



**El Colegio
de la Frontera
Norte**

**LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA COMO UNA
FORMA DE INTERNALIZAR LAS
EXTERNALIDADES AMBIENTALES DEL
BENEFICIADO DE QUINUA EN ORURO BOLIVIA**

Tesis presentada por

Maria Teresa Del Barco Gamarra

para obtener el grado de

MAESTRA EN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

Monterrey, N. L., México
2016

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis: Dr. Ismael Aguilar Benitez

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. _____

2. _____

3. _____

Dedicatoria

A mi compañero incondicional que con 5 añitos tuvo la valentía de levantar vuelo para hacer camino hasta alcanzar las metas. A ti Robertito Enriquez Del Barco, va dedicado este logro académico.

Agradecimientos

A Dios por la oportunidad de vivir una experiencia tan enriquecedora.

A mi mamá, mi papá, mi abuelita Marthita y mis hermanos que ponen toda su confianza en mi rendimiento y porque su cariño no tiene límites.

A CONACYT por el apoyo económico recibido, sin el cual hubiera sido imposible alcanzar esta meta.

A El Colef y toda su planta de investigadores por la excelente formación integral recibida en sus aulas, particularmente a cada uno de los docentes quienes en cada clase y a través de sus enseñanzas han dejado huella profesional.

Al Dr. Ismael Aguilar Benítez, tutor del trabajo de investigación, quien con la dedicación que le caracteriza, ha asesorado el proyecto desde sus inicios en forma permanente, asegurándose de la pertinencia y calidad del mismo. Su apoyo incondicional es invaluable.

A los miembros del comité de tesis, Dr. José Luis Manzanares Rivera y M. C. Raúl Herrera Mendoza por su constante asesoría, revisión y monitoreo del trabajo de investigación.

A la gerencia general y jefatura de producción de la empresa beneficiadora BioAndes SRL., por haber impulsado la investigación sin escatimar esfuerzo de colaboración.

A los gerentes propietarios de las plantas beneficiadoras de Oruro por haber participado activamente en el trabajo.

RESUMEN

La quinua de Bolivia, ha evidenciado una creciente demanda en el mercado orgánico internacional durante los últimos años, las tendencias muestran que este patrón se mantendrá. La producción de quinua es considerada la segunda actividad económica más importante del país, involucra a setenta mil pequeños productores campesinos. Sin embargo, el proceso de limpieza del grano para liberar la saponina, agregado anti-nutricional, demanda volúmenes considerables de agua y genera descargas contaminadas.¹ Algunos estudios proponen eliminar la saponina a nivel del cultivo, pero se desprotegería el grano contra insectos; otros han propuesto variaciones en el proceso de desaponificación, como el método denominado “beneficiado en seco”, técnica que reduce consumos específicos de agua, e incrementa la capacidad de procesamiento sin afectar la calidad del grano.² Esta técnica no ha sido adoptada por las empresas quinueras de Oruro, que descargan sus efluentes directamente a cuerpos de agua contaminándolos con saponina.³ A través de un análisis de la información obtenida a partir de la aplicación de entrevistas a gerentes propietarios de beneficiadoras ubicadas en el departamento de Oruro e informantes clave relacionados con el ciclo productivo de la quinua, la investigación explora los criterios considerados en la teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología, para la adopción de tecnologías limpias que permitan lograr una reducción del consumo de agua y de descargas contaminadas con saponina, recuperándola como un subproducto del beneficiado e internalizando de esta manera las externalidades generadas por este proceso productivo. **Palabras clave:** quinua, beneficiado, saponina externalidades, adopción de tecnología.

¹14 m³ de agua por tonelada de quinua beneficiada. Dato de Operación. Planta beneficiadora BioAndes SRL. Oruro-Bolivia.

²Método desarrollado por el Centro de Promoción en Tecnología Sostenible, basado en la combinación de procesos por vía seca y vía húmeda, que permite eliminar en seco entre 92 y 96 % del episperma del grano, y elimina el remanente por lavado con tiempo homogéneo de residencia. La técnica CPTS (2006) de lavado en seco demanda 9 m³ de agua por tonelada de quinua beneficiada.

³Una de las razones que se argumentan indica que la escala a la que fue diseñada la tecnología CPTS no se adapta a los volúmenes de quinua procesada. Dato recogido de la entrevista al Ing. Jorge Amusquivar, laboratorio de cinética, Carrera de Ingeniería química, Facultad Nacional de Ingeniería. Universidad Técnica de Oruro.

ABSTRACT

Quinoa in Bolivia has experienced a growing demand at the international organic market, tendencies suggest this pattern will remain constant. Quinoa production is considered the second most important economic activity in the country and it involves seven thousand small farm producers. Nevertheless the quinoa washing process for taking out the saponin, an anti-nutritional aggregate, needs substantial amounts of water and generates contaminated discharges. Studies suggest eliminating the saponin at the planting step, but the crops would be unprotected against insects; others have suggested some washing process variations as the “dry cleaning”, a procedure that reduces specific water consumption and increases the process capacity without affecting the crops quality. This procedure has not been adopted by the quinoa companies in Oruro. Quinoa plants directly discharge their industrial effluents contaminated with saponin, towards water courses. Throughout an analysis of the information taken from the Oruro quinoa companies’ owner-managers and some other key informants related to the productive circle of quinoa interviews this study explores the criteria considered in the User acceptance of information technology for adopting cleaning technologies that allow reduction in water consumptions and in saponin contaminated discharges, recovering it as sub product of the quinoa washing process and internalizing externalities generated at this productive process.

Clue words: quinoa, washing process, saponin externalities, technology adoption.

ÍNDICE DE CONTENIDO:

I.- INTRODUCCIÓN AL TEMA DE ESTUDIO	1
1.1. Antecedentes	1
II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1. Identificación del problema	4
2.1.1. Bolivia, ubicación geográfica y situación actual	4
2.1.2. La quinua en Bolivia.....	6
2.1.3. Cadena productiva de la quinua.....	9
2.1.4. Beneficiado de la Quinua	16
2.1.5. Saponina de quinua.....	18
2.2. Delimitación del problema	21
2.3. Pregunta de investigación	23
2.4. Justificación.....	23
2.4.1. Alternativas al proceso de beneficiado y obtención de subproductos.....	23
2.5. Objetivos de la investigación.....	25
III.- MARCO TEÓRICO	26
3.1. Desarrollo Tecnológico y externalidades	26
3.2. Externalidades explicadas desde la economía ambiental y la economía ecológica	27
3.3. Adopción de tecnología para la internalización de externalidades	32
3.4. Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT).....	33
IV. HIPÓTESIS.....	42
V.- ESTRATEGIA METODOLÓGICA	42
5.1. Metodología aplicada	42
5.2. Operacionalización de los conceptos e hipótesis	43
5.2.1. Unidad de análisis	43
5.3. Fuentes de información	46
5.3.1. Fuentes primarias de información	46
5.3.2. Fuentes secundarias de información	47
5.4. Técnicas de recolección y manejo de datos.....	47
5.4.1. Selección de casos.....	47
5.4.2. Consideraciones éticas	49
5.4.3. Fiabilidad	49
5.4.4. Codificación	49
5.4.5. Ubicación territorial	50
5.5. Representación esquemática de la metodología propuesta	51
VI. Análisis y discusión de resultados.....	55
6.1 Situación actual de las empresas beneficiadoras de quinua en Oruro.....	55
6.2. Costo y consumo de agua en las empresas beneficiadoras	58
6.3. Fuente de recursos y manejo de efluentes	59
6.4. Exigencias del mercado: temas de interés para los empresarios.....	61
6.5. Características de la tecnología	62
VII.- Conclusiones.....	65
7.1. Recomendaciones	71
Anexos.....	i
Anexo 1: índice de empresas beneficiadoras de quinua en Oruro	i
Anexo II: Recepción de notas por las empresas beneficiadoras.	iv

Anexo III: Áreas afectada por la contaminación	vi
Anexo IV: Descargas contaminadas con saponina	vii
Anexo V: Cuestionario aplicado.....	viii
Anexo VI: Cuestionario aplicado a las habitantes de zona aledaña a las plantas beneficiadoras de quinua-Oruro	xv
Anexo VII: Análisis de aguas residuales con saponina	xvi
BIBLIOGRAFÍA.....	xviii

Índice de cuadros:

Cuadro 5.1 Propuesta teórica de investigación.....	43
Cuadro 5.2 Elementos de la investigación.....	45
Cuadro 5.3 Elementos teóricos del trabajo de investigación.....	53
Cuadro 5.4 Adopción de tecnología.....	54

Índice de esquemas:

Esquema 2.1 Clúster de la quinua.....	10
Esquema 2.2 Proceso de beneficiado de quinua.....	14
Esquema 3.3 Explicación de la adopción de tecnología en empresas productoras de quinua	36
Esquema 3.4 Aplicando criterios/indicadores del tema de estudio.....	37
Esquema 3.5 Adopción de tecnología para la internalización de externalidades ambientales generadas en el beneficiado de quinua en Oruro-Bolivia	39
Esquema 5.6 representación de la metodología.....	52
Esquema 5.7 Responsabilidad ambiental y Emisión de descargas.....	60

Índice de figuras:

Figura 2.1: Mapa satelital de Bolivia.....	4
Figura 2.2: Municipios de alta concentración de producción de quinua.....	11
Figura 2.3: Municipios participantes en la cadena productiva del grano.....	24
Figura 2.4: Municipios productores de quinua.....	51

Índice de gráficas

Gráfica 2.1 Producción, consumo y exportaciones de quinua boliviana.....	7
Gráfica 6.2 Características internas de la empresa.....	56
Gráfica 6.3 Capacidad de producción de las plantas beneficiadoras.....	57
Gráfica 6.4 Consumo de agua.....	58
Gráfica 6.5 Costo de agua.....	59

Índice de imágenes:

Imagen 2.1 Suelos altiplano boliviano.....	5
Imagen 2.2 cultivos de quinua en el altiplano boliviano.....	6
Imagen 2.3 Proceso de beneficiado de quinua.....	16
Imagen 2.4 Evidencia de saponina en efluentes.....	17

Índice de tablas:

Tabla 2.1 Demanda y abasto estimados de quinua en TM.....	7
Tabla 2.2 Principales importadores europeos de quinua.....	8
Tabla 2.3 Comparación de datos a junio 2015.....	9
Tabla 2.4 Área de cultivo y porcentaje de producción nacional de quinua.....	11
Tabla 2.5 Requisitos bromatológicos de los granos de quinua.....	15
Tabla 2.6 Datos sobre gasto de agua y energía utilizados en el proceso.....	17
Tabla 2.7 Aplicaciones de la saponina.....	19
Tabla 2.8 Características de efluentes en comparación a la norma.....	20
Tabla 6.9 Características particulares de las empresas beneficiadoras de quinua en Oruro.....	55

I.- INTRODUCCIÓN AL TEMA DE ESTUDIO

1.1. Antecedentes

La producción del grano de quinua en Bolivia, que se destinaba tradicionalmente al autoconsumo de las comunidades campesinas, ha evidenciado en las últimas décadas, una tendencia progresiva de mayor demanda en el mercado orgánico nacional e internacional. Las estadísticas evidencian que la evolución de las importaciones, se mantendrá y dinamizará, razón suficiente para considerar que el mercado está garantizado a pesar de la fluctuación del precio de comercialización.

Ahora bien, antes del consumo o exportación, el grano de quinua debe cumplir con los estándares de calidad y regulaciones impuestos por la Cámara de Exportación y regulados por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) para lo que debe pasar por un proceso de limpieza denominado “beneficiado” o “desaponificado” realizado por plantas industriales que han mecanizado el proceso tradicional. Este proceso, básicamente consiste en retirar la saponina, sustancia responsable del sabor amargo del grano a través de un proceso de descascarillado abrasivo mecánico y lavado a presión, usando grandes volúmenes de agua ($14 \text{ m}^3/\text{ton}$ de quinua)⁴ que no es reciclada, lo que incrementa el permanente uso del recurso hídrico escaso en el altiplano Boliviano.

El contenido de saponina en la quinua se considera una característica cualitativa del grano, y esto se evidencia por las más de 15 variedades del grano cultivadas en territorio Boliviano, denominadas variedades dulces o amargas según el porcentaje de este compuesto.⁵ Algunos estudios han propuesto eliminar la saponina del grano a nivel del cultivo, pero su presencia en la semilla beneficia a la siembra de quinua creando protección contra el ataque de aves e insectos (Quiroga C., Escalera R., 2010) También se han propuesto variaciones en el proceso, tal es el caso del método patentado de beneficiado en seco, técnica que reduce consumos específicos de agua ($5\text{m}^3/\text{ton}$ grano beneficiado), energía eléctrica y gas licuado de petróleo, además incrementa la capacidad de

⁴Dato BioAndes SRL. Planta beneficiadora de quinua.

⁵El escarificado de la quinua se constituye aproximadamente el 4% del grano, la variedad que más se comercializa tiene entre 20% y 30% de saponina en el residuo seco. Jefe de Producción BioAndes SRL.

procesamiento y la calidad del grano beneficiado.⁶ La pérdida de nutrientes es despreciable y el contenido residual de saponinas es inferior al 0.01 por ciento, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos en la norma de exportación.⁷ Sin embargo, esta técnica de beneficiado no ha sido adoptada por las empresas beneficiadoras de la ciudad de Oruro, que continúan descargando efluentes con alto contenido de saponina, sustancia altamente contaminante, pues presenta actividad hemolítica y por lo general su toxicidad se manifiesta hacia animales de sangre fría que obtienen oxígeno directamente del agua (Valencia-Chamorro, 2016) .

El agua residual con alta concentración de saponina, es drenada en pequeñas piscinas, y luego evacuada hacia corrientes de agua superficial, contaminándolos con saponina que podría ser separada en un 95 por ciento si se cambiaría la manera tradicional de desaponificación por la tecnología de “lavado en seco”, recientemente desarrollada (CPTS, 2006). Una vez recuperada la saponina, podría convertirse en un subproducto del desaponificado de quinua, beneficiando de esta manera a la economía de las empresas, ya que se conoce que es apreciada en el mercado internacional.⁸ La adopción de esta tecnología facilitaría la obtención de saponina como subproducto del proceso lo que podría constituirse en un mecanismo para internalizar las externalidades generadas por el proceso.

El propósito del presente estudio es explorar los criterios de adopción de tecnologías que reduzcan el consumo de agua del proceso de beneficiado de quinua y las descargas contaminadas con saponina, generadas en el departamento de Oruro, internalizando los costos que las plantas generen mediante la adopción de tecnología sostenible al recuperar y comercializar la saponina, este mecanismo podría ser utilizado incluso para mejorar la imagen de responsabilidad ambiental de las empresas quienes podrán optar a una certificación como la de comercio justo.

El escrito se organiza de la siguiente manera: capítulo I, los antecedentes del problema identificado en cuanto al uso del agua y la evacuación del efluente contaminado con

⁶Método desarrollado por el Centro de Promoción en Tecnología Sostenible, basado en la combinación de procesos por vía seca y vía húmeda, que permite eliminar en seco entre 92 y 96 % del episperma del grano, y elimina el remanente por lavado corto y tiempo homogéneo de residencia.

⁷Valor mínimo marcado por la Norma Boliviana NB 063: 0,12%

⁸Las saponinas contenidas en el mojuelo de quinua tienen diversas aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética, alimenticia, aplicada a detergentes, minería, etc.

saponina a corrientes de agua, resultado del beneficiado de quinua; capítulo II, la justificación de la propuesta de solución a través del objetivo general de la tesis que consiste en identificar los criterios más relevantes en la adopción de tecnologías que reduzcan el consumo de agua del proceso de beneficiado de quinua y las descargas contaminadas con saponina, generadas por las empresas beneficiadoras de Oruro, Bolivia; capítulo III, el marco teórico y conceptual del estudio, que se basa en la economía ecológica y la exploración de criterios considerados en la teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT); capítulo IV, la hipótesis; capítulo V, la metodología cualitativa en cuanto al manejo de datos de la investigación; capítulo VI, resultados y principales hallazgos; finalmente el capítulo VII, con las conclusiones del estudio.

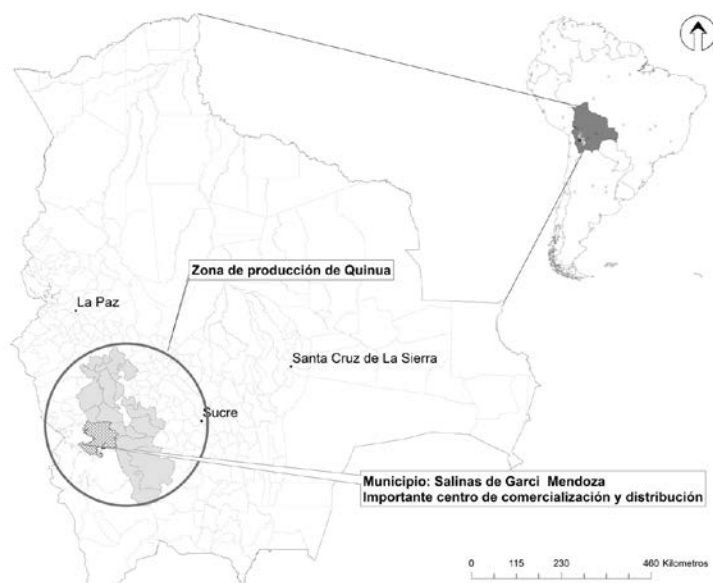
II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema

2.1.1. Bolivia, ubicación geográfica y situación actual

El Estado Plurinacional de Bolivia es un país situado en el centro-oeste de América del Sur, limita al norte y al este con Brasil, al sur con Argentina y Paraguay, y al oeste con Chile y Perú (Figura 1). Se considera uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo puesto que cuenta con distintos espacios geográficos como la Cordillera de los andes, el Altiplano, la Amazonia, los llanos de Moxos y el Chaco.

Figura 2.1: Mapa satelital de Bolivia



Elaborado por Manzanares J. con base de datos Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

Con una población de 10,1 millones de habitantes y una densidad demográfica de 9,13 habitantes por kilómetro cuadrado, documentos oficiales del Censo de población y vivienda 2012 del Instituto Nacional de Estadística (INE), de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Mundial, sitúan a Bolivia como el país

más pobre de la región andina y entre los países de ingreso mediano bajo. En el año 2012 el ingreso anual per cápita fue de 2 868 USD, con casi 40 por ciento de la población en condiciones de pobreza, según datos del Banco Mundial.

En este escenario, la agricultura representa sólo 15 por ciento del producto nacional bruto (PNB), pero emplea a una proporción de población mucho más grande, 32 por ciento se dedica a trabajos agrícolas (Banco Mundial). La gran mayoría de la población rural, que depende de la agricultura, enfrenta condiciones de extrema pobreza (más de 80 por ciento de la población rural).

Por otro lado, en el altiplano boliviano los suelos se componen principalmente de ceniza volcánica y lava; son altamente salinos, arenosos y tienen escasa materia orgánica (alrededor de 0.7 por ciento); son pobres en nutrientes; enfrentan escasez hídrica, y tienen baja capacidad de retención de agua. A esto se suma la actividad extractiva, principal fuente de ingresos para la región, que ha dejado como consecuencia suelos altamente erosionados por la contaminación de sus efluentes. El nivel de erosión oscila entre 4 y 30 por ciento, variando entre regiones.

Imagen 2.1. Suelos altiplano boliviano



Rio Huanuni – Machacamarca, Oruro febrero 2016

La producción agrícola se lleva a cabo en altitudes por encima de 4 000 metros sobre el nivel del mar, en un clima extremo caracterizado por la sequía, la helada y otros factores adversos.

2.1.2. La quinua en Bolivia

En las condiciones descritas arriba, sólo un cultivo florece: la quinua cuya producción se destinaba tradicionalmente al autoconsumo. La quinua (*Chenopodium quinoa* Wild), planta autóctona de la región andina, originaria de la Hoya del Lago Titicaca, a la llegada de los españoles era una de las plantas más cultivadas como alimento en el Incanato, tal como hacen referencia los historiadores (FAO, 2001). Es fuente principal de alimentación para la población del altiplano andino, que ha sobrevivido gracias a este nutritivo alimento por miles de años. La producción de quinua se enmarca dentro de las políticas públicas de desarrollo económico, lucha contra la pobreza y soberanía alimentaria (ley 098, Declaración de prioridad nacional la producción, industrialización y comercialización de la quinua en las regiones productoras del país; ley 144, Revolución productiva, comunitaria agropecuaria; ley 3525, Regulación y producción agropecuaria y forestal no maderable ecológica).

Imagen 2.2: cultivos de quinua en el altiplano boliviano

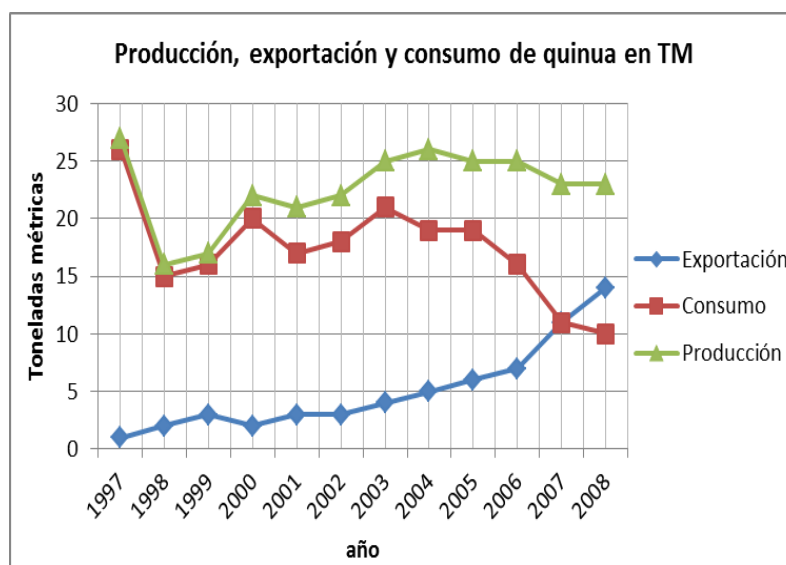


Cultivos de quinua Salinas de Garci Mendoza, Oruro Enero 2016

En la actualidad, la quinua es producida casi en su totalidad por productores campesinos, se estima la presencia de 70 mil pequeños productores bolivianos de quinua que en promedio cultivan alrededor de una hectárea (Furca C., Salcedo S., 2014).

La gráfica 1 muestra la tendencia de producción, consumo y exportación durante el periodo 1995-2010.

Gráfica 2.1: Producción, consumo y exportaciones de quinua boliviana



Fuente: elaboración propia en base a datos CABOLQUI

Al observar la gráfica se evidencia la creciente demanda de quinua en el mercado orgánico internacional. Tanto el mercado americano como el europeo muestran significativos signos de crecimiento en las importaciones de quinua, casi 50 por ciento por año. La evolución de las importaciones sugiere que este patrón de crecimiento se mantendrá y dinamizará tal cual se observa en la tabla 1:

Tabla 2.1

Demanda y abasto estimados de quinua en TM								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Demanda	14.566,28	15.127,68	15.689,08	16.250,49	16.811,89	17.373,29	17.934,70	18.496,10
Abasto	11.620,86	12.195,74	12.770,62	13.345,49	13.920,37	14.495,25	15.070,12	15.645,00
Disponibilidad	-2.945,42	-2.931,94	-2.918,46	-2.905,00	-2.891,52	-2.878,04	-2.864,58	-2.851,10

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Programa de Apoyo a la Cadena de la Quinua, Altiplano Sur (PROQUIOR)

El valor negativo en la disponibilidad muestra que existe un exceso de demanda de quinua Boliviana: la producción nacional no logra abastecer por completo la demanda internacional a pesar de que según datos de SENASAG, 2015 se destina 52 por ciento de la producción a la exportación, razón por la cual se considera que el mercado de quinua está garantizado y que es razonable esperar que tendencia se mantenga.⁹ La tabla 2 muestra las exportaciones anuales.

Tabla 2.2

LOS PRINCIPALES IMPORTADORES EUROPEOS DE QUINUA	
País	Toneladas por año
Francia	2,527
Países Bajos	2,252
Alemania	1,235
Gran Bretaña	270
Suecia	117
Dinamarca	68

Fuente: Elaboración propia con datos CABOLQUI actualizados a Noviembre 2012

Los indicadores muestran que la demanda es siempre mayor a la oferta, Perú es quien cubre esta demanda insatisfecha, convirtiéndose en el mercado de mayor competencia para Bolivia en cuanto a producción y comercialización, a pesar de que cultiva una variedad de grano que, aunque se considera quinua real, es distinto al producido en Bolivia¹⁰.

⁹SENASAG 2015, Presentación en encuentro nacional rubro quinua, 12 de agosto 2015.

¹⁰ En función al contenido de saponina, la variedad de quinua peruana Ingapirca, se considera dulce (0,07%), mientras que la variedad cultivada en el altiplano Boliviano tiene altos contenidos de saponina considerándose amarga.

Se comparan los datos de producción entre estos dos países productores en la tabla siguiente:

Tabla 2.3

Comparación de datos a junio 2015		
	Bolivia	Perú
Hectáreas de cultivo	176.000 Ha	196.000 Ha
Rendimiento	545 kg/Ha	1.162 Kg/Ha
Producción TM	96.000	104.000
No de cosechas	1	2 (región costera)
% cosecha orgánica	>85%	<50%
Precio promedio Quinoa Blanca (Quinoa Real)	100,00 \$US/qq	105,00 \$US/qq

Fuente: elaboración propia con datos recopilados: presentación Análisis del Mercado Internacional y Nacional de la Quinoa, Bloque de Empresarios del Sur, Agosto 2015.

La diferencia de datos observada en la tabla 3 muestran una eficiencia mayor en los cultivos de quinoa peruanos, según referencias esto se debe a factores como la variedad de quinoa cultivada, que se produce en condiciones de altura, presión y picos de temperatura distintos a las condiciones del altiplano boliviano;¹¹ la aplicación de tecnología en cuanto al riego por goteo en territorio peruano, como resultado de los programas de fomento a la producción quinuera por parte del gobierno de ese país, inestabilidad en el tipo de cambio monetario, entre otros.¹²

2.1.3. Cadena productiva de la quinoa

La quinoa no es un producto de consumo directo, debe pasar por un proceso de limpieza denominado beneficiado, en este sentido los eslabones de la cadena productiva de la quinoa están formados por varios actores entre estos: los productores del grano, acopiadores, empresas beneficiadoras de quinoa, brókers, y consumidores finales son parte de esta cadena, contando además con la participación de organizaciones (asociaciones de

¹¹Resultado de entrevistas a industriales quinueros y expertos en el área, quienes manifiestan que gran parte de los avances tecnológicos aplicados a los cultivos de quinoa en Perú son posibles por la variedad de quinoa dulce que se produce en dicha región.

¹²Entrevista Gerente General: Servicios Integrales Agroindustriales SINAI SRL, Challapata, Febrero 2015

directos, jornaleros temporales, micro parceleros además pequeños, medianos y grandes agricultores; todos ellos relacionados entre sí y con los demás actores de la cadena.

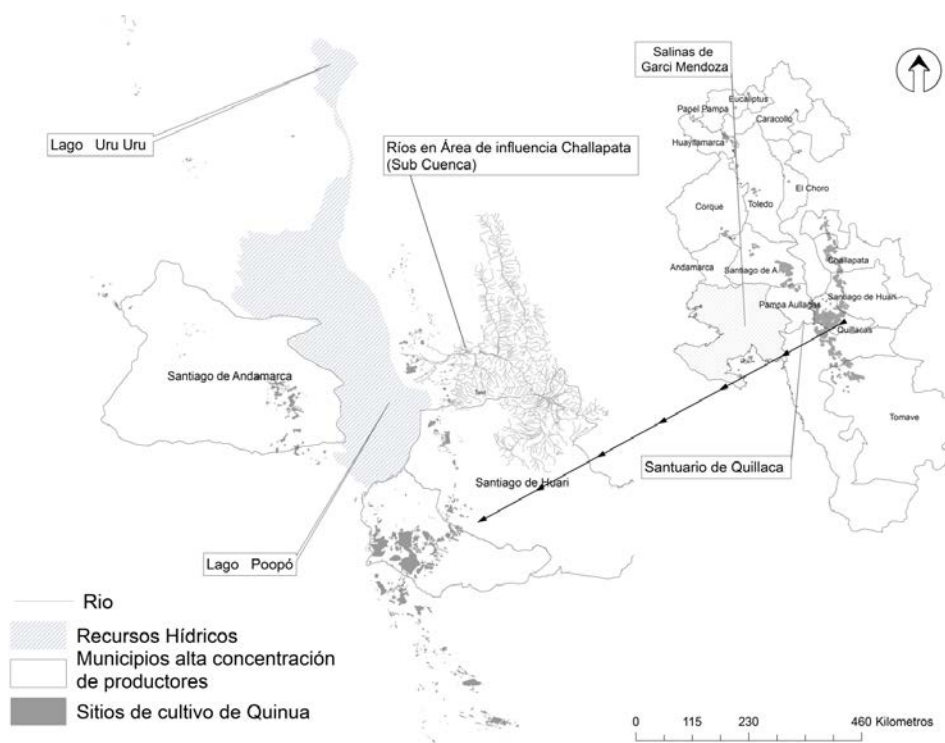
Las unidades productivas del grano de quinua se localizan en la región inter-salar del país, en los departamentos de Oruro, Potosí y La Paz; las que corresponden al departamento de Oruro son las mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 2.4

Área de cultivo y porcentaje de producción nacional de Quinua				
Provincia	Municipio	Área de cultivo (Ha)	Porcentaje de producción nacional	Comunidades
Eduardo Avaroa	Santiago de Quillacas	9.827,21	7%	24
Ladislao Cabrera	Salinas de Garci Mendoza	44.207,51	33%	92
	Pampa Aullagas	8.361,44	6%	41
Sebastián Pagador	Santiago de Huari	11.021,75	8%	11

Elaboración propia en base a datos del Servicio Nacional de Propiedad Intelectual (SENAPI) de y FAUTAPO, 2012

Figura 2.2: Municipios de alta concentración de producción de quinua



Elaborado por Manzanares J. con base de datos Viceministerio de recursos hídricos y riego.

Otros actores importantes son los rescatadores y acopiadores, quienes realizan la compra del grano de los productores directos, también cubren con parte de la demanda de procesadores y exportadores. Generalmente sus ganancias como intermediarios, son especulativas en cuanto al precio y la calidad de la quinua. Su existencia muestra cadencia en los mecanismos de comercialización que deberían ser atributo de los productores directos.

El mayor centro de acopio de quinua es Challapata ubicada en la provincia Eduardo Abaroa del departamento de Oruro, es el lugar de acción de acopiadores y rescatadores del grano, considerado por los productores y por los beneficiadores como mercado informal y donde el precio de la quinua es definido por los intermediarios, quienes son el medio de contacto con las empresas exportadoras. Estos actores de la cadena productiva, son considerados como protagonistas de una guerra económica contra los productores quienes argumentan que el precio fijado no cubre los costos de producción del grano orgánico. Además, que desde este punto geográfico la quinua es comercializada por contrabando al Perú como materia prima, donde se transforma en subproductos y se comercializa como si fuera peruana.

Con lo descrito se considera que la intervención de estos intermediarios es importante por su participación directa en cuanto al manejo del precio del grano, insumo principal en el proceso de beneficiado¹³.

En cuanto a las cooperativas y asociaciones de productores, están conformados con pequeños productores que acopian y procesan el grano para exportarlo, cuentan con apoyos gubernamentales en cuanto al cultivo.

Las empresas procesadoras que prestan servicios de beneficiado de quinua le dan valor agregado al grano, algunas han entrado en líneas de transformación de la quinua para el mercado local especialmente y lo comercializan a través de brókers, empresas extranjeras que llegan a los consumidores finales en el mercado externo.

¹³Cámara Nacional de Productores de quinua,[presentación Propuesta Técnica], 2015, “Por la reivindicación del producto”, Oruro Bolivia, 11 de agosto.

Los canales de comercialización del grano se ven condicionados, pues como se indicó, no es un producto de consumo directo, es necesario someterla un proceso que tiene varias etapas: descascarado, desaponificado, secado, seleccionado y otros; pues la demanda internacional exige calidad y homogeneización del producto.

En este entendido el desaponificado consiste en retirar la sustancia anti-nutricional, responsable del sabor amargo contenido en el grano, que debe ser removida antes de su consumo —sobretudo, si la quinua va a ser exportada— en vista de que debe cumplir con los estándares de calidad impuestos por la Cámara de Exportación y por los requerimientos del consumidor.¹⁴

El proceso artesanal usado tradicionalmente por comunarios de la zona productora del grano, en particular por las mujeres, estaba dirigido al consumo. El procedimiento que incluía el tostado sobre fuego a base de leña, en recipientes metálicos, uso de pok'era (arcilla blanca que facilita la fricción), pisado sobre una piedra llamada saruna (vocablo quechua) o tiwiraña (vocablo aymara), venteado, lavado y secado de los granos en forma natural (Aroni, 2010), se ha estandarizado y mecanizado.

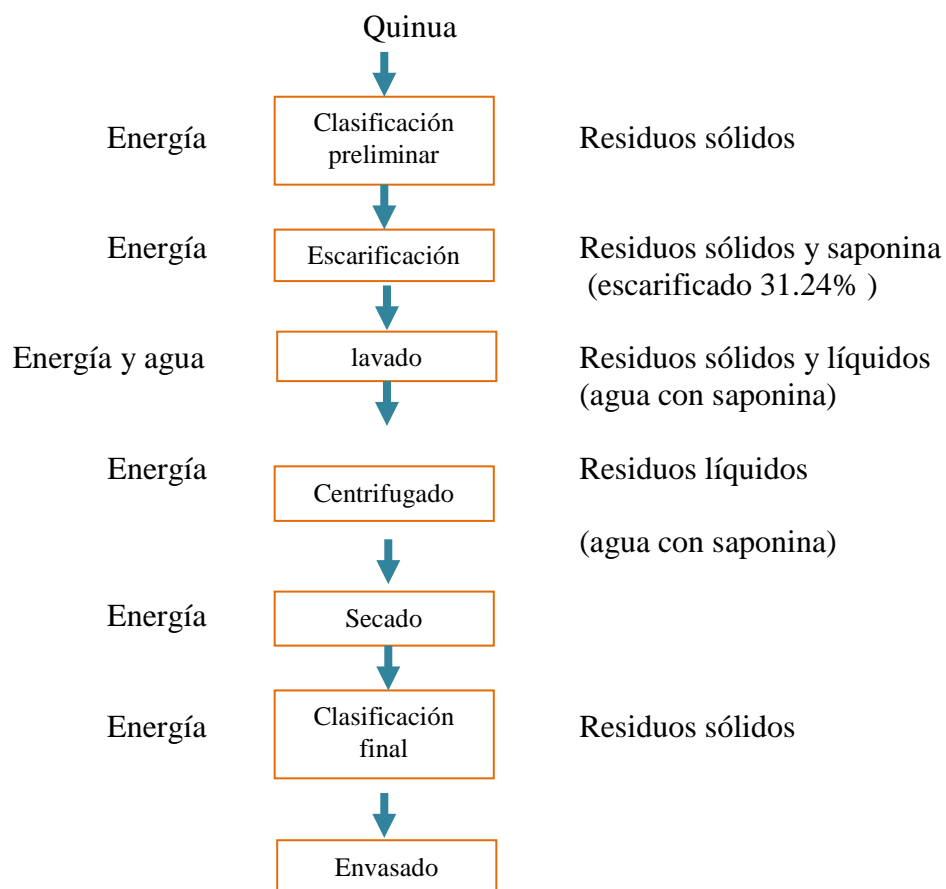
El proceso general de beneficiado de quinua, aplicado por todas las plantas beneficiadoras de la región incluye el escarificado, y el lavado de quinua y es sigue los siguientes pasos:

1. Recepción de la quinua
2. Escarificado
3. Lavado de la quinua con agua
4. Centrifugado (el agua excedente se desecha)
5. Secado
6. Separación de cuerpos extraños por vibración
7. Selección por color
8. Embolsado¹⁵

¹⁴Standares de calidad establecido por el Instituto Boliviano de de Normalización y Calidad (IBNORCA) en cuanto a tamaño, impurezas, requisitos bromatológicos y microbiológicos

¹⁵Gerencia Bioandes, entrevista, enero 2015

Esquema 2.2. Proceso de beneficiado de quinua



Fuente: Elaboración propia con base al trabajo de campo

El contenido de saponina, compuesto responsable del sabor amargo del grano de quinua, muestra una variación continua y se considera una característica cualitativa del pseudocereal, la variedad denominada quinua real, producida en el altiplano sur tiene un contenido aproximado de 30 por ciento de saponina en el epispermo del grano, el mojuelo que debe ser retirado del grano para el consumo alcanza al 4 por ciento del grano.

Se han identificado 13 tipos de saponina en el mojuelo de quinua. Botánicamente, éstos se concentran en las capas externas del grano: el fruto con un pericarpio estrechamente adherido que recubre dos capas externas del grano (Varriano-Martston and DeFrancisco 1984). El tejido que contiene saponina es de origen materno y refleja el genotipo de la planta de la que se cosecha el grano.

Se ha intentado sembrar el grano en otros lugares (Estados Unidos y Canadá), sin embargo, las especies cosechadas tienen alto contenido de saponina. De aquí que se hayan hecho

estudios para eliminar la saponina del grano a nivel del cultivo, sin embargo, su presencia en el epispermo de la semilla beneficia a la siembra de quinua porque crea cierta protección contra el ataque de aves e insectos (Quiroga C., Escalera R., 2010).

Frente a esta situación, el grano de quinua debe ser sometido a un tratamiento para hacerla comestible para el humano, a fin de liberarla del agregado amargo que contiene en la cáscara.

Dada la importancia del grano de quinua, el comité técnico 3.12 de Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) entre septiembre 2005 y noviembre 2009 aprobó cuatro normas técnicas andinas para granos de quinua y productos procesados, las mismas que fueron consensuadas y consecuentemente adoptadas en el marco de la Red Andina de Normalización.

Luego, la utilidad de las normas radica en que su aplicación permite estandarizar la calidad de los productos contribuyendo a un intercambio comercial fluido, además de eliminar posibles barreras arancelarias. La tabla 5 muestra los parámetros permisibles para comercializar la quinua:

Tabla 2.5
Requisitos bromatológicos de los granos de quinua

Requisitos	Unidad	Valores		Método de ensayo
		min	max	
Humedad	%		13,5	AOAC 945.15
Proteínas	%	10		AOAC 992.23
Cenizas	%		3,5	AOAC 32.1.05
Grasa	%	4,0		AOAC 945.38 – 920.39C
Fibra cruda	%	3,0		AOAC 945.38 – 962.09 E
Carbohidratos	%	65		Determinación indirecta por diferencia
Saponinas	mg/100g		120	Método de la espuma ¹⁶

Fuente: Normas de calidad Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

¹⁶Inicialmente variedades dulces de quinua tiene un contenido de 0.07% en granos secos, las variedades amargas pueden alcanzar hasta 4%; la norma de calidad exige bajar el contenido a 0.01%

2.1.4. Beneficiado de la Quinua

La saponina se elimina por descascarillado abrasivo mecánico: la historia detrás del beneficiado grano de oro no era muy diferente del que se lleva a cabo actualmente. En Bolivia no existía la tecnología específica para este proceso y se adaptaba maquinaria destinada al tratamiento de otros productos. El principio del proceso simplemente ha mecanizado los pasos que se seguían en tiempos antiguos.

En vista de que la tecnología tradicional ha sido adaptada a escala industrial tiene deficiencias, una de ellas se debe a la contaminación ocasionada por las descargas de efluentes cargados de saponina hacia los cuerpos de agua.

Imagen 2.3: Proceso de beneficiado de quinua



Planta beneficiadora Salinas de Garci Mendoza, Enero 2016-05-0

Los datos técnicos de consumo de agua y energía por lo general se resumen en tabla 6, mostrada a continuación, sin embargo se debe tomar en cuenta que estos pueden presentar variaciones, aunque no sean de consideración, en función a la época del año, en particular el consumo de gas se incrementa en época de lluvia, ya que el secado toma un tiempo mayor.

Tabla 2.6

Datos sobre gasto de agua y energía utilizados en el proceso

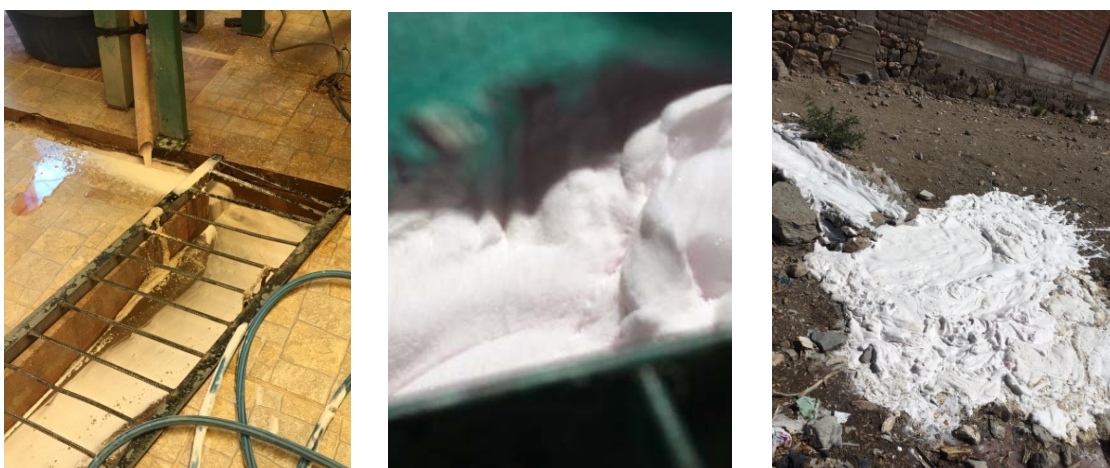
Capacidad de beneficiado	90 kilogramos por hora
Consumo específico de energía eléctrica	101,6 kWh (kilovatio/hora) por tonelada de quinua
consumo de agua	14 metros cúbicos por tonelada de quinua
consumo de gas licuado de petróleo	33 kilogramos por tonelada de quinua

Elaboración propia con datos de BioAndes SRL. Planta beneficiadora de quinua.

Como resultado del proceso tradicional de beneficiado de quinua se generan efluentes cargados con saponina, los que son desechados directamente a las acequias, manantiales y cursos de agua sin tener en cuenta que esta sustancia es altamente contaminante. Cuando el proceso se realizaba artesanalmente se percibían afectaciones por la irritación de los ojos y del aparato respiratorio (Aroni G., 2010).

La saponina, que permanece en el agua usada para el “desamargado” de la quinua, es altamente tóxica para animales de sangre fría y respiración branquial: peces, moluscos, ranas, sapos y otros, porque permeabiliza las membranas respiratorias produciendo su muerte.

Imagen 2.4: Evidencia de saponina en efluentes



Efluente del beneficiado de quinua en plantas de Oruro, trabajo de campo enero-marzo, 2016.

Su toxicidad tiene impactos considerables en un ecosistema frágil como el del altiplano boliviano, donde se cultiva y procesa el mayor volumen de quinua en Bolivia, y afecta tanto al lago Poopó como al Uru Uru, y sus afluentes hídricos, al atacar a especies endémicas como la rana del lago (*tematobius culeus*) y especies ícticas como el *ispi* y el *k'arachi*, entre otros (Zabaleta, 2010). Ambos cuerpos de agua están situados en el departamento de Oruro.

2.1.5. Saponina de quinua

Los compuestos contenidos en el mojuelo de quinua tienen diversas aplicaciones pues son glicósidos triterpenodes, que han sido estudiados por sus actividades antimicrobianas, antifúngicas, antivirales e inmunológicas para mejorar respuestas inmunes y de mucosa.

Podrían ser utilizadas en la industria farmacéutica¹⁷, cosmética, alimenticia, aplicada a detergentes y en la industria minera. Se sabe que concentraciones de saponinas entre 5 y 6 por ciento son frecuentemente empleadas en formulaciones de jabones, champú sales de baño y otras aplicaciones (insecticida natural). La tabla 7 muestra algunas de sus valiosas aplicaciones en distintas áreas industriales.

¹⁷Empresa Banlló Bolivia, fabricó pasta dental utilizando solución de saponina como espumante. Marzo, 2012.

Tabla 2.7

Aplicaciones de la saponina

Agroquímicos	Plaguicida biológico, insecticida (insecticida natural contra pulgones de hojas de hortalizas), fungicida (agente controlador de hongos fitopatógenos).
Molusquicida	Molusquicida natural orgánico sin ningún tipo de daño potencial para los humanos, los animales y el medio ambiente. Se aplicada en los campos de arroz para matar a los caracoles, sobre todo Golden Apple
Química	Champú, detergentes, jabones.
Medicina	Características anti-inflamatorias. Durante el período primario de la inflamación, puede normalizar los vasos capilares; regular el contenido de azúcar en sangre, reduce el colesterol, previene las enfermedades cardiovasculares, puede aliviar la tos, curar la bronquitis y los edemas pulmonares, puede eliminar algunas bacterias
Contra incendios	Capacidad de espuma fuerte, y buena función retardante de fuego.

Fuente: <http://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2013/agosto/quinua.pdf>

A pesar de las múltiples aplicaciones, no se han identificado procedimientos que las plantas beneficiadoras de quinua realicen para separar la saponina contenida en sus efluentes, a fin de disminuir el grado de contaminación de los cuerpos de agua circundantes y de obtener un subproducto del proceso de beneficiado.

Las empresas beneficiadoras de diversas variedades de quinua establecidas en Oruro, utilizan sistemas tradicionales o, en el mejor de los casos, sistemas combinados de desaponificación, los cuales generan volúmenes significativos de aguas residuales contaminadas con saponinas que se descargan sin tratamiento previo, ocasionando desequilibrios importantes en ecosistemas acuáticos, y desajustes en los tratamientos biológicos de aguas residuales domésticas, en el caso de que estos residuos se evacúen hacia los sistemas de alcantarillado sanitario provistos de sistemas de tratamiento.

En la siguiente tabla se puede observar la desviación en los parámetros observados en efluentes cargados con saponina correspondientes a algunas plantas beneficiadoras de quinua en la ciudad de Oruro en comparación con los parámetros admisibles presentados en el RASIM para aguas industriales residuales destinadas a la preservación de flora y fauna en aguas dulces.

Tabla 2.8
Características de efluentes en comparación a la norma

Parámetro	Efluente Sumaj Jaira	Efluente Jatari	Efluente Bioandes*	Efluente Bioandes**	Norma Aguas residuales***
Temperatura °C	15	12	12	14	<35°C**
pH	-	5-6	7	4.5-5.5	6,5 a 8,4
Conductividad mS/cm	3.856	2070	-	3.216	700
Turbidez UNT	120-150	1350	525	1080	200
Sólidos disueltos mg/l	22	2624	1462		1000
Sólidos suspendidos mg/l	1660	878	544	718	60
Sólidos totales mg/l	3654	3502	2006	3706	450
DBO ₅ mgO ₂ /l	3345	1565	952	2807	250
DQO mgO ₂ /l	4704	1256	1081	4010	500
Coliformes fecales	0	0	0	-	200 Nmp/100 ml
Olor	Ninguno	Característico	Característico	Característico	Inodoro
Color	Característico	Característico	Característico	Característico	Incoloro
Sabor	Característico	Característico	Característico	Característico	Sinsabor
Detergentes				0.055	0
Materia flotante	visible	Visible	visible	visible	ausencia

Fuente: Elaboración propia en base a datos de trabajos previos y análisis realizados en laboratorio durante el trabajo de campo. *Análisis Spectrolab. **Análisis Laboratorio de Agua y medio Ambiente, Carrera de Ingeniería Química Facultad Nacional de Ingeniería, UTO.***Parámetros admisibles para aguas residuales destinadas a la preservación de flora y fauna en aguas dulces.

El Reglamento ambiental para el sector industrial manufacturero RASIM, en su artículo 73 establece que, las empresas deben priorizar el control de sus descargas en cuanto al pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, metales pesados y conductividad; sin embargo las plantas beneficiadoras de quinua no están consideradas individualmente en la clasificación por rubro industrial que maneja el RASIM y se limitan a considerar sólidos

suspendidos y demanda bioquímica de oxígeno como si fueran una empresa de rubro alimenticio.

Incluso considerando lo anterior, los valores registrados en el efluente no cumplen la Normativa de aguas residuales industriales regulada por el RASIM, pues ninguno de los efluentes pasa por ningún tratamiento previo que separe la saponina, contaminante de la descarga, lo que produce afectación directa a los cuerpos de agua circundantes.

Las poblaciones cercanas a las plantas beneficiadoras de quinua del departamento se ven afectadas por las descargas de agua con saponina, y a través de estrategias de presión social han logrado que las entidades reguladoras del medio ambiente normen que las plantas quinueras construyan canales para que el efluente no afecte los terrenos aledaños y se puedan canalizar hacia los cuerpos de agua cercanos, sin embargo la afectación no ha disminuido.¹⁸

2.2. Delimitación del problema

El total de las plantas beneficiadoras de quinua registradas son 62 en el país, de las cuales 16 por ciento son artesanales, 27 por ciento son semi-industriales y 57 por ciento son industriales. El 35 por ciento de estas procesadoras legalmente registradas en la Asociación Nacional de Productores de Quinua ANAPQUI, se encuentra en Oruro.

Consideradas como micro y pequeñas empresas en el rubro de quinua, son 20 las que elaboran y trabajan productos a base del grano en el departamento de Oruro, sin embargo, son solo 10 las que realizan el beneficiado o desaponificado del grano, el resto se limita a producir productos en base a quinua beneficiada¹⁹.

¹⁸Entrevista a vecino de Jatari, ubicada en Vito, población en la zona sud de la Ciudad de Oruro.
Entrevista a funcionaria Gobernación del Departamento de Oruro, departamento de medio ambiente.

¹⁹Información triangulada: Gerente Pro-Bolivia, Dirección de Investigación Científica UTO, Encargado de registro certificación fitosanitaria SENASAG-Oruro, documentación Secretaria Departamental de Desarrollo Productivo de la Gobernación de Oruro

Las plantas beneficiadoras incumplen con lo dispuesto en cuanto a la protección del medio ambiente en relación con el cumplimiento de la ley N° 1333 del 27 de abril de 1992 que en su título XI Capítulo V indica:

“De acuerdo a lo dictaminado en los artículos 105 y 107 de la ley se prohíbe a los establecimientos comerciales o industriales, públicos o privados, entidad pública o particular de cualquier naturaleza, el lanzamiento de residuos líquidos, domésticos e industriales que ocasiona la degradación de las aguas en condiciones cerradas, abiertas, arroyos, riachuelos o cualquier cuerpo receptor de agua superficial y/o subterránea por exceder los límites de calidad establecidos en este reglamento.”

Sin embargo, resultado del análisis sobre el consumo y contaminación del agua en el proceso de desaponificado de quinua, han surgido propuestas que proponen mejoras tecnológicas en la transformación del grano, con un impacto positivo al medio ambiente, a través de novedosos procesos de beneficiado que permitirían la remoción de la saponina que cubre el grano de quinua evitando la contaminación del agua, reduciendo el consumo masivo del recurso y el gasto energético durante este proceso.

Una de las propuestas es la presentada por el Centro de Promoción en Tecnología Sostenible CPTS, que ha aprobado un método patentado, de tecnología de producción más limpia para el beneficiado del grano de quinua, basada en la combinación de procesos por vía seca y vía húmeda, que permite eliminar en seco entre 92 y 96 por ciento del episperma del grano, además de eliminar el remanente por lavado corto y tiempo homogéneo de residencia. La técnica presenta muchos beneficios como reducir consumos específicos de agua, energía eléctrica y gas licuado de petróleo, e incrementa la capacidad de procesamiento y la calidad del grano beneficiado, no se percibe pérdida de nutrientes es apreciable y el contenido residual de saponinas en el grano es inferior al 0.01 por ciento, cumpliendo con las normas correspondientes.

A pesar de todas las bondades de ésta tecnología, no ha sido adoptada por las empresas beneficiadoras del grano situadas en la ciudad de Oruro

2.3. Pregunta de investigación

Pregunta de Investigación Principal

Con lo expuesto en cuanto al contexto y situación actual del beneficiado de quinua, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los criterios más relevantes en la adopción de tecnologías de lavado en seco de quinua que permitirían reducir las descargas de agua contaminadas con saponina en las empresas beneficiadoras de Oruro, Bolivia?

Preguntas de Investigación Secundarias

Es necesario responder a las siguientes interrogantes que complementan la pregunta de investigación principal:

- ¿Cuáles son los criterios económicos para la adopción de la tecnología de lavado en seco que permita la internalización de externalidades en el lavado de quinua, en Oruro Bolivia?
- ¿Cuáles son los condicionantes de información, capacitación, afectación de calidad de producto, actitud ambiental para la adopción de la técnica?

2.4. Justificación

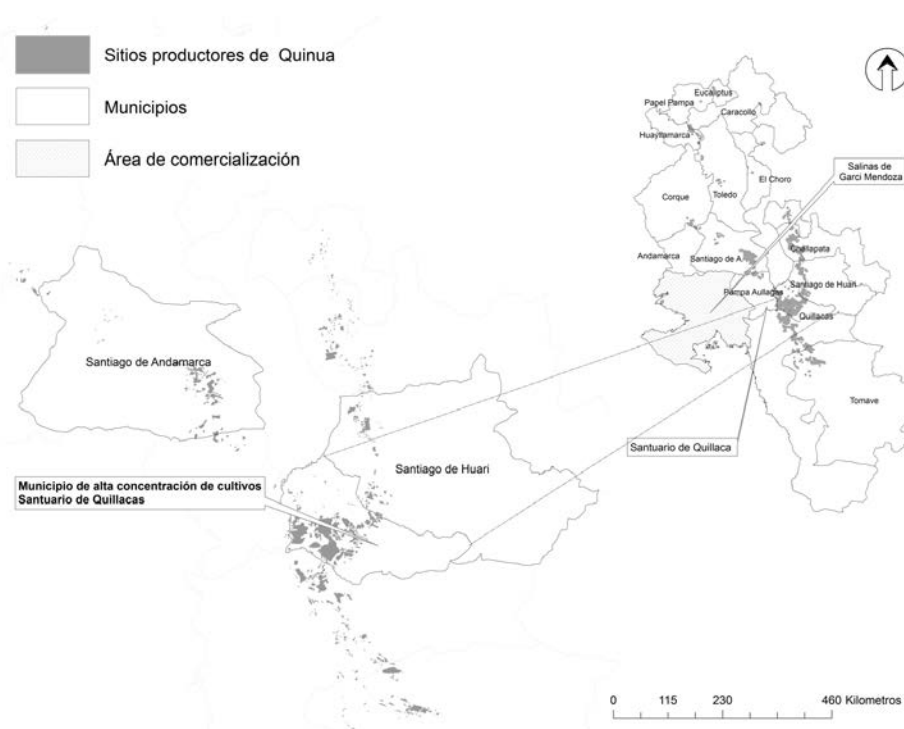
2.4.1. Alternativas al proceso de beneficiado y obtención de subproductos

El proceso tradicional de beneficiado de quinua, demanda considerables volúmenes de agua y genera descargas con alta concentración de saponina, que contaminan cuerpos de agua receptores, afectando ecosistemas circundantes, la adopción de técnicas de lavado alternativas a la tradicional reducirá la contaminación y podría ser financiada mediante la recuperación de saponina. Este proceso puede conceptualizarse como una alternativa de internalización de las externalidades ambientales producidas por el lavado de quinua.

La actividad quinuera es la segunda en importancia y alberga a setenta mil productores campesinos de 200 comunidades del altiplano boliviano, departamentos de Oruro, Potosí y La Paz, en una zona vulnerable por la características de sus suelos, antecedentes de

actividad minera extractiva, mayor índice de pobreza (INE y Banco Mundial, 2014)²⁰ por lo que es difícil pensar que el gobierno regule a través de sanciones o impuestos esta actividad; si bien existen normas de descargas de efluentes industriales, éstas son débiles el momento de articularse pues no se cuenta con el personal capacitado ni con la instrumentación necesaria que pueda controlar la calidad de los efluentes, además que el RASIM no le da una clara clasificación a éste tipo de actividad industrial.

Figura 2.3: Municipios participantes en la cadena productiva del grano



Fuente: Elaborado por Manzanares J. con base de datos Viceministerio de recursos hídricos y riego

Es por ello que se propone, como una propuesta inicial para facilitar la internalización las externalidades causadas por el proceso de beneficiado de quinua en Oruro, la adopción de nueva tecnología que realice el lavado en seco, usando menos agua, separando la saponina para poder comercializarla y como consecuencia descargando efluentes que cumplan con la norma sin afectar al sector quinero de la ciudad.

²⁰ Tasa de incidencia de la pobreza, sobre la base de la línea de pobreza rural: 57,6% de la población rural. Porcentaje de la población rural que vive por debajo de la línea de pobreza rural nacional.

2.5. Objetivos de la investigación

OBJETIVO GENERAL

Identificar los criterios más relevantes en la adopción de tecnologías que reduzcan el consumo de agua del proceso de beneficiado de quinua y las descargas contaminadas con saponina, generadas por las empresas beneficiadoras de Oruro, Bolivia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la eficiencia de la tecnología de lavado en seco, en cuanto a la disminución del volumen de uso y descargas con saponina y del contenido de contaminante en esas descargas.
- Evaluar la viabilidad económica de la comercialización de saponina resultante de la aplicación de la tecnología de lavado en seco.
- Identificar las condicionantes más relevantes, económicas, técnicas, de información y otras, por la cuales las empresas beneficiadoras de la ciudad de Oruro, no adoptan tecnología de lavado en seco.
- Identificar la percepción de los efectos de las descargas contaminadas por saponina en la comunidad que habita la zona de localización de las plantas beneficiadoras de Oruro.

III.- MARCO TEÓRICO

3.1. Desarrollo Tecnológico y externalidades

El desarrollo de la sociedad y sus avances en todos los campos del conocimiento han afectado a la naturaleza a través del derroche de sus recursos y fuentes de energía no renovables sin criterios de sustentabilidad, factores que generan contaminación y afectaciones a la salud de los habitantes por lo que paga toda la sociedad.

Partiendo de las reflexiones de Maltus (1798) sobre el crecimiento demográfico geométrico frente al crecimiento aritmético o lineal de los medios de subsistencia, quien a través de estas afirmaciones comprendió que bajo estas circunstancias el crecimiento poblacional traería consigo un vertiginoso crecimiento industrial sin sentido sustentable, es decir se generarían externalidades negativas.

“Una externalidad (San Juan, 2009) es generada cuando la actividad de un agente económico (una industria) causa efectos reales e involuntarios en el bienestar de otro agente (descargas contaminadas que afecten a la salud de la población circundante), dichos efectos no se ven reflejados en el sistema de precios. Son consideradas fallas de mercado pues la sociedad subsidia implícitamente un producto en el monto del costo que corresponde al daño social y ambiental, resultado de su producción” (Aquatella, 2005).

Acotando entonces, una externalidad es generada por toda actividad de un agente económico que repercute negativamente sobre el bienestar o función de producción de otro agente, sin que éste último cobre por esto. Ahora bien, una externalidad negativa ambiental definida por Barrera (2004), es un fracaso del mercado que es susceptible de ofrecer descripción sobre los fenómenos o daños resultantes de la contaminación, como las descargas generadas por procesos industriales que son hechas directamente a cuerpos de agua sin ningún tratamiento previo, afectando la salud de los habitantes que la consumen aguas abajo y por industrias que requieren el recurso para sus procesos.

3.2. Externalidades explicadas desde la economía ambiental y la economía ecológica

En la línea de la economía ambiental, los enfoques más utilizados para internalizar las externalidades son los enfoques Pigouviano y Coasiano. Según Pigou, es el estado quien debe velar por la salud y la economía de todos sus habitantes, sostiene además que el que “contamina paga”, con esta afirmación sugiere la intervención del estado regulando subsidios e impuestos a la actividad contaminadora, para corregir las fallas del mercado e internalizar las externalidades. El impuesto Pigouviano es el contrapeso para incrementar el costo marginal privado de las empresas contaminantes de tal manera que los agentes económicos se responsabilicen por el costo externo que trasladan a la sociedad.

Por su parte Coase, quien explica el significado de los costos de transacción, propone acuerdos entre las dos partes: el contaminador o generador de externalidades y el afectado o receptor de externalidades, sin la intervención del estado; de tal manera que se alcance una solución que implique el menor costo de mitigación, afirma lo siguiente en cuanto a los costos de transacción:

“Para llevar a cabo las transacciones del mercado, en que los costos ambientales sean nulos (repuestos o redimidos), es necesario, entre otras cosas descubrir con quien deseamos transar, informar a la gente que deseamos intercambiar y en qué términos, conducir negociaciones que lleven a un convenio, redactar el contrato, llevar a cabo la inspección necesaria para asegurarnos de que los términos en los contratos se observan” (Coase, 1960).

El sistema de precios no logra medir con exactitud las consecuencias ambientales del sector productivo.

Para internalizar los costos, se manejan tres temas importantes:

- Derechos de propiedad.
- Negociación entre las partes involucradas.
- Aspectos de carácter institucional.

La internalización de costos, se considera una herramienta característica de la economía ambiental, utilizada para medir los impactos ambientales, plasmarlos en los informes

financieros considerados como una parte de la producción y buscar alternativas para evitarlos o al menos para que sean mínimos (Mendezcarlo, 2010).

Sin embargo, existen críticas a los enfoques presentados por Pigou y Coase, como el realizado por León y Castiblanco (2010) que argumentan que las externalidades no desaparecen con la solución Pigouviana y por otro lado no tienen solución a corto plazo.

Estas externalidades son dinámicas y cambiantes lo que se traduce en que las empresas buscan una eficiencia dinámica, que significa contaminar hasta el nivel que le sea más barato pagar impuestos que modificar sus procesos adoptando tecnologías más limpias; por su parte la solución Coasiana puede dar lugar a información asimétrica utilizada en beneficio de uno de los agentes, además de su carácter individual no puede generalizarse a casos en los cuales se tiene varios agentes, en estas situaciones es ineficiente.

Mendezcarlo, Medina y Becerra (2010) consideran que la aplicación del enfoque Pigouviano requiere de requisitos costosos mientras que el de Coase se ve afectado por la falta de un mercado universal de externalidades.

Realizando un análisis de lo expuesto, se puede llegar a la conclusión de que algunas soluciones son parcialmente eficientes en contextos concretos, es decir que no se puede pensar en una solución universal en cuanto la internalización de externalidades, más bien ésta dependerá de los actores involucrados en el proceso, del tipo de costo ambiental previamente evaluado y de la importancia sectorial que tenga el agente responsable de las externalidades. Dependiendo del caso en particular, se podrán aplicar en forma parcial, o combinada las propuestas de Pigou y Coase, sin descartarlas pero adaptándolas al caso concreto.

Alternativamente, la corriente de la Economía Ecológica, que difiere de la economía neoclásica-keynesiana o economía ambiental por su carácter multidisciplinar tal cual la problemática ambiental exige, estudia la sostenibilidad de las interacciones entre el subsistema económico y el macro-sistema natural, propone que se deben respetar los ciclos y el equilibrio del ambiente para poder seguir logrando beneficio de la naturaleza.

Para la economía neoclásica-keynesiana, la actividad económica es un sistema cerrado en sí mismo, no considera entradas ni salidas del sistema, sin embargo es imposible un proceso económico sin el ingreso de materia originada por la naturaleza y que no genere desechos, dichos materiales de la naturaleza no son considerados por la economía ambiental pues la energía solar, la materia proveniente de la naturaleza (agua) o los desperdicios no tiene precio en el mercado y se consideran fuera del sistema económico.

En cambio la economía ecológica propone un sistema algo distinto ya que plantea la necesidad de incluir las leyes de la termodinámica al análisis de los procesos económicos y tiene como objetivo incluir todos los elementos que componen la biosfera y los recursos naturales. Además, considera al ambiente no sólo como una fuente de recursos que genera beneficios a través de la actividad económica, sino también, como fuente que cumple con múltiples funciones para el ser humano, entre ellas la calidad de aire, la producción de oxígeno, la captación de CO₂ y otras. Entonces, la economía ecológica toma en cuenta los efectos que tiene la actividad humana sobre el ambiente, que de una u otra forma inciden negativamente sobre la biosfera (Foladori, 2012); pues uno de los argumentos y fundamentos de esta línea económica es el valor per se de la naturaleza.

Esta corriente considera que la naturaleza es víctima de depreciación a través de la utilización de recursos a ritmo no recuperable, y de degradación emitiendo contaminantes a un ritmo incapaz de ser reciclado por los ecosistemas.

Es así que todo ciclo productivo debe ser observado como aquel que utiliza recursos y aunque genera productos, también genera pérdidas de calidad del medio ambiente, es decir contamina aire, agua o suelo.

El proceso de beneficiado de quinua, pseudo cereal de gran valor nutritivo y ancestral en las comunidades bolivianas, al convertirse en una actividad industrial, genera beneficios económicos que conllevan desgaste del suelo, uso masivo de agua y contaminación de sus descargas por el contenido de saponina en sus efluentes.

Con todo lo expuesto se concluye que el crecimiento industrial, por lo general no logra una relación armónica con la naturaleza, pues causa lesiones al medio ambiente. Sin embargo las necesidades que surgen de la población, siempre con tendencia al crecimiento

geométrico (Maltus 1798), son cada vez mayores, lo que nos lleva a pensar que el sector industrial experimenta un crecimiento inevitable.

De acuerdo a los autores, es necesario encontrar un equilibrio en el cual el desarrollo tecnológico involucre sustentabilidad sin dejar de lado al progreso, puesto que el sistema de precios no logra medir con exactitud las consecuencias ambientales del sector productivo.

En este sentido las propuestas del Impuesto Pigouviano y el razonamiento Coasiano en cuanto a los costos de transacción no son viables debido a que el principio de “quien contamina paga” por sus implicaciones de percepción del daño ambiental, se pueden transformar en “quien paga contamina” (crítica hecha por Coase); llevando a las empresas a contaminar midiendo los costos que puede asumir, sin necesariamente tomar acciones de mitigación. Por otro lado los costos de transacción propuestos por Coase son muy altos y en muchos casos imposibles de realizar al no existir mercados universales de externalidades, como el mismo manifiesta (Elena, Rodríguez, 2002).

En el caso de estudio se puede observar, que al existir una norma de control de descargas propuesta por el gobierno boliviano, pero que no es ejecutada por falta de capacidad institucional, es posible que un impuesto pudiera regular la contaminación ocasionada por las descargas de las empresas beneficiadoras. Sin embargo la autoridad correspondiente no lo impone pues la debilidad institucional no le permite medir con exactitud el grado de contaminación; además la política gubernamental es generar empleo, fomentar la producción y exportación de productos no tradicionales. En este sentido no puede imponer medidas coercitivas, y tampoco está en la capacidad de subsidiar ninguna etapa del proceso, pues la economía nacional no le permite; es necesario buscar alternativas que logren el equilibrio entre el desarrollo tecnológico con el medio ambiente que los autores proponen.

La propuesta presentada en este trabajo tiene como objetivo lograr un proceso sustentable basado en responsabilidad ambiental, con el enfoque de la Economía Ecológica que considera un sistema económico abierto, aplicado a recursos finitos no renovables. Mientras que la línea económica ambiental no toma en cuenta estas consideraciones, pues bajo el supuesto implícito de que materia y precio son convertibles y basada en el principio

de que las mercancías que se producen tienen un precio en el mercado, establece que el valor de un producto final y el precio son equivalentes, y que al vender la mercancía se adquiere dinero con el que puede adquirirse nuevamente la mercancía, esto no se aplica a recursos no renovables, pues llegará un momento en el que no se encuentren más y no puedan ser adquiridos a ningún precio (Foladori, 2012).

Es así que la economía ecológica no supone la posibilidad de un crecimiento económico ilimitado, sino más bien considera que el límite del crecimiento económico no está dado por contradicciones internas a la sociedad, pero sí por barreras externas, que son límites físicos naturales.

Es entonces que, a través de la economía ecológica las llamadas externalidades, derivadas de los procesos productivos y que controlan las decisiones económicas, son reemplazadas por leyes físicas, que cumplen la misma función.

Sin embargo surgen cuestionantes de ambas líneas económicas que no logran ser respondidas: la existencia de externalidades y la ausencia de inclusión de los criterios físicos en los mercados, según Foladori (2001) quien hace los cuestionamientos, la respuesta radica en que las relaciones sociales capitalistas de producción ubican en segundo plano a los valores de uso en relación con los precios, y son ellas mismas (relaciones sociales capitalistas) las encargadas de separar las decisiones económicas de las políticas que consideran criterios físicos naturales.

La reflexión nuevamente se realiza en cuanto a los sistemas productivos que, como muestra lo expresado por la economía ecológica, responden a la demanda, al precio de mercado, a generar ingresos, sin tomar en cuenta los límites físicos, como el uso de suelo o de recursos no renovables e indispensables para el desarrollo humano como es el agua. Es así que el trabajo de estudio es orientado por esta reflexión hacia la búsqueda de alternativas que permitan lograr que las plantas beneficiadoras de quinua realicen un uso responsable de agua en el proceso, aplicando tecnología que les permita disminuir el consumo masivo y las descargas contaminadas con saponina, a cuerpos de agua circundantes.

3.3. Adopción de tecnología para la internalización de externalidades

Las dos propuestas tradicionales para internalizar externalidades en procesos industriales: subsidios con participación gubernamental o impuestos de manera impositiva, presentan limitaciones en muchos casos, pues su operacionalización y control se dificultan en la actividad productiva que es diversa y compleja.

Es entonces que surge una alternativa que tiene la intención de hacer internas las externalidades ambientales de los procesos productivos y consiste en adoptar tecnología menos agresiva, es decir que disminuya los impactos negativos de producción hacia el medio ambiente. Dicha tecnología se selecciona, con criterios de eficiencia y calidad para ser utilizada en un proceso; incluye niveles individuales (la aceptación) y organizacionales y es la manera en la que estos aspectos se integran lo que da lugar a que la empresa mantenga su competitividad y sustentabilidad. Todo este conjunto de etapas y componentes comprende la etapa de adopción. A nivel individual la adopción de tecnología está comúnmente relacionada con la aceptación de tecnología (Abdullah, 2013).

La adopción de la tecnología correcta sumada a contar con recurso humano capacitado y dotado de las habilidades necesarias para el cambio tecnológico, es lo que conducirá hacia el incremento en la eficiencia organizacional.

Muchas teorías han surgido para explicar el éxito o fracaso en la adopción de tecnología, desde las que proponen que la percepción de la utilidad de la tecnología es el factor del cual depende la aceptación individual de la misma, o las que sugieren que la influencia social y cognitiva y los instrumentos cognitivos son esenciales.

Tornorztky y Fleischer (1990) proponen que el análisis debe lograr la integración de contextos tecnológicos, organizacionales y ambientales. Es así que se concluye que la adopción de tecnología es afectada por múltiples factores como demuestran las teorías que surgen con intención de explicar este fenómeno.

3.4. Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT)

Con el fin de encontrar los aspectos que condicionan la adopción de tecnología surgen teorías como el modelo de aceptación de la tecnología TAM (1989), aparece posterior a la teoría de acción razonada, la cual propone que la percepción de la utilidad de la tecnología es el factor del cual depende la aceptación individual de la misma. Usa como variables tanto la “utilidad percibida” y la “facilidad de uso percibida” y como determinantes de estas variables define la influencia social y los instrumentos cognitivos (Venkatesh y Morris, 2000). Si bien es una propuesta que intenta explicar el fenómeno de la adopción de tecnología, no se adapta totalmente al estudio realizado pues una de sus limitaciones radica en que no logra explicar el fenómeno en contextos culturales diversos, lo que podría entorpecer el análisis tratándose el estudio de un proceso productivo muy particular para un contexto cultural específico y el análisis puede dar resultados parcializados.

Posteriormente, la teoría del comportamiento planificado TPB, sostiene que: la actitud, las normas subjetivas y percibidas, además del control percibido afectarían la intención conductual que explica el comportamiento de un individuo (Harrison, Mykytyn &C., 1997). Entre sus limitaciones el método no considera otros determinantes, como los factores culturales que también son importantes en la intención, además de ser predictivo en cuanto a la acción de los individuos, siendo que no siempre el comportamiento es como se predice con respecto a ciertos criterios. Esta teoría también ha sido utilizada al igual que la TAM en empresas pequeñas en cuanto a la aplicación de tecnologías de información.

Siendo que la toma de decisiones (intensión de cambio) en una empresa productiva es una determinación afectada por varios factores no solamente internos, sino también externos, entre los que se encuentra el entorno cultural; éste modelo no se adapta totalmente al trabajo en estudio.

Otro modelo aplicado en la adopción de tecnología es el del usuario perezoso (LUM) que concentra su atención en el usuario, en su esfuerzo demandado, y no en la tecnología. Apuesta a que el usuario al verse frente a un problema elegirá la solución que le demande menos esfuerzo bajo el principio del mínimo esfuerzo que caracteriza al comportamiento humano al resolver problemas (Collan & Tétard, 2007). El esfuerzo al que hace referencia

esta teoría es la suma de: costo monetario, tiempo necesario y esfuerzo mental o físico necesarios (Beneke & De Lame, 2012). En vista de que se limita a analizar la aceptación de tecnología sólo desde la perspectiva del estado y la necesidad del usuario y no toma en cuenta otros factores externos, no se aplicará en el estudio presente

Ahora bien, la Teoría unificada de la aceptación y uso de la Tecnología (UTAUT) introducida por Vankatesh (2003) como una modificación mejorada del TAM y que reúne aportaciones de teorías anteriores sobre adopción de tecnología, sugiere que son cuatro los determinantes clave de intención y uso:

- Expectativas del funcionamiento,
- Expectativas de esfuerzo,
- Influencia social,
- Condiciones de facilidad.

Estas cuatro determinantes clave son moderadas por el género, la edad, la experiencia y voluntad de uso.

En cuanto al trabajo de investigación los determinantes claves vendrían como:

- Expectativas del funcionamiento: se optimiza el proceso, mejora la producción.
- Expectativas de esfuerzo: inversión a corto plazo de recuperación, capacitación sencilla.
- Influencia social: ser empresa competitiva y pionera en cuanto a procesos optimizados.
- Condiciones de facilidad: aplicabilidad y resultados.

Las determinantes citadas, son moderadas, según la teoría, por la naturaleza de las empresas, antigüedad, experiencia en producción y voluntad de aplicación de la tecnología y otros aspectos.

Particularmente en empresas pequeñas, como las que forman parte del objeto estudio, el gerente propietario cumple el rol más importante, en lo que se refiere a la adopción de

tecnología, proceso que además está interconectado con varias determinantes. Este proceso de adopción se desarrolla en tres escenarios:

- Cognitivo, directamente relacionado con el grado de información sobre la tecnología.
- Afectivo, relacionado con el análisis de beneficios y la factibilidad.
- De conducta, etapa en la que se lleva a cabo la adopción, directamente relacionada con la disposición organizacional de la empresa.

Estas etapas se desarrollan basadas en cuatro constructores:

- Concientización
- Análisis de costos y beneficios.
- Análisis de factibilidad y viabilidad.
- Predisposición empresarial.

Los factores que afectan la adopción de tecnología, se pueden agrupar en:

Características particulares de la tecnología propuesta.

Características particulares de la organización o empresa.

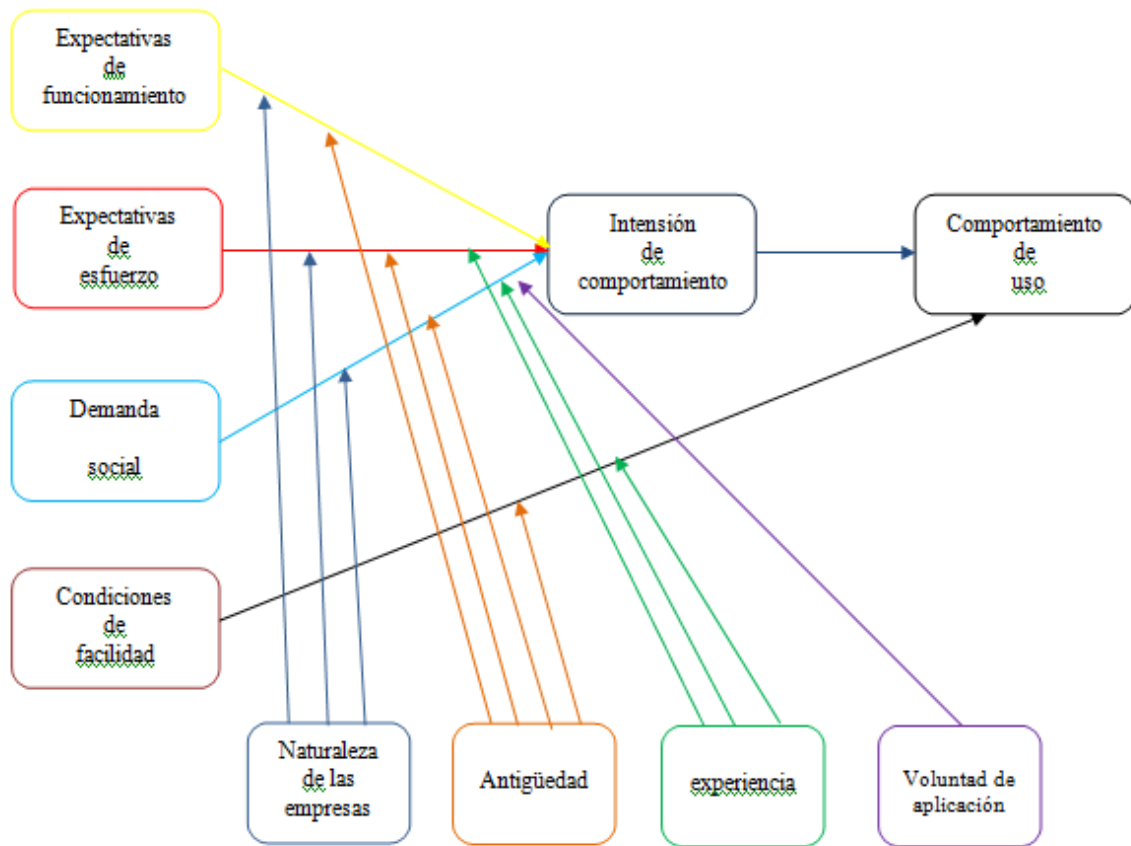
Factores externos.

En cuanto a las variables de las que depende la adopción de tecnología, son de dos tipos:

- Variables que dependen de las características individuales del gerente propietario, entre ellas innovación, actitud hacia la adopción, conocimiento.
- Variables que dependen de las características de carácter organizacional, como el tamaño de la empresa, la competitividad del entorno, la atmósfera de competencia entre empresas del mismo rubro, calidad de la información.

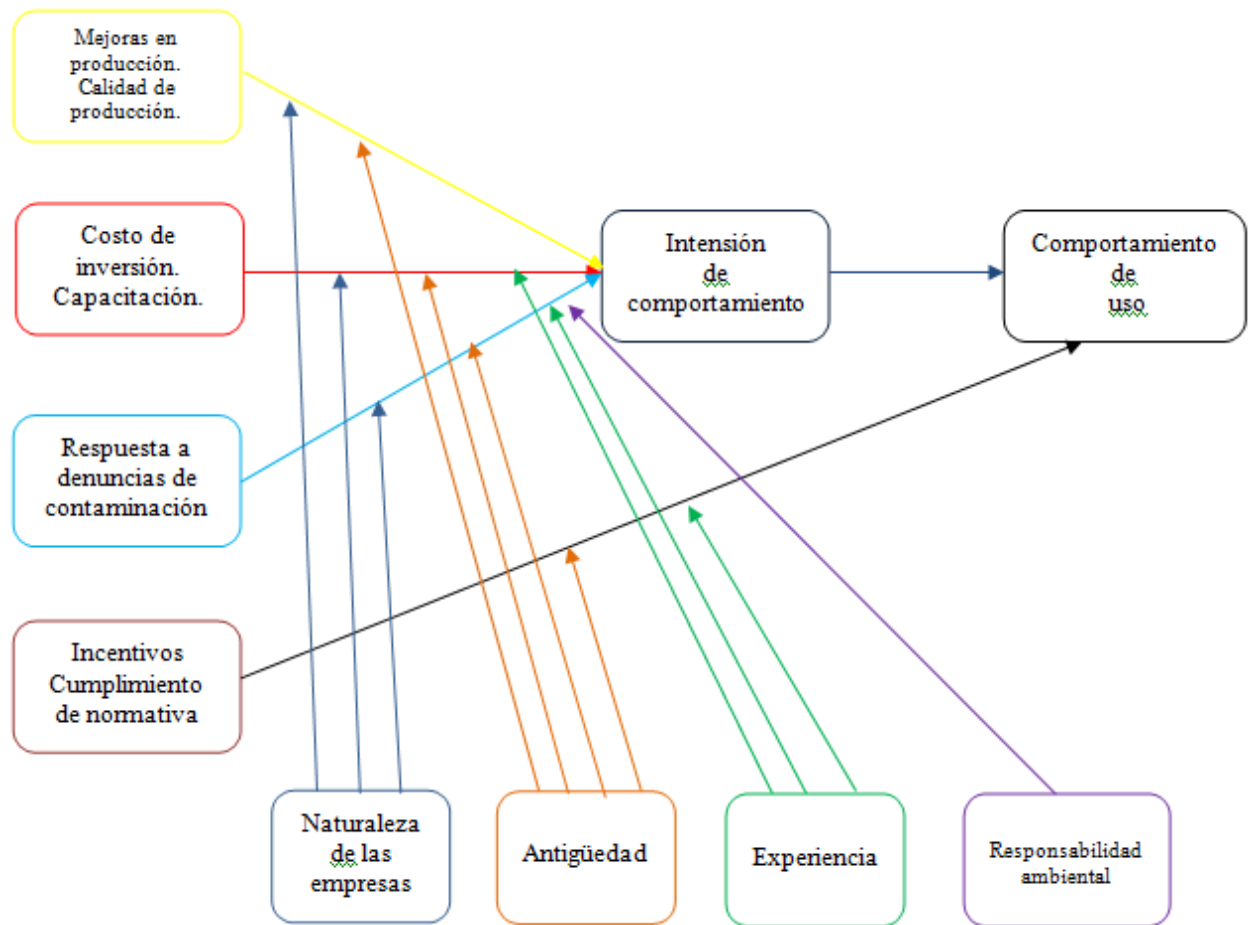
De los dos tipos de variables citados anteriormente, las primeras son las que afectan más la adopción de tecnología, pues un gerente propietario más innovador, con una actitud positiva hacia la adopción, que domina la información acerca de la tecnología es más tendiente a adoptarla.

Esquema 3.3: Explicación de la adopción de tecnología en empresas productoras



Fuente: adaptado de León 2014.

Esquema 3.4: Aplicando criterios/indicadores del tema de estudio, adopción de tecnología en empresas productoras de quinua de Oruro, Bolivia.



Fuente: adaptado de León 2014.

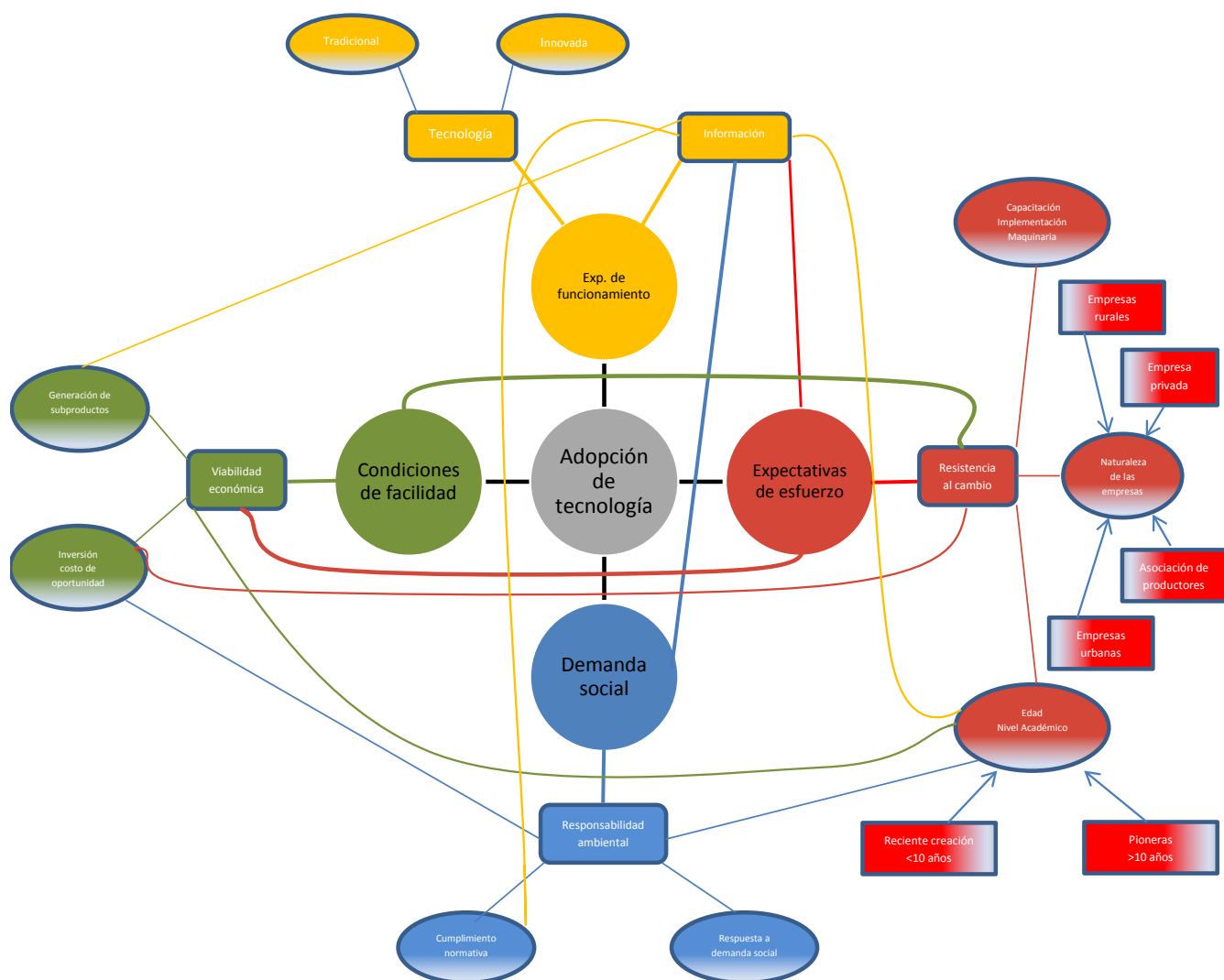
Los esquemas anteriores son una muestra de los variados factores externos e internos, individuales y colectivos que influyen en la adopción de tecnología. Ambos esquemas, uno más aplicado al tema de estudio, describen las múltiples interrelaciones entre los determinantes clave de la adopción de tecnología y los factores que los moderan.

Es así que, por ejemplo variables que dependen de las características individuales del tomador de decisiones tales como la experiencia en la actividad productiva y la voluntad de aplicación de tecnología, responden a la demanda social expresada en respuestas a las denuncias por contaminación. Entonces, junto con variables de carácter organizacional como la naturaleza y antigüedad de las empresas, motivadas por estímulos como la mejora

en la producción y calidad del producto, convergen en la intensidad de cambio de comportamiento que traducimos en aceptación de tecnología.

Esta intensidad de comportamiento estimulada por las condiciones de facilidad expresadas en incentivos que puedan lograrse al cumplir con la normativa, tales como la etiqueta verde y el acceso al redes de comercio justo, darán lugar al comportamiento de uso, que se traduce en la aplicación de los cambios en los procedimientos tradicionales de producción o lo que se denomina adaptación y adopción de tecnología.

Esquema 3.5: Adopción de tecnología



Fuente: Elaboración propia con base a la UTAUT

Las denominadas mediana y pequeña empresas, tienen algunas características que las hacen similares entre ellas: la titularidad, recursos, sistemas y procedimientos informales, tipo de administración, estructura organizacional y cultura organizacional (Wong & Aspinwall, 2004).

Las empresas beneficiadoras de quinua, son consideradas pequeñas por el promedio de trabajadores con los que cuentan²¹, en su mayoría son privadas y con un dueño o en el mejor de los casos son empresas familiares, aunque existen algunas que pertenecen al gobierno y son administradas por asociaciones de productores, estas últimas no forman

²¹Promedio de 10 trabajadores, datos recabados en las entrevistas del trabajo de campo.

parte del objeto de estudio. El empresario dirige la compañía además de administrarla, llegando a ser propietario administrador o gerente propietario (Wilson & Bates, 2003) formando parte del equipo de trabajo y tomando decisiones en cuanto a la generación de recursos y manejando los riesgos empresariales, es así que la empresa es altamente dependiente del propietario, de sus decisiones y de sus habilidades empresariales (Bridge, 2003). Estas empresas tienen una estructura horizontal e informal, por lo tanto flexible pero al mismo tiempo no establece una clara distribución o división de tareas y responsabilidades. Sin embargo, la operación de la empresa es más simple, el proceso más fluido y adaptable a situaciones que se presenten (Wong & Aspinwall, 2004).

En cuanto a la cultura organizacional, en pequeñas empresas los gerentes-propietarios tienen influencia directa en el proceso de toma de decisiones (O'Regan, 2005), innovación de productos (Matzler, 2008) e iniciativas administrativas (Supyuenyong, 2009); es entonces evidente que las decisiones que tengan que ver con la adopción de tecnología serán tomadas por ellos.

Retomando el trabajo de Petroni & Rizzi (2001) asumimos el supuesto que propone sobre la adopción de tecnología y sus tres etapas: cognitiva, afectiva (muy próximas) y de conducta. En la primera y segunda etapa, los gerentes-propietarios adquieren conocimiento sobre la tecnología y la razonan a partir de un análisis de beneficios y factibilidad. Si la respuesta ante el estímulo del conocimiento de tecnología es positiva, entonces la empresa se trasladará a la etapa de conducta adoptando la tecnología, etapa que también se conoce como voluntad organizacional.

Realizado el análisis los autores proponen cuatro pilares principales:

- Conocimiento.
- Análisis de beneficios.
- Viabilidad o factibilidad.
- Voluntad organizacional.

Es entonces que se concluye que la adopción de tecnología es un proceso interconectado con varias determinantes. La hipótesis que se maneja en este contexto es que el éxito en la adopción de tecnología es dependiente de varios factores íntimamente relacionados, que se

pueden agrupar en: características de la tecnología, características organizacionales y otros factores externos, (Abdullah 2013).

En lo que tiene que ver con las características del gerente propietario, en vista de que tiene un rol vital en todas las etapas de la adopción de tecnología, y con referencia a la afirmación de Wu (2006), acerca del liderazgo, ellos son los líderes principales de la organización, quienes además de tener inclinación hacia el cambio de tecnología deben ser capaces de formular, implementar y regular una estrategia tecnológica.

En este contexto Abdullah (2013) sostiene que son dos los tipos de variables que determinan la adopción de una innovación: características individuales y características organizacionales.

Los enfoques revisados son aplicados al estudio pues las características de las empresas beneficiadoras coinciden tanto en el tamaño de la organización, como en el rol y grado de responsabilidad del gerente propietario, a través de quien se toma la decisión de adoptar una propuesta tecnológica que pueda cumplir con los requerimientos de viabilidad y factibilidad para la empresa, pasando por las etapas cognitiva, de adquisición de conocimiento sobre la tecnología; afectiva, que pueda generar interés en su aplicación por sus beneficios y ventajas tanto económicas como de calidad; y de conducta que permita asumir riesgos al aplicar cambios en los procedimientos tradicionales.

El análisis nos lleva a concluir que el proceso de adopción de tecnología es complejo por las múltiples interrelaciones entre los determinantes clave y las variables de distinto tipo que las moderan, sean estas de carácter individual u organizacional.

IV. HIPÓTESIS

La adopción de tecnología en el proceso de beneficiado de quinua se ve condicionada por factores externos e internos a la empresa, pero principalmente las condicionantes técnicas, y de información además de la viabilidad financiera son las más relevantes en la toma de decisión.

V.- ESTRATEGIA METODOLÓGICA

5.1. Metodología aplicada

El presente trabajo de investigación tiene el enfoque de la teoría fundamentada en cuanto a la metodología aplicada, pues pretende determinar los condicionantes más importantes en cuanto a la adopción de tecnología como un primer paso para internalizar las externalidades del beneficiado de quinua, en empresas pequeñas que se encargan del proceso y que se encuentran en Oruro-Bolivia aplicando la teoría unificada de la aceptación y uso (UTAUT).

La propuesta teórica de la investigación derivada de esta teoría, se basa en que la adopción de tecnología no depende sólo de las características de la tecnología propuesta, sino también de características individuales de la organización y de factores externos; en cuanto a las variables que afectan el fenómeno debe considerarse, además de las características organizacionales, aquellas individuales, correspondientes al gerente propietario que coincide ser el tomador de decisiones, quien de acuerdo a su grado de instrucción académica se informa sobre los adelantos tecnológicos, se muestra más innovador, receptivo a los posibles desafíos que deriven de un cambio en el proceso productivo que el maneja.

Cuadro 5.1: Propuesta teórica de investigación

<p><i>Método</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Estilo: investigación cualitativa. • Tradición: modelo deductivo. • Técnicas: entrevista semi-estructurada, observación, evidencia visual (fotografías y videos), entrevistas no estructuradas a informantes clave. • Análisis: grabación, codificación, descripción, categorización. • Unidad de análisis: plantas beneficiadoras de quinua en Oruro. Empresas privadas, no asociaciones. • Muestra: representativa 6 de 8. Las que accedieron a la entrevista. • Ética: confiabilidad, conciencia y responsabilidad ambiental. 	<p><i>Criterios de calidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Credibilidad: trabajo de campo, descripción, triangulación (entre entrevistados y con otros funcionarios relacionados al control de medio ambiente en Oruro), análisis de muestra. • Generalidad: dentro el campo de acción del ciclo productivo de la quinua. • Seguridad: se pueden auditar los materiales utilizados. • Confirmabilidad: subjetividad de entrevistados, observación e interpretación del autor. • Contribuciones: respuesta a una demanda generalizada de las empresas entrevistadas; problemas con el efluente.
---	--

Fuente: adaptado de Vasilachis (2006)

5.2. Operacionalización de los conceptos e hipótesis

5.2.1. Unidad de análisis

Para determinar los criterios de adopción de la tecnología de lavado en seco, las unidades de análisis fueron seis de ocho plantas beneficiadoras pertenecientes al sector empresarial privado²², ubicadas en el departamento de Oruro, productor del 53,74 por ciento (SAFI, 2015), que siguen procesos similares y manejan materia prima proveniente de la misma región, además con volúmenes de producción semejantes. Las seis plantas son categorizadas como “pequeña industria” (según clasificación Mercosur).²³ Esta selección se realizó bajo el enfoque de la teoría fundamentada, que en el caso en estudio es sustantiva pues está referida a un grupo similar de casos comparables.

²²En la región existen 8 plantas de beneficiado de quinua privadas y otras dos que pertenecen a las asociaciones de productores de quinua, con otro tipo de dinámica pues son parcialmente dependientes del estado, realizan la comercialización del grano sin la intervención de intermediarios, características por las que no forman parte de la unidad de análisis del presente estudio.

²³La categorización de las pequeñas y medianas empresas dependen de la cantidad de trabajadores y de un coeficiente que relaciona el ingreso por ventas y/o servicios operativos anuales netos, el patrimonio neto y el personal ocupado. Para una pequeña empresa este coeficiente está entre 0.04-0.11.

Se aplicaron encuestas semi-estructuradas a los gerentes propietarios que en algunos casos coinciden ser los jefes de producción (técnica cualitativa); las preguntas se diseñaron enfocadas hacia la determinación de criterios o condicionantes a ser observadas:

- Información sobre el lavado en seco
 - Información sobre el mercado de saponina
 - Aplicación de la normatividad y sus limitantes
 - Aplicación de la técnica
 - Resistencia al cambio de tecnología
-
- Capacitación
 - Costos
 - Responsabilidad ambiental

En cuanto a los datos técnicos del beneficiado tradicional (consumo de energía, agua, gas; muestra de efluente; caudales de descarga, etc.) y una posible adopción de la tecnología propuesta a nivel piloto, se tomó como unidad de análisis la planta beneficiadora BioAndes, situada en el parque industrial de la ciudad de Oruro. Se considera una muestra representativa pues las empresas utilizan procesos similares, procesan volúmenes semejantes y trabajan con la misma materia prima²⁴.

²⁴Entrevistas, Empresas beneficiadoras de quinua en Oruro, Diciembre-febrero, 2015 – 2016.

Cuadro 5.2: Elementos de la investigación

Elementos de economía ecológica	Tipo de teoría: Sustantiva
Categorías	<p>Adopción de tecnología (teoría UTAUT):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expectativas del funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Información • Eficiencia de producción • Calidad de productos • Obtención de subproductos • Expectativas de esfuerzo. <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación. • Inversión a corto plazo de recuperación. • Influencia social. <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad ambiental. • Estímulo a ser empresa pionera en cuanto a la automatización del proceso. • Respuesta hacia la presión de vecinos por la generación de efluente contaminante • Cumplimiento de normas ambientales. • Condiciones de facilidad: aplicabilidad y resultados. <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de costos y beneficios. • Análisis de factibilidad y viabilidad. • Predisposición empresarial.
Propiedades de las categorías	<p>Evaluación de la aceptación de tecnologías limpias en el beneficiado de la quinua, afectada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variables que dependen de las características individuales del gerente propietario, entre ellas innovación, actitud hacia la adopción, conocimiento. • Variables que dependen de las características de carácter organizacional, como el tamaño de la empresa, la competitividad del entorno, la atmósfera de competencia entre empresas del mismo rubro, calidad de la información.
Hipótesis	Cuanto mayor sea la certeza de recuperación de saponina en el efluente de agua para uso comercial, crece la aceptación de implementar sistemas de tratamiento de aguas.

Fuente: adaptado de Vasilachis (2006)

5.3. Fuentes de información

5.3.1. Fuentes primarias de información

- Resultados de entrevistas realizadas a gerentes propietarios y en algunos casos a jefes de producción de plantas procesadoras de quinua ubicadas en la ciudad de Oruro, para análisis de información en cuanto a la situación socioeconómica, medio ambiental, normativa y condiciones del proceso de beneficiado (muestra representativa 6 de 8 empresas).

- Entrevistas semi-estructuradas a expertos en el tema quinuero:
 - Con relación al tipo de tratamiento de aguas más efectivo, que disminuya el impacto ambiental de los efluentes cargados con saponina: Jefe de laboratorio de agua y medio ambiente y jefe de laboratorio de cinética, Carrera de Ingeniería Química, Facultad Nacional de Ingeniería. Universidad Técnica de Oruro.

 - Con relación a la propuesta de lavado en seco CPTS, en cuanto a la eficiencia del método y sus limitaciones: jefe de laboratorio de cinética y reactores, Carrera de Ingeniería Química, Facultad Nacional de Ingeniería. Universidad Técnica de Oruro.

 - En cuanto a la actualidad de la actividad quinuera, sus implicaciones, avances y proyecciones: Gerente de proyecto ProBolivia, financiado con fondos IDH, y a investigadores dependientes del departamento de investigación y postgrado, Universidad Técnica de Oruro.

 - En cuanto al directorio de las empresas beneficiadoras de quinua y el cumplimiento de la normativa: personeros de SENASAG Oruro, y trabajadores de la gobernación de Oruro en su departamento de medio Ambiente.

- Resultados de análisis de las características del efluente del proceso, es decir del agua con contenido de saponina, realizados por el laboratorio de Aguas y medio ambiente de la Universidad Técnica de Oruro, Facultad Nacional de Ingeniería. (Convenio El Colef).

5.3.2. Fuentes secundarias de información

- Se consultaron: informes, artículos, estadísticas y otras publicaciones sobre el ciclo productivo de la quinua, proceso de beneficiado y contenido de saponinas, otros trabajos de investigación relacionados al tema.

5.4. Técnicas de recolección y manejo de datos

5.4.1. Selección de casos

Al no existir reglas en cuanto a la definición del número adecuado de muestra en estudios cualitativos (Yin, 2001), pero tomando en cuenta otros factores, como la ubicación de las empresas, la similitud de sus actividades productivas, la región en la que se encuentran y otros, es que se considera que los seis casos considerados, son suficientes para lograr una percepción correcta de los temas estudiados. Inicialmente, el criterio de selección principal fue dirigido hacia las empresas beneficiadoras de quinua de la ciudad de Oruro ubicadas en la zona industrial de la región; el directorio proporcionado por SENASAG y por investigadores del proyecto ProBolivia (adjunto en anexos) muestra que si bien es cierto, son varias las empresas localizadas en la ciudad relacionadas con el rubro de la quinua, son solo 4 las que se dedican a beneficiar el grano. Este número se incrementa a 10 empresas ubicadas en el departamento, razón por la cual se decidió extender el estudio de la ciudad hacia el departamento.

El término “tecnología” en el contexto de este estudio se refiere estrictamente a las variaciones del proceso o implementación de etapas en el beneficiado de quinua, orientadas a la disminución del volumen de agua utilizado y/o al grado de contaminación del efluente.

Las empresas que forman parte del estudio, como se indicó anteriormente son similares en cuanto al tipo de proceso, productos, tamaño y localización.

La recolección de datos primarios se realizó a través de entrevistas cuyo cuestionario tiene preguntas cerradas y abiertas, pues de esta manera se permite al entrevistador analizar cuidadosamente las respuestas del entrevistado. Cada entrevista y todas las preguntas del cuestionario aplicado, fueron diseñadas para poder determinar los condicionantes más relevantes en la adopción de tecnología para las empresas beneficiadoras de quinua en Oruro, además de sus interrelaciones y su grado de importancia.

Las entrevistas fueron realizadas a los tomadores de decisiones, quienes figuran como representantes legales de las empresas en el directorio proporcionado por la UTO (anexos) que en la mayoría de los casos coinciden ser los gerentes propietarios de las beneficiadoras de quinua (dato registrado en entrevistas). Se visitó las instalaciones de las empresas para llevar a cabo la entrevista, lo que permitió realizar simultáneamente, visitas de sitio a las beneficiadoras. Previa solicitud, algunos propietarios permitieron que se realice un recorrido guiado del proceso, aunque muy pocos permitieron capturar fotografías. Todas estas observaciones permitieron realizar un análisis reflexivo de la información recabada durante la entrevista, también se utilizaron en la verificación de las afirmaciones y explicaciones hechas por el entrevistado.

El tiempo de duración de las entrevistas varió en un promedio de 50 minutos. Las entrevistas se realizaron previo acuerdo con el propietario. Cuando fue permitido, se grabaron las entrevistas y se retomaron los fragmentos más relevantes.

El análisis se realizó a través de tres pasos:

- a) Reducción de datos.
- b) Visualización de datos.
- c) Extracción de conclusiones.

Se revisaron los datos obtenidos de las entrevistas para identificar las partes relevantes, marcándolos y relacionándolos con los factores y variables de la adopción de tecnología, posteriormente se categorizaron. Se realizó la redacción descriptiva de las categorías y se exploró las relaciones entre ellas, además de comparaciones directas entre categorías y las respuestas otorgadas por los participantes para asegurar que se exprese su percepción en el análisis. Una vez que las categorías fueron relacionadas se regresó a los datos originales

para revisar que toda la información fue analizada e incluida. Se accedió a datos secundarios como el directorio de empresas quinueras, entrevistas a participantes clave como funcionarios de SENASAG o de la gobernación del departamento de Oruro, habitantes de las zonas donde se encuentran las empresas, docentes universitarios relacionados con temas de investigación de quinua, páginas web de las empresas, etc.

5.4.2. Consideraciones éticas

Antes de la recolección de datos, se explicó a través de una nota escrita dirigida a los gerentes propietarios la naturaleza y objetivos del trabajo, solicitando de esta manera una cita para llevar a cabo la entrevista diseñada y la posibilidad de visitar el proceso además de tomar fotografías. Se garantizó a los participantes que toda la información recabada sería utilizada académicamente y con el único fin de desarrollar el trabajo de investigación, sin poner en riesgo la integridad de la empresa. Se le facilitó el contacto telefónico y la dirección de correo electrónico del investigador a fin de poder contactarse para cualquier tipo de consulta. Los participantes formaron parte del estudio en forma voluntaria, firmaron una nota de consentimiento para tal hecho.

5.4.3. Fiabilidad

Se garantizó credibilidad y transferibilidad para poder mantener la fiabilidad del estudio cualitativo. A fin de mantener la credibilidad, el investigador puso especial atención en las características recurrentes que fueron relevantes al fenómeno (Polit and Beck, 2004).

Como la entrevista fue el método más importante en la recolección de datos del estudio, corría el riesgo de incluir análisis de datos incorrectos o sesgos en el análisis y en el reporte, a fin de minimizar estos posibles errores, se revisaron cuidadosamente los resúmenes de datos iniciales y se trianguló la información con los datos obtenidos de informantes clave y fuentes secundarias.

5.4.4. Codificación

Revisadas las entrevistas grabadas en audio, y aplicando el paradigma de codificación o esquema organizativo.

Se destacan las similitudes entre las 6 empresas entrevistadas:

- a) Todas son empresas familiares, es decir no tienen socios ajenos al entorno familiar, lo que facilita la toma de decisiones.
- b) Son aproximadamente iguales en tamaño, con un promedio de 10 trabajadores en planta y 3 administrativos, lo que las categoriza en pequeña empresa.
- c) La mayoría de ellas, a excepción de una, tienen antigüedad mayor a 5 años, lo que coincide con la etapa en la que la quinua Boliviana presentó mayor demanda internacional. Este aspecto sugiere que la maquinaria es relativamente nueva y el proceso se ha ido optimizando.
- d) Cuatro de las seis empresas cuentan con agua de pozo.
- e) Todas demandan solución para tratar sus efluentes por la producción de espuma densa en sus descargas y el costo económico y social que resulta de esta externalidad.
- f) Se han visto obligadas por la presión social a adaptar un desagüe a través de tubería pvc para evitar la descarga al alcantarillado.
- g) Todas dicen contar con autorización para descargar efluentes hacia los cuerpos de agua más cercanos sin incumplir normas.
- h) Ninguna tiene información acerca de tecnología diferente a la tradicional que se esté aplicando en Bolivia.
- i) Todas están interesadas en obtener saponina de sus descargas.

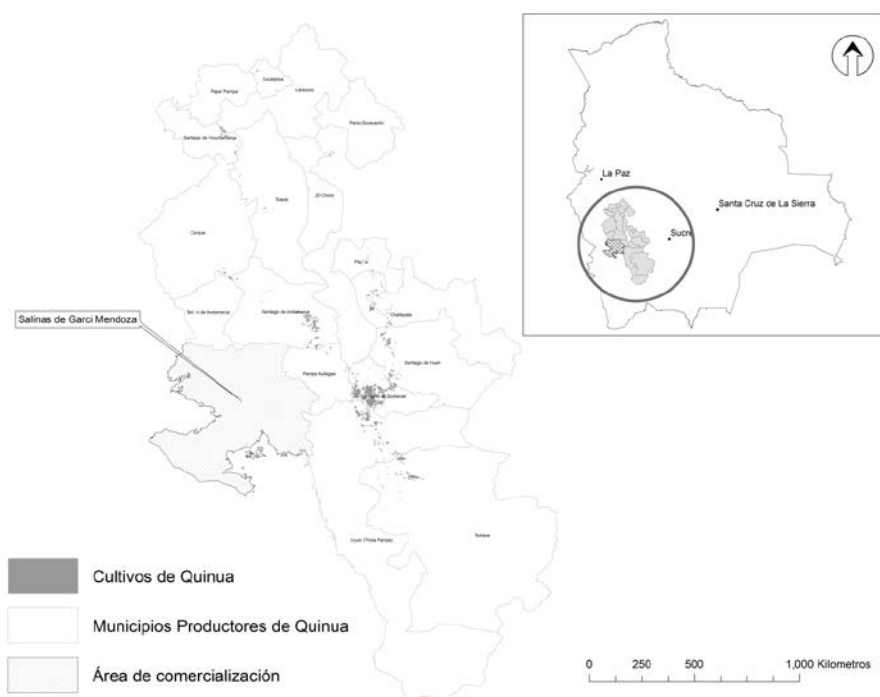
Se destacan también marcadas diferencias de la red domiciliaria y la última adquiere el recurso de pipas; dando como resultado diferencias marcadas en el costo de producción y por lo tanto conductas diferentes en cuanto a lo que se refiere el ahorro del recurso.

5.4.5. Ubicación territorial

En cuanto a su ubicación, 2 de 6 están ubicadas en zonas periurbanas de la ciudad, rodeadas de población civil; 1 de 6 se encuentran en Salinas de Garci Mendoza, centro más importante de producción de quinua, cuyo movimiento económico se basa en el ciclo

productivo del grano; 2 de 6 ubicadas en Challapata, población donde se concentra el acopio del grano, considerado como mercado informal, donde el precio de la quinua es definido por los intermediarios, quienes son el medio de contacto con las empresas exportadoras, por tanto la actividad quinuera es de gran importancia económica en la zona, la última se ubica en Machacamamarca, población caracterizada por la actividad minera que actualmente se encuentra en cierta inestabilidad laboral.

Figura 5.4: Municipios productores de quinua

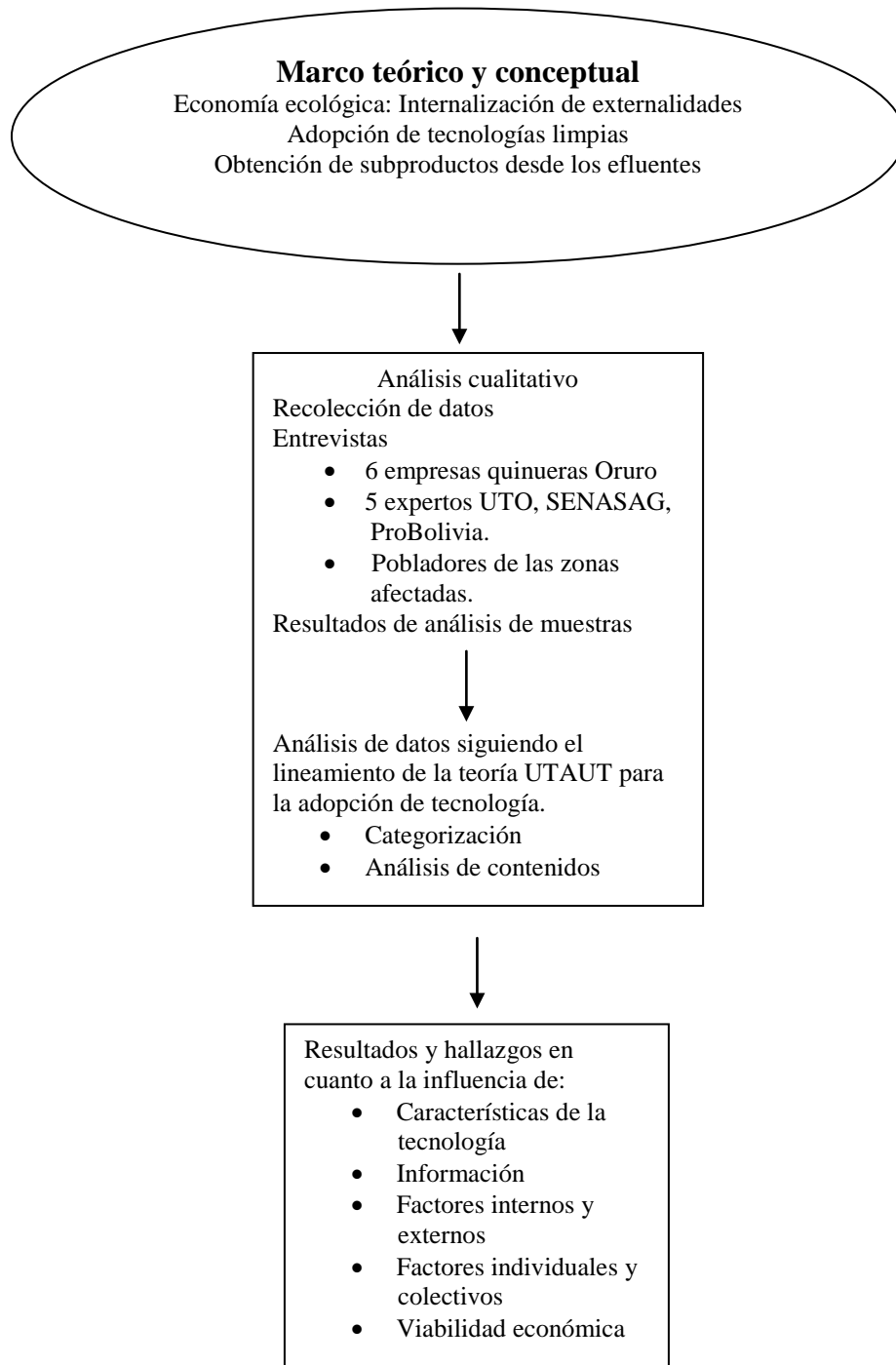


Elaborado por Manzanares J. con base de datos Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

5.5. Representación esquemática de la metodología propuesta

El siguiente esquema representa esquemáticamente la metodología propuesta por el trabajo de investigación. Es una síntesis de lo que se realizó a fin de responder a la pregunta de investigación relacionada con la internalización de externalidades en el beneficiado de quinua en Oruro, a través de la determinación de los condicionantes más relevantes en la adopción de tecnología que permita disminuir el impacto de las descargas del proceso.

Esquema 5.6: representación de la metodología



Fuente: adaptado Creswell (2003)

Cuadro 5.3: Elementos teóricos del trabajo de investigación

Elementos de la ecología económica	Tipo de teoría: Sustantiva
Categorías	<p>Internalización de externalidades a través de la adopción de tecnología: Características particulares de la tecnología propuesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características técnicas <ul style="list-style-type: none"> ✓ Eficiencia de producción ✓ Calidad de productos ✓ Obtención de subproductos • Costos e inversión <p>Características particulares de la organización o empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la empresa • Capacidad de producción • Capacitación • Características particulares del gerente propietario • Responsabilidad ambiental <p>Factores externos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normativa y reglamento de medio ambiente. • Presión social • Competitividad del entorno. • Exigencias del mercado • Mercado para subproductos
Propiedades de las categorías	Evaluación de la aceptación de tecnologías limpias para su adopción.
Hipótesis	La adopción de tecnología limpia en empresas beneficiadoras de quinua de Oruro, está principalmente condicionada por la eficiencia técnica, la información y la viabilidad financiera de su aplicación.

Fuente: adaptación Glaser y Strauss 1967

La organización de datos y la literatura consultada en cuanto al proceso productivo de la quinua, el proceso de beneficiado, la comercialización y exportación del grano en la región permite sugerir el siguiente cuadro:

Cuadro 5.4: Adopción de tecnología para la internalización de externalidades ambientales generadas en el beneficiado de quinua en Oruro-Bolivia

Condiciones causales	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de costos adicionales por manejo de descarga de efluentes. • Cumplimiento de normas de exportación del grano beneficiado. • Conducta de responsabilidad ambiental. • Disminución de costos de operación, ahorro de agua como insumo. • Respuesta a la presión social de la población circundante.
Fenómeno	Generación de externalidades ambientales como resultado del proceso de beneficiado de quinua a nivel industrial.
Contexto y condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Redescubrimiento del valor nutritivo de la quinua por mercados internacionales. • Alta demanda internacional por quinua boliviana beneficiada. • Surgimiento de nuevas actividades industriales en la región frente a la crisis de la actividad minera (principal actividad económica de la zona). • Falta de normas de control ambiental específicas para el sector alimenticio industrial. • Demandas de la población por la evidente contaminación de la zona con el efluente. • Motivación hacia la obtención de subproductos.
Estrategias de intervención	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de descargas contaminadas con saponina. • Recuperación de saponina como subproducto, cuya comercialización genere ingreso económico. • Actitud positiva frente al cuidado del medio ambiente. • Disminución de riesgo a ser sancionados por incumplir normativa ambiental.
Consecuencias	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de costos generados por manejo de efluentes. • Ingresos adicionales por la recuperación de saponina del efluente. • Cumplimiento de normas de calidad del efluente • Etiqueta verde para comercio justo. • Respuesta positiva hacia la demanda social de la comunidad circundante.

Fuente: adaptado de Vasilachis (2006)

VI. Análisis y discusión de resultados

6.1 Situación actual de las empresas beneficiadoras de quinua en Oruro

Una vez revisada la información recabada en las entrevistas a los gerentes propietarios de 6 empresas beneficiadoras de quinua ubicadas en el departamento de Oruro, orientadas hacia la determinación de los factores más relevantes que condicionan la adopción de tecnología y siguiendo el lineamiento de la teoría unificada de la aceptación y uso de la Tecnología (UTAUT), considerando la categorización y sub-categorización que se plantea en el marco metodológico, y la triangulación de datos a través de la información de fuentes secundarias e informantes clave, se presentan el análisis y discusión de los resultados.

Tabla 6.9:

Características particulares de las empresas beneficiadoras de quinua en Oruro				
Razón social	Ubicación	Actividad principal	Cargo del informante	Accedió a visita de la planta
BioAndes	Urbanización "Los Pinos" Oruro	Beneficiado Transformación Exportación	Dueño Gerente de operaciones	Si
Suma Jaira	Urbanización "Los Pinos" Oruro	Beneficiado Exportación	Dueño Gerente General	Si/ no permitió tomar fotografías.
Kinoa Live SRL	Machacamarca	Beneficiado Prestación de servicios Exportación	Dueño Gerente de Operaciones	Si/no permitió tomar fotografías
Exportadora Importadora de productos Ecológicos Andinos EIPEA	Challapata	Beneficiado: quinua perlada Exportación	Dueño Gerente General	Si/no permitió tomar fotografías
Servicios Integrales Agroindustriales SINAI SRL	Challapata	Beneficiado Exportación	Dueño Gerente General	No
Quinoa Boliviana del Sur	Salinas de Garci Mendoza	Beneficiado Exportación	Dueño Gerente General	Si

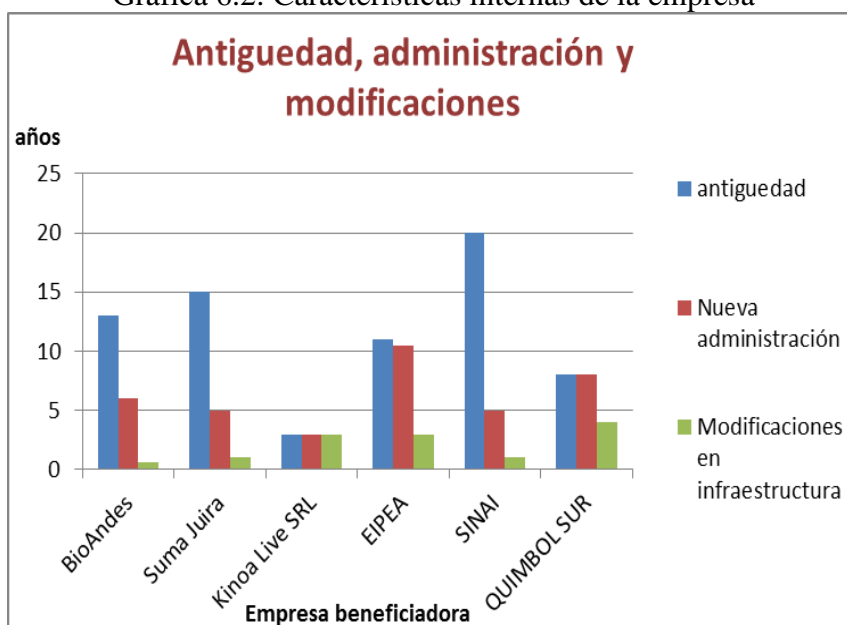
Fuente: elaboración propia en base a entrevistas en trabajo de campo. Enero-Marzo 2016

Cada empresa tiene características muy particulares y otras similares a las demás. La primera tabla muestra que a pesar de que todas están ubicadas en el mismo departamento, dos de ellas se encuentran en la ciudad de Oruro a diferencia de las otras que, al estar en la zona rural, por lo general en áreas con poco movimiento económico no tienen dificultades con los vecinos en cuanto a sus descargas.

Todas se dedican al beneficiado del grano y exportación del mismo, todos los entrevistados coincidieron en que no se percibe competencia desleal entre las empresas, y que cada una tiene asegurado su mercado y sus clientes.

El hecho de que solo dos de las plantas permitieran la visita y recogida de información visual del proceso, una ubicada en la ciudad y la otra en el municipio de Salinas de Garci Mendoza es señal de que existe susceptibilidad en cuanto al manejo de la información.

Gráfica 6.2: Características internas de la empresa



Fuente: Elaboración propia con datos de las entrevistas

Las personas entrevistadas, en su totalidad gerentes propietarios, no conocen tecnologías nuevas que se estén aplicando en el país, los cambios que logran no los comparten fácilmente para evitar plagio y se protegen de las posibles denuncias en cuanto a sus descargas.

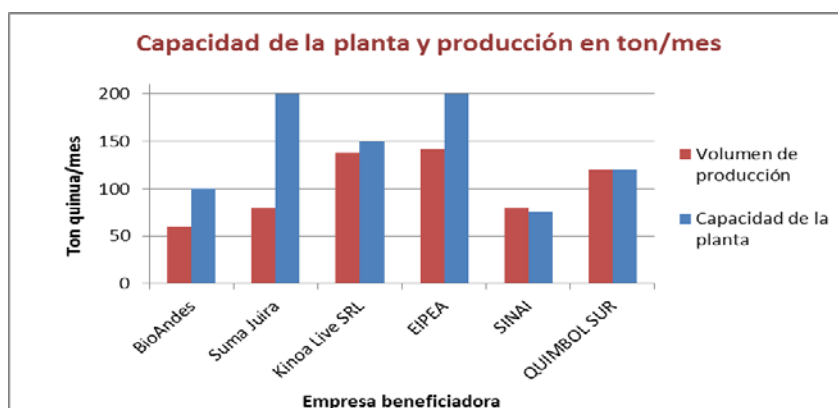
Dependiendo de la antigüedad de la empresa, los cambios substanciales están relacionados a la calidad del producto, evitando particularmente el contacto con la saponina en polvo que se produce en el proceso, varias han implementado extractores de polvo y han separado a través de paredes el proceso de lavado en seco de tal manera que no contaminan el producto terminado.

Estas modificaciones no tienen una relación directa con la tendencia hacia una actitud amigable y responsable con el medio ambiente (así estaba planteada la pregunta), más bien está relacionado con la demanda del producto y calidad exigida por el mercado. Sin embargo, en la entrevista, al menos dos de las 6 empresas entrevistadas comentan sobre acciones concretas de remediación ambiental, es el caso de EIPEA, ubicada en Challapata, la cual desde el inicio de sus operaciones ha considerado la parte ambiental.

El entrevistado comenta que en los primeros años, la empresa adquirió un crédito denominado “fluye quinua”, cuyos intereses generados durante el primer año fueron directamente orientados a la mitigación del impacto medio ambiente, a través de viveros forestales como respuesta a los productores de comunidades comprometidas con la entrega de quinua. También se han realizado forestaciones, y se han creado centros de acopio de basura. Años después, a partir del 2012 y junto a la gobernación la administración de EIPEA trabajó en la forestación del sector productor de quinua afectado por la deforestación, evitando que se quede desértico. Actualmente cuenta con un proyecto de duración de 10 años (2016-2026), cuyo objetivo es la siembra de cien mil árboles en toda la región que entrega quinua a la empresa.²⁵

Otra empresa que logra acciones de remediación es BioAndes ubicada en la ciudad de Oruro que dentro de sus procedimientos aplica una etapa para disminuir el elevado DBO de sus descargas de agua con saponina, antes de que estas salgan de la planta.²⁶

Gráfica 6.3: Capacidad de producción de las plantas beneficiadoras



Fuente: Elaboración propia con datos de las entrevistas

²⁵ Gerente propietario EIPEA, entrevista, enero 2016.

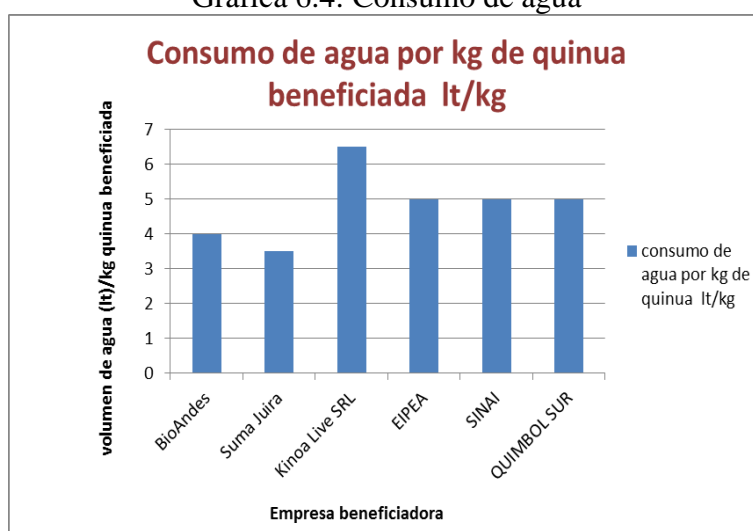
²⁶ Gerente propietario BioAndes, entrevista, febrero 2016.

La gráfica muestra que las empresas beneficiadoras en un solo caso rebasan la capacidad de la planta, este aspecto está relacionado a la antigüedad y a las ampliaciones que se hayan realizado en los últimos 5 años, pues plantas más antiguas son más pequeñas y alcanzan fácilmente su capacidad, Todas han experimentado modificaciones relacionadas con ampliaciones de infraestructura y adquisición de equipos más modernos. Éste es un aspecto importante el momento de decidir sobre la adopción de tecnología pues no tienen necesidad de incrementar sus capacidades de operación ya que son mayores que los volúmenes de producción.

En cuanto a la producción, aunque algunos de ellos la consideran constante, también reconocen que presenta variaciones, por ejemplo durante el trimestre diciembre-febrero baja hasta en un 50% y en el trimestre agosto octubre se incrementa hasta en un 50% y se ven obligados a doblar turnos y contratar personal eventual.²⁷

6.2. Costo y consumo de agua en las empresas beneficiadoras

Gráfica 6.4: Consumo de agua

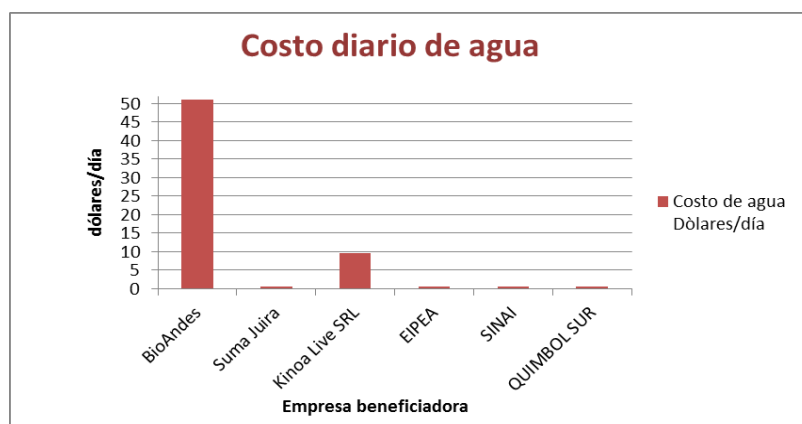


Fuente: elaboración propia con datos de entrevistas

Se puede observar en el gráfico que el consumo de agua para el proceso de beneficiado de quinua, es similar en todas plantas beneficiadoras, oscilando entre 3,5 l y 6,5 l por kilogramo de quinua beneficiada.

²⁷Gerente Propietario Suma Jaira, entrevista, enero 2016.

Gráfica 6.5: Costo de agua



Fuente: elaboración propia con datos de entrevistas

Cuatro de las 6 empresas entrevistadas cuentan con pozos de agua (gasto mensual por agua \$US 21.42), la quinta utiliza agua de la conexión domiciliaria, mientras (gasto mensual de agua \$US 285.71) que la última debe comprar agua a través de carros cisterna o pipas, lo que incrementa el gasto por agua y por consecuencia el costo del proceso (gasto mensual \$US 1,542.85). Mientras que la mayoría de las empresas tienen un gasto diario por agua menor a un dólar americano, y otra gasta menos de 10 dólares, la última debe invertir 51 dólares diarios en abastecimiento de agua al proceso. Esta marcada diferencia es una consecuencia de la fuente con la que cuentan las empresas y da lugar a que mientras la mayoría no se cuestione sobre alguna técnica que le permita ahorrar agua en el proceso, para BioAndes ésta es una necesidad de prioridad.

6.3. Fuente de recursos y manejo de efluentes

Los recursos con los que cuenta cada empresa se constituyen en un factor importante cuando se plantea un cambio tecnológico, la fuente de abastecimiento de agua es una variable que en este caso concreto, afecta las expectativas de esfuerzo, expectativas de funcionamiento, demanda social y condiciones de facilidad dirigidos hacia la aceptación y adopción de tecnología que le permita ahorrar agua y disminuir el impacto ambiental con descargas menos contaminadas internalizando de esta manera la externalidad generada.

Esquema 6.7: Responsabilidad ambiental y Emisión de descargas



Fuente: Elaboración propia con datos de las entrevistas

El tratamiento de descargas es similar en la mayoría de las plantas beneficiadoras, todas descargan a cuerpos receptores, (distintos según su ubicación) sin previo tratamiento de aguas, solamente una se preocupa de bajar el DBO antes de que el efluente salga de la planta a fin de impactar menos en el cuerpo receptor. Según algunos de los entrevistados, se han visto obligados por la presión de los habitantes del sector y de entidades gubernamentales que trabajan en el área de medio ambiente para que el efluente sea dirigido a través de una tubería hacia un cuerpo receptor.²⁸ Hasta hace algunos años (2012) las descargas se evacuaban directamente en los terrenos circundantes y el agua tomaba su curso natural hacia el cuerpo receptor lo que ocasionaba incomodidad a los vecinos ya que el agua con saponina se descompone y emite olores que causaban dolor de cabeza y otras molestias.²⁹ La evidencia visual de estas descargas se adjunta en los anexos del documento.

²⁸Empresas que se encuentran en la ciudad y no así las que están en el área rural.

²⁹Comentario de un comunario de la zona, quien informó que los vecinos se organizaron para realizar la queja formal pues se veían afectados por las emisiones de agua con saponina que se descomponía en una

6.4. Exigencias del mercado: temas de interés para los empresarios

Varios son los temas que captan el interés de los empresarios quineros, según la entrevista y las preguntas relacionadas con este aspecto, algunos conocen de financiamientos a los que se puede acceder y estarían dispuestos a invertir capital en investigaciones que tengan que ver con:

- Generación de nuevos productos
- Automatización de su proceso
- Aprovechamiento de sus residuos (Saponina en polvo y en agua)
- Tratamiento de aguas que le permitan a la empresa cumplir las normas ambientales.
- Recirculación del agua del segundo lavado (40% del volumen total).³⁰

Si bien se prioriza la generación de productos nuevos para mantener la competitividad de sus empresas, se destaca el hecho de generar grandes volúmenes de espuma como resultado del agua de proceso. Esto genera un costo adicional pues en el mejor de los casos usan agua para bajar la espuma, ya que cuentan con pozo y no les incrementa tangiblemente el costo, en otros casos deben adicionar algún tipo de compuesto para disminuir el DBO y en otros incluso deben pagar para evacuar sus descargas. Este costo adicional podría minimizarse al usar tecnología que les permita recuperar una mayor cantidad de saponina en la etapa denominada lavado en seco. Así sus efluentes generarían menos externalidad ambiental a través de la adopción de tecnología logrando obtener adicionalmente un subproducto.

Si bien se conoce que existe tecnología propuesta como la CPTS de lavado en seco que podría resolver estos problemas, la información no ha llegado a los empresarios quienes en su totalidad afirman que no conocen de ninguna empresa a nivel nacional que tenga variantes en el proceso, una de las empresas ubicadas en Salinas de Garci Mendoza confirmó haber sido parte del trabajo de investigación permitiendo que se realizaran pruebas con sus muestras y en sus predios, sin embargo no han recibido ninguna información sobre el trabajo final (Gerente propietario QUIMBOL Sur, entrevista enero

zona donde se encuentra una escuela y los niños estaban constantemente expuestos al mal olor y al mal aspecto.

³⁰Gerente propietario SINAI, entrevista marzo 2016

2016). Este aspecto está directamente relacionado con lo que en la economía ambiental se conoce como costos de transacción (enfoque Coasiano), pues la adquisición de información sobre la tecnología se considera como la inversión económica que debe realizar la empresa a fin de adquirir conocimiento sobre los avances tecnológicos que podría aplicar para internalizar las externalidades ocasionadas por su proceso productivo.

Uno de los entrevistados argumenta que, aunque no le llegó la información, él si se informó y este tipo de tecnología demanda una inversión de 300 mil dólares que no está en posibilidad de invertir, sin conocer los alcances de la tecnología.³¹

El elevado costo de transacción da lugar a la información asimétrica, no todas las plantas beneficiadoras acceden al conocimiento de metodologías desarrolladas ni a resultados alcanzados al ser aplicadas, por tanto prefieren seguir aplicando procesos tradicionales que no incrementan sus costos de operación.

6.5. Características de la tecnología

La tecnología CPTS tiene limitaciones en cuanto a su eficiencia pues no ha sido desarrollada, o no se conoce que haya sido desarrollada a nivel piloto, aunque las publicaciones indican que mejora el rendimiento de producción, solo se encuentran evidencias de trabajo a escala laboratorio (Reactor de lecho fluidizado, Universidad Católica Boliviana, 2010). No existen evidencias de que el proceso haya sido escalado por lo tanto no es una opción atractiva para los empresarios.³²

El llamado lavado en seco, se ha desarrollado a escala laboratorio, a través de un lecho fluidizado en tubos de 30 cm de altura con abertura de boquilla de 3 a 5 mm, sin embargo al intentar realizar el proceso a nivel piloto, se necesitaría un generador de aire sobredimensionado por lo tanto no es factible escalarlo a nivel industrial (Jefe de laboratorio cinética, Facultad Nacional de Ingeniería, Ingeniería Química).

Durante el análisis de datos se puso especial atención en las preguntas que seguían el patrón de acción y conducta, es decir el “qué” para intentar entender el proceso o el “cómo

³¹ Gerente propietario de empresa ubicada en Challapata, entrevista marzo, 2016

³² Entrevistas a tomadores de decisiones de plantas beneficiadoras, enero-marzo. 2016

para determinar la manera de influenciar hacia la adopción de tecnología. Varios temas comunes surgieron entre los entrevistados:

- La actividad económica de la quinua se desarrolla en un ciclo productivo que involucra a varios actores sociales, desde el productor campesino, el acopiador o intermediario, la empresa productiva beneficiadora del grano, empresas locales que procesan el grano beneficiado para obtener productos terminados, los agentes exportadores y el consumidor final. Cada uno de ellos con beneficios y limitaciones distintas. Todos los actores podrían ser estudiados en cuanto a sus limitaciones y fortalezas para mejorar el ciclo en su conjunto.
- La intervención de acopiadores o recuperadores del grano en el ciclo productivo de la quinua se advierte como negativa tanto para los productores campesinos afectados por el bajo precio de compra del grano, que no justifica la inversión y trabajo para el cultivo, como para los empresarios pues ellos adquieren el grano a precios sobre elevados, además estos intermediarios son los directos responsables del contrabando del grano con Perú.³³
- Otro actor involucrado indirectamente es la población circundante a las plantas beneficiadoras de quinua del departamento que se ven afectadas por las descargas de agua con saponina, y a través de estrategias de presión social han logrado que las entidades reguladoras del medio ambiente, normen para que las plantas quinueras construyan canales con el fin de que el efluente no afecte los terrenos aledaños y se puedan canalizar hacia los cuerpos de agua cercanos, sin embargo la afectación no ha disminuido.
- En cuanto al tema de manejo de agua, es interesante observar cómo se organiza la población a través de ONGs en busca de lograr acciones concretas como la observada en la población de Vito, donde se ha desarrollado un programa de recolección de agua de lluvia, este tipo de emprendimientos en zonas suburbanas es una muestra de que se puede buscar soluciones a problemas comunes como la escasez de agua en el sector del altiplano.

³³Entrevistas a tomadores de decisiones de plantas beneficiadoras, enero-marzo. 2016

VII.- Conclusiones

Todo ciclo productivo utiliza recursos para generar productos, pero al mismo tiempo genera pérdidas de calidad del medio ambiente, es decir contamina aire, agua o suelo. El proceso de beneficiado de quinua, pseudo cereal de gran valor nutritivo y ancestral en las comunidades bolivianas, al convertirse en una actividad industrial, genera beneficios económicos pero al mismo tiempo, el proceso conlleva el uso masivo de agua y contaminación por el contenido de saponina en sus efluentes a cuerpos de agua circundantes a las plantas beneficiadoras de agua en una zona vulnerable afectada por sequias y de aridez extrema.

Como consecuencia de la generación de esta externalidad ambiental, resultado de un proceso productivo, los enfoques económicos plantean buscar la manera de internalizar el efecto negativo. Las dos propuestas tradicionales para internalizar externalidades en procesos industriales incluyen subsidios con participación gubernamental e impuestos de manera impositiva, pero ambas presentan limitaciones particularmente en lo que se refiera a su operacionalización y control, pues la actividad productiva es diversa y compleja. En el caso de estudio el gobierno no brinda subsidios a las empresas quinueras y al promover procesos no tradicionales de producción como alternativa económica, se ve privado de imponer un impuesto por emisiones contaminantes; adicionalmente el sector quinuero no está contemplado en el RASIM como actividad particular.

Frente a este escenario, una alternativa que tiene la intención de internalizar las externalidades ambientales de los procesos productivos consiste en adoptar tecnología limpia, es decir que disminuya los impactos negativos de producción hacia el medio ambiente. La adopción de la tecnología correcta y el recurso humano altamente capacitado y dotado de las habilidades necesarias para el cambio tecnológico, conducirá a un incremento en la eficiencia organizacional.

Sin embargo la adopción de tecnología es un proceso complejo afectado por múltiples factores internos y externos muchas veces difíciles de identificar, agrupados por la teoría en determinantes clave:

- Expectativas del funcionamiento: los avances tecnológicos deben estar enfocados hacia la optimización del proceso y por consecuencia a la mejora en la producción.
- Expectativas de esfuerzo: inversión a corto plazo de recuperación, capacitación sencilla del personal.
- Influencia social: ser empresa competitiva y pionera en cuanto a procesos optimizados y con conductas responsablemente ambientales.
- Condiciones de facilidad: aplicabilidad y resultados tangibles.

Estos determinantes claves son moderados por la naturaleza de las empresas, la antigüedad, la experiencia en producción y la voluntad de aplicación de tecnología, además de otros aspectos.

En empresas como las que forman parte del objeto de estudio el tomador de decisiones, o en el caso particular, el gerente propietario cumple el rol más importante en lo que se refiere a la adopción de tecnología, sus características individuales particulares en cuanto a formación académica, carácter innovador, inclinación hacia la competitividad de la empresa que dirige y otros, facilitan el proceso de adopción.

Una vez realizado el análisis de los datos obtenidos a través de entrevistas a tomadores de decisiones de las empresas beneficiadoras de quinua se concluye que:

- Para lograr un primer paso hacia la aceptación de una tecnología con variantes en el proceso de beneficiado de la quinua, es necesario que ésta cumpla con características técnicas en cuanto a:
 - Eficiencia de producción, si no se mejora eficiencia es decir mayor producción a menor costo o al menos manteniendo el costo, no es atractivo para los empresarios quinueros, quienes muestran conformidad con el proceso actualmente aplicado y con los volúmenes de producción obtenidos.
 - Calidad en los productos, se han realizado esfuerzos en cuanto a ampliaciones y modernización de las infraestructuras correspondientes, orientados hacia la calidad del grano procesado y estándares de calidad exigidos por el mercado externo. No están dispuestos a probar tecnología que afecte la calidad de sus productos.

- Obtención de subproductos, una de las demandas de la mayoría de tomadores de decisiones entrevistados es orientar esfuerzos académicos, hacia la obtención de productos derivados de la quinua, dos empresarios expresaron predisposición por invertir en procesos que generen producto acabado, previa presentación de un proyecto de factibilidad, a fin de mantener la competitividad de la industria nacional.
- En lo que se refiere al costo e inversión, el dato de referencia para la aplicación del lavado en seco de quinua es considerado como excesivo por el empresario que tiene conocimiento sobre el mismo, 300 mil dólares es una suma que la empresa no está en disponibilidad de invertir, es lo que comenta el entrevistado (gerente propietario SINAI, entrevista marzo 2016).
- Los resultados del estudio demuestran que a pesar de existir una tecnología alternativa al proceso tradicional, que logra un ahorro en los insumos, mejora la calidad del producto y la eficiencia del proceso (método de lavado en seco desarrollado por CPTS), los esfuerzos en cuanto a la socialización de alcances y resultados no han sido los necesarios para llegar a los directos interesados, pues las respuestas de los entrevistados en cuanto al conocimiento de la tecnología y sus bondades, han demostrado en el mejor de los casos que se conoce muy poco y muy superficialmente además de que aseguran desconocer si alguna planta en Bolivia estaría usando este proceso.

Las observaciones sobre la influencia de las características particulares de la organización o empresa hacia la intención por adoptar tecnología se pueden citar:

- En el caso en estudio, el tamaño de la empresa, la capacidad y volumen de producción son homogéneas por lo que se considera que para el caso particular se mantienen como constantes el momento de determinar los factores más relevantes que influyen en la adopción de tecnología.
- En lo que se refiere a capacitación, es un factor que debe considerarse como relevante pues está directamente relacionado con la información que se tenga a

cerca de los avances tecnológicos y la propuesta de una tecnología más limpia, además de la predisposición del personal hacia la actualización de sus conocimientos.

- Desde el inicio del estudio se tomaron en cuenta las características colectivas de las organizaciones, sin embargo, el modelo UTAUT para la adopción de tecnología también plantea que las características particulares del tomador de decisiones es un factor muy importante para la adopción pues un gerente propietario innovador, con una actitud positiva hacia la adopción, que domina la información acerca de la tecnología es más tendiente a adoptarla.

En el caso de los entrevistados, todos tienen formación ingenieril, cinco de ellos en el área agronómica y el último en procesos químicos. Por su formación y el rol que desempeñan en sus empresas, ellos se encuentran al tanto de los avances en cuanto a innovaciones tecnológicas y buscan información para mejorar sus procesos e incluso incursionar en procesos nuevos para obtención de subproductos. Estas características, inclinan la conducta hacia la adopción de cambios tecnológicos siempre y cuando estos cumplan con las especificaciones requeridas por cada empresa y se adapten a sus necesidades particulares.

- Si bien la normativa boliviana es laxa y por limitaciones técnicas, de planificación y control, no logra los objetivos en cuanto a la protección del medio ambiente, si existen procedimientos como los manifiestos ambientales y el cumplimiento del RASIM que de alguna manera regulan la actividad industrial. En este aspecto dos plantas beneficiadoras de quinua que forman parte del objeto de estudio desarrollan procedimientos relacionados con el cuidado al medio ambiente, EIPEA cuenta con un proyecto a 10 años de arborización de la zona productora de quinua que le provee el grano para su proceso y BioAndes que regula sus caudales bajando el DBO de sus efluentes antes de descargarlos. Estos dos ejemplos son muestra de que existe responsabilidad ambiental entre los empresarios quinueros y buena predisposición hacia una producción que genere menos impacto ambiental negativo, internalizando las externalidades generadas inevitablemente por los procesos productivos.

Entre los factores externos observado se concluye qué:

- La normativa vigente articulada en el Reglamento ambiental para el sector industrial manufacturero RASIM, no incluye a todos los sectores industriales, particularmente a las actividades derivadas de la industrialización del grano de quinua que han surgido como actividad no tradicional. Al no existir un control efectivo de la afectación sobre el medio ambiente, la aplicación de tecnología limpia se desvaloriza en el sector productivo y es un aspecto, que en el caso particular no motiva a la adopción de tecnología.
- La presión social juega un papel importante pues tal como se observó en el estudio, los cambios substanciales en cuanto al manejo de descargas (adaptación de tuberías para evitar contacto directo con el efluente contaminado con saponina) han sido propiciados por organizaciones vecinales que se imponen ante las autoridades a fin de hacer conocer sus molestias y necesidades. Los empresarios entrevistados en 3 de las empresas reconocen que son presionados por los vecinos y son afectados por sus constantes quejas. Personeros de la dirección de medio ambiente de la gobernación de Oruro, al ser consultados sobre el tema indican que existen quejas constantes de los vecinos de plantas beneficiadoras ubicadas en la ciudad de Oruro por la emisión de polvo y generación descargas contaminadas (Ing. Flores, Funcionaria de la gobernación, entrevista diciembre 2015).
- La competitividad en el sector quinuero motiva a los empresarios a pensar en cambios tecnológicos que se vean plasmados en la generación de nuevos productos, automatización de su sistema de producción, a fin de poder presentar sus avances en simposios y ferias industriales a las que asisten (Gerente propietario EIPEA, entrevista enero 2016).
- En cuanto a las exigencias del mercado internacional, todos los entrevistados coinciden al reconocer que las normas de exportación y las exigencias de los clientes cada vez son mayores, otro factor importante para pensar en una automatización de su proceso y en la generación de productos terminados y dejar de ser solo proveedores de materia prima.

- Los entrevistados comentaron sus experiencias en cuanto a la producción y el comercio de subproductos; en el caso de la saponina en polvo (la que se encuentra en el escarificado), dos de ellos han tenido experiencias de comercialización del polvillo hacia Chile (\$US3/kg de polvo puesto en Arica) y a Estados Unidos a través de intermediarios (\$US200/TM de polvo). Por otra parte, varios han firmado un pre contrato, o convenio con investigadores daneses quienes pretenden emprender una planta purificadora de saponina en el Alto, La Paz Bolivia³⁴. Este factor también es determinante cuando se propone la adopción de tecnología que les permita obtener subproductos, tener certeza del mercado para los mismos.³⁵

Como resultado del análisis realizado a cada uno de los factores y variables que afectan el proceso de adopción de tecnología podemos concluir que:

- En el caso de la internalización de externalidades generadas por el proceso de beneficiado de quinua en Oruro la adopción de tecnologías limpias está condicionada no sólo por criterios económicos, aunque estos son motivadores de cambios, ampliación de infraestructura, adquisición de equipos y otros; pero también por la calidad y actualización de la información en cuanto a los alcances y limitaciones de nuevas tecnologías o la adaptación de las mismas en el proceso de beneficiado de quinua que garanticen productos de calidad sin afectar severamente los costos de producción.
- Otro factor de relevancia que motiva la conducta hacia la adaptación y que no se tomó en cuenta al inicio del estudio está regido por las características individuales del tomador de decisiones pues un empresario que domine la información adecuada, que sea motivador, innovador, con una actitud positiva hacia la tecnología, es tendiente a adoptarla.

Todos los demás aspectos, forman el complejo conjunto de factores que afectan la decisión de adoptar tecnología y son interdependientes unos de otros, sin embargo el estudio

³⁴Empresas que han firmado el convenio: Suma Juirá, EIPEA, SINAI, Kinoa live, QUIMBOL Sur.

³⁵Uno de los entrevistados afirmó que se arriesgaría a invertir en la producción de sub productos siempre y cuando contara con la orden de compra.

demuestra que la calidad de información, las características técnicas, la factibilidad económica y las características individuales de la empresa, especialmente las del tomador de decisiones son las más relevantes en la adopción de tecnología para internalizar las externalidades en el proceso de beneficiado de quinua en Oruro Bolivia.

Por lo general es el gobierno quien plantea soluciones para el control y la mitigación del daño ambiental producido por la actividad industrial, a través de impuestos o multas y de financiamientos a emprendimientos dirigidos hacia el cuidado del medio ambiente, sin embargo en lo que respecta a la actividad quinuera, surge una iniciativa privada interesada en recolectar las descargas con saponina para recuperar el compuesto y comercializarlo lo que permitiría ingresos económicos pero al mismo tiempo el agua sería descontaminada hasta cierto grado a fin de poder ser evacuada hacia los cuerpos de agua sin afectarlos severamente³⁶.

7.1. Recomendaciones

La información sobre los alcances y aplicación de la técnica de lavado en seco (CPTS) y otras que permitan optimizar el proceso de beneficiado de quinua, no se ha socializado de forma eficiente entre los interesados, los tomadores de decisiones de las plantas beneficiadoras. Si bien se puede encontrar ciertos datos sobre los alcances de la técnica, hay estudios que muestran resultados positivos solo a escala laboratorio, sin evidencia de su escalamiento a nivel piloto, lo que lleva a concluir que la difusión ha sido precaria o que la técnica aun no logra los objetivos trazados. Es recomendable encaminar una investigación en cuanto a su eficiencia técnica y difundir los alcances para motivar a las plantas optar por el método que les permita mejorar su proceso.

El estudio se ha visto limitado en cuanto a los datos técnicos particularmente del efluente, no se conoce en forma oficial la composición del agua que sale del proceso de quinua, se sugiere un estudio posterior para identificar los componentes del efluente a fin de determinar el tratamiento de aguas más adecuado para el proceso que recupere saponina como subproducto y el efecto que tendría su industrialización a nivel industrial y económico.

³⁶Empresario Boliviano radicado en México, entrevista enero 2016, investigadores de Dinamarca quienes han firmado convenios por la entrega de saponina con los empresarios quinueros.

Existe necesidad de conocer sobre las cadenas de mercadeo de saponina de quinua, si bien se tienen datos puntuales sobre su comercialización esporádica hacia el mercado chileno y americano y también se conoce la intención de implementar un proceso de recuperación de este componente a partir del escarificado o residuo sólido, es necesario estudiar las posibilidades de recuperarlo desde el efluente del beneficiado a fin de disminuir la carga contaminante que se desaloja en cuerpos de agua afectados por la actividad extractiva.

La afectación ambiental percibida por los pobladores de las zonas aledañas a las plantas beneficiadoras se plasma en denuncias realizadas a la secretaria de medio ambiente del departamento de Oruro, las cuales puntualizan sobre la descomposición del agua con saponina y el mal olor percibido particularmente en horas del día. Se sugiere realizar un estudio sobre las posibles afectaciones a la salud de la comunidad como consecuencia de la exposición directa hacia las descargas contaminadas.

Se podría complementar el estudio con una investigación orientada hacia las acciones y limitaciones de cada uno de los actores del ciclo productivo de la quinua.

Anexos

Anexo 1: índice de empresas beneficiadoras de quinua en Oruro

La lista de empresas beneficiadoras del departamento de Oruro, fue proporcionado por personeros de Pro-Bolivia, docentes de la facultad de ciencias agronómicas de la UTO, a través de sus registros escritos.



EMPRESA BENEFICIADORA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	PERSONA DE CONTACTO	TELÉFONO DE CONTACTO	EMAIL
BIO ANDES	Oruro	2254 1111	Ing. Polidoro Quiroz Quiroa	2254 1111	polidoro@bioandes.com.bo
...

EMPRESA BENEFICIADORA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	PERSONA DE CONTACTO	TELÉFONO DE CONTACTO	EMAIL
BIO ANDES	Oruro	2254 1111	Ing. Polidoro Quiroz Quiroa	2254 1111	polidoro@bioandes.com.bo
...



Empresa Beneficiadora BioAndes SRL. Oruro Bolivia



Empresa Beneficiadora Exportadora Importadora de Productos Ecológicos Andinos, Challapata, Bolivia.



Empresa Beneficiadora: Servicios Integrales Agroindustriales SRL. Challapata Oruro.



Empresa beneficiadora Kinua Live. Machacamarca, Oruro.



Empresa beneficiadora Quinoa Boliviana del Sur. Salinas de Garci Mendoza, Oruro.

RANS. SALINAS TUNUPA
Identidad Salineña

Salidas Diarias
ORURO - SALINAS

DOMINGO	Horas	18:00 - 19:30
LUNES	Horas	18:00
MARTES	Horas	18:00
MIÉRCOLES	Horas	18:00
JUEVES	Horas	18:00
VIERNES	Horas	18:00
SABADO	Horas	18:00

Oficina Oruro:
 Paragasa entre Caro y Montesinos
 Telf: 52 89004

Se Realiza servicio en Turismo

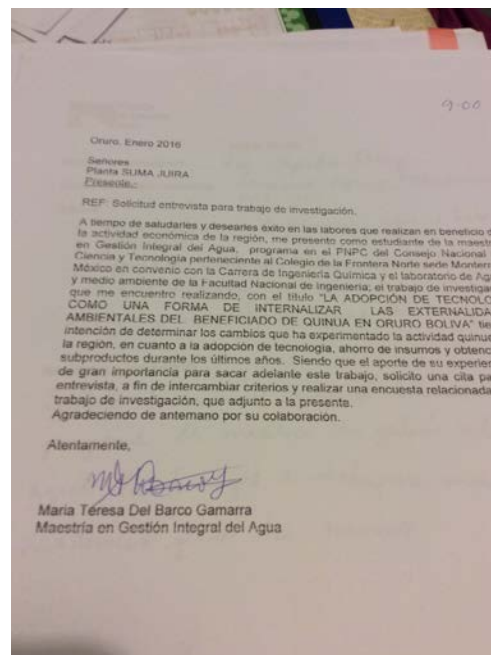
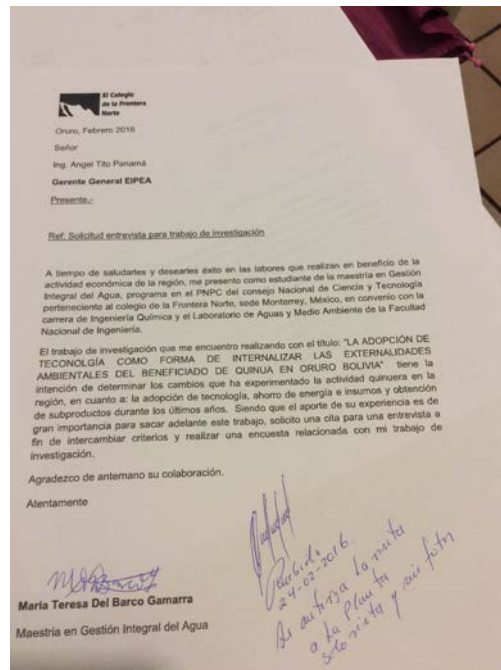
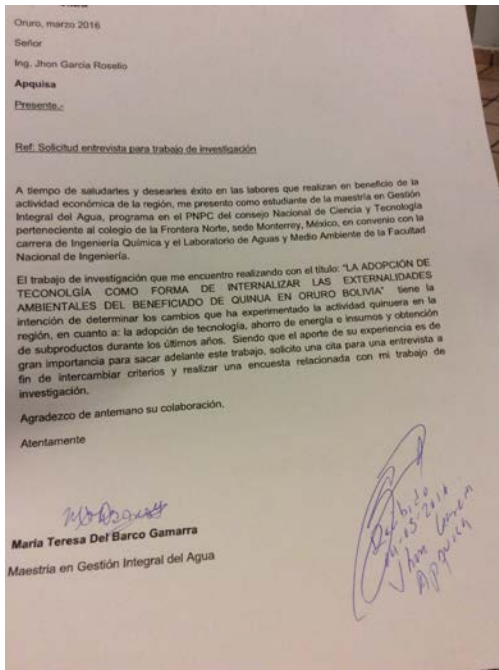
Estado Plurinacional de Bolivia
 Presidente EVO MORALES A. S.M.G.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua
 Programa "Más Inversión para el Agua-Mi Agua"

Proyecto: Canal Sal. de Bajo Impacto Ambiental
 Financiamiento: Corporación Boliviana de Fomento - CAF
 Empresa: Constructora V. ABB - NOVA S.A.S.
 Círculo: 1020
 Ciudad Ejecutora: Sucre

Anexo II: Recepción de notas por las empresas beneficiadoras.

Las empresas beneficiadoras contactadas, recibieron una nota redactada para aclarar los alcances de la investigación.



El Colegio de la Frontera Norte
 Oruro, Marzo 2016
 Señor
 Ing. Raul Valtz
 Quimsabot
 Presente.

Ref: Solicitud entrevista para trabajo de investigación

A tiempo de saludarle y desearte éxito en las labores que realizan en beneficio de la actividad económica de la región, me presento como estudiante de la maestría en Gestión Integral del Agua, programa en el PNPC del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología perteneciente al colegio de la Frontera Norte, sede Monterrey, México, en convenio con la carrera de Ingeniería Química y el Laboratorio de Aguas y Medio Ambiente de la Facultad Nacional de Ingeniería.

El trabajo de investigación que me encuentro realizando con el título: "LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA COMO FORMA DE INTERNALIZAR LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES DEL BENEFICIADO DE QUINUA EN ORURO BOLIVIA" tiene la intención de determinar los cambios que ha experimentado la actividad quinuera en la región, en cuanto a: la adopción de tecnología, ahorro de energía e insumos y obtención de subproductos durante los últimos años. Siendo que el aporte de su experiencia es de gran importancia para sacar adelante este trabajo, solicito una cita para una entrevista a fin de intercambiar criterios y realizar una encuesta relacionada con mi trabajo de investigación.

Agradezco de antemano su colaboración.

Atentamente


 María Teresa Del Barco Gamarra
 Maestría en Gestión Integral del Agua



RECIBIDO 07 MAR 2016
 María del Carmen Calixto Chávez
 RESP. COMERCIAL DE CALIDAD
 QUINUA BOL S.R.L.

Oruro, Enero 2016
 Señores
 Planta SUMA JUJIRA
 EXXONEL

9:00

REF: Solicitud entrevista para trabajo de investigación.

A tiempo de saludarle y desearte éxito en las labores que realizan en beneficio de la actividad económica de la región, me presento como estudiante de la maestría en Gestión Integral del Agua, programa en el PNPC del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología perteneciente al Colegio de la Frontera Norte sede Monterrey México en convenio con la Carrera de Ingeniería Química y el laboratorio de Agua y medio ambiente de la Facultad Nacional de Ingeniería, el trabajo de investigación que me encuentro realizando, con el título "LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA COMO UNA FORMA DE INTERNALIZAR LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES DEL BENEFICIADO DE QUINUA EN ORURO BOLIVIA" tiene la intención de determinar los cambios que ha experimentado la actividad quinuera en la región, en cuanto a la adopción de tecnología, ahorro de insumos y obtención de subproductos durante los últimos años. Siendo que el aporte de su experiencia de gran importancia para sacar adelante este trabajo, solicito una cita para entrevista, a fin de intercambiar criterios y realizar una encuesta relacionada con mi trabajo de investigación, que adjunto a la presente.

Agradezco de antemano por su colaboración.

Atentamente,


 Maria Teresa Del Barco Gamarra
 Maestría en Gestión Integral del Agua

El Colegio de la Frontera Norte
 Oruro, Febrero 2016
 Señor
 Ing. Apolinar Contreras
 KINUA LIVE
 Presente.

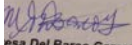
Ref: Solicitud entrevista para trabajo de investigación


A tiempo de saludarle y desearte éxito en las labores que realizan en beneficio de la actividad económica de la región, me presento como estudiante de la maestría en Gestión Integral del Agua, programa en el PNPC del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología perteneciente al colegio de la Frontera Norte, sede Monterrey, México, en convenio con la carrera de Ingeniería Química y el Laboratorio de Aguas y Medio Ambiente de la Facultad Nacional de Ingeniería.

El trabajo de investigación que me encuentro realizando con el título: "LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA COMO FORMA DE INTERNALIZAR LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES DEL BENEFICIADO DE QUINUA EN ORURO BOLIVIA" tiene la intención de determinar los cambios que ha experimentado la actividad quinuera en la región, en cuanto a: la adopción de tecnología, ahorro de energía e insumos y obtención de subproductos durante los últimos años. Siendo que el aporte de su experiencia es de gran importancia para sacar adelante este trabajo, solicito una cita para una entrevista a fin de intercambiar criterios y realizar una encuesta relacionada con mi trabajo de investigación.

Agradezco de antemano su colaboración.

Atentamente


 María Teresa Del Barco Gamarra
 Maestría en Gestión Integral del Agua


 Ing. Apolinar Contreras
 RECIBIDO 01 MAR 2016
 A las 10:42 pm.

Anexo III: Áreas afectada por la contaminación



Salinas de Garci Mendoza, febrero 2016

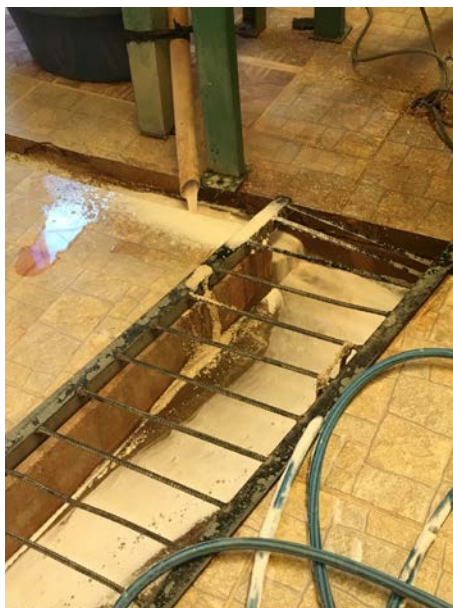


Zona peri urbana, ciudad de Oruro Bolivia, enero 2016



Contaminación en Machacamarca, Oruro febrero 2016

Anexo IV: Descargas contaminadas con saponina



Anexo V: Cuestionario aplicado

CUESTIONARIO APLICADO A LAS PLANTAS BENEFICIADORAS DE QUINUA-ORURO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
EN CONVENIO CON EL COLEGIO DE LA FRONTERA NORTE-MÉXICO

CUESTIONARIO APLICADO A LAS BENEFICIADORAS DE QUINUA - ORURO

Nombre y firma del encuestador
de la planta

Nombre del Representante administrativo de

Fecha de levantamiento _____

PRESENTACIÓN

La presente encuesta tiene como finalidad proponer alternativas al proceso de beneficiado de quinua para disminuir el consumo de agua y las descargas contaminadas con saponina de las aguas residuales, cumpliendo de esta manera con las normas medioambientales y obteniendo un subproducto del proceso tradicional. Así mismo permite que los estudiantes de post-grado de la UTO-Colef, avancen en su formación, al ser capaces de aplicar sus conocimientos para realizar propuestas viables para el sector. La información proporcionada será usada sólo con fines académicos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA EMPRESA

<u>DATOS DE LA EMPRESA</u>	
<u>RAZÓN SOCIAL</u>	
<u>DIRECCIÓN</u>	
<u>TELÉFONO/FAX</u>	
<u>EMAIL</u>	
<u>ACTIVIDAD PRINCIPAL</u>	
<u>PRINCIPALES PRODUCTOS ELABORADOS</u>	
<u>CARGO DEL INFORMANTE</u>	

¿Cuánto tiempo lleva usted a cargo de la administración de la empresa? _____

¿La infraestructura de la empresa es propia o alquilada? (en caso de ser alquilada preguntar el monto mensual a pagar) _____

En promedio ¿qué antigüedad tiene la maquinaria y/o equipo? _____

¿Qué tipo de modificaciones importantes en infraestructura ha realizado la empresa en el establecimiento?

¿Cuándo se realizó la última modificación importante en el establecimiento? _____

(Si corresponde) ¿En qué consistió dicha modificación?

¿Qué motivó dicho cambio/implementación?

¿Cuáles considera que sean los principales beneficios que la empresa brinda a la comunidad?

¿Ha realizado alguna modificación en el proceso de producción que tenga relación con el cuidado del medio ambiente?

Sí

¿Cuál? _____

No

En cuanto al mercado ¿Quiénes son sus principales competidores?

Nombre de la empresa	Regional	Nacional	Extranjera

DATOS DE PRODUCCIÓN

¿Cuál es la capacidad de la planta?

¿Cuál es el tiempo aproximado de producción por tonelada de quinua beneficiada?

¿Cuántos días a la semana opera la planta? (¿Cuántos en producción y cuantos en mantenimiento?)

¿Varia el nivel de producción durante el año?

Sí No

Si la respuesta es afirmativa, ¿Cuánto aproximadamente varia?

Meses	Toneladas de quinua beneficiada			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				

Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				

COSTOS

Ciclo productivo semanal	Toneladas de quinua beneficiada	Gastos en insumos	Cantidad de trabajadores
Hace una semana			
Temporada baja			
Temporada media			
Temporada alta			

¿Cuál es el salario básico de un trabajador a la semana?

¿Tiene un estimado el desgaste anual de maquinaria y equipo para incorporarlo en los costos de producción?

Sí No

Si la respuesta es afirmativa, ¿En cuánto estima la depreciación de los equipos? _____

Si la respuesta es negativa, estimar dicho desgaste.

Planta	Valor promedio \$	
	Si es propio	Si renta (anual)
Instalaciones		
Maquinaria		
Equipo		

¿Cuáles son sus principales insumos?

Insumo	Cantidad	Precio	Costo semanal	Costo Bimestral
Quinua				
Agua				
Gas				
Electricidad				

Otros				

¿Conoce de alguna variante en el proceso que le permita disminuir alguno de sus insumos?

MERCADO Y TECNOLOGIA

¿A qué mercado destina su producción?

Consumo local _____ %
 Consumo Nacional _____ %
 Exportación _____ %

¿A quién vende directamente su producción?

Consumidor final Otra empresa

Ambos ¿Qué porcentaje vende a cada tipo de comprador?
 Consumidor final _____ %
 Otra empresa _____ %

¿Cuál es el precio de venta de cada tipo de producto la semana pasada y cuáles fueron los precios promedio en las semanas previas?

Producción	Tipo de producto	Precio consumidor final	Precio otras empresas
Hace una semana			
Temporada baja			
Temporada media			
Temporada alta			
Otro _____			

¿La empresa estaría dispuesta implementar algún proceso complementario que le permita incrementar sus ganancias desarrollando un subproducto?

Sí No

En caso de ser afirmativa, ¿Bajo qué condiciones la implementación de un proceso extra se consideraría efectiva?

En caso de ser negativa, ¿Qué causas provocan el rechazo? _____

RESIDUOS Y DESCARGAS

¿Cuáles son los principales residuos que genera su proceso productivo?

Residuos	Medio receptor		
	Agua	Aire	Suelo

Si el gobierno o alguna institución como la Universidad le brindara asesoramiento para modernizar su proceso de beneficiado, ¿Qué tipo de apoyo le interesaría recibir? Indique sus preferencias en orden de importancia.

Opción	Orden de importancia
Crédito para la adquisición de insumos y maquinaria	
Facilitar trámites y permisos	
Ayuda económica	
Disminución de impuestos	
Asesoría técnica	
Otro (Especifique)	
Otro (Especifique)	
Otro (Especifique)	

Si la aportación tendría que ser conjunta, ¿Cuál de las siguientes opciones le conviene a la empresa?

Porcentaje	Productor	Estado
Igual	50%	50%
Mayor productor	80%	20%
Mayor estado	20%	80%
Otra	____ %	____ %

¿Si la universidad le ofreciera un estudio sobre la eficiencia de procesos alternativos al tradicional que permitiera el ahorro de sus insumos, y la recuperación de saponina estaría la empresa, interesada en adquirirlo?

Sí

No

Si la respuesta es afirmativa ¿Qué características deben cumplir dichos estudio que costos podría afrontar?

Qué condiciones pondría la empresa para realizar las pruebas necesarias con descargas de su proceso?

Notas del encuestador

Anexo VI: Cuestionario aplicado a las habitantes de zona aledaña a las plantas beneficiadoras de quinua-Oruro

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
EN CONVENIO CON EL COLEGIO DE LA FRONTERA NORTE-MÉXICO

CUESTIONARIO APLICADO HABITANTES ALEDAÑOS AL PARQUE INDUSTRIAL - ORURO

Nombre y firma del encuestador

Fecha de levantamiento _____
PRESENTACIÓN

La presente encuesta tiene como finalidad conocer la percepción de los vecinos al parque industrial de Oruro, en cuanto a las descargas de empresas productivas ubicadas en la zona. Así mismo permite que los estudiantes de post-grado de la UTO-Colef, avancen en su formación, al ser capaces de aplicar sus conocimientos para realizar propuestas viables para el sector.
La información proporcionada será usada sólo con fines académicos.

- 1.- Cuanto tiempo habita en la zona?
- 2.- Conoce de alguna empresa productiva cercana a su domicilio?

Si la respuesta es positiva

¿Cuál? ¿Qué tipo de producción tiene? ¿A qué distancia de su casa queda ubicada?

<u>Nombre de la empresa</u>	<u>área (Minería, Alimentos, Cemento, etc.)</u>	<u>Distancia (cuadras)</u>

- 3.- Percibe usted algún tipo de molestia debido a la cercanía de las empresas productoras?

Si la respuesta es positiva

¿de qué tipo?

- 4.- Cómo calificaría la molestia

<u>Muy leve</u>	<u>leve</u>	<u>Tolerable</u>	<u>Intolerable</u>

- 5.- Ha presentado alguna queja formal sobre sus molestias?

- 6.- Ha tenido la necesidad de acudir a un centro de salud por alguna molestia que usted relacione con la emisión o descarga de las empresas?

Si la respuesta es positiva

¿Cuántas veces ha acudido a un centro de salud por este motivo?

<u>Frecuencia</u>	<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Semana</u>

- 7.- ¿Conoce de alguien que se haya visto afectado en la salud, debido a la presencia de las empresas productoras en la zona?

- 8.- ¿Ha percibido algún cambio en el paisaje del lugar durante los últimos años?

Comentario

- 9.- ¿Ha presentado alguna queja formal sobre sus molestias?.

- 10.- ¿cómo calificaría la población de su vecindario?

<u>Niños</u>	<u>Adultos</u>	<u>Adultos mayores</u>

- 11.- ¿De qué tipo es su vivienda?

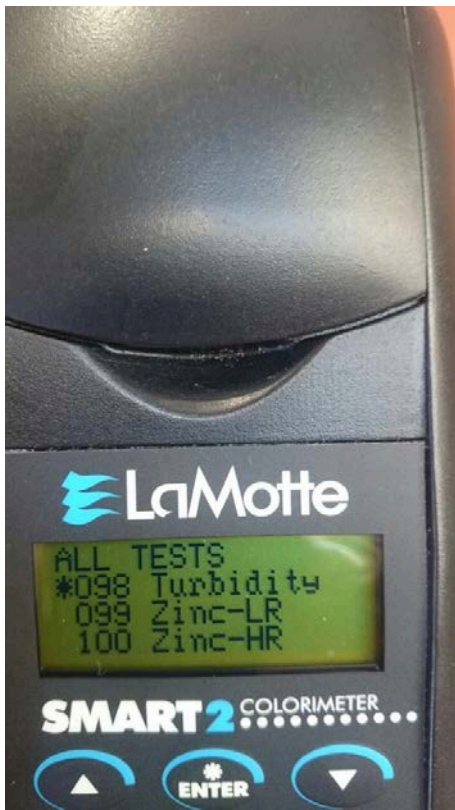
<u>Propia</u>	<u>De un familiar</u>	<u>Alquilada</u>	<u>En Anticrético</u>	<u>Prestada</u>

- 12.- ¿qué sugerencias tiene en cuanto al cuidado del medio ambiente para la zona?

Anexo VII: Análisis de aguas residuales con saponina

Imágenes de las pruebas realizadas en el Laboratorio de agua y medio ambiente, facultad nacional de ingeniería. Carrera de Ingeniería Química. Universidad Técnica de Oruro.





BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah , 2013, Exploring the common technology adoption enablers among Malaysian SMEs: Qualitative findings. *Journal of management and sustainability*, Vol 3., No. 4
- Afroz R., et al., 2015, Household's perception of water pollution and its economic impact on human health in Malaysia, *Desalination and Water Treatment*.
- Ahamed N. T., et al. 1998, A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: Review of the chemical composition of its edible parts. *Food and Nutritional Bulletin*, 19, pp. 61-71,
- Ajit K. Dasgupta, M. N. Murty, 1985, Economic Evaluation of Water Pollution Abatement: A Case Study of Paper and Pulp Industry in India, *Indian Economic Review*, New Series, Vol 20, No. 2, pp. 231-267.
- Alvares Maria Teresa, Tenorio Reynalo, Terrazas Enrique, et al.2010, “Concentrados de saponina de *Chenopodium Quinoa* y de *Caiphora Andina*: alternativas como biocontroladores de hongo fitopatógenos”, *Revista Boliviana de química*, La Paz, vol. 27, núm 1, agosto, pp. 33-40, en
<http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602010000100006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0250-5460
- Bazile D. et al. (Editores), 2014. “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), 724 páginas.
- Bithas K., 2011, Sustainability and externalities: Is the internalización of externalities a sufficient condition for sustainability?. *Ecological Economics*. Vol. 70, pp 1703-1706.
- Borge M., 2012, Interdisciplinariedad en las ciencias económicas y sociales: la economía ecológica y la política ambiental. *CEGESTI*, No. 180, pp. 1-2.
- Coomon M. et al (Cambridge Universtiy Press), 2005, “Ecological Economics. An introduction” (New York, United States), 552 páginas.
- Coase R., 1960, The problem of social cost. *Journal of law and economics*. Vol 3, pp. 1-44.
- Constanza R., 1996, Ecological economics: reintegrating the study of humans and nature. *Ecological Applications*. *Ecological Society of America*. Vol. 6, No. 4, pp. 978-990.
- Dankers C. 2009, *Las Normas Sociales y Ambientales, la Certificación y el etiquetado de Cultivos Comerciales*. Fiat Panis. Roma.
- Frank G. Müller 2001, Environmental economics and ecological economics: antagonistic approaches?, *International Journal of Environmental Studies*, Vol. 58, No. 4, pp. 415-443.
- Foladori G., 2002, *La economía ecológica*. 2008, de Colección Desarrollo Migración Disponible en:
http://rimd.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad10.pdf

Foladori G., 2005. La economía ecológica. ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial Universidad Autónoma de Zacatecas.

Furcha C., Salcedo S., 2014. Comercio internacional de quinua. Capitulo Numero IV. IN: BAZILE D. et al. (Editores), “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 376-393.

Gowdy J., 2000, Terms and concepts in ecological economics. Wiley. Vol. 28. No. 1, pp. 26-33.

Harris J., 1885. Ecological economics: a new perspective. Penn Stte University Press. Vol. 5, No 3, pp. 18-21.

Jacobsen S., 2010, La producción de quinua en el sur de Bolivia. Octubre, 2014, de AgriCultures Network. Disponible en: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latinamerica/desertificacion/la-produccion-de-quinua-en-el-sur-de-bolivia>

Koziol M. J., 1992, Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.).Journal of Food Composition and Analysis, 5, pp. 35-68.

Lagueux M., 2010, The residual character of externalities, The European Journal of the History of Economic Thought, Vol. 17, No.4, pp. 957-973.

LeClari M., 2006, Externalities in international trade: the case for differential tariffs. Ecological economics. Vol. 58, pp. 462-472

Leon M., Villa J., 2013, *Explicación de tecnologías de información en pequeñas empresas usando el modelo del usuario perezoso*, revista ibérica de sistemas y tecnología de información. México

Marshall G., 2013, Transactions costs, collective action and adaptation in managing complex social-economical system. Ecological economics. Vol. 88, pp 185-195

Mendezcarlo V., Medina A, 2001, Las teorías de Pigou y Coase, base para la propuesta de gestión e innovación de un impuesto ambiental en México. Tlatemoani Revista académica para la investigación, 2,pp. 13-23.

Miranda R., 2010, Caracterización Agromorfológica de 685 Accesiones de Quinoa (Chenopodium quinoa Willdenow) Pertenecientes al Banco de Germoplasma de Granos Altoandinos del CIBREF– UTO en el CEAC. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia.

Nieto C., Vimos C., 1992, INIAP- Ingapirca E-INIAP Tunkahuan Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Boletín divulgativo No. 228. Estación experimental “Santa Catalina”, Quito Ecuador. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/INIAP%20INGAPERCA%20e%20INIAP%20TUNKAHUAN%20dos%20variedades%20de%20quinua%20de%20bajo%20contenido%20de%20saponina.pdf>

Perrings C., 1995, Ecology, Economics and Ecological Economic. Royal Swedish Academy of Sciences, Vol 24. No.1, pp 60-64.

Planella M., 204, La domesticación y distribución prehistórica. Capítulo Numero I. IN: BAZILE D. et al. (Editores), “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 33-49.

Princen T., 1996, The shading and distancing of commerce: when internalization is not enough. Ecological Economics. Vol. 20. Pp. 235-253

Quiroga C., Escalera R., 2010, Evaluación de la calidad nutricional y morfología del grano en variedades amargas de quinua beneficiadas en seco, mediante el novedoso empleo de un reactor de lecho fluidizado tipo sutidor. Investigación y desarrollo, Vol. 10, pp 26-36.

Rodríguez E., 2014, Internalización de costos ambientales como instrumento de gestión ambiental en las organizaciones. Gestión & Sociedad, Vol. 7, No. 2, pp. 31-44.

Rodriguez L., Morales J., 2014, Contaminación del Atoyac. Daños ambientales y tecnologías de mitigación. MAPorrúa. México, 4-6 pp. 119-193.

Sabogal J., 2012, Entre la economía política de Karl Marx y la economía ecológica. Economía institucional, 14 No 27, 207-222.

Tapia M., 2014, El largo camino de la quinua ¿quién escribió su historia?. Introducción. IN: BAZILE D. et al. (Editores), “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 7-9.

Vankatesh V., 2003, “User acceptance of information technology: toward a unified view”. *Management association for information systems quarterly*. Vol 27. No3

Van den Bergh J., 2010, Externality or sustainability economis?. Ecological Economy. Vol. 69, pp. 2047-2052.

Villacorta S. and Talavera V., 1976, Anatomía del Grano de Quinua (*Chenopodium Quinoa* Wild). Anales Científicos UNA, 14, pp. 39-45.

Zabaleta R., 2010, “Diseño conceptual para la descontaminación y economía del agua en plantas de desamargado de quinua”, *Revista Ciencia y Cultura*, Universidad Católica Boliviana, La Paz, núm. 24, junio, pp. 85-96.

La autora del trabajo de investigación, de nacionalidad Boliviana, es ingeniera química egresada de la Facultad Nacional de Ingeniería correspondiente a la Universidad Técnica de Oruro-Bolivia. Tiene realizados estudios de maestría en educación superior con mención en docencia universitaria, departamento de investigación de la UTO; diplomado en recursos evaporíticos, carrera de Ingeniería química de la UTO, mención agua y medio ambiente.

Desarrolla la línea de investigación en medio ambiente, relacionada con la extracción de saponina del escarificado de quinua. Ha sido docente universitaria de la materia práctica de operaciones unitarias en la carrera de ingeniería química. Egresada de la Maestría en Gestión Integral del Agua de El Colegio de la Frontera Norte, sede Monterrey, N.L.

Correo de contacto: teresa.delbarco.gamarra@gmail.com