeto. No entanto, para ambos os grupos de agricultores, essas discussões circulam mais entre os homens e com pessoas externas à família. Com relação à discussão sobre saúde, o número médio de pessoas que trocam informações sobre essas questões é maior no grupo da intervenção do projeto. Novamente, as discussões ocorrem mais entre homens e com pessoas externas à família sobre o tema da saúde. Além disso, os agricultores conversam com um número maior de mulheres sobre o tema da saúde do que sobre agricultura. O papel mais detalhado do gênero no processo de difusão, por meio de análises desagregadas entre homens e mulheres, não pôde ser avaliado neste capítulo, devido ao número pequeno de mulheres participantes no grupo da intervenção.

4.4.3. As percepções dos agricultores e as suas predisposições a adotar a TISI

Ao considerar as oito características associadas à percepção dos agricultores sobre os benefícios da TISI, uma alta percentagem dos participantes da intervenção reconheceu que esta técnica tem potencial de aumentar a produção de arroz por hectare e, conseqüentemente, reduzir a necessidade de mão-de-obra. Nesse sentido, é possível

inferir que as altas percentagens de participantes da intervenção, que reconhecem vantagens econômicas na TISI, comparado aos agricultores da linha de base, pode estar associado a suas próprias experiências em campo.

Com respeito às características relacionadas à saúde, a redução do uso de agroquímicos foi reconhecida como um benefício da TISI pela maioria dos agricultores dos dois grupos estudados. Isso corrobora os resultados publicados no relatório final do projeto (OGUSUKU et al., 2017), o qual descreve uma redução de 56,1% de aplicações de fertilizantes e biocidas por safra agrícola, por conta do novo pacote agronômico aplicado com a TISI. A redução de incidência da malária, devido às novas rotinas de secagem dos campos de cultivo e ao uso mais equilibrado de pesticidas, foi outra consequência reconhecida como benéfica para uma porcentagem mais alta de agricultores da intervenção do projeto. Em contraposição, menos de 30% dos agricultores da linha de base percebem que a TISI pode trazer benefícios para essa categoria específica. Essa diferença entre os dois grupos pode ser devido ao fato de que ao menos 49,2% dos participantes da linha de base têm pouco ou nenhum conhecimento sobre os aspectos de transmissão e prevenção da doença, conforme se vê com os dados reunidos na Tabela 4.10. Outra explicação possível está no fato de que poucos agricultores da linha de base (32,6%) aplicaram a TISI e, assim, não tiveram a oportunidade de verificar seus benefícios.

Com relação ao aspecto ambiental da TISI, a redução da ocorrência de pragas foi a característica apontada como vantajosa por uma porcentagem maior de agricultores dos dois grupos. Já o controle de ervas daninhas foi a característica da TISI considerada mais desvantajosa pelos dois grupos. Isso pode ser explicado pelo fato de que, enquanto os cultivos permanentemente irrigados geram um ambiente favorável para ataques de fungos (*Helminthosporium oryzae*), insetos (*Hydrellia wirthii* e *Tagosodes oryzae*) e proliferação de patógenos como vírus de folha branca (*Tenuivirus*), os períodos mais prolongados de secas favorecem o aparecimento de ervas daninhas, entre elas o capim-mimoso (*Leptochloa filiformis*), o capim-arroz (*Luziola subintegra*), a junça ou titirica (*Cyperus rotundus*), o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), entre outras (CHÁVEZ, 2007; PANDO et al., 2017; VENTURA, 2015). Isso se reflete diretamente no investimento da produção agrícola, conforme apresentado na Tabela 4.4, de tal forma que os

agricultores da linha base destinam mais os seus recursos na compra de pesticidas e herbicidas, comparados aos participantes da intervenção do projeto.

Essa diversidade de percepções sobre as características da TISI indica que os agricultores que participaram diretamente das atividades desenvolvidas pelo projeto, ou seja, que conheceram mais de perto os diversos aspectos de cultivo do arroz com a aplicação da TISI, puderam observar mais benefícios comparado aos agricultores que não conheciam a prática. Isso se refletiu também nas predisposições dos agricultores a seguir adotando a TISI em seus cultivos, conforme apresentado na Tabela 4.12, onde uma porcentagem maior de agricultores participantes do projeto declarou sua pretensão em continuar adotando a TISI no futuro.

4.5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” promoveu a TISI a um número relativamente limitado de agricultores, considerando o universo de aproximadamente 15 mil produtores cadastrados na Junta de Usuários do Vale do Jequetepeque. No entanto, o projeto permitiu a construção de conhecimentos transdisciplinares, a partir de uma melhor compreensão sobre as complexas relações de interdependência entre as dimensões econômicas, ambientais e de saúde que envolvem o cultivo do arroz irrigado no Vale do Jequetepeque. Ao analisar as diferentes implicações multidimensionais da TISI, foi observado que essas características podem ser percebidas pelos agricultores em mais de um aspecto. Por exemplo, a redução do uso de pesticidas tem implicações tanto na saúde quanto nos ecossistemas. A economia de água pela irrigação pode trazer ganhos econômicos e contribuir para reduzir a vulnerabilidade das populações frente às incertezas ambientais.

Com o envolvimento dos diferentes atores vinculados direta ou indiretamente ao projeto, o projeto promoveu a implementação da TISI, permitindo a incorporação do conhecimento de todos esses atores e, principalmente, dos agricultores para adaptação da tecnologia. Um exemplo disso, foi a experiência de aplicação da TISI com a semeadura direta, método alternativo ao transplante e conhecido por poucos agricultores do vale. Essa inovação na forma de plantio do arroz foi motivada inicialmente por um agricultor vinculado ao projeto. Segundo os relatórios finais publicados, esse método

apresentou benefícios em rendimento e economia de água ainda maiores do que quando aplica-se a TISI com o transplante.

A TISI é uma inovação complexa e sua adoção efetiva e duradoura entre os agricultores do vale exige mudanças técnicas, sociais e institucionais. Isso demanda esforços coletivos para a criação de parcerias em um contexto propício de aprendizagem e colaboração, em que os diferentes atores interessados sejam capazes interagir e se influenciar mutuamente. Nesse sentido, o fortalecimento das relações interpessoais, entre os diferentes grupos de interesse, favorece uma mudança mais sustentável dos sistemas de cultivo do vale. Espera-se que as futuras atividades de intervenção no Vale do Jequetepeque e em toda a costa norte do Peru possam fazer uso dos resultados gerados por esse estudo, a fim de dar continuidade às mudanças iniciadas na transformação dos atuais modelos (insustentáveis) de irrigação.

4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUM, F. E. *et al.* Epidemiology of participation: An Australian community study. *Journal of Epidemiology and Community Health*, v. 54, n. 6, p. 414–423, 2000.

BOCANEGRA, S. S. D. *El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el Valle Jequetepeque. Informe Final de Consultoría: Componente de Salud.* Guadalupe: [s.n.], 2016.

BOUMAN, B. A. M. *et al.* Rice and Water. *Advances in Agronomy*, v. 92, n. January, p. 187–237, 2006.

BOURDIEU, P. Le capital social. *Persée*, v. 31, p. 2–3, 1980.

BOURDIEU, P. The Forms of Capital. In: RICHARDSON, J. G. (Org.). *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. New York: Greenwood Press, 1986. p. 241–258.

BRISBOIS, M. C.; DE LOË, R. C. Power in collaborative approaches to governance for water: A systematic review. *Society & Natural Resources*, v. 00, n. 00, p. 1–16, 2015.

CAMPBELL, C.; CORNISH, F.; MCLEAN, C. Social capital, participation and the perpetuation of health inequalities: obstacles to African-Caribbean participation in “partnerships” to improve mental health. *Ethnicity and health*, v. 9, n. 3, p. 305–327, 2004.

CASWELL, M. *et al.* Adoption of Agricultural Production Practices: Lessons Learned from

the U.S. *Agricultural Economic Report*, n. 792, p. 116, 2001. Disponible em: <<http://www.ers.usda.gov/Publications/AER792/>>.

CHARRON, D. F. *Ecohealth Research in Practice: Innovative Applications of an Ecosystem Approach to Health*. Ottawa, Canada: International Development Research Centre, 2012. v. 1.

CHÁVEZ, W. C. *Evaluación Ambiental de la Iniciativa de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control de la Malaria*. . [S.l: s.n.], 2007.

CORNWALL, A.; BROCK, K. What do Buzzwords do for Development Policy? A critical look at 'participation', 'empowerment' and 'poverty reduction'. *Third World Quarterly*, v. 26, n. 7, p. 1043–1060, 2005.

FORGET, G.; LEBEL, J. An ecosystem approach to human health. *International Journal Of Occupational And Environmental Health*, v. 7, n. 2, p. S3–S38, 2001.

MACHER, J. C. S.; LUNA, E. F. R. *Estudio Económico - 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. ESTUDIO DE APROXIMACIÓN ECOSISTÉMICA*. Lima: [s.n.], 2016.

MCPHERSON, M.; SMITH-LOVIN, L.; COOK, J. M. Birds of a Feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*, v. 27, p. 415–444, 2001.

MERTENS, F. *et al.* Network approach for analyzing and promoting equity in participatory ecohealth research. *EcoHealth*, v. 2, n. 2, p. 113–126, 2005.

OGUSUKU, E. *et al.* *Informe Técnico Final: El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el valle Jequetepeque*. . [S.l: s.n.], 2017.

OGUSUKU, E.; SANTANDREU, A.; MIRANDA, P. *El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el Valle Jequetepeque. I Informe Técnico Anual*. Peru: [s.n.], 2014.

PANDO, L. R. G. *et al.* Siembra directa: una alternativa para mejorar la sustentabilidad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, v. 6, p. 13–26, 2017.

PERU. *Datos estadísticos de las provincias de Chepén y Pacasmayo*. Disponible em: <<http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/572>>.

PERU. *El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el valle Jequetepeque*. . Lima: [s.n.], 2012.

PERU. *Plan de Implementación de la Estrategia de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control Vectorial de la Malaria en Regiones Priorizadas del Perú*. . Lima: [s.n.], 2011.

PERU. *Salud y Agricultura Sostenibles: Un reto del futuro. Riego intermitente en el cultivo del arroz para el control vectorial de la Malaria en la costa norte peruana*. . Lima: [s.n.], 2002.

REED, M. S. Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, v. 141, n. 10, p. 2417–2431, 2008.

SANTANDREU, A. El enfoque de gestión del conocimiento para el aprendizaje y el cambio en proyectos de investigación-acción con enfoque Ecosalud. In: BETANCOURT, Ó.; MERTENS, F.; PARRA, M. (Org.). . *Enfoques ecosistémicos en salud y ambiente*. Ecuador: Abya-Yala, 2016. p. 248–279.

SIEA. *Costo de producción de arroz en Lambayeque*. . Chiclayo: Ministerio de Agricultura y Riego. , 2015

TAN, X. *et al.* Effects of alternate wetting and drying irrigation on percolation and nitrogen leaching in paddy fields. *Paddy and Water Environment*, v. 11, n. 1–4, p. 381–395, 2013.

VALENTE, T. W. Network Interventions. *Science*, v. 337, p. 49–53, 2012.

VÉLEZ, J. R. G. *Análisis de la adherencia de la técnica de secas en el distrito de Pítipo: Campaña 2007 – 2008. Iniciativa de la Técnica de Riego con Secas Intermitentes en el cultivo de arroz para el control vectorial de la malaria región Lambayeque*. [S.l: s.n.], 2008.

VENTURA, L. M. A. *Manejo de la Técnica de Riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz, a escala de valle Jequetepeque. Informe Técnico Final del Componente Agronómico*. Guadalupe: [s.n.], 2015.

WANDERSMAN, A. *A Framework of Participation in Community Organizations. The Journal of Applied Behavioral Science*. [S.l: s.n.]. , 1981

CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou compreender as oportunidades e os desafios associados ao processo de implementação de uma inovação agrícola chamada Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI) no Vale do Jequetequepe, na costa norte do Peru. Essa prática alternativa de manejo da água de irrigação no cultivo do arroz é considerada uma inovação agrícola complexa, pois integra aspectos multidimensionais, de sustentabilidade ambiental, redução dos riscos para a saúde e estabilidade socioeconômica para as famílias de agricultores da região. Nesse sentido, a abordagem teórico-metodológica adotada foi multidisciplinar, pois empregou conceitos e métodos derivados de diversas áreas do conhecimento, entre elas história, etnoarqueologia, ciências ambientais, ciências agrônômicas, comunicação e redes sociais, adoção e difusão de inovações e Ecosaúde.

Esta tese foi resultado de uma pesquisa desenvolvida no escopo do projeto “Irrigação com Secas Intermitentes”, coordenado pelo Ministério da Saúde do Peru. O projeto tinha como foco principal promover a difusão da TISI nos cultivos de arroz em todo o vale, como uma estratégia mais sustentável de controle vetorial dos mosquitos da malária e de outras enfermidades. Para isso, foram desenvolvidos três componentes interligados: agrônômico, social e sanitário. Os estudos desenvolvidos nessa tese estão associados ao componente social do projeto. Este componente esteve orientado a conhecer o perfil dos agricultores e avaliar os fatores que podem influenciar as suas percepções sobre os benefícios ou prejuízos atribuídos à TISI no cultivo do arroz e, assim, condicionar a sua adoção.

Os resultados gerados com essa pesquisa permitiram responder as perguntas centrais da tese e fazer considerações sobre o principal tema desse trabalho: a percepção sobre inovações agrícolas com desafios epidemiológicos em contextos de escassez da água e mudanças ambientais. A seguir serão apresentadas as conclusões mais amplas da Tese, a partir da integração das discussões pontuadas em cada capítulo.

PERSPECTIVA HISTÓRICA DA IRRIGAÇÃO NA COSTA NORTE DO PERU

O primeiro capítulo buscou fazer um resgate histórico sobre os processos evolutivos que levaram as primeiras sociedades da costa norte do Peru a desenvolverem complexos

sistemas agrícolas irrigados. Optou-se por descrever as diferentes estratégias adaptativas empregadas pelos agricultores do passado para lidar com as incertezas ambientais. O controle da água, no tempo e no espaço, por meio dos sistemas de irrigação, permitiu a intensificação do uso da terra, aumentando o número de colheitas anuais e permitindo a expansão das áreas cultiváveis. Isso condicionou as mudanças nos modos de vida e subsistência que levaram a uma transformação dos pequenos grupos de pessoas em grandes civilizações hidráulicas ao longo de milhares de anos.

Os principais sistemas de cultivo irrigados descritos neste trabalho foram as redes de canais, os terraços de montanhas, os campos elevados e os campos afundados. Algumas tecnologias são utilizadas até hoje como, por exemplo, os sistemas de canais, que seguem difundidos em todo o país e contribuem na irrigação de muitos vales interandinos.

Os campos elevados representam uma tecnologia abandonada por séculos, que já foi o foco de muitos programas e projetos de intervenção voltados para a sua recuperação, entre a década de 1980 e 1990. No Peru, eles se concentram na região do altiplano, mais ao sul do país, próximo ao lago Titicaca. Durante esse período foram reabilitados quase 1000 hectares de campos elevados e desde o fim dos financiamentos de cooperação internacional, menos de 100 hectares são cultivados atualmente. Os milhares de quilômetros de terraços de montanhas, aproximadamente 500.000 hectares só na região de Cuzco, estão amplamente distribuídos em toda cadeia montanhosa andina e estão em uso atual. No entanto, a extensão dos terraços sob cultivo continua diminuindo, por conta principalmente da desarticulação dos sistemas de produção comunitários. Os campos afundados, cavados no deserto próximo à praia fazem parte de uma importante tradição indígena de aproveitamento do lençol freático, que persiste próximos às cidades por permitir o uso de terras marginais (DENEVAN, 1982; EKLINDER-FRICK; ERIKSSON; HALLÉN, 2011; ERICKSON, 1992; WASSILOWSKY, 2011).

A principal reflexão que esse capítulo permitiu realizar refere-se aos importantes elementos de sustentabilidade que esses sistemas de cultivo empregavam e como eles podem servir de modelo para as práticas agrícolas atuais. Primeiramente, eles eram bem adaptados ao ambiente da costa norte, ou seja, as inovações agrícolas se ajustaram à

topografia, ao clima e aos recursos disponíveis. Eram sistemas executados em diferentes escalas, regulados pela densidade e mobilidade populacional. Essas populações dependiam de recursos locais e, com isso, mantiveram uma economia mista de subsistência, ou seja, baseada na coexistência da agricultura e da pesca.

Outro ponto importante é que esses modelos de cultivos estavam muitas vezes integrados em um mosaico complexo de irrigação que funcionavam como um sistema único. Cada modelo desempenhava funções específicas de manejo dos recursos hídricos e a escolha da estratégia de cultivo era condicionada pela relação entre os solos e seu teor de umidade natural. Isso determinava onde seriam implementadas as redes de canais, o cultivo simples sobre o lençol freático (campos afundados) ou o cultivo de drenagem (campos elevados). Com isso, a diversidade de sistemas agrícolas irrigados relatados nos inúmeros estudos etnoarqueológicos formavam um único sistema funcional de variáveis sociais, técnicas e ambientais interligadas (WEST, 1981)

Em contraposição, os sistemas agrícolas atuais desenvolvidos na costa norte do Peru perderam suas referências históricas e operam em evidente insustentabilidade. São monocultivos de uso intensivo em água, um recurso escasso na região. São unidades produtivas de pequena escala, voltadas para o autoconsumo, com acesso restrito aos mercados regionais e nacionais e em um contexto marcado pelas limitações tecnológicas e pelo acesso precário a equipamentos, crédito, insumos e serviços agrícolas. Além disso, há pouca diversificação dos cultivos, o que os tornam mais vulneráveis às mudanças ambientais bruscas ou *shocks* climáticos, além de provocar o esgotamento dos nutrientes do solo e gerar problemas sanitários, como o aumento da população de vetores transmissores de doenças (ESCOBAL; FORT; ZEGARRA, 2015).

Nesse sentido, é destacada a importância de uma compreensão sistêmica sobre como as diversas estratégias de cultivo irrigado funcionaram e coexistiram ao longo de milhares de anos e como isso pode oferecer uma ampla gama de alternativas agrícolas para os dias atuais. A TISI pode ser considerada uma alternativa mais sustentável de cultivo do arroz, pois apresenta bondades econômicas, sociais, ambientais e de saúde, conforme discutido no segundo capítulo deste trabalho. No entanto, a sua implementação não traz mudança no sistema de monocultivo, de alto rendimento e dependentes de agroquímicos e sementes geneticamente modificadas.

A TISI E SUAS PROPRIEDADES INTRÍNSECAS

O segundo capítulo da Tese permitiu conhecer as principais características da TISI, compreender suas peculiaridades e suas implicações ambientais, socioeconômicas e de saúde. Inicialmente buscou-se apresentar as relações de interdependência da atividade agrícola com as mudanças ambientais globais. Discutiu-se a forma como a agricultura vem alterando processos ecológicos importantes, ocasionados, principalmente pela sua interação com a água. Por meio da irrigação, a agricultura modificou o ciclo hidrológico e também a redistribuição dos padrões espaciais de evapotranspiração, com impactos importantes sobre o clima global. Dado que esses impactos podem ter grandes custos sociais e ambientais, e considerando a insustentabilidade do modelo de cultivo do arroz com irrigação permanente desenvolvido na costa norte do Peru, esse capítulo buscou descrever as características da TISI que fazem dela uma prática inovadora de manejo da água para produção agrícola em regiões de aridez.

Após apresentar brevemente a origem e a sistematização da técnica, ou seja, a sequência de procedimentos que consiste na alternância entre a irrigação e a secagem dos campos de cultivo, são apresentadas as principais implicações ambientais, socioeconômicas e sanitárias da TISI no cultivo do arroz. Uma extensa literatura técnica vem se dedicando ao estudo dos seus resultados para cada um desses aspectos. São diversos os benefícios de um manejo controlado da irrigação. Eles vão desde a redução das emissões de gases de efeito estufa, conservação dos solos e menos contaminação dos ecossistemas; passando pelas vantagens socioeconômicas de uma maior eficiência da atividade agrícola, com menores custos em insumos, água e mais rendimentos; até a implicação direta na área da saúde, por conta da eliminação dos criadouros dos mosquitos transmissores de doenças e por uma menor exposição dos agricultores aos agroquímicos, por conta do método de semeadura direta, alternativa ao transplante. Implicações negativas também foram relatadas nos estudos pesquisados. Elas estão relacionadas ao aparecimento de ervas daninhas, que ocorrem com mais intensidade quando não há irrigação contínua.

No decorrer dessa revisão da literatura especializada, uma segunda reflexão pode ser pontuada: a de que os benefícios da TISI interligam mais de um aspecto. Por

exemplo, a redução do uso de pesticidas tem implicações tanto na saúde quanto nos ecossistemas. A economia de água pela irrigação pode trazer ganhos econômicos e contribuir para reduzir a vulnerabilidade das populações frente às incertezas ambientais. Tanto a ocorrência de pragas, quanto o uso de agroquímicos interferem nos custos da produção. O controle de ervas daninhas é um fator ambiental que interfere no âmbito econômico, por conta da necessidade de empregar mais mão-de-obra suprimir essas espécies oportunistas. Essas ligações entre os aspectos ambientais, econômicos e de saúde da TISI reforçam a complexidade da inovação e do contexto que ela está inserida.

Essas características positivas e negativas da TISI que intervêm nos diferentes aspectos citados podem influenciar a percepção do agricultor na sua tomada de decisão de adotar ou não a prática. O terceiro capítulo descreveu o primeiro estudo empírico da Tese, que buscou compreender como esses fatores estão associados às percepções dos agricultores do Vale do Jequetepeque sobre os benefícios ou prejuízos atribuídos a TISI.

AS PERCEPÇÕES DOS AGRICULTORES SOBRE A TISI

O projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” buscou consolidar a viabilidade da TISI e ampliar a sua adoção pelo conjunto de famílias de agricultores do Vale do Jequetepeque. Para isso, foi necessário conhecer o perfil dos produtores do vale e seus modos de produção, a fim de analisar quais fatores podem influenciar suas percepções sobre a TISI e a sua adoção.

Inicialmente, dedicou-se em conhecer o corpo teórico sobre adoção e difusão de inovações, práticas ou comportamentos na área agrícola. Após a revisão de uma extensa e robusta literatura foi possível identificar as variáveis potencialmente associadas à adoção de inovações agrícolas. Constatou-se que as diversas abordagens sobre o tema diferem entre elas no grau de ênfase dado aos fatores extrínsecos e intrínsecos, que podem determinar a decisão dos indivíduos sobre a adoção de uma prática específica.

Para esse estudo, entendeu-se que era importante incluir tanto os fatores extrínsecos, ou seja, as características pessoais dos indivíduos, seus contextos socioeconômicos e os canais de comunicação, quanto os fatores intrínsecos, isto é, as características próprias da inovação. No caso da TISI, essas características foram

classificadas dentro dos aspectos ambiental, socioeconômico e de saúde discutidos no segundo capítulo. Para visualizar o quadro completo de como esses fatores se relacionam para formar as percepções dos agricultores sobre uma inovação, buscou-se desenvolver um modelo de análise que organizasse esse conjunto de variáveis. Essas informações foram utilizadas na elaboração do instrumento de coleta de dados aplicado nas entrevistas com os agricultores do Vale do Jequetepeque.

Os resultados desse primeiro estudo permitiram constatar que os benefícios percebidos pelos agricultores sobre a TISI no cultivo do arroz estão relacionados com as características próprias da inovação. Diversas vantagens foram identificadas pelos indivíduos, entre elas o controle de pragas, um manejo mais efetivo de agroquímicos e um aumento da produção e da renda familiar. As interdependências entre os fatores ambientais, econômicos e de saúde foram observadas entre os benefícios atribuídos à TISI. No aspecto econômico, tanto a ocorrência de pragas (aspecto ambiental) quanto o uso de agroquímicos (aspecto da saúde) interferem nos custos da produção. Essas características foram consideradas as mais relevantes pelos participantes do estudo. Com respeito às percepções negativas sobre a TISI, o estudo confirmou que o aparecimento de ervas daninhas é uma característica considerada desvantajosa, por conta do aumento da mão de obra exigida para o controle dessas espécies e, possivelmente, pela necessidade de mais aplicações de herbicidas.

Além dos fatores intrínsecos, a pesquisa pode demonstrar que alguns fatores extrínsecos estiveram também associados à percepção de benefícios no uso da TISI. Entre eles, o tempo de experiência na agricultura e a participação nas entidades de gestão coletiva da água (JUAVJ e Comitês de Irrigação) são fatores que levam os agricultores a perceber vantagens na adoção da TISI. Inferiu-se, com esses resultados, que tanto a experiência prévia, quanto a participação ativa em espaços coletivos podem permitir uma melhor compreensão sobre os benefícios de uma nova prática. Com respeito ao contexto econômico, as variáveis associadas à percepção de benefícios na aplicação da TISI se referiam à compra de fertilizantes, pesticidas e pagamento de pessoal. Com isso, entendeu-se que a TISI pode ter sido reconhecida como uma prática que demanda menos investimento em insumos e pessoal, sendo assim, percebida como vantajosa entre os produtores.

Observou-se que os canais de comunicação formais não foram considerados, pelos participantes do estudo, como fontes de informação relevantes sobre temas de práticas agrícolas, embora a confiança neles tenha sido alta. Por outro lado, os resultados mostraram que existe uma discussão ativa sobre a agricultura entre os agricultores homens. Ao contrário, para as mulheres não existe a associação entre discussões sobre agricultura e percepção de benefícios da TISI. Esses dados indicam que os espaços nos quais os homens conversam sobre agricultura podem ter efeito multiplicador, por meio das redes sociais existentes entre eles. No caso das mulheres essas discussões podem não estar diretamente relacionadas aos benefícios no uso da TISI.

Sobre o tema da saúde, os jornais e outras fontes de informação estiveram associados à percepção de benefícios da TISI. Isso pode significar que esses canais têm potencial em difundir informações orientadas para saúde que se refletem nos modos de produção agrícola da região. Quanto às relações interpessoais, não há associação entre a discussão sobre o tema e a percepção de vantagens no uso da TISI, tanto para os homens quanto para as mulheres do estudo. Para ambos os temas (agricultura e saúde), as trocas de informações que ocorrem com pessoas externas à família estão significativamente associadas à percepção de benefícios da TISI. Isso sugere que os agricultores obtêm mais informações a partir de seus contatos com vizinhos, amigos e pessoal técnico e que quanto mais se conversa sobre agricultura e saúde em espaços fora do seio familiar, maior a probabilidade de considerar que a TISI traz vantagens para o cultivo do arroz. O alto grau de confiança nas diversas fontes de informação permite considerar que as mídias de massa e as relações interpessoais podem ser canais efetivos para promover a difusão de novos conhecimentos sobre os benefícios da TISI.

Uma mensagem importante desse estudo é que as relações interpessoais parecem ser mais efetivas para a troca de informações sobre temas da agricultura do que as mídias de massa. Por outro lado, os canais formais utilizados para obter informações sobre saúde estão mais associados à percepção de benefícios da TISI. Nesse sentido, estratégias de promoção da TISI poderiam encontrar espaços de discussões sobre questões de agricultura e saúde, em que homens e mulheres estão frequentemente envolvidos, com o objetivo de capitalizar as suas redes sociais para promover a divulgação de informação relevante sobre os benefícios da TISI. Uma circulação mais

efetiva dessas informações pode favorecer a adoção da técnica entre os agricultores do Vale do Jequetepeque.

A ADOÇÃO DA TISI NO VALE DO JEQUETEPEQUE

O quarto capítulo desenvolveu o segundo estudo empírico da Tese, que buscou compreender como a participação no projeto de intervenção do MINSA influenciou as percepções dos agricultores sobre a TISI e pode ter contribuído para a adoção ao longo do tempo. Para isso, buscou-se caracterizar os agricultores que participaram diretamente das atividades do componente agrônômico do projeto e compará-los com os agricultores da linha de base, estudados no terceiro capítulo. Os dados coletados junto aos participantes diretos da intervenção do projeto eram referentes às mesmas categorias de análise utilizadas anteriormente, no capítulo 3.

Foram observadas diferenças entre os agricultores da linha de base e os participantes da intervenção. Os participantes das atividades do projeto são mais jovens, têm mais anos de estudo formal e cultivam áreas até três vezes maiores do que a média das áreas dos agricultores da linha de base. Além disso, eles utilizam com mais frequência os canais de comunicação formais (tv, a radio, os jornais, Internet, outras fontes) e possuem, em média, mais parceiros de discussão sobre agricultura e saúde. Observou-se também que os participantes da intervenção do projeto percebem vantagens associadas à aplicação da TISI para todas as características analisadas, com uma frequência muito maior do que os agricultores da linha de base.

Considerando essas diferenças entre os dois grupos de agricultores estudados, conclui-se que as altas porcentagens de participantes da intervenção, que reconhecem diversos benefícios da TISI, podem estar associadas às suas próprias experiências em campo. Poucos agricultores da linha de base aplicaram a TISI e, com isso, não tiveram oportunidade de vivenciar seus benefícios. Nesse sentido, o projeto “Irrigação com Secas Intermitentes” teve um papel importante na promoção da TISI entre os agricultores do vale, embora o número de participantes diretos tenha sido pequeno, se considerarmos o universo de 15 mil produtores agrícolas do Vale do Jequetepeque.

No entanto, foi notável a dinâmica de colaboração e parceria alcançada entre os diferentes atores que se vincularam ao projeto, direta ou indiretamente. É importante destacar que o projeto fortaleceu os espaços participativos existentes no vale, oferecendo numerosas reuniões e oficinas de capacitação sobre a TISI junto às Comissões e Comitês de Irrigação e na JUAJV. A parceria com os agricultores, provocada pela abordagem participativa do projeto, envolveu os usuários finais no desenvolvimento e validação da tecnologia. Isso permitiu que os agricultores aprendessem sobre as condições necessárias para a mudança tecnológica de uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

Cabe frisar também a importância do estabelecimento de parcerias institucionais para a sustentabilidade das mudanças ensejadas. Se por um lado os agricultores aprenderam sobre os diferentes benefícios de uma nova prática de irrigação, por outro lado, o projeto e os pesquisadores vinculados aprenderam também com a experiência dos agricultores o suficiente para validar a tecnologia. O fortalecimento das relações interpessoais (e institucionais) do projeto pode permitir uma difusão mais efetiva da TISI para mais agricultores (PALIS *et al.*, 2017).

Espera-se que os resultados gerados por este estudo possam ser aproveitados para novas pesquisas sobre o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis que contribuam para manter um ecossistema saudável e menos vulnerável aos efeitos das mudanças ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalização dessa tese, encerro mais de quatro anos de pesquisa sobre o intrincado processo que envolve a adoção de inovações agrícolas complexas, como é o caso da Técnica de Irrigação com Secas Intermitentes (TISI), implementada no Vale do Jequetepeque. No entanto, ainda que esses anos tenham sido proveitosos, de amadurecimento de ideias e crescimento pessoal, foi inevitável que novos questionamentos e considerações tenham surgido durante a trajetória. Nesse sentido, procuro apontar aqui alguns caminhos a seguir sobre a temática abordada e as principais reflexões sobre os resultados alcançados por esta pesquisa.

O grande dilema que envolve a agricultura do arroz no Vale do Jequetepeque é a necessidade de manter a sua produção com alto rendimento, sem agravar os problemas ambientais, socioeconômicos e de saúde inerentes a esse modelo de cultivo. Este trabalho demonstrou que o modelo de monocultura de arroz na região da costa norte tornou-se insustentável, por conta da ameaça de esgotamento dos recursos naturais, principalmente da água e das áreas cultiváveis; bem como pelo agravamento dos problemas de saúde como, por exemplo, a transmissão da malária. Nesse sentido, este trabalho buscou analisar como a implementação da TISI pode contribuir para a sustentabilidade agrícola do Vale do Jequetepeque, de modo a reduzir a vulnerabilidade dos agricultores frente às mudanças ambientais (ex. escassez da água), aos problemas de saúde (ex. malária e exposição aos agroquímicos) e às questões socioeconômicas (ex. dependência da monocultura do arroz).

Os resultados obtidos ao longo dessa pesquisa demonstraram que a TISI apresenta algumas poucas dificuldades de implementação, como a necessidade de um manejo mais rigoroso de ervas daninhas e um custo adicional de assistência técnica. A TISI apresentou também diversos benefícios, principalmente, uma maior economia de água, a diminuição dos custos da produção e a redução da população de larvas dos mosquitos vetores da malária. Os diversos benefícios e dificuldades na aplicação da TISI, apontados nesse trabalho foram testados empiricamente e reconhecidos pela grande maioria de agricultores que participaram da pesquisa, demonstrando um alto potencial de difusão em todo o Vale do Jequetepeque. No entanto, ainda que esses resultados sejam animadores, eles não permitem afirmar que a simples aplicação da TISI implicaria na

sustentabilidade da produção do arroz. Mesmo que a TISI fosse difundida e adotada por todos os agricultores do Vale, ainda assim, não seria possível afirmar que a sustentabilidade agrícola do Vale estaria alcançada.

A principal reflexão que faço com esse trabalho é, portanto, a de que não seria possível alcançar a sustentabilidade agrícola com a TISI sem romper com o modelo de intensificação agrícola convencional adotado no Vale, a monocultura. Essa discussão inclui a necessidade de rever os princípios que envolvem a produção de alimentos. A concepção atual sobre a produção de alimentos é tecnicista e controversa, pois ela enfatiza que apenas com o aumento da produtividade é possível reduzir a insegurança alimentar, em detrimento de outros meios como a redução da pobreza e o acesso equitativo a alimentos. Além disso, não considera as externalidades da atividade produtiva, como os impactos ambientais e de saúde. Esse conceito, de produtividade em primeiro lugar, segue hegemônico na maioria dos países que adotam a monocultura como modelo de intensificação agrícola, como é o caso do Peru.

Ao considerar a literatura revisada na elaboração dessa tese, não foi observada a proposição de novos modelos de cultivo para o arroz. Na realidade, quase a totalidade das publicações de cunho técnico, sobre práticas agrícolas voltadas para o controle de água para a irrigação, como a TISI, discutem seus resultados positivos, recomendando o aproveitamento dos ganhos alcançados pela economia de água em mais intensificação da produção e ampliação das áreas de cultivo. Assim, o modelo de monocultivo é perpetuado, intensificado e expandido, ainda que utilize de tecnologias com princípios de sustentabilidade.

Nesse aspecto, resgato a importância dos modelos de cultivo e irrigação ancestrais, que oportunizaram o crescimento e a manutenção de sociedades com alta densidade populacional, por vários milênios, adaptadas às adversidades ambientais da região da costa norte. A integração dessas tecnologias antigas com as novas formas de produção sustentável, como, por exemplo, a agroecologia, pode apresentar uma ampla gama de alternativas viáveis e promissoras de intensificação sustentável da agricultura. Esses novos modelos, que buscam um aumento da produtividade, sem impacto ambiental e sem a necessidade de expansão de novas áreas de cultivo são objetos para pesquisas

futuras, que auxiliem na projeção de agrossistemas multifuncionais que sejam sustentados pela natureza e sustentáveis em sua natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEN, J. M.; SANDER, B. O. *The diverse benefits of Alternate Wetting and Drying (AWD)*. . Los Baños, Philippines: [s.n.], 2019. Disponível em: <www.ccafs.cgiar.org>.
- BARNETT, T. P.; ADAM, J. C.; LETTENMAIER, D. P. Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. *Nature*, v. 438, n. 7066, p. 303–309, 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16292301>>.
- BERNABÉ, R. A. M. *Análisis de la influencia de la represa de Gallito Ciego en la calidad del agua del curso inferior del río Jequetepeque*. 2014. 108 f. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- BETANCOURT, O.; MERTENS, F.; PARRA, M. *Enfoques ecosistémicos en salud y ambiente*. Quito, Ecuador: Abya-Yala, 2016. v. 3. Disponível em: <<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>>.
- BORGATTI, S. P.; FOSTER, P. C. The network paradigm in organizational research: A review and typology. *Journal of Management*, v. 29, n. 6, p. 991–1013, 2003.
- BOSSIO, J. F.; SARAIVA, M.; WOLF, P. *Desarrollo Rural y Tecnologías de Información y Comunicación*. Lima: GTZ, ITDG, MINAG-DGIA, 2005.
- BOUMAN, B. A. M. *et al.* Rice and Water. *Advances in Agronomy*, v. 92, n. January, p. 187–237, 2006.
- BRADLEY, R. S. *et al.* Threats to Water Supplies in the Tropical Andes. *Science*, v. 312, n. 5781, p. 1755–1756, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1128087>>.
- CAREY, M. *et al.* Impacts of Glacier Recession and Declining Meltwater on Mountain Societies. *Annals of the American Association of Geographers*, v. 107, n. 2, p. 350–359, 2017.
- CHARRON, D. F. *Ecohealth Research in Practice: Innovative Applications of an Ecosystem Approach to Health*. Ottawa, Canada: International Development Research Centre, 2012. v. 1.
- CHAVEZ, F. P. *et al.* The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, v. 79, n. 2–4, p. 95–105, 2008.
- CHÁVEZ, W. C. *Evaluación Ambiental de la Iniciativa de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control de la Malaria*. . [S.l: s.n.], 2007.
- CHEVALLIER, P. *et al.* Climate change threats to environment in the tropical Andes: glaciers and water resources. *Regional Environmental Change*, v. 11, n. 1, p. S179–S187, 2011.

CISNEROS, M. J. *Impacto de la Represa Gallito Ciego en la pérdida de tierras de cultivo por salinización en la cuenca baja del Río Jequetepeque (1980-2003)*. 2013. 73 f. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.

CRAIG, A. K.; SHIMADA, I. El Niño Flood Deposits. *Geoarchaeology: An International Journal*, v. 1, n. 1, p. 29–38, 1986.

CRUZ, C. Ecosalud y la participación social en el control de la malaria en el cultivo de arroz en Perú. *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*, v. 23, n. 2, p. 259–273, 2014.

DENEVAN, W. M. Hydraulic Agriculture in the American Tropics: Forms, Measures, and Recent Research. *Maya Subsistence*. [S.l.]: ACADEMIC PRESS, INC., 1982. p. 181–203.

DEVRIES, T. J. A review of geological evidence for ancient el niño activity in Peru. *Journal of Geophysical Research*, v. 92, n. 13, p. 14471–14479, 1987.

DREGNE, H. E. Desertification of Arid Lands. *Physics of desertification*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986. p. 4–34. Disponible em: <http://link.springer.com/10.1007/978-94-009-4388-9_2>.

EGUREN, F. La agricultura de la costa peruana. *Debate Agrario*, n. 35, p. 1–38, 2003.

EGUREN, F. La Reforma Agraria en el Perú. *Debate Agrario*, n. 44, p. 63–100, 2009.

EGUREN, F. Reforma agraria y desarrollo rural en el Perú. *CEPES*, p. 11–31, 2006.

EGUREN, F.; CANCINO, I. Agricultura y sociedad rural en el Perú. *Debate Agrario*, v. 29–30, n. setiembre, p. 1–47, 1999. Disponible em: <http://www.cepes.org.pe/debate/debate2930/01_Articulo.pdf>.

EKLINDER-FRICK, J.; ERIKSSON, L.-T.; HALLÉN, L. Bridging and bonding forms of social capital in a regional strategic network. *Industrial Marketing Management*, v. 40, n. 6, p. 994–1003, 2011. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2011.06.040>>.

ERICKSON, C. L. Prehistoric landscape management in the Andean highlands: Raised field agriculture and its environmental impact. *Population and Environment*, v. 13, n. 4, p. 285–300, 1992.

ESCOBAL, J.; FORT, R.; ZEGARRA, E. *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el censo agropecuario*. Lima: GRADE, 2015. Disponible em: <<https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/51438>>.

ESCOBAL, J.; AGREDA, V. La comercialización de arroz en la Costa Norte del Perú: El caso de los productores de Ferreñafe. In: ESCOBAL, J. (Org.). *Comercialización agrícola en el Perú*. 1ª ed. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo, GRADE, 1994. p. 85–137.

FAO. *Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security*. [S.l: s.n.], 2012. Disponible em: <<http://www.fao.org/docrep/016/i3015e/i3015e.pdf>>.

FEDESALUD, F. PARA LA I. Y D. DE LA S. Y LA S. S. *El impacto de las reformas en salud Colombia, Ecuador, Peru y Venezuela, en la situación de malaria*. . Bogotá, Colombia: [s.n.], 2007. Disponible em: <http://www.fedesalud.org/documentos/estudios_10_reformamalariaandinos.pdf>.

FELICES, A. R. La costa norte peruana y su vulnerabilidad frente al fenómeno El Niño. *Ingeniería Civil*, v. 8, n. 29, p. 1–23, 2006.

FORGET, G.; LEBEL, J. An ecosystem approach to human health. *International Journal Of Occupational And Environmental Health*, v. 7, n. 2, p. S3–S38, 2001.

GIRALT, S. *et al.* The History of the El Niño - Southern Oscillation according to lacustrine and marine sediments. *Contributions to Science*, v. 3, n. 3, p. 343–353, 2007.

GLANTZ, M. H.; ORLOVSKY, N. S. Desertification: a review of the concept. *Desertification Control Bulletin*, v. 9, p. 15–22, 1983. Disponible em: <<http://www.ciesin.org/docs/002-479/002-479.html>>.

GÓMEZ, L. I. *et al.* *Pobreza, agua y tierra en jequetepeque, Perú*. Copenhagen: Vesterkopi as, 2007.

GRIFFING, S. M.; GAMBOA, D.; UDHAYAKUMAR, V. The history of 20th century malaria control in Peru. *Malaria Journal*, v. 12, n. 303, p. 303, 2013. Disponible em: <<http://www.malariajournal.com/content/12/1/303>>.

GUERRERO-PADILLA, A. M.; FLORIÁN-FLORIÁN, J. C. Demanda y uso de agua en los sectores de riego de la cuenca baja del río Jequetepeque (La Libertad, Perú). *REBIOL-Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, v. 33, n. 1, p. 1–17, 2013.

GUTHMANN, J. P. *et al.* Environmental factors as determinants of malaria risk. A descriptive study on the northern coast of Peru. *Tropical Medicine & International Health*, v. 7, n. 6, p. 518–525, 2002.

HERRERA, J. V. Prevención y control de la Malaria y otras enfermedades transmitidas por vectores en el Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, v. 11, n. 1, p. 18, 2003.

HUAMANCHUMO, J. *et al.* Developing capacity in water users organizations: the case of Peru. *Irrigation and Drainage*, v. 57, p. 300–310, 2008. Disponible em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.626/full>>.

IBARGÜEN, L. A. O. *Situación epidemiológica de la malaria en el Perú*. *Boletín epidemiológico del Perú*. Lima: [s.n.], 2019.

INEI. *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Disponible em: <<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>>.

JAKSIC, F. M. Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. *Ecography*, v. 24, n. 3, p. 241–250, 2001.

KASSAS, M. Desertification: a general review. *Journal of Arid Environments*, v. 30, n. 2, p. 115–128, jun. 1995. Disponible em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140196305800631>>.

KEISER, J.; SINGER, B. H.; UTZINGER, J. Reducing the burden of malaria in different eco-epidemiological settings with environmental management: A systematic review. *Lancet Infectious Diseases*, v. 5, n. 11, p. 695–708, 2005.

KEISER, J.; UTZINGER, J.; SINGER, B. H. The potential of intermittent irrigation for increasing rice yields, lowering water consumption, reducing methane emissions, and controlling malaria in African rice fields. *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 18, n. 4, p. 329–340, 2002.

KIBRET, S. *et al.* Can water-level management reduce malaria mosquito abundance around large dams in sub-Saharan Africa? *PLoS ONE*, v. 13, n. 4, p. 1–12, 2018.

KUS, J. S. Recent Research on Pre-Hispanic Agriculture in Coastal Peru. *Proceedings of the Conference of Latin Americanist Geographers*, v. 8, p. 209–216, 1981.

LAMPAYAN, R. M. *et al.* Developing and disseminating alternate wetting and drying water-saving technology in the Philippines. *Development and Dissemination of Climate-Resilient Rice Varieties for Water-Short Areas of South Asia and Southeast Asia*. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 2016. p. 329–351.

LEBEL, J. *Salud: Un Enfoque Ecosistémico*. Ottawa, Canada: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Publicado, 2005.

MACHER, J. C. S.; LUNA, E. F. R. *Estudio Económico - 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. ESTUDIO DE APROXIMACIÓN ECOSISTÉMICA*. Lima: [s.n.], 2016.

MADL, P. *the El-Niño (ENSO) Phenomenon*. Disponible em: <<https://biophysics.sbg.ac.at/atmo/elnino.htm>>.

MARK, B. G. *et al.* Climate Change and Tropical Andean Glacier Recession: Evaluating Hydrologic Changes and Livelihood Vulnerability in the Cordillera Blanca, Peru. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 100, n. 4, p. 794–805, 2010.

MATEO, S.; LIZARBE, S. M. ¿Re-emergencia de la malaria en el Perú?: Reflexiones sobre el control de la malária. *Boletín Epidemiológico (Lima - Perú)*, v. 22, n. 22, p. 474–475, 2013.

MBOERA, L. E. G. *et al.* Knowledge, perceptions and practices of farming communities on linkages between malaria and agriculture in Mvomero District, Tanzania. *Acta Tropica*,

v. 113, n. 2, p. 139–144, 2010.

MERTENS, F. *et al.* Network approach for analyzing and promoting equity in participatory ecohealth research. *EcoHealth*, v. 2, n. 2, p. 113–126, 2005.

MERTENS, F.; SAINT-CHARLES, J.; MERGLER, D. Social communication network analysis of the role of participatory research in the adoption of new fish consumption behaviors. *Social Science & Medicine*, v. 75, n. 4, p. 643–50, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22172976>>.

METZGER, J. *Modelamiento Hidrológico para Pronóstico estacional de caudales del río Jequetepeque*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Perú: [s.n.], 2017.

MONTECINO, V.; LANGE, C. B. The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. *Progress in Oceanography*, v. 83, n. 1–4, p. 65–79, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.041>>.

MOORE, J. D. Cultural Responses to Environmental Catastrophes: Post-El Niño Subsistence on the Prehistoric North Coast of Peru. *Latin American Antiquity*, v. 2, n. 1, p. 27–47, 1991.

MWANGANGI, J. M. *et al.* Anopheles larval abundance and diversity in three rice agro-village complexes Mwea irrigation scheme, central Kenya. *Malaria Journal*, v. 9, n. 1, p. 1–10, 2010.

NAYHUA, L. El cambio climático y efectos en la salud pública. *Boletín Epidemiológico*, v. 19, n. 01, p. 1–2, 2010.

OPAS. *Enfoques ecossistêmicos em saúde: perspectivas para sua adoção no Brasil e países da América Latina*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2009. Disponível em: <http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=158&Itemid=828>.

ORTLIEB, L.; MACHARÉ, J. Former El Niño events: records from western South America. *Global and Planetary Change*, v. 7, n. 1–3, p. 181–202, 1993.

PALIS, F. G. *et al.* A multi-stakeholder partnership for the dissemination of alternate wetting and drying water-saving technology for rice farmers in the Philippines. *AIMS Agriculture and Food*, v. 2, n. 3, p. 290–309, 2017.

PEREIRA, L. S.; OWEIS, T.; ZAIRI, A. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*, v. 57, n. 3, p. 175–206, 2002.

PÉREZ, E. G. Evolución histórica de la Legislación Hídrica en el Perú. *Revista de Derecho Administrativo*, n. 15, p. 319–334, 2015.

- PERU. *Agenda de Competitividad 2014-2018: Rumbo al Bicentenario*. . Lima: [s.n.], 2014a.
- PERU. *Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017*. . Lima: [s.n.], 2018.
- PERU. *Anuario Producción Agrícola 2014. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA)*. Lima: [s.n.], 2014b. Disponible em: <siea.minagri.gob.pe>.
- PERU. *Cuenca del Río Jequetepeque*. Disponible em: <<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/publicaciones/evats/jequetepeque/JEQUET2.pdf>>. Acceso em: 20 ago. 2019.
- PERU. *Datos estadísticos de las provincias de Chepén y Pacasmayo*. Disponible em: <<http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/572>>.
- PERU. *El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. . Lima: [s.n.], 2016a.
- PERU. *El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el valle Jequetepeque*. . Lima: [s.n.], 2012.
- PERU. *Estrategia nacional de lucha contra la desertificación y la sequía 2016-2030*. . Lima: [s.n.], 2016b.
- PERU. *Evaluación de Recursos Hídricos de la Cuenca del río Jequetepeque: Aguas Superficiales*. , n° Componente ii: aguas subterráneas. Lima: [s.n.], 2015b.
- PERU. *IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. . Lima: [s.n.], 2013.
- PERU. *La Desertificación en el Perú: Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía*. . Lima: [s.n.], 2011a.
- PERU. *Plan de Implementación de la Estrategia de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control Vectorial de la Malaria en Regiones Priorizadas del Perú*. . Lima: [s.n.], 2011b.
- PERU. *Proyecto Especial Jequetepeque Zaña Plan Estratégico Institucional 2010-2015*. . [S.l: s.n.], 2010.
- PERU. *Salud y Agricultura Sostenibles: Un reto del futuro. Riego intermitente en el cultivo del arroz para el control vectorial de la Malaria en la costa norte peruana*. . Lima: [s.n.], 2002.
- PERU; USAID. *Impacto económico de la malaria en el Perú*. . Lima, Perú: Ministerio de Salud, 1999. Disponible em: <<http://www.minsa.gob.pe/pvigia>>.
- QUIROZ, A. G. T. *Etnografía de la producción agrícola actual en el valle jequetepeque*:

una mirada desde la antropología económica. 2014. 157 f. Universidad Nacional del Callao, 2014.

RAJENDRAN, R. *et al.* Prospects and problems of intermittent irrigation for control of vector breeding in rice fields in southern India. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, v. 89, n. 5, p. 541–549, 1995.

RIBEIRO, V. V. A Reforma Agrária Peruana: Uma Experiência Radical sob controle Militar (1962-1993. *Estudios Rurales*, v. 3, n. 4, p. 126–145, 2013.

ROGERS, E. M. *Diffusion of Innovations*. Third ed. New York: The Free Press, 2003. Disponível em: <teddykw2.files.wordpress.com/.../everett-m-rogers-diffusion-of-innovati..>.

ROGERS, E. M.; KINCAID, D. L. *Communication Networks: Toward a New Paradigm for Research*. New York: Free Press, 1981.

SCOTT, J. *Social network analysis: A Handbook*. 2. ed. London, UK: SAGE Publications Ltda., 2000. v. 3. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1466914&tool=pmcentrez&endertype=abstract>>.

SEDALIB. *Diagnóstico Hídrico Rápido de la Cuenca del Rio Jequetepeque como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A.* . Trujillo, Peru: [s.n.], 2018.

STACKELBECK, K. L. *Adaptational Flexibility and Processes of Emerging Complexity: Early to Mid-Holocene Foragers in the Lower Jequetepeque Valley, Northern Peru*. 2008. 819 f. University of Kentucky, 2008.

STRINGER, L. C. *et al.* Adaptations to climate change, drought and desertification: local insights to enhance policy in southern Africa. *Environmental Science and Policy*, v. 12, n. 7, p. 748–765, 2009.

SWARTZMAN, G. *et al.* The relationship of anchovy and sardine to water masses in the Peruvian Humboldt Current System from 1983 to 2005. *Progress in Oceanography*, v. 79, n. 2–4, p. 228–237, 2008.

VALENTE, T. W. Network Models and Methods for Studying the Diffusion of Innovations. *Models and Methods in Social Network Analysis, Volume 28 of Structural Analysis in the Social Sciences*. [S.l: s.n.], 2005. v. 28. p. 98–116.

VALENTE, T. W.; ROGERS, E. M. The origins and development of the diffusion of innovations paradigm as an example of scientific growth. *Science Communication*, v. 16, n. 3, p. 242–273, 1995.

VÉLEZ, J. R. G. *Análisis de la adherencia de la técnica de secas en el distrito de Pítipo: Campaña 2007 – 2008. Iniciativa de la Técnica de Riego con Secas Intermitentes en el*

cultivo de arroz para el control vectorial de la malaria región Lambayeque. [S.l: s.n.], 2008.

VOS, J.; VINCENT, L. Volumetric water control in a large-scale open canal irrigation system with many smallholders: The case of Chancay-Lambayeque in Peru. *Agricultural Water Management*, v. 98, n. 4, p. 705–714, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2010.11.008>>.

VUILLE, M. *et al.* Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews*, v. 89, n. 3–4, p. 79–96, 2008.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: [s.n.], 1994.

WASSILOWSKY, A. H. *La recuperación de tecnologías indígenas: Arqueología, tecnología y desarrollo en los Andes*. Lima: IEP, 2011. v. 66.

WEIHS, M.; MERTENS, F. Os desafios da geração do conhecimento em saúde ambiental: Uma perspectiva ecossistêmica. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 18, n. 5, p. 1501–1510, 2013.

WEJNERT, B. Integrating Models of Diffusion of Innovations: A Conceptual Framework. *Annual Review of Sociology*, v. 28, n. 1, p. 297–326, 2002. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.soc.28.110601.141051>>.

WELLS, L. E.; NOLLER, J. S. Holocene Coevolution of the Physical Landscape and Human Settlement in Northern Coastal Peru. *Geoarchaeology - An International Journal*, v. 14, n. 8, p. 755–789, 1999.

WEST, M. Agricultural resource use in an andean coastal ecosystem. *Human Ecology*, v. 9, n. 1, p. 47–78, 1981.

WHO. *World Malaria Report 2019*. Geneva. Geneva: World Health Organization, 2019.

WILSON, D. J. Of Maize and Men: A Critique of the Maritime Hypothesis of State Origins on the Coast of Peru. *American Anthropologist*, v. 83, n. 1, p. 93–120, 1981.

WORLD BANK. *El futuro del riego en el Peru: desafíos y recomendaciones*. Medio Ambiente y Recursos Hídricos. Washington, DC: [s.n.], 2013.

APÊNDICE I – ROTEIRO UTILIZADO NA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE DIFUSÃO DE INOVAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS

Guía: Revisión de la literatura científica sobre difusión de innovaciones y escalamiento en la agricultura: identificación de variables y nuevas opciones metodológicas.

1. Elaboración de la base de datos

Búsqueda 1

- Búsqueda en el Portal de Revistas Científicas y Tecnológicas de la CAPES que ofrece acceso a 31.000 revistas con revisión por pares.
- Fecha de la búsqueda : 24-02-2014
- Palabras clave: *agriculture + diffusion + innovation + adoption*
- Fecha de publicación de los artículos: entre 2003 y 2014
- Resultado de la búsqueda: 1.946 artículos
- Procedimiento:
 - A partir de la lectura del título y resumen se examinaron los 600 primeros artículos de la búsqueda, organizada por relevancia. El análisis concluyó en el artículo número 600, ya que entre los artículos 500 y 600 no fue encontrado ningún estudio relevante. Se seleccionaron 66 artículos sobre el tema de la difusión de innovaciones agrícolas relevantes para el proyecto de arroz y malaria en el Jequetepeque.

Búsqueda 2

- Búsqueda en el *Scholar Google*
- Fecha de la búsqueda : 24-02-2014
- Palabras clave: *agriculture + diffusion + innovation + adoption*
- Fecha de publicación de los artículos: entre 2003 y 2014
- Procedimiento:
 - A partir de la lectura del título y resumen se examinaron los 100 primeros artículos de la búsqueda, organizada por relevancia.
 - Se seleccionaron 13 artículos sobre el tema de la difusión de innovaciones agrícolas relevantes para el proyecto de arroz y malaria en el Jequetepeque.

2. Análisis del contenido de los artículos

El contenido de los 79 artículos seleccionados fue analizado con el objetivo de identificar las siguientes informaciones:

- Año de publicación
- País o región donde fue desarrollado el estudio

- Naturaleza de la innovación agrícola
- Niveles incluidos en el análisis (desde el local hasta el global)
- Actores involucrados en el proceso de difusión
- Variables independientes asociadas a la adopción de la innovación
- Variables dependientes utilizadas (en general, en la adopción de la innovación agrícola)

3. Base de datos

La base de datos incluyendo el análisis de los 79 artículos se encuentra en el archivo adjunto en formato excel (review_diffusion_variables.xlsx). Los artículos están alojados en una carpeta, en el servicio de almacenamiento de archivos DropBox, llamada línea de base y disponible para los miembros del equipo, principalmente Alain y Anita que son los responsables de la elaboración del instrumento de recogida de datos de la línea de base. Estos estudios serán también utilizados para la elaboración de las preguntas de la línea de base referente al proceso de difusión y redes sociales (tarea del equipo de Brasilia).

4. Próximas etapas

Fueron identificadas cientos de variables asociadas a la adopción de innovaciones agrícolas. Estas variables serán analizadas posteriormente con el objetivo de identificar cuales tienen potencial de ser consideradas en el estudio de difusión en el Jequetepeque y podrían ser incluidas en el instrumento de recogida de datos de la línea de base. En el momento del análisis de los datos, estos artículos serán revisados para apoyar la definición de los enfoques metodológicos y estadísticos a utilizar. El próximo producto (producto 2) permitirá crear una base de datos con artículos que incluyan variables de red y/o de comunicación en estudios sobre la difusión de innovaciones agrícolas. El producto 3 se basará en la traducción de los resultados de la revisión de la literatura para construir el diseño del estudio de difusión y escalamiento en el Jequetepeque.

APÊNDICE II – ROTEIRO UTILIZADO NA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ANÁLISE DE REDES DE SOCIAIS PARA ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS

Guía: Revisión de las investigaciones utilizando variables de redes sociales y/o de comunicación en proyecto de difusión de innovación en agricultura.

1. Elaboración de la base de datos

Búsqueda 1

- Búsqueda en el Portal de Revistas Científicas y Tecnológicas de la CAPES que ofrece acceso a 31.000 revistas con revisión por pares.
- Fecha de la búsqueda : 24-02-2014
- Palabras clave: *agriculture + diffusion + innovation + adoption + "social network"*
- Fecha de publicación de los artículos: entre 2003 y 2014
- Resultado de la búsqueda: 221 artículos
- Procedimiento:

- A partir de la lectura del título y resumen se examinaron los 221 artículos de la búsqueda. Se seleccionaron 19 artículos sobre el tema de la difusión de innovaciones agrícolas que utilizan variables de redes sociales o de comunicación relevantes para el proyecto de arroz y malaria en el Jequetepeque.

Búsqueda 2

- Búsqueda en el *Scholar Google*
- Fecha de la búsqueda : 24-02-2014
- Palabras clave: *agriculture + diffusion + innovation + adoption + "social network"*
- Fecha de publicación de los artículos: entre 2003 y 2014
- Procedimiento:

- A partir de la lectura del título y resumen se examinaron los 100 primeros artículos de la búsqueda, organizada por relevancia.

- Se seleccionaron 4 nuevos artículos sobre el tema de la difusión de innovaciones agrícolas que utilizan variables de redes sociales o de comunicación relevantes para el proyecto de arroz y malaria en el Jequetepeque.

2. Análisis del contenido de los artículos

El contenido de los 23 artículos seleccionados fue analizado con el objetivo de identificar las siguientes informaciones:

- Año de publicación
- País o región donde fue desarrollado el estudio
- Naturaleza de la innovación agrícola

- Niveles incluidos en el análisis (desde el local hasta el global)
- Actores involucrados en el proceso de difusión
- Variables independientes asociadas a la adopción de la innovación (que no son de redes sociales o de comunicación)
- Variables independientes de redes sociales o de comunicación asociadas a la adopción de la innovación
- Variables dependientes utilizadas (en general, en la adopción de la innovación agrícola)

3. Base de datos

La base de datos incluyendo el análisis de los 23 artículos se encuentra en el archivo adjunto en formato excel (review_network_variables.xlsx). Los artículos están alojados en una carpeta, en el servicio de almacenamiento de archivos DropBox, llamada línea de base y disponible para los miembros del equipo, principalmente Alain y Anita que son los responsables de la elaboración del instrumento de recogida de datos de la línea de base.

4. Próximas etapas

Fueron identificadas decenas de variables de redes sociales y de comunicación asociadas a la adopción de innovaciones agrícolas. Estas variables serán analizadas posteriormente con el objetivo de identificar cuales tienen potencial de ser consideradas en el estudio de difusión en el Jequetepeque y podrían ser incluidas en el instrumento de recogida de datos de la línea de base (producto 3). En el momento del análisis de los datos, estos artículos serán revisados para apoyar la definición de los enfoques metodológicos y estadísticos a utilizar.

APÊNDICE III – COMPILAÇÃO DAS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS COMO POSSIVEL ASSOCIADAS À ADOÇÃO DE INOVAÇÕES

Propuesta de objetivos del estudio de redes sociales asociado a la línea de base – abril 2014

1. Analizar las características de la innovación que pueden favorecer o ser barreras para los procesos de difusión con foco en su diferentes dimensiones (económica, social, de salud, ambiental), en sus propiedades intrínsecas (ventaja relativa, observabilidad, compatibilidad, experimentabilidad y simplicidad) y de acuerdo con los distintos niveles de difusión (hogar, comité, comisión, cuenca, región, país).
2. Analizar en el nivel de la cuenca, los factores, las personas claves, los caminos de difusión y las condiciones para sostenibilidad asociados a los procesos de adopción de la innovación, incluyendo los factores sociodemográficos, del contexto socio-económico-político, los medios de comunicación, las relaciones interpersonales (redes).

Propuestas para la organización de las encuestas en la línea de base (a ser discutido)

La unidad de muestreo es la parcela de cultivo de arroz

La toma de decisión y el conocimiento sobre las prácticas para cada parcela involucra a 3 categorías de actor: el dueño, el arrendatario, el capataz (caporal): preguntar sobre el proceso de decisión entre los 3

Estratificar la muestra de acuerdo con las 14 comisiones de regantes, las áreas (alta, media, baja).

Estrategia de la encuesta: Encontrar el dueño de la parcela para hacer la encuesta. Si se cultiva, hacemos una sola encuesta con él. Si se arrienda, hacer una encuesta con el dueño y también con el arrendatario. Si el arrendatario contrata un capataz, hacer encuesta con él también.

Dividir la encuesta entre una parte que es individual y una parte sobre las prácticas en la parcela que es común y es colectada con la persona que tiene más informaciónes.

VARIABLES INDEPENDIENTES CON POTENCIAL DE ESTAR ASOCIADA LA ADOCIÓN DE INNOVACIONES AGRÍCOLAS

Características sociodemográficas

Edad

Género del agricultor

Género del tomador de decisión en agricultura

Educación formal

Educación en el campo de la agricultura

Tiempo / experiencia en agricultura

Local de nacimiento

Migrante

Características del hogar

Tamaño da familia

Aspectos Económicos

Renta asociada a actividades agrícolas

Renta asociada a actividades no agrícolas

Dependencia de los rendimientos de la agricultura (Renta asociada a actividades no agrícolas / Renta asociada a actividades agrícolas)

Disponibilidad de créditos para la agricultura

Objetivos de los créditos: pesticidas, fertilizantes, otro?

Valores/variaciones/inestabilidad en los precios de los fertilizantes, pesticidas, combustible, (o de cualquier otro producto o material necesario para la producción)

Acceso a los mercados

Distancia de los mercado

Situación de pobreza

Pagamentos por servicios ambientales

Prácticas agrícolas / área donde desarrolla las actividades agrícolas (lote)

Objetivo del trabajo agrícola: renta, alimentación,

Tamaño da área cultivada

Uso de paquete tecnológico

Uso de practicas orgánicas, biológicas, tradicionales

Uso de semillas criollas – compradas – transgénicas

Trabajo agrícola cooperativo, colaborativo, intercambio de jornadas, intercambio de equipos x trabajo aislado

Uso de trabajo informal, migrante, de agricultores de propiedades vecinos

Diversidad de producción: monocultivo, numero de especies diferentes producidas

Numero de trabajadores en la unidad de producción: formales, informales, estacionales

Tiene la intención que alguien siga trabajando en la hacienda, en la área de producción (un miembro de la familia, un sucesor)

Compartimento de la decisiones sobre la producción con la esposa

Fertilidad de la tierra

Distancia entre la casa y el lote

Aspectos sociales / de salud

Situación alimentar: hambre, seguridad alimentar

Situación de salud: problemas de salud

Aspectos ambientales

Importancia atribuida al uso de agua

Deseo de reducir uso de agua

Identificación y preocupación con algunos problemas ambientales

Conocimiento sobre y preocupación con la erosión

Conocimiento sobre y preocupación con la salinización

Conocimiento sobre y preocupación con el medio ambiente
 Conocimiento sobre y preocupación con la conservación de los recursos ambientales (agua, solo)
 Conocimiento sobre y preocupación con las reglamentaciones ambientales
 Conocimiento sobre, percepción de, y preocupación con los cambios climáticos

Políticas públicas

Apoyo público
 Escenario / contexto político actual
 Confianza en las organizaciones del gobierno local, estadual, federal

Tenencia de la tierra

Seguridad de mantener la tenencia de la tierra
 Ser propietario del lote, alquilar el lote, tener el lote emprestado,
 Tener título formal de propiedad

Innovación

Propiedad de la innovación: ventaja relativa, compatibilidad, simplicidad, experimentabilidad, observabilidad
 Costos de implementación de la innovación
 Utilidad de la innovación
 Comparación entre los rendimientos agrícolas antes/después de adoptar la innovación
 Comparación entre los costos antes/después de adoptar la innovación
 Demanda de los mercados por los productos oriundos de la innovación
 Comparación entre la cantidad de trabajo antes/después de adoptar la innovación
 Posibilidad de adaptar / integrar la innovación a otras prácticas.
 Calidad de los productos después de adoptar la innovación
 Reducción de los costos de pesticidas
 Reducción de los costos de fertilizantes
 Incentivos económicos para la adopción

Riesgo

Reducción del riesgo en la producción asociado a la innovación
 Aversión a riesgo / gusto pelo riesgo
 Incerteza sobre la eficacia de la innovación

Participación

Involucramiento en la investigación, el desarrollo de las prácticas innovadoras, en la toma de decisión sobre el proceso de innovación

Fuentes de información: origen de la información y confianza en las fuentes de información

Agentes de extensión
 Compañía privadas proveedoras de pesticidas, semillas, fertilizantes
 ONGs

Asociaciones de agricultores
 Agencias de difusión y apoyo en agricultura
 Organizaciones intermediarias
 Organizaciones gubernamentales locales, estatales, federales
 Organizaciones internacionales
 Consultores pagos
 Investigadores
 Agricultores vecinos
 Miembros da familia
 Cooperativas
 Encuentros y reuniones comunitarias
 Encuentros diversos: de las agencias, cooperativas, organizaciones privadas, etc.
 Libros/revistas
 Media: Televisión, radio, periódicos, internet
 Manuales técnicos

Sustentabilidad

Intención de seguir en las actividades agrícolas
 Deseo de ver los hijos seguir en las actividades agrícolas
 Posibilidad de certificación
 Designación de origen

Efectos de redes sociales - Capital social

Participa de asociaciones
 % de adoptantes en la cercanía
 Cercanía / distancia de los adoptantes
 Efecto de redes en múltiples niveles: (i) local entre agricultores, (ii) regional con organizaciones de productores / extensión, (iii) nacional/global asociado a las políticas publicas
 Intercambio de informaciones y consejos sobre practicas innovadores / en el caso de problemas con la producción
 Involucramiento en cooperativas de producción
 Homofilia, heterofilia, heterofilia optimizada de los agentes que fornecen las informaciones
 Características estructurales de la redes personales: aberturas estructurales, densidad, redes abiertas versus redes cerradas, diversidades de los miembros de las redes personales, tamaño de las redes personales.
 Ser un líder reconocido en las redes sociales

APÊNDICE IV – ROTEIRO DE ENTREVISTA UTILIZADO PARA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DA LINHA DE BASE – SETEMBRO DE 2014

Guía de aplicación del cuestionario

Presentación del proyecto antes de empezar el cuestionario

1. Nombre del entrevistador
2. Institución (CARE Perú - Universidad)
3. Objetivo del proyecto: mejorar las técnicas de la agricultura de arroz. **No hablar del riego con secas.**
4. Objetivo de la entrevista: saber las opiniones de los agricultores sobre el tema para apoyar al desarrollo del proyecto.
5. Confidencialidad: serán usados códigos para identificar los entrevistados en la análisis y **los nombres no serán usados o divulgado** en ninguno tipo de documento (informe, artículos, etc.)
6. El encuestado puede recusarse a responder a cualquier pregunta y/o tiene la libertad de terminar la entrevista cuando quiere.
7. Divulgación de los resultados (informe o presentación pública)
8. Informar que al final se dará mayores informaciones (al final de la aplicación del cuestionario explicar las relaciones entre arroz, malaria y riego con secas intermitentes).
9. Firmar un consentimiento.

Información para codificación del cuestionario

1. **Nombre del encuestador.** Ponga su nombre y APELLIDO
2. **Fecha.** Considere la fecha en la que está tomando los datos.
3. **Localidad.** Coloque el nombre de la COMISION a la que pertenece o en la que está registrado el titular o dueño de la chacra que está encuestando. Este dato se le ha dado al encuestador en la lista de agricultores que debe encuestar. **En caso usted no encuentre al agricultor de su lista y está encuestando al agricultor más cercano, debe tener en cuenta que la chacra de éste nuevo agricultor debe pertenecer a la misma comisión que la del anterior.**
4. **Entrevistado/a.** Considere la relación del entrevistado con el dueño o persona que está registrada en la Comisión y marque
 - a. **PROPIETARIO**, si es él mismo. Además, si es el hijo del dueño o un heredero u otro familiar que no paga arriendo, marque PROPIETARIO y escriba “FAMILIAR”.
 - b. **ARRENDATARIO**, si tiene la tierra en alquiler.
 - c. **CAPORAL**, si el entrevistado está contratado o se le paga para dirigir el trabajo en la chacra.

1. Datos familiares

Nombre. Del encuestado, la persona que brinda la información.

Sexo. M = Masculino. F=Femenino

Dirección. En la que vive o se ubica al entrevistado

Teléfono

Edad. Pregunte por la edad cumplida hasta la fecha de la entrevista

Tiene DNI. Verificar si la persona está registrada o es una persona sin registro de identidad, para verificar se puede preguntar por el número del DNI. Marcar. SI = la persona tiene DNI NO = la persona no tiene DNI.

Lugar de nacimiento. Complete la información del lugar donde nació el entrevistado, escriba la COMUNIDAD, el DISTRITO al que pertenece, la PROVINCIA y el DEPARTAMENTO.

Cuánto años vive en el valle?. Pregunte ¿cuántos años vive en el valle?, si el entrevistado no lo recuerda, pregunte ¿desde qué año vive en el valle? Escriba el número de años. Si el entrevistado le dice el año que empezó a vivir en el valle, el entrevistador debe calcular la cantidad de años desde esa fecha hasta el momento de la encuesta.

¿Hasta qué año estudió?

Anotar el año alcanzado y el nivel de estudios que llegó. Ejemplo:

Año / Nivel: 5to. de Primaria.

Año / Nivel: 5to. de Secundaria.

Año / Nivel: _____ de _____

Años total de estudios realizados (suma total que hará el encuestador): _____ años. Tener en cuenta que por lo menos es:

Primaria = 6

Secundaria = 5

Superior Técnico = 3

Superior Universitaria = de 5 a 7

Número de personas que viven en la casa:

Actividades económicas en orden de importancia de ingresos

Para esto se tiene el siguiente orden de preguntas: Además de la agricultura que otros trabajos tiene o realiza? De todos los trabajos ¿cuál es el más rentable? (luego preguntar por los siguientes en orden del más rentable al menor). Incluir la **producción de arroz** en la lista.

Ejemplo: Actividades económicas en orden de importancia de ingresos:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Comercialización de insumos | 2. Producción de arroz |
| 3. Consultor | 4. Profesor |

¿En qué comité, asociación u organización participa Ud. los miembros de su familia?

Mencionar la primera opción, esperar la respuesta y seguir para la próxima. Mencionar cada una de las opciones. Al final preguntar si hay otro/a y tomar notas de todos los nuevos comités, asociaciones u organizaciones.

2. Actividades agrícolas

Tiempo (años) dedicados a la agricultura de arroz. Pregunte cuántos años trabaja o se dedica al cultivo de arroz en el valle y si también ha trabajado en otro lugar cuánto tiempo.

Distancia entre su casa y las chacras de arroz más cercana (kilómetros). Preguntar ¿qué distancia aproximada hay desde su casa hasta la chacra más cercana?, no se refiere a la distancia desde su vivienda hasta su chacra, sino desde su vivienda hasta la chacra que esté más cerca. Anote la respuesta en kilómetros. (Ejemplo 0.5 Km., 1 Km.).

Número de hectáreas sembradas según cultivo en la última campaña (2013):

Mencionar cada una de las opciones, esperar la respuesta y seguir para la próxima. Indicar 0 (cero) para los tipos de cultivo que el agricultor no siembra. Se quiere saber la superficie total relacionada a cada actividad en el conjunto de las comisiones del Valle.

Financiamiento de la última campaña de arroz (2013)

Mencionar la primera opción, esperar la respuesta (si o no) y seguir para la próxima. Mencionar todas las opciones de la lista.

¿Para qué utilizó el préstamo o crédito recibido?:

Mencionar la primera opción, esperar la respuesta (si o no) y seguir para la próxima. Mencionar todas las opciones de la lista.

Producción de arroz por hectárea en la última campaña.

Pregunte ¿cuántos sacos de arroz por hectárea rindió su chacra en la última campaña (2013)? y pregunte ¿cuánta hectáreas sembró en esa campaña?.

¿A quién/dónde vende su producción de arroz?

Toma nota de toda la información del encuestado en la respuesta: el nombre, tipo de comprador, etc. Considerar la información del 2011, 2012 y 2013.

¿Qué tipo de semillas utiliza?

Tomar nota de los diferentes tipos de semillas. Preguntar si utiliza más de un tipo.

¿Dónde compra/obtiene las semillas?

Tomar nota del origen de cada uno de los tipos de semillas

Utiliza insumos agrícolas? Que tipo?

Obtener informaciones sobre fertilizantes, plaguicidas y otros insumos. Si utiliza otros insumos, tome nota de los nombres.

¿Qué hace con los envases vacíos de los plaguicidas?

Lea la pregunta y anote la respuesta completa. Si los reutiliza anote en qué. Si los elimina, pregunte ¿cómo lo elimina? y anote.

¿Quiénes participan en la actividad agrícola?

Queremos saber si es solo miembros de la familia, o si incluye obreros, etc. En la respuesta le puede indicar quiénes participan por cada fase de la actividad, escriba toda la respuesta.

¿Quién toma la decisión de las actividades agrícolas en el cultivo de arroz?

Si el agricultor contesta que es él mismo, preguntar si él toma las decisiones solo.

3. Salud, malaria y agricultura

¿Que ha escuchado acerca de la malaria o paludismo o terciana?

Dejar el encuestado hablar sobre el tema. Las respuestas que nos brinde pueden ser usadas para llenar las preguntas siguientes más específicas.

Identificar cómo el encuestado se refiere a malaria (si dice Malaria? Paludismo? Terciana?) y usar ese mismo término para seguir con las otras preguntas sobre el tema más adelante.

4. Medio ambiente, agua y agricultura

¿De dónde saca el agua para el riego de sus cultivos de arroz?

Mencionar cada una de las opciones, esperar la respuesta No Sí y seguir para la próxima.

¿Está afiliado a alguna organización de riego?

Mencionar cada una de las opciones, esperar la respuesta No Sí y seguir para la próxima.

¿Con qué frecuencia se distribuye el agua de riego en la campaña principal de arroz?

Tener en cuenta que los que tienen parcela chica reciben una vez por semana y los que tienen parcela grande reciben con mayor frecuencia.

De acuerdo con las etapas del cultivo de arroz ¿Cree Ud. que la abundancia de agua beneficia o perjudica su cultivo?

Preguntar ¿cree Ud. que la abundancia de agua beneficia o perjudica en la siembra?, luego pedirle que explique cómo es que beneficia (o perjudica si esa fue su respuesta en la primera parte). Se debe anotar la explicación completa que dio el agricultor.

Preguntar ¿cree Ud. que la abundancia de agua beneficia o perjudica cuando está en punto verde?, luego pedirle que explique cómo es que beneficia (o perjudica si esa fue su respuesta en la primera parte). Se debe anotar la explicación completa que dio el agricultor.

Tener en cuenta entre las posibles respuestas hay:

- Saliniza la tierra
- Menor producción Agrícola
- Inundaciones de terrenos no agrícolas
- Mayor cantidad de plagas agrícolas
- Mayor cantidad de malezas
- Mayor cantidad de zancudos
- Efectos positivos. Cuáles?

Conoce la técnica de riego con secas intermitentes? Explicar.

Pregunte si conoce la técnica de riego con secas intermitentes. Si su respuesta es SI, solicitar que le explique con detalles **qué es el riego con secas para él, en qué consiste**. Tome nota de todos los detalles de la explicación que el agricultor le brinda. Luego que el agricultor le explica, las respuestas deben permitir diferenciar entre la técnica de secas intermitentes del proyecto malaria y arroz y otras técnicas como el racionamiento de agua que está llevando a tener periodos de secas. El encuestador debe diferenciar para establecer si conoce la técnica de secas realmente o no.

Al final, después de diferenciar la técnica de secas con otras técnicas, marque la respuesta a la pregunta según corresponda No Sí .

Explicar la técnica de riego con secas intermitentes, sin hablar de las posibles consecuencias.

Solo presentar la técnica: dejar el arroz 8 días sin agua. Es necesario estandarizar el mensaje. Coordinar con los agrónomos.

Presentar la técnica de una manera neutra. No tener el papel de un promotor de la técnica.

¿Cree Ud. que usar la técnica de secas intermitentes para el cultivo de arroz afecta:

Mencionar cada una de las opciones, tomar nota de la respuesta para cada una antes de seguir para la próxima. No dejar preguntas sin respuestas.

No inducir. La respuesta puede ser que el agricultor no sabe.

Usted aplicaría la técnica de riego con secas intermitentes?

En ambos casos, sea que el agricultor responda SI o NO, se debe pedir que explique. Obtener el máximo de informaciones sobre el porqué. Dejar todo el tiempo al agricultor para que pueda desarrollar su pensamiento. No poner presión sobre la adopción.

Entre los factores mencionados abajo, cuál lo motivaría más para adoptar la técnica de riego con secs?

Decir al agricultor: “Le voy a mencionar algún factores relacionados con la técnica de secas intermitentes y quisiera que me diga cuál de estos le motivaría más para adoptar la técnica y cuáles no lo motiva”. Luego, lea las opciones y maque solo aquellas que el agricultor menciona que es un factor que lo motiva a adoptar la técnica.

Quien tomaría la decisión para aplicar las seca intermitentes en su cultivo?

Anotar la relación de parentesco con el entrevistado.

Cuestionario de Redes Sociales: discusión sobre

1. Agricultura

Usted suele conversar / intercambiar sobre los temas de la AGRICULTURA?

¿Con quién suele intercambiar o conversar sobre temas de AGRICULTURA?

Aquí se buscan identificar las relaciones interpersonales, o sea personas con quien el agricultor habla sobre el tema.

Dar ejemplos para facilitar el entendimiento de la pregunta: por ejemplo, para el tema de la agricultura, cuando necesita de informaciones por que quiere promover un cambio/adaptación de sus prácticas agrícolas, o encuentra dificultades en la producción, etc. ¿Con quién conversa de esto?

Pedir los nombres de las personas con quien habla o ya habló. No se necesita los nombres exactos, ni los nombres completos, puede ser un apodo o algo que la identifique. Solamente después solicitar las informaciones sobre cada persona (edad, etc).

Si el encuestado menciona actores institucionales, usar la hoja siguiente sobre las fuentes de información.

Identificar si las personas con quien el agricultor conversa sobre agricultura se conocen.

Copiar los nombre de todas las personas con quien el agricultor conversa sobre el tema en las dos dimensiones de la matriz. Escribir 1 cuando las dos personas se conocen, 0 cuando no se conocen.

Fuentes de información: origen de la información y confianza en las fuentes de información

Preguntar si se enteró sobre el tema de agricultura por medio de informaciones que transmitieron cada una de las posibles fuentes de información que están en la encuesta.

Para cada fuente marcar la respuesta No Sí . No dejar opciones sin marcar.

A continuación preguntar sobre las informaciones que ha escuchado de acuerdo con la respectiva fuente de información.

A continuación, preguntar se considera esta fuente de información confiable en relación a las informaciones brindadas. Usar las informaciones brindadas para formular la pregunta sobre confianza. Seguir para la próxima fuente de información. Preguntar sobre todas las fuentes de información. Al final preguntar si se enteró sobre el tema por medio de otras fuentes. Insistir para obtener informaciones sobre diversas fuentes de información.

1. Salud

Usted suele conversar / intercambiar sobre los temas de la SALUD?

¿Con quién suele intercambiar o conversar sobre temas de SALUD?

Aquí se buscan identificar las relaciones interpersonales, o sea personas con quien el agricultor habla sobre el tema.

Dar ejemplos para facilitar el entendimiento de la pregunta: por ejemplo, para el tema de la SALUD, cuando necesita de informaciones alguna dolencia o enfermedad. ¿Con quién conversa de esto?

Pedir los nombres de las personas con quien habla o ya habló. No se necesita los nombres exactos, ni los nombres completos, puede ser un apodo o algo que la identifique. Solamente después solicitar las informaciones sobre cada persona (edad, etc).

Si el encuestado menciona actores institucionales, usar la hoja siguiente sobre las fuentes de información.

Identificar si las personas con quien el agricultor conversa sobre salud se conocen.

Copiar los nombre de todas las personas con quien el agricultor conversa sobre el tema en las dos dimensiones de la matriz. Escribir 1 cuando las dos personas se conocen, 0 cuando no se conocen.

Fuentes de información: origen de la información y confianza en las fuentes de información

Preguntar si se enteró sobre el tema de salud por medio de informaciones que transmitieron cada una de las posibles fuentes de información que están en la encuesta.

Para cada fuente marcar la respuesta No Sí . No dejar opciones sin marcar.

A continuación preguntar sobre las informaciones que ha escuchado de acuerdo con la respectiva fuente de información.

A continuación, preguntar se considera esta fuente de información confiable en relación a las informaciones brindadas. Usar las informaciones brindadas para formular la pregunta sobre confianza. Seguir para la próxima fuente de información. Preguntar sobre todas las fuentes de información. Al final preguntar si se enteró sobre el tema por medio de otras fuentes. Insistir para obtener informaciones sobre diversas fuentes de información.

APÊNDICE V - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS AGRICULTORES DA LINHA DE BASE

Proyecto “El riego con secas intermitentes en el cultivo del arroz para el control vectorial de la malaria y una agricultura más sana y sostenible: escalamiento en el Valle Jequetepeque”

Cuestionario de Análisis de Redes Sociales

Estas encuestas está dirigida a los agricultores del Sector el Mango - Comisión de Usuarios Pacanga, y ha sido diseñada con fines netamente académicos. La información es reservada y confidencial.

Nombre del encuestador:

Fecha:

Localidad:

Entrevistado/a: Propietario / Familiar? Sí No

Arrendatario

Caporal

1. Datos familiares

Edad:

Lugar de nacimiento:

Comunidad: _____ Distrito:

Provincia: _____

Departamento:

Cuántos años vive en el valle (fecha o número de años)?:

¿Hasta qué año estudió?

Año / Nivel: _____ año de _____

Años total de estudios realizados: _____ años

Número de personas que viven en la casa: _____

Actividades económicas en orden de importancia de ingresos:

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

¿Cuál su ingreso económico aproximado (por cosecha / anual)? _____

¿En qué comité, asociación u organización participa Usted?

Asociac. de arroceros Asociac. de molineros Asociac. de bananeros
 orgánicos

Junta comunal Comité de regantes Comité de autodefensa

Vaso de leche Comedor Infantil Comité deportivo

Comité de aguas (JASS) Club de madres Iglesia

Otro ¿Cuál?

2. Actividades agrícolas

Tiempo (años) dedicado al cultivo de arroz:

Distancia entre su casa y las chacras de arroz mas cercana (kilómetros)?

Número de hectáreas sembradas según cultivo en la última campaña (2013/2014):

1 Arroz, como propietario de la tierra:

2. Arroz, como arrendatario:

3. Arroz, como caporal:

4. Maíz: _____ 5. Hortalizas:

6. Frutales: _____ 7.

Caña: _____

8. Otros cultivos? ¿Cuál(es) y números de hectáreas?

¿Usted obtuvo financiamiento de la última campaña de arroz? No Capital propio?

Sí Indique abajo cuáles fueron los financiamientos que obtuvo:

Crédito de Banco

Crédito de Caja

Prestatarios

Por medio de insumos

Otro Explique como y

porque: _____

¿Para qué utilizó el préstamo o crédito recibido?

Fertilizantes

Pesticidas

Pago de personal

Otro Especificar:

¿Cuánto quedó su producción de arroz por hectárea en?

2012 - Producción total: _____ sacos/Ha x Nro. de Ha _____ = _____

2013 - Producción total: _____ sacos/Ha x Nro. de Ha _____ = _____

2014 - Producción total: _____ sacos/Ha x Nro. de Ha _____ = _____

¿A quién/dónde vende su producción de arroz?

¿Que tipo de semillas utiliza?

¿Donde compra/obtiene las semillas?

¿Ud. utiliza insumos agrícolas?

Fertilizantes: No Sí

Plaguicidas: No Sí

Otros: No Sí

¿Cuáles? _____

¿Cómo dispone de los envases vacíos de los plaguicidas?

¿Quiénes participan en la actividad agrícola? Especificar quienes son las personas.

¿Quien toma la decisión de las actividades agrícolas en el cultivo de arroz? Especificar quienes son las personas.

¿Ud. tiene la intención de seguir con la actividades de producción de arroz?

No ¿Porqué no?

Sí ¿Por cuantos años más?

¿Le gustaría de ver a sus hijos o algún otro sucesor seguir con la actividades de producción de arroz en la tierra donde desarrolla sus actividades agrícolas?

No ¿Porqué no?

Sí Explique:

3. Salud, malaria y agricultura

¿Qué ha escuchado acerca de la malaria (paludismo o terciana)? ¿Qué ha escuchado?

¿De acuerdo con su opinión, cómo se transmite la malaria?

¿ De acuerdo con su opinión, dónde se crían los zancudos?

¿ De acuerdo con su opinión, en qué época del año hay mayor presencia de zancudos?

¿ De acuerdo con su opinión, cómo se puede prevenir la malaria?

¿Qué puede hacer el agricultor para reducir la presencia de los zancudos?

¿Alguien en su familia ha tenido malaria? No Sí (Preguntar quién y qué pasó a la persona)

4. Medio ambiente, agua y agricultura

¿De dónde saca el agua para el riego del cultivo de arroz?

1. Represa (Río / Canal / Acequia) 2. Pozo tubular (angosto, 4 pulg. Aprox, profundo)
 3. Pozo artesano (ancho) 4. Agua de recuperación
 5. Otro ¿Cuál? _____

¿Estas afiliado a alguna organización de riego?

1. Junta de Usuarios 2. Comisión de Usuarios
 3. Otro ¿Cuál? _____

5. Riego con secas intermitentes

¿Usted recuerda como es la técnica de riego con secas intermitentes propuesta por el Ing. Luis Ventura? No Sí ¿Puede describir la secuencia del cultivo propuesta y identificar los periodos de riego y de seca? **Tener en cuenta del mínimo de 3 secas de ocho días con trasplante.**

¿Cómo ha sido para las campañas anteriores, de 2012, 2013, 2014?

En 2012 aplicó la Seca Intermitente? No ¿Porqué no aplicó? _____

Sí ¿Quién tomó la decisión de aplicarla?

Explique la secuencia de cultivo utilizada (preguntar si hubo cambios, adaptaciones, dificultades):

En 2013 aplicó la Seca Intermitente? No ¿Porqué no aplicó? _____

Sí ¿Quién tomó la decisión de aplicarla?

Explique la secuencia de cultivo utilizada (preguntar si hubo cambios, adaptaciones, dificultades):

En **2014** aplicó la Seca Intermitente? No ¿Porqué no aplicó? _____

Sí ¿Quién tomó la decisión de aplicarla?

Explique la secuencia de cultivo utilizada (preguntar si hubo cambios, adaptaciones, dificultades):

En la próxima campaña 2015/2016, usted tiene la intención de aplicar la técnica?

No ¿Porqué no? _____

Sí ¿Piensa en cambiar algo en relación a las anteriores?

Si el encuestado **NO** conoce la técnica de riego con secas intermitentes, explicar la técnica, **sin hablar de las posibles consecuencias**. *Utilizar el dibujo de la TRSI.*

De acuerdo con su opinión, usar la técnica de riego con secas intermitentes (con tres secas de 8 días entre los riegos) puede afectar:

¿En la producción de arroz por hectárea?

() Beneficia () Perjudica () Es igual () No Sabe

Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En la calidad de grano de arroz (calidad molinera)?

() Beneficia () Perjudica () Es igual () No Sabe

Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En el ahorro de agua?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En la salud de los agricultores y sus familias?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En el uso de pesticidas?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En la salinización de la tierra?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En sus ingresos?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En la mano de obra?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En la presencia de plagas?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿En el crecimiento y aparición de malezas?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe
 Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿Existen otros efectos posibles?

Beneficia Perjudica Es igual No Sabe

Explique cómo perjudica, beneficia o porque es igual.

¿Cree usted que existen competencia entre los agricultores por la producción de arroz? *(Pedir que explique si hay en el ámbito del Sector, de la Comisión, del Valle)*

¿Crees que la competencia entre los agricultores por la producción de arroz afecta las oportunidades de adopción de la técnica de riego con secas intermitentes?

FUERA DEL SECTOR EL MANGO

¿Con quién(es) usted más conversa / intercambia informaciones sobre los **cultivos de arroz y de agricultura** en general?

Nombre	Sexo	Actividad Profesional	Tipo de Relación: Pariente (especificar), amigo, vecino, etc.	Sobre la Técnica Seca

FUERA DEL SECTOR EL MANGO

¿Con quién(es) usted desarrolla actividades conjuntas de trabajo para el **cultivo de arroz o agricultura** en general?

Nombre	Sexo	Actividad Profesional	Tipo de Relación: Pariente (especificar), amigo, vecino, etc.	Sobre la Técnica Seca

7. Preguntas sobre las relaciones interpersonales (Salud y Malaria)

Ahora dentro, fuera del sector mango, con tu familia, otras personas, en otros espacios, etc...

¿Con quién(es) usted más conversa / intercambia informaciones sobre los **temas de salud en general?**

Nombre	Sexo	Actividad Profesional	Tipo de Relación: Pariente (especificar), amigo, vecino, etc.	Sobre la Malaria

8. Preguntas sobre las relaciones interpersonales (Parentesco)

¿Quiénes son los miembros de su familia en Sector el Mango?

Familia	Nombre (Mujeres)	Nombre (Hombres)
Esposo(a)		
Padres		
Hijos(as)		
Hermanos(as)		

APÊNDICE VI - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS AGRICULTORES PARTICIPANTES DA INTERVENÇÃO DO PROJETO

Cuestionario sobre la adopción, adaptación y difusión de la Técnica de Riego con Secas Intermitentes en el Valle del Jequetepeque

Esta encuesta está dirigida a los agricultores del Valle del Jequetepeque y ha sido diseñada con fines estrictamente académicos. La información es reservada y confidencial.

1. Nombre: _____ Teléf. _____

2. Sexo: Hombre Mujer

3. Edad: _____ años

4. Comisión de Regantes: _____

5. Cuantos años vive en el valle (*fecha o número de años*)? _____

6. Hasta que año estudió?

- | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--|
| a. Primaria: | <input type="checkbox"/> Completo | <input type="checkbox"/> Incompleto _____ Grado de Primaria |
| b. Secundaria: | <input type="checkbox"/> Completo | <input type="checkbox"/> Incompleto _____ Año de Secundaria |
| c. Superior Técnico: | <input type="checkbox"/> Completo | <input type="checkbox"/> Incompleto _____ Año de Técnico |
| d. Superior Universitario: | <input type="checkbox"/> Completo | <input type="checkbox"/> Incompleto _____ Año de Universidad |

7. Condición del Productor:

Propietario Propietario/Familiar Arrendatario Caporal Otro: _____

8. Actividades económicas en orden de importancia de ingresos:

a. _____ c. _____
b. _____ d. _____

9. En qué comité, asociación u organización participa Usted?

Junta Comunal Comisión de Regantes / Comisión de Usuarios Junta de Usuarios

Otro: _____

10. Tiempo (años) dedicado al cultivo de arroz: _____

En la última campaña de cultivo de arroz (2015/2016):

11. Cuántas parcelas cultivó:

Como propietario: Número de parcelas _____ Número total de has _____
 Como arrendatario: Número de parcelas _____ Número total de has _____
 Como caporal: Número de parcelas _____ Número total de has _____

12. Cuántos sacos de arroz obtuvo o sacó en la última campaña 2015/2016?

Por trasplante: _____ sacos

Por siembra directa: _____ sacos

Producción total: _____ sacos

13. Con respecto a otros cultivos, indique el número de hectáreas en la campaña chica del año pasado (2015):

Maíz: _____ ha Hortalizas: _____ ha

Frutales: _____ ha Caña: _____ ha

Otros cultivos: _____ Número de hectáreas _____ ha

14. Qué técnicas de cultivo se emplean para el cultivo de arroz en la última campaña (2015/2016)?

- Trasplante + agua permanente (2 veces por semana)
- Trasplante + riego solo una vez por semana (Seca Intermitente)
- Trasplante + riego solo una vez cada 14 días (cada dos semanas)
- Siembra directa + agua permanente (2 veces por semana)
- Siembra directa + riego solo una vez por semana (Seca Intermitente)
- Siembra directa + riego solo una vez cada 14 días (cada dos semanas)

15. Cuántos días seguidos mantiene usted inundadas sus parcelas? ¿Por qué?

16. ¿Cuántas veces por semana dispone de agua para riego?

17. Cómo financió su última campaña (2015/2016) de arroz? (se puede marcar varias opciones)

Capital propio

Crédito de Banco

Crédito de Caja

Prestatarios

Por medio de insumos

Quien le provee los insumos: _____

Otros: _____

18. Solamente para los que utilizaron otras formas de financiamiento que no es capital propio, indicar:

¿Para qué utilizó el préstamo o crédito recibido?

Fertilizantes

Pesticidas

Pago de personal

Otro (Especificar): _____

19. En la última campaña 2015/2016 usted aplicó la Técnica de Secas Intermitente?

No ¿Porqué no aplicó? _____

Sí ¿Porqué aplicó? _____

¿Quién tomó la decisión de aplicarla? _____

20. En la última campaña 2015/2016, en cuántas parcelas usted aplicó la Técnica de Secas Intermitentes:

Como propietario: Número de parcelas _____ Número total de has _____

Como arrendatario: Número de parcelas _____ Número total de has _____

Como caporal: Número de parcelas _____ Número total de has _____

6.2 ¿Cómo conoció la Técnica de Secas? Qué motivó a aplicarla?

21. De acuerdo con su opinión, la Técnica de Secas Intermitentes, afectó a sus cultivos?

a. En la producción de arroz por hectárea

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

b. En la calidad de grano de arroz (calidad molinera)

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

c. En el ahorro de agua

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

d. En la salud de los agricultores y sus familias

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

e. En el uso de pesticidas

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

f. En la salinización de la tierra

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

g. En sus ingresos

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

h. En la mano de obra

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

i. En la presencia de plagas

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

j. En el crecimiento y aparición de malezas

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

l. Existen otros efectos posibles

Benefició Perjudicó Fue igual No Sabe

Explique cómo perjudicó, benefició o porque fue igual.

22. En la próxima campaña 2016/2017, usted tiene la intención de aplicar la Técnica de Secas Intermitentes?

No ¿Porqué? _____

Sí ¿Porqué? _____

23. Usted tiene la intención de seguir con la actividades de producción de arroz?

No ¿Porqué? _____

Sí ¿Porqué? _____

24. Le gustaría de a sus hijos o algún otro sucesor seguir con las actividades de producción de arroz en la tierra donde desarrolla sus actividades agrícolas?

No ¿Porqué? _____

Sí ¿Por qué? _____

25. ¿Usted suele hacer una segunda campaña de arroz? No Sí

26. Cuando no hay segunda campaña de arroz en el Valle, ¿qué actividad realiza, qué hace para generar sus ingresos? (Alquilan en otro lado? Migran? Hacen otro trabajo? Viven de sus ahorros y esperan?)

27. Qué ha escuchado acerca de la malaria (paludismo o terciana)?

28. De acuerdo con su opinión, ¿cuáles son los síntomas de la malaria?

29. De acuerdo con su opinión, ¿cómo se transmite la malaria?

30. De acuerdo con su opinión, ¿cómo se puede prevenir la malaria?

31. Qué hace Usted para prevenir la malaria?

32. Qué ha escuchado sobre otras enfermedades transmitidas por los zancudos?

33. Recuerda las (dos o tres) últimas veces que su actividad agrícola se vio afectada por motivos climáticos, como sequía, inundación, otros eventos?

No Sí ¿Cuál año o campaña)? _____

¿Qué evento climático pasó?

¿Qué tipo de impacto hubo (mejoró la cosecha, se perdió, cayó una plaga, otros)?

¿Qué hizo para disminuir los problemas causados por estos cambios? ¿modificó su modo de producción por cuenta del clima?

34. Recuerda las (dos o tres) últimas veces que su salud se vio afectada por motivos climáticos, como sequía, inundación, otros eventos?

No Sí ¿En qué año (campaña)? _____

¿Qué evento climático pasó?

¿Qué tipo de impacto hubo (se enfermó, hubo algún accidente, otros)?

¿Qué hizo para disminuir los problemas causados por estos cambios?

Cuestionario de Redes Sociales: Discusión sobre Temas de Agricultura

¿Usted suele conversar / intercambiar sobre los temas de la agricultura? Sí No

Ejemplo: cuando necesita de informaciones por que quiere promover un cambio o adaptar sus prácticas agrícolas o encuentra dificultades.

Indique los nombres (o las iniciales) de las personas con quien habla o ya habló y complete las informaciones básicas sobre cada persona.

Nombre (o las iniciales)	Sexo	Tipo de vínculo: Pariente (especificar), amigo, compañero, socio del trabajo, promotor agrícola, ingenieros agrícolas, etc.	Conversa sobre la técnica de Secas?	Cree/confía en las informaciones de estas personas?
1.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
2.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
6.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
7.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
8.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
9.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
10.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
11.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

12.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
-----	--	--	--	---

Fuentes de Información sobre Temas de Agricultura y Secas

Fuentes de información: origen de la información y confianza en las fuentes de información

¿Dónde usted suele obtener informaciones sobre los temas de Agricultura y la Técnica de Riego con Secas Intermitentes?

Fuentes de Información sobre el tema de Agricultura	¿Confía en la fuente de información?	Fuentes de Información sobre la Técnica de Riego con Secas	¿Confía en la fuente de información?
Televisión <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Televisión <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Radio <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Radio <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Periódicos <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Periódicos <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Internet <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Internet <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

Cuestionario de Redes Sociales: Discusión sobre Temas de Salud

¿Usted suele conversar / intercambiar sobre los temas de la salud con otras personas? Sí No

Indique los nombres (o las iniciales) de las personas con quien habla o ya habló y complete las informaciones básicas sobre cada persona.

Nombre (o las iniciales)	Sexo	Tipo de vínculo: Pariente (especificar), amigo, trabajador, socio, promotor agrícola, ingenieros agrícolas, etc.	Conversa sobre la malaria?	Conversa sobre plaguicidas y su efecto en la salud?	Cree/confía en las informaciones de estas personas?
1.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
2.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
6.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
7.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
8.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
9.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
10.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
11.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
12.			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

Fuentes de Información sobre Temas de Salud y Malaria (o otras ETVs)

Fuentes de información: origen de la información y confianza en las fuentes de información.

¿Dónde usted suele obtener informaciones sobre los temas de Salud y Malaria (o otras ETVs)?

Fuentes de Información sobre el tema de Salud	¿Confía en la fuente de información?	Fuentes de Información sobre la Malaria (o otras ETV)	¿Confía en la fuente de información?
Televisión <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Televisión <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Radio <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Radio <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Periódicos <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Periódicos <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Internet <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Internet <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Otra fuente <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No