

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

MEDIO AMBIENTE: Agricultura, desarrollo y sustentabilidad



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

MEDIO AMBIENTE:

Agricultura, desarrollo y sustentabilidad



Editora chefe	
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira	
Editora executiva	
Natalia Oliveira	
Assistente editorial	
Flávia Roberta Barão	
Bibliotecária	
Janaina Ramos	
Projeto gráfico	2023 by Atena Editora
Camila Alves de Cremo	Copyright © Atena Editora
Ellen Andressa Kubisty	Copyright do texto © 2023 Os autores
Luiza Alves Batista	Copyright da edição © 2023 Atena
Nataly Evelin Gayde	Editora
Imagens da capa	Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.
iStock	
Edição de arte	Open access publication by Atena
Luiza Alves Batista	Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Gílrene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Medio ambiente: agricultura, desarrollo y sustentabilidad

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
M491	Medio ambiente: agricultura, desarrollo y sustentabilidad / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.
	Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1438-4 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.384232106
<p>1. Agricultura. 2. Sustentabilidad. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título. CDD 630</p>	
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de e-commerce, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

El e-book: “Medio Ambiente: Agricultura, Desarrollo y Sustainabilidad” consta de cinco capítulos de libro que presentan actividades que contribuyen tanto a la mejora/conservación del medio ambiente como a su degradación en relación con las actividades agropecuarias de minerales. El primer capítulo relata la experiencia de una actividad extensionista, en Osorno/Chile, promovida para estudiantes y adolescentes en situación de vulnerabilidad social. El trabajo pretende desarrollar una mayor conciencia ambiental y capacidades/habilidades técnicas para la producción de hortalizas de forma agroecológica. El capítulo dos presenta la importancia del cultivo de Paulownia Elongata, en México, como una alternativa para reducir la contaminación ambiental a través del secuestro de dióxido de carbono (CO_2), aprovechamiento de aguas residuales y alta capacidad de regeneración de suelos erosionados. El tercer capítulo presenta y describe la acuicultura chilena, en la que el 79% de la producción nacional se dedica a la salmonicultura. Sin embargo, el país tiene un enorme potencial para el cultivo de *Seriola lalandi*, pero presenta dificultades de tipo tecnológico en relación a los parámetros de crianza de la especie.

El capítulo cuatro presenta la importancia económica de la caficultura para el PIB de Colombia, destacando al municipio de Pitalito como el mayor productor nacional. Sin embargo, una mayor producción y valor en el mercado internacional están asociados a una mejor calidad del suelo, a través de la reducción de la acidez y toxicidad de los iones Al^{3+} y Mn^{2+} con el uso de un organomineral (carbonato de calcio y materia orgánica) capaz de mejorar la eficiencia de los fertilizantes y actividad de microorganismos que contribuyen a una mayor productividad del suelo. Finalmente, el último trabajo investigó los posibles riesgos ambientales ocasionados por las actividades mineras en la región Puno de Chile, a través de la evaluación de treinta y nueve criterios, entre ellos: generación de polvo, residuos sólidos peligrosos, aguas residuales, perforación y voladura y transporte y descarga de mineral, entre otros.

En esta perspectiva, Atena Editora trabaja para estimular y alentar a cada vez más investigadores de Brasil y de otros países a publicar sus trabajos con garantía de calidad y excelencia en forma de libros, capítulos de libros y artículos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

CAPÍTULO 1	1
CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN HORTÍCOLA AGROECOLÓGICA DE UN GRUPO DE NIÑAS Y ADOLESCENTES DE OSORNO, CHILE	
Josué Martínez-Lagos	
Homero Barría Ojeda	
Gabriel Peña Peña	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3842321061	
CAPÍTULO 2	15
PAULOWNIA ELONGATA UNA ALTERNATIVA PARA UN DESARROLLO INTEGRAL SUSTENTABLE	
José Luis Gutiérrez Liñán	
Carmen Aurora Niembro Gaona	
Alfredo Medina García	
Jorge Eduardo Zarur Cortés	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3842321062	
CAPÍTULO 3	24
CULTIVO DE DORADO <i>Seriola lalandi</i> EN SISTEMAS ACUÍCOLAS DE RECIRCULACIÓN DE BAJO COSTO EN EL NORTE DE CHILE	
Roberto Ávila	
Jorge Oliva	
María Pizarro	
Carlos Merino	
Cristián Araneda	
Arnaldo Vilaxa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3842321063	
CAPÍTULO 4	37
EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES COMPLEJOS (NPK) CON AGREGADOS ÓRGANO-MINERALES SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS EN EL CULTIVO DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i>)	
José Julian Apraez Muñoz	
Julian Alejandro Giraldo	
Johan Enrique Claros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3842321064	
CAPÍTULO 5	47
RIESGOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS POR LAS EMPRESAS MINERAS DE LA REGIÓN PUNO	
Vitaliano Enrique Mamani	
José Oscar Huanca Fries	
Enrique Gualberto Parillo Sosa	
Julio Rumualdo Gallegos Ramos	
Nestor Bolivar Espinoza	
Illich Xavier Talavera Salas	
Carmen Eliza Zela Pacori	

SUMÁRIO

Virginia Guadalupe Pacompia Flores
Ingrid Liz Quispe Ticona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3842321065>

SOBRE O ORGANIZADOR	58
ÍNDICE REMISSIVO	59

CAPÍTULO 1

CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN HORTÍCOLA AGROECOLÓGICA DE UN GRUPO DE NIÑAS Y ADOLESCENTES DE OSORNO, CHILE

Data de submissão: 30/03/2023

Data de aceite: 02/06/2023

Josué Martínez-Lagos

Instituto de Investigaciones Agropecuarias,
INIA Remehue,
Osorno, Región de Los Lagos, Chile
<https://orcid.org/0000-0002-2942-8583>

Homero Barría Ojeda

Instituto de Investigaciones Agropecuarias,
INIA Remehue,
Osorno, Región de Los Lagos, Chile
<https://orcid.org/0000-0003-4114-5241>

Gabriel Peña Peña

Instituto de Investigaciones Agropecuarias,
INIA Butalcura,
Chiloé, Región de Los Lagos, Chile
<https://orcid.org/0009-0002-7265-062X>

la misma residencia. En comparación con el año inicial, hubo un aumento de los conocimientos sobre aspectos técnicos relacionados con la producción hortícola. Los resultados indican que es posible motivar a niñas y adolescentes en situación de vulnerabilidad y riesgo para producir alimentos, mejorando su potencial para aprender (capacidades) y para ejecutar (habilidades) tareas relacionadas con la horticultura agroecológica. Este trabajo de extensión mejoró la actitud agrícola y ambiental de las participantes, trayendo consigo beneficios de carácter social.

PALABRAS CLAVE: niñas, adolescentes, agroecología, hortalizas, habilidades.

RESUMEN: En una experiencia de extensión se trabajó con un grupo de niñas y adolescentes de una residencia familiar ubicada en la comuna de Osorno, Chile, para ayudarlas a desarrollar capacidades y habilidades técnicas en torno a la producción de hortalizas con base agroecológica. Se realizaron actividades de capacitación y difusión de información para la construcción conjunta de nuevos conocimientos, mediante talleres y trabajo práctico en un huerto urbano ubicado en

TRAINING IN AGROECOLOGICAL
HORTICULTURAL PRODUCTION
WITH A GROUP OF GIRLS AND
ADOLESCENTS FROM OSORNO,
CHILE

ABSTRACT: In an extension experience, we worked with a group of girls and adolescents from a family residence located in the commune of Osorno, Chile, in the development of capacities and technical skills around the agroecological-based vegetable production. Training

and information dissemination activities were carried out for the joint construction of new knowledge, through workshops and practical work in an urban garden located in the same residence. Compared to the initial year, there was an increase in knowledge about technical aspects related to horticultural production. The results indicate that it is possible to motivate girls and adolescents in vulnerability and risk situations to produce food for self-consumption, improving their potential to learn (skills) and to perform (abilities) labours related to agroecological horticulture. This extension work improved the agricultural and environmental attitude of the participants, bringing social benefits.

KEYWORDS: girls, adolescents, agroecology, vegetables, abilities.

1 | INTRODUCCIÓN

Los niños y adolescentes son actores transversales claves para alcanzar el desarrollo sostenible. En este sentido, el Estado, el sector privado y la sociedad civil tienen el compromiso social de brindar un entorno que les permita alcanzar su potencial. En el 2015 los líderes mundiales acordaron objetivos globales tendientes a erradicar la pobreza, avanzar en aspectos sociales y tecnológicos, y mejorar la calidad ambiental en una nueva agenda de desarrollo sostenible (Gómez-Gil, 2017).

Cada objetivo fijado (17 en total) tiene metas específicas (169) que pretenden alcanzarse para el año 2030 (Leal et al., 2018). Dichas metas son relevantes para la niñez y adolescencia, ya que su logro permite la combinación de crecimiento económico, equidad social y protección ambiental, que son aspectos esenciales para los individuos y poblaciones más vulnerables (UN, 2023).

Entre los objetivos de desarrollo sostenible tenemos el ODS 1 “Fin a la Pobreza”, ODS 2 “Hambre Cero”, ODS 3 “Salud y Bienestar”, ODS 4 “Educación de Calidad”, y ODS 5 “Igualdad de Género y Empoderamiento de las Mujeres”. Todos estos están vinculados con el ejercicio de los derechos de los niños y adolescentes, ya que consideran aspectos necesarios para el progreso de las generaciones actuales y futuras (UN, 2023).

Niños seguros, sanos, y bien instruidos son la base de una sociedad prospera y equitativa, es por ello que todos debemos procurar el acceso a alimentos nutritivos, agua potable y un ambiente seguro, libre de violencia y contaminación, donde los individuos puedan participar de manera activa desde los primeros años (Unicef, 2023).

En Chile, se estima que el 23,3% de los niños y adolescentes menores de 18 años se encuentran en situación de pobreza multidimensional, enfrentando condiciones de vida heterogéneas en relación a distintos indicadores de bienestar (Ministerio de Desarrollo Social, 2017). Es por ello que fortalecer la seguridad alimentaria de grupos poblacionales vulnerables, como los niños y adolescentes, se vuelve una prioridad.

Un concepto importante en este contexto es la vulnerabilidad alimentaria, la cual se relaciona con un alto riesgo de disminución de acceso a comestibles, principalmente por no tener acceso físico y/o económico a una alimentación suficiente, nutritiva y culturalmente

aceptable. Ello dificulta la inclusión de algunos grupos alimenticios en la dieta, condición que es esencial para una buena salud, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo (De Haro y Marceleño, 2019).

Una alternativa para mitigar esta situación es mostrar a los niños y adolescentes formas de implementar sistemas de producción hortícola de rápido crecimiento, para que los alimentos frescos y de buena calidad ahí producidos, puedan abastecer en alguna medida sus requerimientos alimenticios a corto, mediano o largo plazo, traduciéndose en un ahorro económico, ya sea para el mismo individuo o para el grupo familiar (Velandia-Día, 2018; Hernández, 2006).

Esta producción a micro escala brinda una respuesta de bajo costo ante la potencial escasez de alimentos, al mismo tiempo que produce otras externalidades positivas como por ejemplo: mejora de la diversidad biológica en zonas urbanas; reduce el consumo de insumos como agroquímicos y/o fertilizantes minerales; brinda la posibilidad de tener mayor inocuidad en los alimentos; tiene un impacto positivo a nivel de paisaje; y disminuye el volumen de residuos orgánicos domiciliarios que no se gestionan adecuadamente (Martínez-Lagos, 2022; Dinis et al., 2018).

Además de lo anterior, se pueden lograr otros beneficios de carácter social al fomentar y/o fortalecer el trabajo en equipo; mejorar la participación civil; incentivar la solidaridad y cohesión; y fomentar la creación de redes de apoyo en un contexto de acompañamiento psicosocial (Del Viso et al., 2017).

Es aquí donde la agroecología cobra relevancia, ya que esta disciplina no solo considera el uso de técnicas propias de la agricultura sustentable para producir alimentos, sino que también involucra una dimensión social no abordada por la agricultura convencional (Toledo, 2005). Estas técnicas agroecológicas han sido empleadas con éxito en huertos urbanos, los cuales han demostrado ser efectivos en la producción de alimentos en diversos países para distintos grupos de población (Del Viso et al., 2017; Chávez, 2015; Orsini et al., 2013; Koont, 2008).

Bajo este marco, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) realizó una experiencia de extensión agroecológica para la producción de alimentos destinados al autoconsumo con un grupo de niñas y adolescentes de una residencia familiar ubicada en la comuna de Osorno, Chile. El objetivo de este trabajo fue ayudarlas a desarrollar capacidades y habilidades técnicas en torno a la producción de hortalizas con base agroecológica.

2 | DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Entre los años 2017–2019 se realizaron diversas actividades de capacitación con un grupo de 25 niñas y adolescentes de la Fundación El Alba (Figura 1). Dicha organización actúa como organismo colaborador del Estado, manteniendo un hogar que funciona como

residencia temporal de niñas y adolescentes en condiciones de vulnerabilidad y riesgo social.

La legislación chilena en la Ley 21430 sobre Garantías y Protección Integral de Los Derechos de la Niñez y Adolescencia establece que se entiende por niña a todo ser humano hasta los 14 años de edad, y por adolescente a los mayores de 14 y menores de 18 años de edad (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2022). En este sentido, al iniciar la experiencia de extensión, el 72% del grupo eran menores de 14 años y el 28% tenía entre 14 y 18 años.

El 100% de las participantes habitaban en el hogar, y, por ende, vivían en una zona urbana. Es importante indicar que el 24% provenía de un hogar rural, lo que significa parte de su niñez temprana estuvo vinculada al campo. Además, la totalidad de las participantes provenía de un hogar perteneciente al 30% más vulnerable, de acuerdo al instrumento de caracterización socioeconómica que utiliza el Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile que es el Registro Social de Hogares.

Por motivos legales no se cuenta con detalles exactos de las causales de ingreso de las niñas y adolescentes a la residencia. Sin embargo, algunos de los motivos pueden estar relacionados con: inhabilidad de los padres; problemas con el adulto a cargo; protección ante incumplimiento de un derecho fundamental; negligencia; abandono; ser testigo de violencia familiar o víctima de abuso (maltrato o sexual); o como medida de prevención ante una situación de riesgo.

La elección del sitio donde se realizó esta experiencia estuvo a cargo de la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la región de Los Lagos, utilizando como criterios principales el compromiso social y la necesidad de avanzar en la sustentabilidad de zonas urbanas de la región.

Con ayuda del personal del hogar, el equipo INIA realizó un diagnóstico simple con las participantes, a partir del cual se diseñó y ejecutó una serie de talleres conducentes a un curso de producción hortícola. Además, se implementó un huerto en el mismo hogar, el cual sirvió como aula viva durante el desarrollo de los talleres. En estos últimos se dieron a conocer aspectos básicos para la producción de hortalizas empleando técnicas agroecológicas.

Como input para el diagnóstico, y para sondear los intereses y nivel de conocimiento previos de las participantes, se diseñó/aplicó una encuesta, la cual fue respondida de forma escrita (niñas y adolescentes de mayor edad) y oral (niñas más pequeñas). Las participantes expresaron que sus objetivos principales eran: aprender más sobre como producir las hortalizas en pequeños espacios (36%); cómo reciclar desechos y convertirlos en abono (20%); beneficios de los vegetales en la dieta (16%); y otros (12%). Además, un grupo de participantes expresó que solo acudía debido a una citación, por lo que no tenía ningún objetivo, ni expectativa relacionada con la experiencia de extensión (16%).

La metodología empleada fue “aprender-haciendo”. En cada jornada de trabajo

primero se exponía el objetivo, se realizaba una breve presentación teórica del tema (Figura 1) y luego se procedía al trabajo en el huerto (Figura 2). Cada jornada contó con un facilitador invitado (seleccionado de acuerdo a su experticia y al tema a tratar).

El curso se estructuró en 10 talleres, cada taller con distintas jornadas de 3 horas máximo. Los temas abordados en las jornadas incluyeron: suelo y materia orgánica; generalidades sobre las plantas; principales familias de hortalizas de clima frío; semillas; sustratos; siembras; almacigo; trasplante; cosecha; identificación de insectos perjudiciales y benéficos; manejos culturales básicos; principios agroecológicos; compostaje y lombricultura.

El huerto se estableció en el patio del hogar, valorizando un sitio abandonado ubicado detrás de la cocina de la residencia, el cual fue transformado junto con las participantes en una unidad productiva de hortalizas de rápido crecimiento (lechuga, cilantro, tomate cherry, rabanitos, acelga, y ajos), intercalando plantas aromáticas (melisa, menta, y lavanda), y frutales algunos menores (framuesa y murta). Además, se designó un espacio para el cultivo de variedades de papa INIA en sacos y para una compostera y una lombricompostera.

Para las labores de mantención en el huerto se elaboró un calendario semanal, designando responsables para cada tarea (Ej. Riego, monitoreo de insectos, volteo de la compostera, retiro de hojas secas, etc.). Al finalizar, con el apoyo del personal del hogar y el equipo INIA, se aplicó una encuesta para evaluar la satisfacción respecto del trabajo realizado. Además, se entregó un diploma a las niñas/adolescentes cuya participación superó el 80% de asistencia (Figura 3), que correspondió al 68% de las participantes iniciales.

3 | RESULTADOS

La encuesta final fue realizada por 14 de las 18 personas que concluyeron el proceso de capacitación. Los resultados indicaron que: 86% consideraba que el trabajo realizado cumplió con sus expectativas; 86% consideraba que la temática técnica fue acertada de acuerdo a sus necesidades de formación; 93% consideraba que la información entregada le fue de utilidad; 100% consideraba que los temas tratados le resultaron novedosos; 71% consideraba que la información entregada fue entendible; 100% consideraba que los facilitadores mostraron dominio técnico del tema tratado; y el 64% consideraba que la duración de los talleres fue adecuada (la mayoría consideró que la duración era muy larga).



Figura 1. Ejemplos de la parte teórica realizada en los talleres¹

¹ La Convención de los Derechos del Niño establece la obligación de respetar la vida privada de las niñas, niños y adolescentes, su domicilio, correspondencia, honra y reputación (artículos 16), por lo que los rostros de las participantes en las figuras fueron difuminados.



Figura 2. Ejemplo de la parte práctica realizada en los talleres



Figura 3. Entrega de diplomas a las participantes que finalizaron el curso

Por otra parte, el 93% de las participantes consideró que el trabajo realizado le ayudó a construir nuevos conocimientos; y el 100% consideró que el trabajo realizado le ayudó a conocer formas de producir alimentos.

Se estimó junto al equipo del hogar (y el de INIA), y basados en observación y los resultados de la encuesta, que el 93% desarrolló nuevas capacidades relacionadas con la producción de hortalizas, 86% nuevas habilidades técnicas y que el 71% desarrolló nuevas competencias.

La tabla 1 resume algunos de los principales resultados técnicos logrados. En ella podemos observar que, teniendo en consideración el año inicial (2017), se evidencia un incremento promedio de más del 100% en conocer y saber aplicar algunos de los principales aspectos relacionados con la producción hortícola con base agroecológica, dando cuenta que el trabajo realizado con las personas efectivamente permitió desarrollar capacidades y habilidades técnicas en sintonía con los objetivos planteados al inicio.

Aspecto	2017	2019
Comprende la importancia del suelo para la producción vegetal	36%	86%
Comprende la importancia de la materia orgánica en el suelo	21%	64%
Conoce el rol de los microorganismos en el suelo	14%	43%
Conoce al menos una medida para la incorporación/mantenimiento de la MO del suelo	14%	64%
Sabe que es una planta	100%	100%
Reconoce las partes de una planta	79%	100%
Entiende los procesos básicos de las plantas	36%	57%
Comprende la importancia del agua en la producción de vegetales	43%	79%
Distingue las principales familias de hortalizas	7%	71%
Distingue diferentes tipos de sustratos	0%	57%
Comprende la importancia de las semillas y su cuidado	21%	64%
Sabe cómo realizar siembra directa	7%	93%
Sabe que es y cómo se puede utilizar un calendario de siembra	0%	64%
Sabe que es y cómo se puede realizar una rotación	0%	43%
Sabe que es una bandeja almaciguera y como se usa	7%	93%
Sabe realizar almácigos	7%	86%
Sabe realizar trasplante de plantines	14%	71%
Conoce algunos principios agroecológicos básicos para la producción y manejo de hortalizas	0%	57%
Conoce la importancia de la diversidad de especies en el huerto	0%	50%
Sabe al menos un aspecto básico del uso de estructuras para producción hortícola en condiciones protegidas	0%	64%
Conoce como identificar y separar residuos orgánicos de la cocina	36%	100%
Sabe cómo funciona una compostera simple	7%	79%

Sabe cómo funciona un lombricompostera simple	0%	79%
Sabe cómo cosechar hortalizas	14%	64%
Distingue algunos insectos comunes en el huerto	7%	50%
Sabe cómo realizar algunos biopreparados (Ej. ajo, cebolla, jabón, etc.)	0%	64%
Entiende la importancia incluir hortalizas en la alimentación	36%	100%
Identifican en una tabla las vitaminas/minerales que proporcionan las hortalizas comunes	0%	93%

Tabla 1. Principales resultados del trabajo con el grupo de niñas y adolescentes

Además de los avances técnicos logrados, también se estimó a través de observación cambios en algunas habilidades para la vida, por ejemplo: empatía (57%); toma de decisiones (13%); comunicación más efectiva (27%); manejo de emociones (14%); pensamiento creativo (30%); autonomía (29%); y solución de problemas (60%). Estos resultados no son exclusivamente atribuibles al trabajo realizado, sino que también influyen varios aspectos como: madurez, impacto del proceso educativo formal, nuevas experiencias de vida en el hogar, contención emocional de parte de las cuidadoras, etc.

Por otra parte, respecto a habilidades específicas, la más importante fue el manejo de tecnología relacionada con la producción hortícola (92%). En el logro de dichas habilidades influyeron tanto los talleres como la ejecución de las tareas prácticas en la huerta. En ella, se logró producir hortalizas a bajo costo a partir de semilla corriente, reutilizando también materiales como cajas, tablas, neumáticos, tarros plásticos y sacos, que fueron incorporados en el huerto como insumos para la construcción/habilitación de estructuras para la producción vegetal (Figura 4). También, se emplearon residuos orgánicos de cocina para la elaboración de biopreparados que aportaron materia orgánica al suelo de la huerta.

4 | LECCIONES APRENDIDAS

La ejecución de este tipo de experiencias de extensión es más que la producción de vegetales per se, ya que el huerto, como centro estructural de los talleres, cumple también una función educativa que complementa el currículo escolar formal de las niñas y adolescentes. En este sentido, la transformación del espacio baldío y desvalorizado en un proyecto cooperativo, fomenta la participación de las habitantes del hogar y las inserta en una dinámica más interpersonal.

No hay duda que el trabajo hortícola en la huerta creó la oportunidad de fomentar una cultura de colaboración al interior del hogar, pero también facilitó la vinculación con instituciones externas como el INIA y sus profesionales, los cuales están en general enfocados a trabajar con agricultores adultos cuyas situaciones de vida son completamente distintas.

A través de estas experiencias de extensión se logra una mayor sensibilidad y empatía

con el entorno social, a la vez que se genera un espacio de reflexión para la discusión de nuevas formas y/o mecanismos más dinámicos para el trabajo en red, lo cual origina una mayor apertura de la investigación realizada en INIA hacia la sociedad. Como parte de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), se adaptó una metodología tradicional, generando una más apta para promover el aprendizaje técnico con niños y jóvenes, la cual queda al servicio de otros servicios del agro y de otros potenciales interesados.

Trascender de un simple espacio físico baldío y un área donde se desarrollan algunas habilidades técnicas, en un bien intangible donde puede establecerse una relación individuo-entorno mucho más equilibrada no es tarea fácil. Sin embargo, la naturaleza puede convertirse en una catalizadora de nuevos procesos, siendo un medio valioso para estimular la participación, el interés y creatividad tanto de niños como de adolescentes.

Además, la realización de pequeñas acciones y cambios conscientes y constantes relacionados con el medio ambiente, pueden introducir a las personas en un estilo de vida más sustentable, en concordancia con la agenda 2030 (Ej. ODS 11 “ciudades y comunidades sostenibles” y ODS 12 “Producción y consumo responsables”).

Por otro lado, aunque el objetivo de este trabajo no fue la evaluación de competencias previo y post realización de la intervención, se puede inferir que hubo un avance en competencias transversales como por ejemplo liderazgo y trabajo en equipo, y en competencias que dicen relación con actitudes valóricas como compromiso y ética.

Sin duda, en la vida cotidiana de un hogar de menores, la tolerancia, la solidaridad y respeto son aspectos fundamentales para lograr una convivencia en paz. En este sentido, el trabajo participativo y colaborativo en huertos podría ayudar en el cuidado de la salud mental, física, y emocional, lo que se refleja en las relaciones interpersonales y en el nivel de bienestar de los niños y adolescentes.

Por otra parte, también es necesario mencionar algunas de las limitantes para que se tengan en consideración en futuros proyectos. Una de ellas tiene que ver con el apoyo económico para el mantenimiento del huerto, ya que, una vez acabado el financiamiento, la gestión completa de la unidad productiva y los recursos necesarios para continuar con el trabajo práctico pasan a ser responsabilidad de los beneficiarios (en este caso, el hogar posee fondos limitados y no cuenta con presupuesto para este tipo de labores).

Además, al ser un hogar temporal, algunas de las niñas y adolescentes que participan en la experiencia de extensión pueden cambiar su residencia, requiriendo nuevas capacitaciones para las personas que van ingresando y que desean sumarse a las labores del huerto. La posibilidad de movilidad de las participantes (al tratarse de menores de edad y por su situación legal) puede impedir un seguimiento y/o evaluación a mediano y largo plazo.

Finalmente, si bien esta experiencia es local, en el futuro puede servir de ejemplo para otras a nivel regional y/o nacional, ya que amplía nuestra visión a otras dimensiones más allá de la agrícola, permitiendo adquirir una sensibilidad cada vez más necesaria para

afrontar los cambios que se requieren en la sociedad.

5 | CONCLUSIÓN

Es posible trabajar con niñas y adolescentes en situación de vulnerabilidad y riesgo para desarrollar capacidades y habilidades técnicas en torno a la producción de hortalizas, a través de una metodología que permita desarrollar una cultura de trabajo más participativa y colaborativa.

El establecimiento del huerto tuvo un impacto positivo, siendo una herramienta de alto valor educativo y social, ya que permite, además de la producción de alimentos frescos, mejorar la vinculación de las participantes con el medio ambiente, ayudando de esta manera en la formación de su conciencia ambiental.

En este tipo de experiencias de extensión se consolidan espacios socio productivos que ayudan al desarrollo de redes, fomentando la integración y facilitando la sensibilización social en pro de una concepción más comunitaria del desarrollo sustentable.

AGRADECIMIENTOS

Gobierno Regional de Los Lagos, Secretaría Regional Ministerial de Agricultura Región de Los Lagos, personal del Hogar El Alba de Osorno, Richard Gallardo y Sigrid Vargas.



Figura 4. Huerto implementado

REFERENCIAS

- Chávez, M. (2015). **Importancia de los cursos de agricultura urbana ante el cambio climático y la seguridad alimentaria en México.** Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible. ISSN, 1988, 5245.
- De Haro, R., Marceleño, S. (2019). **Enfoque para evaluar vulnerabilidad alimentaria aplicado a los municipios de Nayarit, México.** Estud. soc. Rev. aliment. contemp. desarro. reg., 29(53). Disponible en: <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.695>. (consultado el 17/02/2023).
- Del Viso, N., Fernández, J., Morán, N. (2017). **Cultivando relaciones sociales. Lo común y lo “comunitario” a través de la experiencia de dos huertos urbanos de Madrid.** Revista de Antropología Social, 26(2):449–472. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83853471012> (Consultado el 01/02/2023).
- Dinis, A., Marques, R., Santos, C., Martins, M. (2018). **Urban agriculture, a tool towards more resilient urban communities?** Current Opinion in Environmental Science & Health 5:93–97.
- Gómez-Gil, C. (2017). **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica.** Papeles de relaciones ecosociales y cambio global. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/revista_papeles/140/ODS-revision-critica-C.Gomez.pdf (consultado el 07/03/2023).
- Hernández, L. (2006). **La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades.** Cultivos Tropicales, 27(2):13–25. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215872002> (consultado el 13/03/2023).
- Koont, S. (2008). **A Cuban Success Story: Urban Agriculture.** Review of Radical Political Economics 40(3):285–291.
- Leal, W., Tripathi, S., Andrade Guerra, J., Giné-Garriga, R., Orlovic V., Willats, J. (2018). **Using the sustainable development goals towards a better understanding of sustainability challenges.** International Journal of Sustainable Development & World Ecology 26(2):179–190.
- Martínez-Lagos, J. (2022). **Extensión agroecológica con una comunidad mapuche huilliche del sur de Chile.** En Carvalho, A., Oliveira, N., & F. Barao (Eds.), Ciências agrárias: estudos sistemáticos e pesquisas avançadas (pp. 221–231).
- Ministerio de Desarrollo Social. (2017). **Ampliando la mirada sobre la pobreza y la desigualdad: Metodologías, diagnóstico y desafíos para Chile y sus territorios (2006-2015).** Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, Casen 2015. Observatorio Social, Ministerio de Desarrollo Social. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/[http://observatorio\[ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/pobreza/AMPLIANDO_LA_MIRADA_SOBRE_LA_POBREZA_Y_LA_DESIGUALDAD.pdf](http://observatorio[ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/pobreza/AMPLIANDO_LA_MIRADA_SOBRE_LA_POBREZA_Y_LA_DESIGUALDAD.pdf) (Consultado el 07/03/2023).
- Orsini, F., Kahane, R., Nonno-Womdim, R., Gianquinto, G. (2013). **Urban agriculture in the developing world: a review.** Agron. Sustain. Dev. 33:695–720.
- Toledo, V. (2005). **La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales.** Leisa Revista de agroecología, 20(4):16–19.

UN. (2023). **Objetivos de Desarrollo Sostenible**. United Nations. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/> (Consultado el 07/03/2023).

Unicef. (2023). **Unicef y los objetivos de desarrollo sostenible**. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.unicef.org/es/unicef-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible> (Consultado el 07/03/2023).

Velandia-Día, D. (2018). **Huertas domésticas y políticas de agricultura urbana: ¿desde el autoconsumo hasta el mercado?**. Revista jangwa Pana, 17(2): 181–183.

CAPÍTULO 2

PAULOWNIA ELONGATA UNA ALTERNATIVA PARA UN DESARROLLO INTEGRAL SUSTENTABLE

Data de aceite: 02/06/2023

José Luis Gutiérrez Liñán

Profesor de Tiempo Completo. Centro Universitario UAEM Zumpango

Carmen Aurora Niembro Gaona

Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango

Alfredo Medina García

Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM

Jorge Eduardo Zarur Cortés

Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango

RESUMEN: El cultivo de **Paulownia**, su llegada a México fue a partir de los años 90's y a la fecha todavía ha sido un tanto incierto o de una manera experimental en cuanto a su uso y demostración por pocas universidades e institutos de Investigación han tratado de estudiar sus características agronómicas y ambientales, es una especie que nos permitiría revertir un poco la contaminación ambiental. **Paulownia** presenta las siguientes características crecimiento rápido, buena generadora de biomasa de gran tamaño, además puede alcanzar una altura de hasta 30 metros

aproximadamente y una buena consumidora de bióxido de carbono, es una buena barrera rompe vientos, sus hojas presenta una concentración de proteína cruda que va de 16 al 20 % y una digestibilidad del 65 %, para ser utilizados en pequeños rumiantes. No es un árbol excluyente, su madera es muy útil, de alta calidad, se puede talar el árbol en una edad de 6 a 10 años y no es necesario replantar, rebrota de su cepa. Su manejo es muy sencillo; resistente al fuego. Aprovecha aguas depuradas, incluso residuales. El Cultivo de esta especie es muy sencillo y resistente a condiciones adversas. Durante su cultivo se puede utilizar aguas tratadas o incluso residuales; es útil para la regeneración de suelos erosionados. Cuando alcanza su máximo crecimiento su demanda de agua es mínima, es una gran consumidora de CO₂. De tal manera se concluye es una especie que puede ser considerada en los programas de reforestación urbana, por su gran capacidad de adaptación y convivir fácilmente con otras especies.

PALABRAS CLAVE: Paulownia, Características, Alternativa, Desarrollo Sustentable.

PAULLOWNIA ELONGATA UMA ALTERNATIVA PARA UM DESENVOLVIMENTO INTEGRAL SUSTENTÁVEL

RESUMO: O cultivo de Paulownia, sua chegada ao México foi a partir dos anos 90 e até hoje ainda é um tanto incerto ou de forma experimental em termos de uso e demonstração por poucas universidades e institutos de pesquisa que tentaram estudar suas características agronômicas e ambientais, é uma espécie que nos permitiria reverter um pouco a poluição ambiental. A Paulownia apresenta as seguintes características: rápido crescimento, boa geradora de grande biomassa, pode atingir até aproximadamente 30 metros de altura e boa consumidora de dióxido de carbono, é boa barreira quebra-vento, suas folhas possuem concentração de proteína bruta variando de 16 a 20% e digestibilidade de 65%, para uso em pequenos ruminantes. Não é uma árvore exclusiva, sua madeira é muito útil, de alta qualidade, a árvore pode ser derrubada com idade de 6 a 10 anos e não é necessário replantar, ela brota do seu estoque. Seu manuseio é muito simples; resistente ao fogo. Aproveite a água purificada, mesmo residual. O cultivo desta espécie é muito simples e resistente a condições adversas. Durante seu cultivo, pode-se utilizar água tratada ou mesmo residual; É útil para a regeneração de solos erodidos. Quando atinge seu crescimento máximo, sua demanda de água é mínima, é um grande consumidor de CO₂. Desta forma, conclui-se que é uma espécie que pode ser considerada em programas de reflorestamento urbano, devido a sua grande capacidade de adaptação e convivência fácil com outras espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Paulownia, Características, Alternativa, Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de los recursos forestales de zonas áridas y semiáridas y no áridas, es una de las causas principales de la desertificación. Por ello se planea la necesidad, casi inmediata de reforestación de tales áreas, complementada con un manejo racional de los recursos arbóreos. Sin embargo, la falta de conocimiento básico sobre la ecología, genética y fisiología de las especies, así como también los aspectos sociológicos de los asentamientos humanos de estas áreas han llevado al fracaso a numerosos intentos de reforestación en diversas partes del mundo.

Históricamente en nuestro planeta, el hombre para satisfacer las necesidades de alimento de una población en constante crecimiento ha enfocado sus acciones hacia el incremento de la producción, independientemente del esfuerzo para la conservación de los recursos naturales, es por eso que en la actualidad. Uno de los cambios que se demandan con mayor insistencia en las políticas para el desarrollo a nivel nacional e internacional, es el relativo a revertir los procesos de pérdida y deterioro de los recursos naturales que se han provocado a causa de los procesos productivos, para satisfacer las necesidades de alimento y otros bienes y servicios.

El uso irracional de los recursos naturales renovables ha provocado alteraciones graves a los ecosistemas, cuando se ha alcanzado los límites de capacidad de sustento de la vida humana en algunas localidades. El mal uso y aprovechamiento de los recursos

disponibles han puesto en peligro la sustentabilidad de los ecosistemas de producción agropecuarios y forestales.

Por lo que en la actualidad, el interés prioritario es el elevar el nivel productivo en las zonas que se han destinado para la agricultura y la ganadería, sin embargo, los asentamientos humanos han ocasionado una serie de desequilibrios ecológicos importantes que han provocado un grave deterioro al medio ambiente, vasta citar, el cambio en las características físico-químicas del suelo, modificaciones en la humedad, alteraciones del clima en las regiones que son sobre explotadas, por la tala desmedida, el sobrepastoreo y/o los incendios por mencionar.

Si a esto le aunamos la falta de un desarrollo sustentable eficaz, en las diferentes regiones del país, debido a que el nuevo modelo de desarrollo económico impulsa las bondades del mercado como elemento facilitador del desarrollo, pues recordemos que uno de sus principales supuestos es que los mercados competitivos conllevan a asignaciones óptimas de los recursos. En este sentido, el modelo ha demostrado no ser lo suficientemente rápido, y en ocasiones francamente ineficaz, para conseguir los objetivos de un desarrollo económico benéfico para su población y para la evolución de los principales agregados económicos.

Por lo que el presente documento pretende resaltar las cualidades del árbol de *Paulownia elongata*, donde su aprovechamiento va desde forrajero hasta ornamental y como una solución real al cambio climático.

ANTECEDENTES

El árbol de ***Paulownia elongata*** es una especie que lleva aproximadamente 2 600 años en China y cuando este país abrió sus puertas al mundo después de la revolución china, una compañía australiana comenzó a realizar colectas de las diferentes especies existentes de *Paulownia*, con el propósito de realizar diferentes trabajos sobre sus características y aprovechamiento en el mejoramiento del medio ambiente. Esta especie puede ser considerada como una alternativa en los programas de reforestación por sus características, debido a que es un árbol tolerante a suelos muy pobres o degradados por la erosión, alta resistencia a la sequía, crecimiento acelerado, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al fuego, así mismo reduce la velocidad del aire, la evaporación de suelo y aumenta la humedad relativa del suelo y del aire. Aunado a esto, es un árbol que puede ser utilizado para la obtención de madera para la fabricación de muebles, sus hojas pueden ser utilizadas como una alternativa para la obtención de forraje y, sus flores pueden ser utilizadas para la decoración ambiental en casa habitación o en oficinas.

Esta especie ha demostrado grandes cualidades a través de su historia, por lo que el hombre en la actualidad, la ha aprovechado al máximo, en la obtención de madera, fabricación de muebles, y como forraje, por ser un vegetal de crecimiento acelerado, es

decir en condiciones normales crece 2.5 cm diarios, por lo que se vislumbra como una buena alternativa en los programas destinados en la actividad agropecuaria, en otras palabras, ser utilizada en reforestaciones por partes de autoridades locales, municipales, estatales y federales, así como fuente de alimentación en pequeños rumiantes, por ser un vegetal que ha demostrado tener una concentración de proteína cruda del 17 al 21 %, igualando a la reina de los forrajes (alfalfa).

Pertenece a la familia Scrophulariaceae y cuyo cultivo a pesar de no ser tradicional en México, presenta interesantes potencialidades, se trata de árboles tolerantes a suelos muy pobres o degradados por la erosión, alta resistencia a la sequía, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al fuego, así mismo reduce la velocidad del aire, la evaporación del suelo y aumenta la humedad relativa del suelo y del aire, aunado a esto se puede utilizar para la obtención de madera para la fabricación de artículos (muebles); sus hojas pueden ser utilizadas como una alternativa forrajera en épocas cuando se escasea el forraje en la zona (Villalobos, 2006; Gutiérrez y Ocaña, 2009)

Pantaenius y Dalton en 1994 mencionan que para alcanzar un nivel aceptable de rentabilidad de esta especie se requiere, entre otras condiciones, contar al momento del corte final con 80 a 100 árboles por hectáreas con fustes rectos, cilíndricos y libres de nudos en los 4.5 a 5 metros a partir de la base del tallo.

El CPII en el 200, menciona que en suelos de mediana a baja fertilidad el fuste requerido de *Paulownia* no alcanza el crecimiento ideal en el primer año, por lo cual se recurre al recepe y manejo del rebrote seleccionado. De este modo, evaluar la respuesta a la aplicación de fertilizantes al momento de la plantación se presenta como una estrategia adecuada a los efectos de alcanzar durante el primer año el fuste comercialmente requerido; o bien, en caso contrario, durante la estación de crecimiento posterior al recepe (CPII, 2001).

Zhu Zhao-Hua en 1992 menciona que los árboles de *Paulownia* que se cultivan, en su mayoría son clones que se desarrollaron por científicos australianos y norteamericanos, que tras 10 años de investigación dieron como resultados clones resistentes, ya que este tipo de árboles en condiciones silvestres en las aldeas de china son muy susceptibles a sufrir daños por plagas y enfermedades.

Por el gran tamaño de sus hojas, este tipo de árboles es “también benéfico para la producción de hortalizas, ya que, intercalado contribuye a incrementar en 30 % la cosecha de vegetales y 15% los de grano, según indica Navarro en 1998. Las ventajas de cultivar esta especie fueron comprobadas a principios de la década de los 70 por el investigador chino Zhu Zhao-hua, quien descubrió el uso de este árbol por parte de antiguos pueblos de china para contrarrestar los estragos de los desastres naturales (Zhu Zhao-Hua, 1992).

Navarro en 1998 menciona que la producción altamente adaptable como la *Paulownia* constituye “una salida a uno de los grandes problemas ambientales que enfrenta el mundo”, máxime en un país como México, donde “la reforestación prevé la siembra de 400 millones

de árboles y sólo ocho por ciento de ellos Sobreviven”.

El uso irracional de los recursos naturales renovables provoca alteraciones graves a los ecosistemas, pone en peligro la sustentabilidad de los ecosistemas. En la actualidad, por lo tanto, es prioritario elevar el nivel productivo en las zonas que se han destinado para la agricultura y la ganadería e incrementar la calidad ambiental general (Jiménez, 2001).

Los resultados a lo que se ha llegado son los siguientes la ***Paulownia*** presenta un crecimiento rápido, tiene la capacidad de desarrollarse en suelos pobres o erosionados, puede ser considerada como planta ornamental, es una buena generadora de biomasa, puede alcanzar una altura de hasta 14 m, puede ser además utilizada como barrera rompevientos. Sus hojas son útiles como forraje en pequeños rumiantes, debido a que contiene una concentración de proteína cruda que va de 16 al 20 % y su digestibilidad es del 65%, apta para sistemas agroforestales. Su madera es muy útil y de alta calidad, se puede talar a los 6 o 10 años, no es necesario replantar, rebrota de cepa. El Cultivo de esta especie es muy sencillo y resistente a condiciones adversas. Durante su cultivo se puede utilizar aguas tratadas o incluso residuales; es útil para la regeneración de suelos erosionados. Cuando alcanza su máximo crecimiento su demanda de agua es mínima, la ***Paulownia*** es una gran consumidora de **CO₂**. De tal manera se concluye es una especie que puede ser considerada en los programas de reforestación urbana, por su gran capacidad de adaptación y convivir fácilmente con otras especies.

Durante el desarrollo del cultivo en la institución, se han realizado Análisis Bromatológicos con la finalidad de conocer el porcentaje de proteína que guardan las hojas de *Paulownia*, a continuación, se presenta el siguiente cuadro donde nos indica el estudio bromatológico realizado en el año 2005, por el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Estudios Superiores de la Universidad Nacional Autónoma de México.

%	Base húmeda	Base seca
Materia seca	93.39	100
Humedad total	6.61	0
Proteína cruda	19.69	20.83
Extracto etéreo	3.29	3.52
Cenizas	7.71	8.25
Fibra detergente neutro	28.75	30.78
Extracto libre de nitrógeno	34.19	36.62
Total de nutrientes digestibles.	60.29	66.12

Cuadro No.1 Análisis Bromatológico de las hojas de *Paulownia elongata* 2015.

Fuente: laboratorio de bromatología de la FES Cuautitlán, 2015.

En el Cuadro No.2 se resalta que los contenidos de los conceptos estudiados son

similares entre las diferentes fechas de muestreo, resalta que fueron similares dentro del periodo de estudio; además resaltan los contenidos de proteína cruda, por debajo del 20 %, cantidad que es reportada en otros estudios. Los contenidos de proteína, calcio y fósforo se pueden considerar que fueron constantes durante el período de estudio y destaca el contenido de calcio por ser alto.

Fecha	3 agosto	25 agosto	20 de septiembre
Etapa fenológica	vegetativa	vegetativa	60 % de floración
Materia seca %	66.67	69.32	63.31
Humedad total %	32.84	30.68	36.69
Extracto etéreo %	4.61	6.27	6.75
Cenizas %	7.64	8.38	9.95
Proteína cruda %	14.26	14.65	13.95
FDN ^b %	48.57	42.27	36.85
Extracto libre de nitrógeno %	24.92	28.44	32.51
Ca %	3.47	4.68	3.50
P %	0.16	0.20	0.13

^b Fibra detergente neutro.

Cuadro 2. Composición química de *Paulownia elongata* introducida en la UAEM en Zumpango, Edo. de México (2014).

Aproximadamente la tercera parte de la fibra detergente ácido la ocupa la lignina (cuadro 2), de hecho, el contenido de este componente se puede considerar alto y superior al que se encontraría en gramíneas de zonas templadas, por lo cual se esperaría que la digestibilidad de la *Paulownia* fuera cercana a las gramíneas de zonas tropicales, aproximadamente del 50 % (Minson, 1990; Wilson, 1994; Frame, 2005). Sin embargo, si se considera que *Paulownia* es una planta que se puede establecer en zonas áridas y se puede forraje de esta en todas las épocas del año, esto no es un impedimento para su utilización en la alimentación de rumiantes.

En el Cuadro No. 3 resalta que, de los tóxicos estudiados, la presencia de glucósidos cianogénicos cabe señalar que estos compuestos constituyen los típicos compuestos de defensa y las plantas solo los sintetizan cuando se encuentran sometidas a estrés como el hídrico, el ataque por plagas, enfermedades foliares o producto al pisoteo de los animales (García, 2004b).

Fecha	3 agosto	25 agosto	20 de septiembre
Etapa fenológica	vegetativa	vegetativa	60 % de floración
NO ₂	-	-	-
NO ₃	-	-	-
Taninos	-	-	-
Glucósidos	+	+	+

-: Ausencia

+: Presencia

Cuadro 3. Presencia de tóxicos en *Paulownia elongata* introducida en la UAEM en Zumpango, Edo. de México.

Fuente: Vega Granados E y Barrita R. V. 2012. Caracterización nutricional de las hojas de *Paulownia elongata* en el periodo previo a su caída. Tesis profesional

%	Alfalfa benificada	Avena benificada	Rastrojo de maíz	Hojas de <i>Paulownia</i> <i>elongata</i>
MS	90.9	90	90	100
HT	9.1	10	10	0
PC	19.4	8.2	5.9	20.83
EE	1.1	1.3	1.6	3.52
C	6.8	6.9	5.9	8.25
FDN	46.3	32.5	43.3	30.78
ELN	36.2	42.2	46.5	36.62
TND	60.29	55.86	59	66.12

Cuadro No.4. Comparación nutricional de la hoja de *Paulownia* con Forrajes más comercializados en la Región II de Desarrollo Agropecuario Zumpango.

Como se aprecia el cuadro anterior *Paulownia* presenta mejor contenido de proteína cruda que la alfalfa, y el rastrojo de maíz, por lo que nos hace suponer que es una especie vegetal que puede tener gran aceptación en las unidades de producción pecuaria de pequeños rumiantes.

CONCLUSIONES

- Una de las ventajas de las ***Paulownias*** es que son árboles adaptables, resistentes, regeneradores de suelos, ornamentales, no agresivos y productores, además, de celulosa, de forraje y miel de excelente calidad.
- Las ***Paulownias*** están consideradas como una de las especies vegetales de mayor producción de biomasa. Hay árboles de mayor crecimiento en altura, pero con menor grosor de tronco y con bajo valor comercial.
- Todas las ***Paulownias*** cultivadas con fines comerciales son clones, esto signi-

fica que son plantas idénticas con unas características concretas. No es conveniente que utilice semillas para plantar, las semillas de ***Paulownias*** no transmiten las características idóneas.

- Es una buena alternativa forrajera para pequeños rumiantes, debido a que su porcentaje de proteína cruda es similar a la de la alfalfa y un 66 % de digestibilidad.

REFERENCIAS

Agrícola Estrella S. A. 2003. ***Paulownia Elongata***. Folleto- Informativo. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Agrodesierto. 2005. Programas Agroforestales Paulownias. Folleto informativo.

Belausteguigoitia R. J. C.2006. Avances en la institucionalización del desarrollo sustentable en México. Reflexiones y avances hacia un desarrollo sustentable en México. www.redmeso.net.

Bifani, Paolo (1997). Medio ambiente y desarrollo. El uso de la naturaleza y su degradación. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

Boyle, Torres Bárbara (2000). La urbanización: Una fuerza ambiental considerable. Washington, D.C. Nacional Academy Press. E.U.A.

CPII, 2001. ***Paulownia Elongata***. Folleto- Informativo. Tepotzotlán, México.

Cualli, L. 2002. Un superárbol de ganancias, Entrepreneur Español.

Frame J. 2005. Forage legumes for temperate grasslands. Enfield New Hampshire Sc. 309 p.

Guiot G. J. 2004. Tanzania y Mombasa una alternativa como forrajes de corte, revista, Entorno Ganadero, No. 6.

Gutiérrez, L. J. L., OCAÑA, D. R. 2009, Manual para el cultivo de *Paulownia elongata*. UAEM, Primera Edición. Toluca Méx. 47p

Jiménez, M.A. 2001, Conservación de forraje para la alimentación de ganado. 3 ed. Universidad Autónoma Chapingo, México, 94p.

Minson D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. San Diego USA.

Morfin, L. L. 2010. Manual para el Laboratorio de Bromatología. FES – Cuautitlán UNAM. México.

Navarro, M.S. Propiedades Tecnológicas de las maderas mexicanas de importancia en la construcción. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales, México; 4(1):221-229.1998.

Pantaenius, G; Dalton, E. 1994. El cultivo de Kiri, recomendaciones técnicas, cartilla técnica n° 1, E.E.A. Montecarlo INIA, Centro regional Misiones, argentina, 14P.

Pérez, R. Efectos de la poda en los árboles de Paulownia elongata, 2005. Comunicación personal.

Vega Granados E y Barrita R. V. 2012. Caracterización Nutricional de las hojas de Paulownia elongata en el periodo previo a su caída. Tesis profesional. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

Villalobos, D. M. Á. 2006, Evaluación del comportamiento y adaptación del árbol de Paulownia elongata, tesis, pp11-20. Centro Universitario UAEZ Zumpango, Universidad Autónoma del Estado de México.

Wilson J. R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. the journal of agric. sc. 122. pp 173-182.

Zhu Zhao-Hua, 1992. El persistente Abogado de Paulownia, el CIID informa, enero.

CAPÍTULO 3

CULTIVO DE DORADO *Seriola lalandi* EN SISTEMAS ACUÍCOLAS DE RECIRCULACIÓN DE BAJO COSTO EN EL NORTE DE CHILE

Data de aceite: 02/06/2023

Roberto Ávila

Centro de Investigación Aplicada del Mar
S.A., Avenida Arturo Prat 33, Iquique,
Chile.

Doctorado en Acuicultura Programa
Cooperativo de Universidad de Chile,
Universidad Católica del Norte y Pontificia
Universidad Católica de Valparaíso.

Programa de Atracción e Inserción de
Capital Humano Avanzado de CONICYT.

Jorge Oliva

Centro de Investigación Aplicada del Mar
S.A., Avenida Arturo Prat 33, Iquique,
Chile.

María Pizarro

Centro de Investigación Aplicada del Mar
S.A., Avenida Arturo Prat 33, Iquique,
Chile.

Carlos Merino

Centro de Investigación Aplicada del Mar
S.A., Avenida Arturo Prat 33, Iquique,
Chile.

Cristián Araneda

Departamento de Producción Animal,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de Chile. La Pintana, Chile.

Arnaldo Vilaxa

Facultad de Ciencias, Departamento de
Biología, Centro de Estudios Marinos y
Limnológicos. Universidad de Tarapacá.
Arica, Chile.

RESUMEN: Chile es considerado a nivel mundial como un país acuicultor. Sin embargo, alrededor del 79% de su producción anual está vinculada a la salmonicultura (FAO, 2018). El Programa para la Diversificación de la Acuicultura Chilena (PDACH) busca contribuir a la acuicultura y comercialización de peces marinos de alto potencial exportador. El PDACH identifica en *Seriola lalandi* un recurso con potencial acuícola para la zona norte de Chile. Diversas investigaciones se han desarrollado entorno al recurso, no obstante, aún persisten desafíos y brechas importantes de abordar (i.e. tecnologías para engorda y sus costos de producción asociados). A excepción de Orellana *et al.* (2014), el conocimiento actual, se ha centrado principalmente en el acondicionamiento de reproductores y obtención de larvas y juveniles con escaso desarrollo de tecnologías para fase de

engorde. El propósito de esta investigación fue obtener una solución tecnológica transferible, que optimizara parámetros de cultivo para el engorde de *Seriola lalandi* en sistemas acuícolas de recirculación (SAR) de bajo costo cuyo precio de producción asociado fuera inferior al precio de venta (7.0 USD kg). Se diseñó y construyó Unidad Piloto de Engorda (UPE) con tecnología SAR de bajo costo. Se realizaron dos cultivos pilotos entre abril 2014 y diciembre 2016 (en total 960 días de cultivo) para evaluar el sistema propuesto. Los costos productivos asociados a la tecnología desarrollada fueron de 8.48 USD kg; sin embargo, los resultados obtenidos permitieron realizar una proyección económica cuyos costos de producción disminuyeron a 5.28 USD kg basados en la reducción de los ítems alimento y juveniles.

PALABRAS CLAVE: Yellowtail Kingfish, SAR, crecimiento

CULTURE OF *Seriola lalandi* IN AQUACULTURE RECIRCULATION SYSTEMS IN THE NORTH OF CHILE

ABSTRACT: Chile is considered a global aquaculture country. However, 95% of its annual production is linked to salmon farming. The Program for the Diversification of Chilean Aquaculture (PDACH) seeks to contribute to the aquaculture and commercialization of marine fish of high export potential. The PDACH identifies in yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) a resource with aquaculture potential for the northern zone of Chile. Various research has been developed around the resource; however, important challenges and gaps still remain to be addressed (i.e., fattening technologies and their associated production costs). With the exception of Orellana (2014), the current knowledge has focused mainly on the conditioning of breeding and obtaining of larvae and juveniles with little development of technologies for fattening phase. The purpose of this research was to obtain a transferable technology solution that optimizes crop parameters for the fattening of *Seriola lalandi* in low cost recirculation aquaculture system (SAR) whose associated production price will be lower than the selling price (7 USD kg). Pilot Unit of Fattening (PUF) was designed and built with low-cost SAR. Two pilot assays were conducted between April 2014 and December 2016 (in total, 960 cultivation days) to evaluate the proposed SAR. The productive costs associated with the technology developed were 8.48 USD kg. However, analysis allowed to realize an economic projection whose costs of production decreased to 5.28 USD kg based on the reduction of the feeding and juvenile items.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una de las principales actividades económicas en Chile. Siendo el salmón la principal especie acuática de cultivo. El Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) a través del programa para la diversificación de la acuicultura chilena (PDACH) busca la producción de peces no salmonídos, de alto potencial exportador. El PDACH identificó al pez marino dorado *Seriola lalandi* Cuvier & Valenciennes, 1833 como un recurso con potencial acuícola para la zona norte de Chile, incluida Arica.

Importantes investigaciones se han desarrollado en torno a *S. lalandi* (Bowyer *et al.*, 2014; Orellana *et al.*, 2014). Sin embargo, la biografía existente es exigua para

tecnologías de engorde y costos productivos asociados, en esta especie. El objetivo de la presente investigación fue obtener una solución tecnológica de bajo costo que optimizara parámetros de cultivo para el engorde de *S. lalandi* en el norte de Chile, cuyo valor de producción asociado fuera inferior 7,0 USD kg.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación, demandó el emplazamiento de una Unidad Piloto de Engorda (UPE) en tierra, en la ciudad de Arica, XV región; Latitud 18°28'2"S, Longitud 70°17'52"W.

DISEÑO SISTEMA ACUÍCOLA DE RECIRCULACIÓN DE BAJO COSTO (SAR)

Se diseñó y construyó UPE, formada por 6 estanques de cultivo del tipo australiano de 9 m de diámetro y 90 m³ de volumen cada uno. Cada estanque de cultivo conto con una unidad de tratamiento con tecnología SAR de bajo costo para el agua de cultivo.

Los SAR estaban conformados por un estanque de expansión de 500 L (Bioplastic), el cual recibe por gravedad el efluente del estanque de cultivo. Desde el estanque de expansión, mediante una bomba trifásica de 2 hp (Silent, Espa), el flujo es dirigido hacia el filtro gravimétrico (Emaux Technology) de 50 u para terminar en el filtro biológico de 5 m³. Por gravedad el flujo de agua retorna al estanque de cultivo desde el biofiltro (Fig. 1).

CULTIVO PILOTO DE *Seriola lalandi*

Se realizaron dos cultivos pilotos de *Seriola lalandi* en dependencias de la UPE. Las actividades de cultivo se ejecutaron entre abril 2014 y diciembre 2016.

SIEMBRAS DE JUVENILES DE *S. lalandi* EN UPE

El abastecimiento de juveniles de *S. lalandi* para los cultivos pilotos realizados consideró la compra y traslado de especímenes vivos de dos orígenes: i) Tongoy (proveedor Fundación Chile, región de Coquimbo; distancia de trayecto 1.623 km, tiempo de traslado 36 horas); ii) Antofagasta (proveedor Universidad de Antofagasta, región de Antofagasta, distancia de trayecto 718 km, tiempo de traslado 15 horas). El 27 de abril 2014, arribaron a las instalaciones de la UPE, 4.819 juveniles de $17,4 \pm 2.1$ g, provenientes de Tongoy (grupo de peces de prueba identificado como Aric-1); posteriormente el 17 noviembre 2015 ingresaron a las instalaciones 201 peces de $204,0 \pm 17,4$ g, provenientes de Antofagasta (grupo de peces de prueba identificado como Aric-2).

CULTIVO PILOTO DE *Seriola lalandi* EN UPE

Durante el periodo del cultivo piloto, se midió oxígeno disuelto (OD), temperatura y

pH en el agua de cultivo utilizando un equipo YSI Pro-20. Se determinó TAN (Amonio Total como Nitrógeno) mediante método Nessler utilizando un multi-parámetro Hanna HI 83203-Aquaculture photometer.

El crecimiento de los ejemplares fue evaluado a través de tasa de crecimiento específico (*SGR*, por su sigla en inglés, Specif Growth Rates) expresado en porcentaje día (% d⁻¹), según lo descrito por Brown *et al.* (2011):

$$SGR = \frac{[\ln(W_f) - \ln(W_i)]}{t} \times 100$$

Dónde: W_f es el peso final (g); W_i es el peso inicial (g); t es el tiempo en días (d).

El Factor de conversión alimentaria (*FCR*) se calculó en base a la relación alimento consumido y ganancia en peso según lo propuesto por Zapata & Espejo (2008), Brown *et al.* (2011).

$$FCR = \frac{AL}{GP}$$

Dónde: AL es el alimento consumido (kg) y GP es la ganancia en peso ($W_f - W_i$) en kg.

La mortalidad porcentual diaria (% d⁻¹), se determinó en base a la mortalidad diaria registrada con respecto al número inicial de peces.

EVALUACIÓN Y PROYECCIÓN ECONÓMICA

Los parámetros de producción obtenidos fueron utilizados para la evaluación económica del SAR, sobre la base de aspectos técnicos y de mercado se realizó una Evaluación de Proyecto Privado según metodología propuesta por Nassir Sapag. A partir de estos antecedentes se analizaron variables como curva de crecimiento, consumo de alimento, energía eléctrica, inversión en equipos y otros revisados en detalles. Se evaluó valores de venta de *Seriola lalandi* y la viabilidad económica del proyecto en un estudio base que consideró una planta con una producción anual de 300 toneladas (escenario 1).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

La normalidad de las variables *SGR*, ganancia de peso, *FCR*, temperatura, mortalidad diaria fue corroborada con el test de Shapiro-Wilks. La asociación lineal entre las variables fue estimada con el coeficiente de correlación de Pearson (*r*) o de Spearman (*r_S*), dependiendo si presentaron o no distribución normal. La comparación entre *SGR*, ganancia de peso, *FCR* y mortalidad diaria fueron comparadas por medio de una prueba *t*, después de corroborar la homogeneidad de varianza con un test de Fligner-Killen.

RESULTADOS

La evaluación del cultivo piloto de *Seriola lalandi* se inició con el arribo de los juveniles a la UPE en Arica. Aric-1 registró los siguientes datos durante el traslado: temperatura oscilante de 14 a 17°C, oxígeno disuelto (OD) en rango de 10 a 15 mgL⁻¹. Porcentaje de supervivencia 75%. Inicialmente los peces fueron sembrados en un estanque de 90 m³ provisto de 3 jaulas nidos de 3 m de diámetro (Fig. 2). Con esta actividad comienza el cultivo piloto de la especie *Seriola lalandi* en Arica (día 1 de cultivo en la UPE). Posteriormente el 17 de noviembre 2015 ingresan a la UPE los juveniles Aric-2, temperatura del agua de traslado en un rango de a 16,4 a 19,9°C. Oxígeno disuelto en un rango de 7,4 a 9,9 mgL⁻¹, supervivencia al transporte 100%.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUÍCOLA DE RECIRCULACIÓN SAR DE BAJO COSTO

La temperatura de cultivo promedio registrada en el sistema propuesto fue de 21,1 ± 2,2 °C, con oscilación (máxima y mínima) en los meses cálidos a frío de 28,1 a 15,3°C mostrando un comportamiento dependiente de las estaciones climáticas (Fig. 3A). La concentración de oxígeno disuelto (OD), muestra un comportamiento estable, con un valor medio de 6,3 ± 0,8 mgL⁻¹, con una máxima de 12,7 y una mínima de 2,9 mgL⁻¹ (Fig. 3B). La variabilidad observada para el OD está ligada a las condiciones ambientales, tanto de temperatura como de capacidad de carga del sistema, las acciones correctivas realizadas se efectuaron a través de la incorporación de oxígeno (actividades de remediación), lo que permitió una estabilización de la concentración del OD en el sistema.

El TAN (Amonio Total como Nitrógeno) promedio del periodo de cultivo experimental, fue de 2,1 ± 2,4 mgL⁻¹ registrándose un máximo de 8,6 mgL⁻¹ y un mínimo de 0,2 mgL⁻¹, los máximos de concentración están relacionados con el manejo del SAR. No obstante, el TAN osciló entre 0,5 y 1,5 mgL⁻¹ hasta el día 459 de cultivo (Fig. 3C). Posteriormente se estabilizó dentro de un rango de 0,5 a 1,0 mgL⁻¹.

El pH (Fig. 3D) presentó valor promedio de 8,4 ± 0,3. Con una máxima de 9,7 y una mínima de 7,3.

CULTIVO PILOTO DE *Seriola lalandi*

Las curvas de crecimiento de Aric-1 y Aric-2, se presentan en Fig. 4. Los peces de Aric-1 (n= 4819), fueron cultivados desde 17,4 ± 2,1 g a 2510,7 ± 532,0 g en 960 días de engorda. Los peces de Aric-2 (n= 201), fueron cultivados desde 204,0 ± 17,4 g a 3409,0 ± 410,0 g en 390 días de engorda (Tabla 1). La relación entre SGR y temperatura (Fig. 5) fue positiva (R^2 0,88) para los peces de Aric-2. Sin embargo, para Aric-1 no se detectó correlación entre SGR y temperatura.

La conversión del alimento (FCR) fue alta para Aric-1 (4,5); atribuible a que la alta

mortalidad que afecta en el cálculo del FCR. Esta alta mortalidad está dada por eventos relacionados con la etapa de prueba del sistema de cultivo propuesto (período de ajustes y marcha blanca). Para Aric-2, se obtuvo un FCR de 1,9 (Tabla 1).

La mortalidad porcentual fue de 3,2 y 0,3 %d⁻¹ para Aric-1 y Aric-2 respectivamente (Tabla 1). Las causas de mortalidad para Aric-1 (Tabla 2), están relacionadas, principalmente con: (i) predación por aves al inicio del estudio (44% de la mortalidad total), (ii) errores en la operación del SAR etapa de aprendizaje e inducción (el personal no contaba con experiencia previa en acuicultura), y finalmente (iii) presencia de enfermedad del hígado verde, lo cual fue revertido a partir del día 538 de cultivo con cambios a la dieta ofertada. Las causas de mortalidad en Aric-2 están asociadas a la presencia de *Zeuxapta seriolaee* y *Benedenia seriolaee*. Ectoparásitos monogeneos en *Seriola lalandi* que afectan branquias y piel respectivamente causando mortalidades masivas en los organismos.

En relación al crecimiento (Tabla 1) se presentan los parámetros productivos de ambos grupos de cultivo, Aric-1 y Aric-2, para un periodo de cultivo de 960 y 390 días respectivamente. Se selecciona Aric-2, para aplicar evaluación económica por corresponder al periodo en que se estabiliza el manejo del sistema.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Costos de producción

El valor del módulo básico de producción desarrollado (estanques de cultivo más sistema de recirculación SAR) es de 16.667 USD (Fig. 2). Comparaciones realizadas señalan que el metro cúbico de agua recirculada en la solución propuesta es de 185 USD m⁻³ versus 900 a 1.200 USD m⁻³ para soluciones disponibles en el mercado (valores obtenidos a partir de cotización realizada por el proveedor).

Se evaluaron dos escenarios de costos. Escenario 1 que correspondió a los datos alcanzados a través de la evaluación productiva de la solución tecnológica obtenida, a partir del cual mediante un análisis de sensibilidad utilizando programa Crystal Ball de los factores “precio venta” y “costo alimento”, se proyecta escenario optimizado a través del desarrollo de soluciones tecnológica para ítems alimento y juvenil (Escenario 2) (Tabla 3).

DISCUSIÓN

La Unidad Piloto de Engorda (UPE), fue diseñada y operada con el objeto de generar información tecnológica para el escalamiento comercial de *Seriola lalandi* en el Norte de Chile.

La UPE, reutiliza el agua de cultivo con renovación de un 15% con una tecnología de bajo costo, en contraste a lo propuesto por Orellana *et al.* (2014), que utiliza sistema de alta tecnología y baja tasa de renovación (1%).

La bio-transformación del TAN a nitrito y luego a nitrato acción que se realiza en el biofiltro, fue satisfactoria ya que se logra estabilizar en un rango promedio de concentración

entre 0,5 a 1,0 mgL⁻¹, similar a lo establecido por Orellana *et al.* (2014) para la misma especie.

En una primera etapa del cultivo experimental (día 1 al día 459) el rango promedio oscilo entre 0,5 a 1,5 mgL⁻¹. Esto es considerado alto al comparar con los 1,0 mgL⁻¹ como límite de dimensionamiento (Merino, 2009).

El pH se mantuvo en un rango estable de 8,0 a 8,5 durante los 960 días de operación, lo que favorece a las bacterias nitrificadoras, ya que estas son sensibles a ambientes ácidos (Merino, 2009). Cabe destacar que, para la mantención de un pH básico, no se agregó al SAR solución química del tipo básica como regulador del pH. No obstante, y dado que el amonio (TAN) se encuentra en dos formas: ionizado y no ionizado, este último el más tóxico (Merino, 2009); la concentración relativa de ambas formas está en función del pH, temperatura y salinidad (Ebeling *et al.* 2006; Reddy-Lopata *et al.* 2006). Específicamente, las concentraciones del amonio no ionizado aumentaron con el pH y temperatura; y disminuye con la salinidad más alta (Huchette *et al.* 2003).

El crecimiento de los peces en cultivo, es afectado directamente por la temperatura (Abbink *et al.* 2011). En este trabajo se encontró que existe una relación positiva entre temperatura y SGR sólo en la siembra Aric-2. Esto se puede atribuir a la implementación inicial del SAR, lo que coincide con: (i) mayor concentración de TAN en el cultivo, y su consecuente depresión en el crecimiento de los peces (Guillen *et al.* 1993, Tomasso 1993, Wajsbrot *et al.* 1993), (ii) siembra a partir de mayo con descenso de la temperatura, pero cuyo bajo SGR no se recupera al llegar el periodo primavera-verano, y por último (iii) calidad de los juveniles. El SGR sólo se incrementó, en Aric-1, a partir del cambio del alimento (incorporación de Taurina al 5%) (Bowyer *et al.* 2013), lo que mejoró la sintomatología del hígado verde disminuyendo las mortalidades, a partir del día 264 de cultivo. En cambio, los peces de Aric-2 fueron sembrados en la curva ascendente de temperatura.

A temperatura de 23°C los peces alcanzan su mayor tasa de crecimiento 1,58 %d⁻¹ (observado en Aric-2), antecedentes concordantes con lo establecido por otros autores (Bowyer *et al.* 2014), D'Antignana & Bubner 2012, Pirozzi & Booth 2009). A diferencia de lo establecido por Abbink *et al.* (2011) para la temperatura de máximo crecimiento (26,5°C), se encontró que a mayor temperatura (24,7°C) disminuye el SGR a 1,53 % d⁻¹ y no se vuelve a recuperar cuando desciende la temperatura nuevamente a 23°C.

El tiempo de cultivo para alcanzar el peso de cosecha se considera clave para lograr la viabilidad económica del escalamiento comercial. Este trabajo proyecta un peso final de cosecha de 3,5 kg, en 13 meses de cultivo, con un peso inicial de 0,2 kg en un centro de engorda con tecnología SAR de bajo costo, resultado similar a lo planteado por Kolkovski (2005).

La conversión alimenticia (FCR), asociada al ítem de mayor incidencia en el costo de producción de *S. lalandi*, es de 1,9 para Aric-2, considerado alto para un escalamiento comercial. Se proyecta bajar el FCR, a través de la producción local de alimento especie

específico que favorezca la conversión.

La densidad de cultivo utilizada es baja con respecto a lo planteado por Orellana *et al.* (2014), parámetro que incide principalmente en la inversión inicial en un escalamiento comercial.

ESCENARIOS ECONÓMICOS

El escenario base arroja un costo de producción (no incluye costos de comercialización) de 8.48 USD kg comparado con los 8.24 USD kg señalados por Orellana *et al.* 2014. Los ítems de más impacto fueron alimento (52,9%) y juveniles (19,7%). Para proponer un escenario optimizado se trabajó en estos ítems en un punto común que es el ahorro en flete si ambos ítems son producidos en Arica (ambos insumos son transportados entre 718 a 3066 Km). También contribuye a bajar los costos del alimento la utilización de materias primas regionales, formulando un alimento especie específico que favorezca el aumento de SGR y FCR. Al producir juveniles en Arica, se economiza el flete. En este escenario, el costo de producción por kilo proyectado es de € 4,46 kg. Orellana *et al.* (2014) proyecta un mejor escenario, a un costo de € 5,69 kg. Futuras optimizaciones a la tecnología desarrollada se enfocarían en el uso de energías no convencionales, recurso encontrado ampliamente en la zona norte de Chile.

En conclusión, los resultados del presente trabajo indican que el costo de producción piloto de *Seriola lalandi* con la tecnología desarrollada es de 8.48 USD kg. No obstante, los resultados permiten realizar una proyección económica cuyo costo de producción disminuye a 5.28 USD kg basados en la reducción de los ítems alimentación y juveniles, proponiendo que la producción de ambos ítems se realice en la zona norte de Chile.

El valor del módulo básico de producción de la tecnología desarrollada (estanques de cultivo más unidad de tratamiento SAR) es notoriamente más económico que un sistema de recirculación disponibles en el mercado (70% menos).

Sin embargo, y en opinión de los autores, para una decisión de escalamiento comercial de la especie con la tecnología propuesta, se hace necesario un estudio de producción del alimento y juveniles localmente, además de pruebas de mercado.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible gracias a la colaboración de Innova Corfo, proyecto código 12IDL2-16258, título “Desarrollo de una unidad piloto de I+D como solución tecnológica para la engorda de *Seriola lalandi* en Arica, herramienta de decisión para incentivar la inversión industrial”.

REFERENCIAS

- Abblink W, A García, J Roques, G Patridge, K Kloet & O Schneider. 2011. The effect of temperature and pH on the growth and physiological response of juvenile yellowtail kingfish *Seriola lalandi* in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture* 330-333:130-135.
- Brown E, M Bruce, S Pether & N Herbert. 2011. Do swimming fish always grow fast. Investigating the magnitude and physiological basic of exercise-induced growth in juvenile New Zealand yellowtail kingfish, *Seriola lalandi*. *Fish Physiology and Biochemistry* 37:327-336.
- Bowyer J, J Qin, R Smullen, L Adams, M Thomson & D Stone. 2013. The use of a soy product in juvenile yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) feeds at different water temeparture: 2. Soy protein concentrate. *Aquaculture* 410-411: 1-10.
- Bowyer J, M Booth, J Qin, T D'Antignana M Thomson & D Stone. 2014. Temperature and dissolved oxygen influence growth and digestive enzyme activities of yellowtail kingfish *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833), *Aquaculture Research*, 45: 2010–2020 doi:10.1111/are.12146.
- D'Antignana T & E Bubner. 2012. A temperature dependent model for YTK growth (Subproject 3). Understanding yellowtail Kingfish Overall. Flinders University. Project N° 2008/903-21-23.
- Ebeling J, M Timmons & J Bisogni. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture system. *Aquaculture* 257: 346-358.
- FAO. FishStatJ 2018.Universal Software for Fishery Statistical Time Series. FAO, Statistics and Information Service, FAO Fisheries Department, Fishery Information, Dta and statistics Unit, Rome, Italy. <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/> en (accessed Agosto 2018).
- Guillen J, M Endo, J Turnbull, K Hiroshi, R Richards & T Aoki. 1993. Depressed growth rate and damage to cartilage of red sea bream associated with exposure to ammonia. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 59: 1231-1234.
- Huchette S, C Koh & R Day. 2003. Growth of juvenile blacklip abalone (*Haliotis rubra*) in aquaculture tanks: effects of density and ammonia. *Aquaculture* 219: 457-470.
- Kolkovski S. 2005. Evaluation of Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) grow out in land-based systems and broodstock management. Published by the Department of Fisheries – Research Division, Western Australian Fisheries and Marine. Research Laboratories, PO Box 20 NORTH BEACH, Western Australia 6920. Aquaculture Development Council and the Department of Fisheries Western Australia. 64 pp.
- Merino G. 2009. Curso: Tecnología de recirculación de agua aplicada al cultivo de moluscos. Universidad Católica del Norte, Coquimbo. 212 pp.
- Orellana J, U Waller & B Wecker. 2014. Culture of yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) in a marine recirculating aquaculture system (RAS) with artificial seawater. *Aquacultural Engineering* 58: 20-28.
- Pirozzi I & M. Booth 2009. The routine metabolic rate of mulloway (*Argyrosomus japonicas*: *Sciaenidae*) and yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*: Carangidae) acclimated to six different temperatures. *Comaparative Biochemistry and Physiology. Part A: Molecular & Integrative Physiology* 152(4): 586-592.

Reddy-Lopata, K, L Auerswald & P Cook. 2006. Ammonia toxicity and its effect on the growth of the South African abalone *Haliotis midae* Linnaeus. *Aquaculture* 261: 678-687.

Tomasso J. 1993. Toxicity of nitrogenous waste to aquaculture animals. *Journal of Aquatic Animal Health* 5: 64-72.

Wajsbrot N, A Gasith, A Diamant & D Popper. 1993. Chronic toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream, *Sparus aurata*, and related histopathological effects. *Journal of Fish Biology*, 42: 321-328.

Zapata D, J Gil & C Espejo. 2008. Prueba de crecimiento en tilapia roja (*Oreochromis sp*) con niveles crecientes de inclusión de harina de yuca en la dieta. Boletín Electrónico del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al desarrollo de la Yuca. Clayuca: 1-7; <http://www.clayuca.org>.

Aric-1 Fecha	Días de cultivo	Peso promedio (g)	SGR (%d ⁻¹)	Densidad cultivo (kg m ⁻³)	Mortalidad (%d ⁻¹)	FCR
27-abr-14	1	17,41 ±2,90		0,9		
27-may-14	31	19,90± 6,90	0,4	1,1	0,1	1,3
27-jun-14	62	27,40 ±6,10	1,0	1,4	0,1	1,5
29-jul-14	94	41,10±9,60	1,3	2,0	0,1	1,3
30-agosto-14	126	59,80± 14,10	1,2	2,9	0,3	0,6
23-sept-14	150	61,60 ±13,20	0,1	2,7	1,5	-25,3
24-oct-14	181	70,60 ±13,80	0,3	1,9	0,2	-2,1
25-nov-14	213	99,80 ±31,50	1,1	2,4	0,2	1,5
31-dic-14	249	162,10 ±70,70	1,3	3,7	0,5	0,6
2-feb-15	282	190,70 ±62,70	0,5	3,4	0,2	55,6
30-mar-15	338	261,10 ±110,00	0,6	4,3	0,2	1,2
06-mayo-15	375	279,30 ±101,00	0,2	4,1	0,2	0,7
24-jun-15	424	318,40 ±112,50	0,3	2,9	0,5	-0,6
16-oct-15	538	421,90 ±163,80	0,2	2,5	0,2	1,2
28-dic-15	611	673,50 ±320,40	0,6	2,5	0,3	0,5
26-ene-16	640	775,80 ±401,00	0,5	2,0	0,1	1,6
12-feb-16	657	850,00 ±462,00	0,5	2,1	0,1	4,0
24-mar-16	698	951,20 ±561,40	0,3	2,3	0,3	0,7
02-mayo-16	737	1417,20 ±569,90	1,0	3,0	0,2	0,6
08-agosto-16	835	1847,10±601,00	0,3	3,6	0,1	0,4
11-dic-16	960	2510,70 ±532,00	0,2	4,5	0,0	1,0
Total			0,50		3,2	4,5

Aric-2 Fecha	Días de cultivo	Peso promedio (g)	SGR (%d ⁻¹)	Densidad cultivo (kg m ⁻³)	Mortalidad (%d ⁻¹)	FCR
17-nov-15	1	204,00 ±17,4		0,5		
28-dic-15	42	343,00± 20,90	1,3	0,8	0,1	1,3
25-ene-16	70	534,00 ±21,80	1,6	1,2	0,3	1,2
16-feb-16	92	750,00±23,60	1,5	1,5	0,3	1,4
24-mar-16	129	1122,00± 266,80	1,1	2,1	0,2	1,7
02-may-16	168	1567,0 0 ±386,90	0,9	2,7	0,7	0,7
08-agosto-16	266	2360,20 ±418,90	0,4	2,8	0,1	0,6
11-dic-16	391	3409,00 ±410,00	1,3	3,7	0,1	1,8
Total			0,7		0,3	1,9

d = días

g = gramos

SGR = tasa de crecimiento diaria porcentual

FCR = tasa de conversión del alimento

Tabla 1 - Comparación de parámetros productivos

Día de ocurrencia del evento	Mortalidad (% diario)	Causa atribuible
101	0,70	Ajuste operación SAR
175	9,81	Predación de aves
249	0,80	Predación de aves
342	6,73	Error operación SAR
424	0,89	Predación de aves
Del 264 al 538	0,15 a 0,58	Incremento sostenido de la mortalidad diaria debido a enfermedad de hígado verde

Tabla 2. Causa atribuible a mortalidades experiencia Aric-1

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	%	USD/Kg	%	USD/Kg
Alimento	52,9	4,48	47,3	2,5
Juveniles	19,7	1,67	8,9	0,47
Energía eléctrica	11,8	1,00	19,0	1,00
Personal variable	5,7	0,48	9,1	0,48
Energía térmica	2,4	0,20	3,8	0,20
Oxígeno	2,2	0,19	3,1	0,17
Servicios sanitarios	0,5	0,04	0,8	0,04
Subtotal	95,2	8,06	92,0	4,86
Personal Fijo	4,8	0,42	8,0	0,42
Costos Producción Kilo	100,0	8,48	100,0	5,28

Tabla 3. Costo de producción por kilo de pez

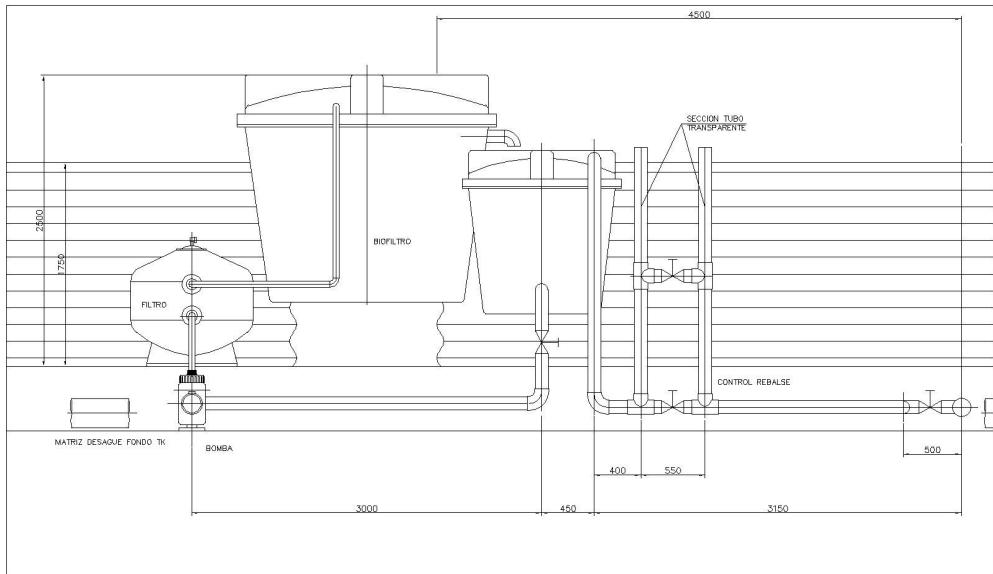


Figura 1: Diseño general del sistema de recirculación acuícola SAR de bajo costo



Figura 2. Estanque de cultivo con sistema de recirculación de bajo costo (SAR) para *Seriola lalandi* provisto de jaulas nidos para siembra de juveniles.

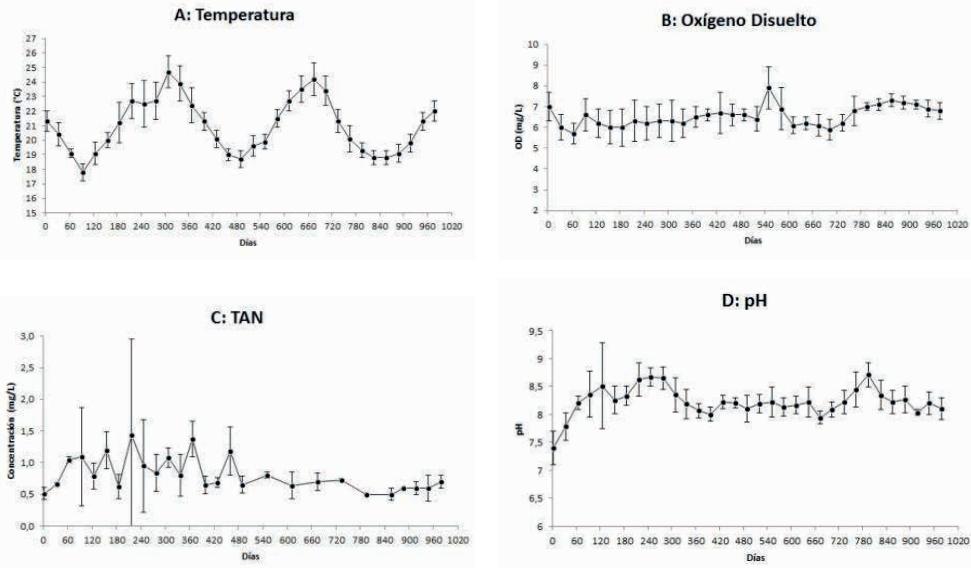


Figura 3. Variación de parámetros: A) temperatura (°C); B) oxígeno disuelto (mgL⁻¹); C) TAN (mgL⁻¹) y D) pH en el sistema de cultivo de *Seriola lalandi*. Media y desviación estándar.

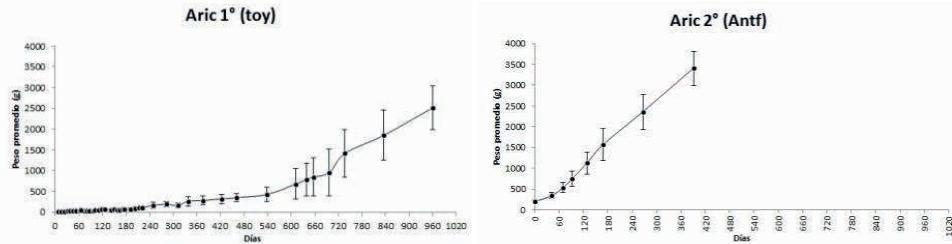


Figura 4: Peso promedios (g) y desviación estándar de Aric-1 y Aric-2 en 960 y 390 días de cultivo respectivamente.

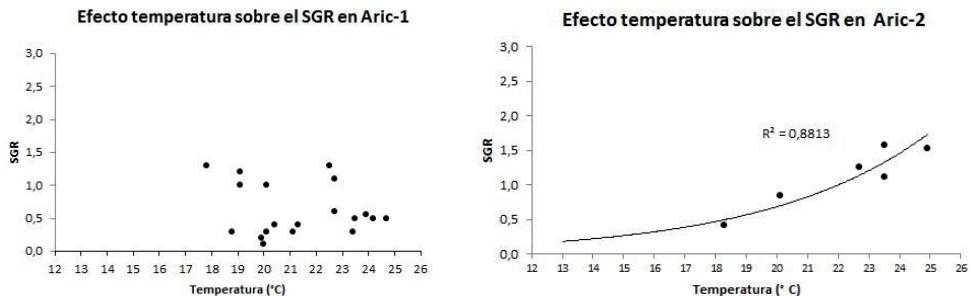


Figura 5. Efecto de la temperatura sobre el SGR.

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES COMPLEJOS (NPK) CON AGREGADOS ÓRGANO-MINERALES SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*)

Data de submissão: 28/03/2023

Data de aceite: 02/06/2023

José Julian Apraez Muñoz

I.A. M.Sc. PhD. Universidad de Nariño

Julian Alejandro Giraldo

I.A. M.Sc. Servicio Nacional de Aprendizaje.

Johan Enrique Claros

Estudiante de Agronomía Universidad UNAD.

RESUMEN: El sector cafetero tiene una gran importancia económica en el aporte del PIB de Colombia, el departamento del Huila es el mayor productor de café a nivel nacional, en el cual Pitalito es el municipio con mayor número de caficultores del departamento. La baja cotización del café a nivel internacional y los altos costos de producción, exige al sector agronómico la búsqueda de la competitividad, asociada a la productividad. Los suelos cafeteros presentan suelos con pH bajo, causando pérdida de efectividad en los fertilizantes, lo que se traduce en una disminución de los rendimientos económicos. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar un agregado órgano-mineral [matriz de carbonato de calcio y materia orgánica]

desarrollado con la asociación de cafeteros AGACAFE y el Tecnoparque Nodo Pitalito, Huila, el cual permitirá neutralizar la acidez, eliminar la toxicidad por Al^{3+} y Mn^{2+} , proporcionar calcio, mejorar la eficiencia de los abonos, aumentar la productividad, e incrementar la actividad de los microorganismos encargados de la mineralización de la materia orgánica. La metodología empleada fue la aplicación del agregado órgano-mineral en mezcla con AGACAFE (17-8-22) versus su testigo sin el agregado en un diseño completamente al azar con 7 réplicas en la Hacienda de Cadefihuila, Vereda alto del Obispo, Municipio de San Agustín. Como resultado se han encontrado para las condiciones evaluadas, que la aplicación de fertilizantes con el agregado órgano-mineral mostró mayor capacidad de intercambio catiónico, reducción en la saturación por sodio, aumento de la masa seca de los granos, aporte de magnesio y calcio a la fertilidad del suelo, que la aplicación del fertilizante sin el agregado.

PALABRAS CLAVE: producción, cafés especiales, fisiología vegetal, agricultura sostenible.

EVALUATION OF COMPLEX FERTILIZERS (NPK) WITH ORGANIC-MINERAL AGGREGATES ON PHYSIOLOGICAL AND PRODUCTIVE VARIABLES IN THE CULTIVATION OF COFFEE (*Coffea arabica*)

ABSTRACT: The coffee sector has a great economic importance in the contribution of the GDP of Colombia, the department of Huila is the largest coffee producer nationwide, in which Pitalito is the municipality with the largest number of coffee growers in the department. The low price of coffee internationally and the high production costs, requires the agronomic sector to seek competitiveness, associated with productivity. The coffee soils present soils with low pH, causing loss of effectiveness in fertilizers, which translates into a decrease in economic yields. Therefore, the objective of this work was to evaluate an organo-mineral aggregate [calcium carbonate matrix and organic matter (mesh 100-150)] developed with the association of coffee growers AGACAFE and Tecnoparque Nodo Pitalito, Huila, which will neutralize the acidity, eliminate the toxicity by Al³⁺ and Mn²⁺, provide calcium, improve the efficiency of the fertilizers, increase the productivity, and increase the activity of the microorganisms in charge of the mineralization of the organic matter. The methodology used was the application of the organo-mineral aggregate in mixture with AGACAFE (17-8-22) versus its control without the aggregate in a completely random design with 7 replicas in the Hacienda de Cadefihuila, Vereda Alto del Obispo, Municipio de San Agustín. As a result, it has been found for the evaluated conditions, that the application of fertilizers with the organo-mineral aggregate showed greater capacity of cation exchange, reduction in the saturation by sodium, increase of the dry mass of the grains, contribution of magnesium and calcium to the fertility of the soil, that the application of the fertilizer without the addition.

KEYWORDS: production, specialty coffees, plant physiology, sustainable agriculture.

INTRODUCCIÓN

Colombia según Trujillo (2017) es mayor consumidor de fertilizantes por unidad de área cultivable en América Latina (Banco Mundial, 2015). La causa de esta demanda tan alta de fertilizantes inicia por los tipos de suelos que tiene Colombia, debido a que de ellos obedecen las características y propiedades que sitúan la metodología del manejo de la fertilidad, enmiendas y el uso de las especies que se cultivarán.

Para que los cultivos sean más productivos es necesario identificar las propiedades física y químicas del suelo, que puedan limitar el desarrollo del cultivo. Colombia es un país muy húmedo y cálido en la gran mayoría de su territorio, por lo cual las precipitaciones son muy frecuentes, esto lava y lixivia cationes como (calcio, magnesio, potasio y sodio), concentrando mayor cantidad de aniones y aumentando la acidez del suelo. Particularmente en el municipio de Pitalito fundamentalmente por sus altas precipitaciones 1516 mm al año (Climate-data.org, 2018), la meteorización de los materiales parentales el suelo, y lavado de las bases intercambiables e intercambio por cationes de carácter ácido, causa acidez en el suelo (Espinosa, 1999). En los suelos ácidos las concentraciones de aluminio (Al³⁺) y manganeso (Mn²⁺) solubles pueden alcanzar niveles de fitotoxicidad (Ortiz & Zapata, 2004); alterando las poblaciones y actividades de los microorganismos que intervienen en

la mineralización de la materia orgánica, igualmente afecta la disponibilidad de fósforo (P) debido a que reacciona con hierro (Fe) y (Al³⁺) formando compuestos insolubles dejando así de estar disponible para el cultivo (Alexander, 1981). Las plantas afectadas por pH bajo crecen menos, presentan deficiencias nutricionales, disminución en la translocación de nutrientes del suelo a la planta y la formación de órganos reproductivos (Valencia, 1970). Para el manejo de la acidez del suelo existen varias estrategias: Disponer de genotipos tolerantes, uso de microorganismos, aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, controlar la erosión, aplicar abonos orgánicos y el empleo de enmiendas inorgánicas Entre las estrategias más frecuentes en la región está la aplicación de enmiendas inorgánicas y aplicación de abonos orgánicos. Los insumos a base de cal agrícola como enmiendas, son fuentes minerales de origen natural o industrial que aportan en su composición carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicato de calcio y/o magnesio (Fassbender 1975, Lemus 1989). Los carbonatos de calcio y silicatos de calcio neutralizan la acidez a través de las bases químicas (Barber 1984). Por otra parte el uso de fertilizantes con contenido de materia orgánica promueven la mineralización del humus en el suelo, este juega un rol importante en la formación de la macro y micro fauna del suelo (Noriega et al 2014).

El humus evita la fijación de los nutrientes, generado por pH bajo y presencia de aluminio, además que permite una mejor absorción de micronutrientes por la raíz de las plantas, por medio de la quelación y aumento de la capacidad de intercambio.

La presente propuesta de investigación tiene como objetivo producir un agregado órgano-mineral [matriz de carbonato de calcio y materia orgánica (malla 100 - 150)], el cual permita neutralizar la acidez, eliminar la toxicidad por Al³⁺ y Mn²⁺, proporcionar calcio, mejorar la eficiencia de los abonos, aumentar la productividad, e incrementar la actividad de los microorganismos encargados de la mineralización de la materia orgánica. Este agregado órgano-mineral irá en mezcla física AGACAFE (17-8- 22) y se compara con algunos fertilizantes complejos simples de formulación comercial usados en la región.

METODOLOGÍA

Localización: El estudio fue realizado en la Finca Cadefihuila, en la vereda Alto del Obispo, municipio de San Agustín, departamento del Huila, a una altura de 1730 m.s.n.m. con una humedad relativa del 80% y una temperatura promedio de 18.8°C.

Variedad sembrada

Se sembró la variedad Castillo® ; que se caracteriza por ser un cultivar con resistencia a plagas y enfermedades; al igual que otras variedades cultivadas en Colombia, la variedad Castillo es susceptible a plagas como el minador de la hoja y la broca del café (Cenicafe, 2013).

Caracterización de los lotes evaluados

Se eligieron 2 lotes de café variedad Castillo, el primero de aproximadamente de 0,5 hectáreas y con una edad de 17 meses y el segundo lote con 2 hectáreas y una edad de 5 años, para comparar el efecto de los tratamientos en las diferentes fases del cultivo. Se establecieron 4 lotes experimentales de diferentes densidades de plantas, estableciendo unidades experimentales iguales de 99 plantas por 100m², los lotes presentan una pendiente del 15%,

Se realizó el ensayo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos corresponden a las diferentes dosis de fertilizante y la edad del cultivo.

Tratamiento	Lote	Edad	Variedad
L1 Control	1	1,5	Castillo
L1 CaCO ₃	1	1,5	Castillo
L2 Control	2	5	Castillo
L2 CaCO ₃	2	5	Castillo

Tabla 1. Información de los tratamientos en cada uno de los lotes.

La unidad experimental estuvo conformada por 99 plantas, distribuidas en 9 surcos con 11 plantas cada uno, para un área de 100 m². Cada tratamiento constó de tres (3) repeticiones, para un área experimental total de 3000 m² y 1188 plantas de café, equivalente a una densidad de 5917 plantas ha⁻¹

Variables evaluadas

Las evaluaciones de las variables fisiológicas se hicieron cada dos meses sobre las mismas plantas para tener un comparativo de dichas evaluaciones a lo largo del desarrollo del ensayo, extrayendo una planta completa de cada unidad experimental, durante el tiempo que duró el ensayo, para un total de 144 plantas extraídas; en cada evaluación las plantas se llevaron al laboratorio de fisiología vegetal y en una estufa de secado se dejaron a una temperatura de 75°C, hasta que su peso sea constante y se determinó materia seca. Las plantas se dividieron en raíz, tallo y hojas de las cuales se tomó peso fresco y peso seco, utilizando una balanza analítica.

La selección de las muestras para las variables fisiológicas se realizó en los lotes seleccionando 6 plantas, por lote en zigzag en los mismos puntos donde se hizo el muestreo del análisis de suelo;

Parámetros estimados.

Número de Hojas: conteo del número de hojas totales que tiene cada planta.

Número de granos: numero de granos por rama productiva.

Área Foliar: área de las hojas de un cultivo expresado en m²

Masa seca Foliar: para esta variable las hojas fueron llevadas a un horno de calentamiento a 70 °C, hasta lograr peso constante.

Masa seca de los granos: para esta variable los granos fueron llevadas a un horno de calentamiento a 70 °C, hasta lograr peso constante.

Fructificación. Se registraron los fructificaciones de los lotes de café seleccionados, durante el periodo de mitaca (correspondiente a mayo y junio) evaluando seis plantas por lote, contando el número de granos de las ramas más productivas del tercio inferior, medio y alto.

El número de hojas y de granos de calcularon mediante la sumatoria del promedio de cada rama dividida en las tres ramas de cada tercio.

La masa seca foliar y para granos, se inició lavando las muestras quitando cualquier tipo de impureza con hipoclorito. Después de la limpieza se introduce las muestras por separado en bolsas de papel, se llevan a secar en un horno a 70C° durante tres días, inmediatamente las muestras son retiradas del horno se procede a pesar cada una de las muestras por árbol. El cálculo de masa seca se realizó sumando el peso de cada rama y dividida en las tres ramas de cada tercio.

La medición de área foliar se realizó con programa *Imagen J*. Seleccionamos tres primeras hojas de afuera hacia dentro de cada rama, tomamos una foto a cada hoja de las diferentes muestras, medimos el diámetro con una regla, introducimos la imagen al programa *Imagen J*, se multiplican los pixeles con los centímetros y allí arroja el resultado en cm² de las diferentes hojas de las muestras. La sumatoria de áreas de cada rama se divide en el número de hojas y el número de ramas muestreadas.

ANÁLISIS DE SUELO

Para la toma de las muestras de suelo, los muestreos se hicieron en zigzag, para cada uno de los tratamientos. En cada uno de los lotes se recolectaron de 6 muestras de suelo por hectárea, la muestra se sacó dentro de la gotera de los árboles a una profundidad de 20 centímetros en el suelo; las muestras recogidas de cada lote, se mezclaron para sacar una sola muestra de un kilo de suelo por tratamiento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de las muestras de suelo se realizó miente la evaluación de las variables “capacidad de intercambio catiónico (C.I.C), saturación de sodio (S.Na), grado de acidez (pH), materia orgánica (MO), Magnesio (Mg), y calcio (Ca)” a través de la prueba t de estudiante (Test-T) utilizando el programa Sigma Plus. Para el análisis de los resultados de los parámetros de producción se realizó la evaluación de las variables “” mediante el análisis de varianza (ANOVA) y el test de comparaciones múltiples de medias (Tukey), los

cuales fueron desarrollados con el programa R studio utilizando la librería AGRICOLAE.

RESULTADOS

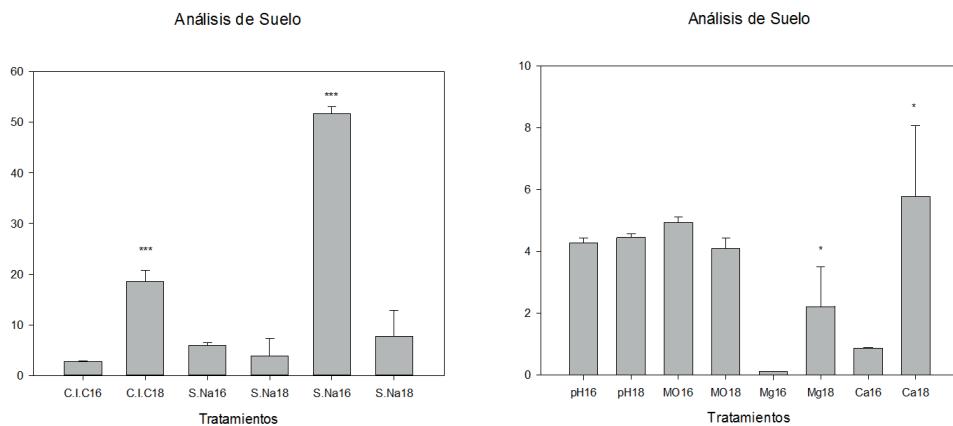


Figura 1. Resultados de la prueba t de estudiante (Test T) para las principales variables de los análisis de suelo de los tratamientos sin agregado orgánico-mineral 2016(16) y con agregado en el 2018 (18). Columnas con diferencias de contraste de hipótesis p -valor indica diferencias significativas $p<0,05$ (*), $p<0,01$ (**) y $p<0,001$ (***).

Los resultados para análisis de suelo después de dos años de implementación del agregado orgánico-mineral de materia orgánica y carbonato de calcio en mezcla con el fertilizante AGACAFE (17-8- 22) (**Figura 1**), presentaron diferencia significativa las variables de (C.I.C18), (S.NA16), (Mg18) y (Ca18).

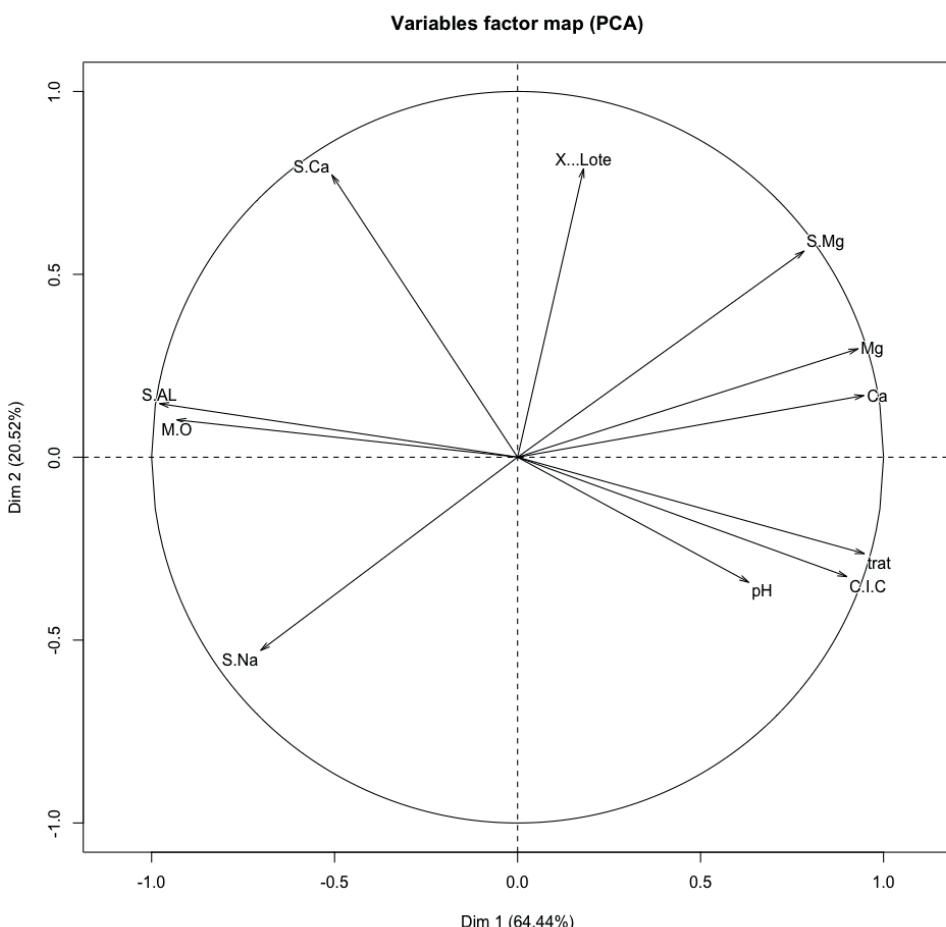


Figura 2: Relación entre variables (ACP) que se muestra mediante la gráfica de dispersión de los dos primeros componentes principales en función de los principales rasgos de análisis de suelo iniciales en el 2016 (Control), a 2018 con la adición de la matriz de $\text{CaCO}_3 + \text{MO}$ durante dos años.

El agregado orgánico-mineral de materia orgánica y carbonato de calcio se comporta como enmienda agrícola en el suelo, a pesar que no cambian el pH y el contenido de materia orgánica, aumenta la capacidad de intercambio catiónico a medida que aumenta la disponibilidad y cantidad de calcio y magnesio en el suelo, como también reduce la saturación por sodio, como lo muestra el análisis de componentes principales en la **Figura 2**.

Para capacidad de intercambio catiónico (C.I.C₁₈) representa un aumento en la cantidad de cationes disponibles para la nutrición vegetal lo que promueve la absorción de otros cationes como el calcio, magnesio, potasio y amonio. Además la reducción significativa de saturación de sodio (S.Na₁₈) incrementa la absorción de otros cationes alrededor de las raíces. El aumento de las concentraciones de magnesio (Mg₁₈) y Calcio

(Ca18), hacen más disponibles estos cationes para ser absorbidos por las raíces y ser translocados por toda la planta.

	Gl	Sc	Dm	Valor-f	Valor-p
Número de hojas	1	36,44	36,44	1,18	0,29
Residuales	22	681,95	31,00		
Masa seca hojas	1	4,76	4,76	1,94	0,17
Residuales	22	53,95	2,45		
Área Foliar	1	69,98	69,97	0,51	0,47
Residuales	22	2974,66	135,21		
Número de granos	1	37,80	37,79	0,14	0,71
Residuales	22	5795,70	263,44		
Masa seca granos	1	259,91	259,92	5,77	0,025*
Residuales	22	989,94	44,99		

Tabla 2. Análisis de varianza (ANOVA) Parámetros de productividad para Número de Hojas, Masa seca hojas, Área Foliar, Número de granos y Masa seca granos Tratamientos: Lote uno fertilización 17-6-18 (L1Control); Lote 1 fertilización 17-6-18-8.2-2.1"CaCO₃, MO"(L1CaCO₃+MO); Lote 2 fertilización 17-6-18(L2Control); Lote 2 fertilización 17-6-18-8.2-2.1"CaCO₃, MO"(L2CaCO₃+MO); *p*-valor indica diferencias significativas p<0,05 (*), p<0,01(**) y p<0,001(***).

Para la evaluación de parámetros de producción se utilizó análisis de varianza (ANOVA), el cual permitió establecer cuál de las variables presentó diferencia significativa. Masa seca granos presentó diferencia significativa con un nivel de significancia de p<0,05, (**Tabla 2**).

Para la masa seca de grano se realizó el test de comparaciones múltiples de medias Tukey (**Figura 3**), el cual presentó diferencia significativa para los tratamientos (L1CaCO₃ y L2CaCO₃), lo que representa una mayor masa seca de grano, como una respuesta positiva en producción, de los tratamientos con la mezcla AGACAFE (17-8- 22) con el agregado orgánico-mineral de materia orgánica y carbonato de calcio en los dos lotes en donde se realizó el muestreo. Esto lo explica la mayor cantidad de calcio y magnesio suministrado por el agregado orgánico mineral, debido a que el ion calcio es utilizado en la síntesis de nuevas paredes celulares y durante la división celular, y proteínas del citoesqueleto (White & Broadley, 2003; Hetherington & Brownlee, 2004), procesos claves en la formación y llenado del fruto. Y el ion magnesio tiene un papel específico en la activación enzimática como en la respiración y la fotosíntesis, lo cual aumenta la cantidad de fotoasimilados en la planta, de los cuales un porcentaje va al fruto. El aumento en la capacidad de intercambio catiónico mejora la fertilidad del suelo, ya que dificulta el lavado de sales por la lluvia y proporciona una reserva de nutrientes disponibles para la planta (Brady,1974).

Parámetros de productividad Masa seca granos

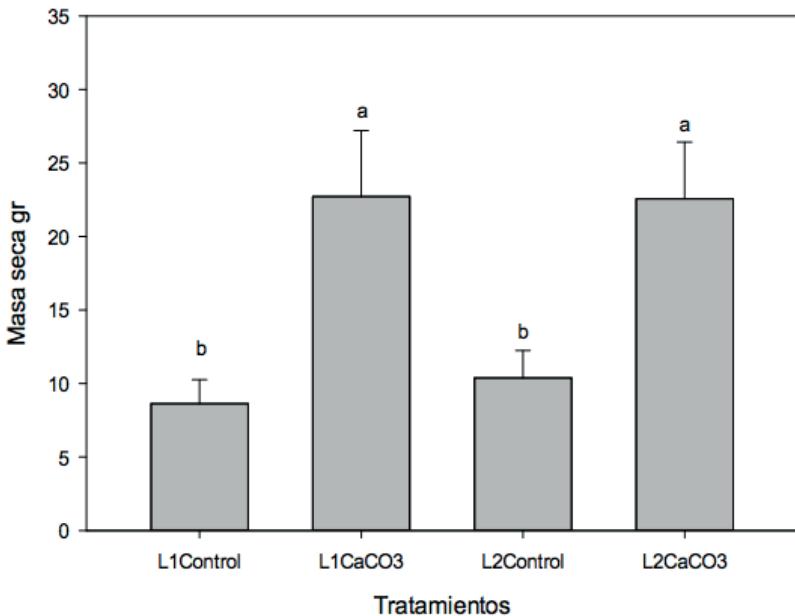


Figura 3. Test de comparaciones múltiples de medias Tukey; tratamientos: Lote uno fertilización 17-6-18 (L1Control); Lote 1 fertilización 17-6-18-8.2-2.1"CaCO₃, MO"(L1CaCO₃+MO); Lote 2 fertilización 17-6-18(L2Control); Lote 2 fertilización 17-6-18-8.2-2.1"CaCO₃, MO"(L2CaCO₃+MO). Tukey 95% de significancia. Letras representan diferencias entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

La evaluación de la mezcla del agregado órgano-mineral [matriz de carbonato de calcio y materia orgánica (malla 100 - 150)] en mezcla con el fertilizante AGACAFE (17-8-22), presento mayor masa seca de granos, que los controles debido al aumento de la conductividad eléctrica en el suelo y la reducción de la saturación de sodio, lo que permitió un mejor flujo nutritivo en la transición suelo planta.

La inclusión de calcio y magnesio por parte de los tratamientos con agregado órgano-mineral [matriz de carbonato de calcio y materia orgánica (malla 100 - 150)] en mezcla con el fertilizante AGACAFE (17-8-22) mejoró la estructura de los frutos.

REFERENCIAS

Alexander, M. (1981). Introducción a la microbiología del suelo (No. 631.46 A439.). México DF, México: AGT editor.

Banco Mundial. (2015). Datos- Indicadores. Obtenido de <http://datos.bancomundial.org/indicador/>:http://datos.bancomundial.org/indicador/AG.CON.FERT.ZS?order=wbapi_data_value_2012+wbapi_data_value+wbapi_data_value-last&sort=desc (consultado 6 de septiembre de 2018).

Barber, S. 1984. Liming materials and practices. In Adams, F. ed. Soil acidity and liming. 2 ed. Madison, Wisconsin, US. P 171-209. (Agronomy Monograph no.12).

Brady, N. C. (1974). The nature and properties of soils. 8th edn. Macmillan, New York.

Climate-Data. org. (2018). Clima: Pitalito, <https://es.climate data.org/location/49679>, (consultado 2 de agosto de 2018).

Colombia, A. (2014). Área cosechada, producción y rendimiento de Café, 2017. Agronet; [consultado 7 de agosto de 2018].

Fassbender, H. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, CR, IICA. 398 p.

Hetherington, A. M., & Brownlee, C. (2004). The generation of Ca²⁺ signals in plants. Annu. Rev. Plant Biol., 55, 401-427.

International Coffee Organization, Total production by all exporting countries, <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf>, (Consultado 6 de Agosto de 2018)

Lemus, F. 1989. ¿Síndrome de toxicidad de aluminio, manganeso y hierro en el café, o “Mal de Viñas”? Laboratorio de análisis de suelos y plantas, AGROSA (nombre actual: Soluciones Analíticas), Guatemala

Noriega Altamirano, G., Cárcamo Rico, B., Gómez Cruz, M. Á., Schwentesius Rindermann, R., Cruz Hernández, S., Leyva Baeza, J., & Martínez Hernández, A. (2014). Intensificación de la producción en la agricultura orgánica: caso café. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(1), 163-169.

CAPÍTULO 5

RIESGOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS POR LAS EMPRESAS MINERAS DE LA REGIÓN PUNO

Data de submissão: 06/05/2023

Data de aceite: 02/06/2023

Vitaliano Enriquez Mamani

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca - Perú

<https://orcid.org/0000-0002-9858-2488>

Carmen Eliza Zela Pacori

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca – Perú

<https://orcid.org/0000-0002-2063-325>

José Oscar Huanca Frias

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca - Perú

<https://orcid.org/0000-0003-0638-2129>

Virginia Guadalupe Pacompa Flores

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca - Perú

<https://orcid.org/0000-0002-0303-4631>

Enrique Gualberto Parillo Sosa

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca - Perú

<https://orcid.org/0000-0003-0198-987X>

Ingrid Liz Quispe Ticona

Universidad Andina Néstor Cáceres
Velásquez. Juliaca, Perú

<https://orcid.org/0000-0002-7619-9592>

Julio Rumualdo Gallegos Ramos

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca - Perú

<http://orcid.org/0000-0002-4868-9893>

Nestor Bolívar Espinoza

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca - Perú

<http://orcid.org/0000-0003-1286-7480>

Ilich Xavier Talavera Salas

Universidad Nacional de Juliaca,
Juliaca – Perú

<https://orcid.org/0000-0002-4258-9162>

RESUMEN: La investigación tiene el objeto de determinar riesgos ambientales generados por las empresas mineras de la Región Puno, la identificación y evaluación de perspectivas ambientales es razón para la ejecución de un marco de gestión ambiental ecológica dependiente de la norma ISO14001, en razón se plantea la interrogante, ¿Cuáles son los riesgos ambientales generados por las empresas mineras?, así se determinará la cantidad de riesgos ambientales asociados a los procesos de extracción de mineral, para valorar los aspectos ambientales identificados, para determinar su nivel de

significancia y nivel de riesgos ambiental significativos asociados a los procesos de extracción de mineral; que se iniciará con el reconocimiento y valoración de criterios ambientales generados por la minería en la Región de Puno, la evaluación de dichos aspectos ambientales (AA) será a través del Sistema del Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML); con el propósito de reconocer un total de 39 criterios ambientales pensando en las nueve (09) medidas señaladas con la extracción de minerales, de las cuales por lo menos se resolverán quince (15) criterios ambientales. El presente estudio posee como método el científico sistemático e hipotético deductivo, que permite la obtención y elaboración de datos obtenidos y el conocimiento de hechos fundamentales, siendo la población y muestra. El estudio se resume: generación desmesurada de polvo, residuos sólidos peligrosos, agua residual, los procesos de perforación y voladuras, el proceso de mantenimiento, recintos e infraestructuras auxiliares, transporte y descarga de mineral, carguío y envío de mineral. Como conclusión: Se identifican los aspectos ambientales asociados a los procesos de extracción de mineral de la empresa minera Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Photo de Ananea CECOMSAP, identificándose un total de 39 aspectos ambientales, considerando nueve (09) procesos, seis (06) de operaciones de las labores subterráneas y tres (03) de instalaciones auxiliares.

PALABRAS CLAVE: Amenaza potencial, evaluación, impacto, medio ambiental, procesos unitarios, riesgos.

ENVIRONMENTAL RISKS ESTABLISHED BY THE MINING COMPANIES OF THE PUNO REGION

ABSTRACT: The objective of this study is to determine the environmental risks generated by mining companies in the Puno Region. The identification and evaluation of environmental perspectives necessitates the implementation of an ecological environmental management framework, dependent on the ISO14001 standard. Whereby the question arises: What are the environmental risks generated by mining companies? As such, this study will determine the amount of environmental risks associated with the mineral extraction processes by assessing the environmental aspects identified and determining their level of significance and thus the level of significant environmental risks associated with mineral extraction processes; which will begin with the recognition and evaluation of environmental criteria generated by mining in the Puno Region. The evaluation of said environmental aspects (AA) will be through the System of the National Center for Cleaner Production (CNPML); with the purpose of recognizing a total of 39 environmental criteria considering the nine (09) measures indicated with the extraction of minerals, of which at least fifteen (15) environmental criteria will be resolved. The present study uses the systemic and hypothetical deductive scientific method, which allows the obtaining and elaboration of data obtained and the knowledge of fundamental facts, being the population and sample. The study in summary: excessive generation of dust, hazardous solid waste, residual water, drilling and blasting processes, the maintenance process, enclosures and auxiliary infrastructures, transport and unloading of minerals, loading and shipping of minerals. In conclusion: The environmental aspects associated with the mineral extraction processes of the mining company Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Photo de Ananea CECOMSAP are identified, identifying a total of 39 environmental aspects, considering nine (09) processes, six (06) of underground work operations and three (03) of

auxiliary facilities.

KEYWORDS: Potential threat, evaluation, impact, environmental, unit processes, risks.

INTRODUCCIÓN

Los riesgos ambientales, a nivel mundial, como el aseguramiento de los peligros ecológicos en la actualidad son la etapa central de inicio para la ejecución de un sistema de gestión ambiental, que permita a las organizaciones abrir sectores empresariales, particularmente en el exterior. Por otro lado, este tipo de certificado es requerido y obligatorio para elegir proveedores. Por otra parte, existe la obligación natural a la que todas las organizaciones deberían estar obligadas a permitir la mejora sustentable del distrito y del país.

Asimismo, a nivel público, como una característica del sistema de gestión ambiental, las organizaciones deben tener sus riesgos ambientales reconocidos de manera inequívoca, que generalmente se identifican con la acción que genera efectos ecológicos; Pero esto, además de la seguridad de los peligros ecológicos a los que está sujeta la asociación como resultado de las perspectivas ecológicas distinguidas, debe coordinarse con estos datos. Asimismo, propondrá estrategias para que las instituciones implementen mecanismos de control interno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de investigación

Es una investigación de enfoque cuantitativo, porque reúne las siguientes características: Plantea un problema de estudio delimitado y concreto, las preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas; una vez planteado el problema de estudio, se ha revisado investigaciones anteriores y tiene revisión de literatura; tiene marco teórico, que es la teoría que nos ha servido de guía en el estudio; tiene hipótesis para probar si son ciertas o no; se ha sometido a la prueba las hipótesis, y para la obtención de los resultados se ha recolectado datos numéricos de los objetos, fenómenos o participantes.

Método de investigación

Para el desarrollo de la investigación se aplicó los principales métodos: análisis, Inductivo – deductivo, estadístico según plantea, porque se analizará el fundamento teórico – práctico de carácter general.

Se utiliza la metodología del Centro Nacional de Producción Más Limpia

Se identifican los aspectos ambientales de cada proceso de la organización, utilizando la siguiente metodología:

Entrada: Considerando todos los insumos que ingresan en el proceso, incluyendo

todo tipo de materiales, energías, materias primas, repuestos, entre otros.

Salida: Considerando los productos resultantes para los cuales se estableció el proceso.

Residuos: Estableciendo los residuos generados del material de entrada y la generación del producto deseado (Considerando: piezas desgastadas, ruido, calor, vapores, vibraciones, residuos sólidos, material de limpieza en desuso, agua contaminada, aire contaminado, aceites y grasas en desuso, entre otros).

Alcance de investigación

Es una investigación de alcance exploratorio, descriptivo y explicativo. Es un estudio exploratorio, porque nuestro objetivo fue examinar un tema no conocido, se tiene dudas y no se ha abordado antes y hemos indagado aspectos o áreas desde nuevas perspectivas de la empresa motivo de estudio. Es una investigación descriptiva, porque se busca especificar o describir las propiedades, características y rasgos importantes. Es una investigación explicativa, porque se pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian con las encuestas elaboradas.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es una investigación no experimental, pues se ha desarrollado sin manipular deliberadamente las variables independientes, se basa en categorías, conceptos, sucesos o contextos que ya ocurrieron o se dieron sin la intervención directa del investigador, se observarán los fenómenos en su ambiente natural para después analizar e interpretar.

Poblacion

La población de estudio está conformada por 30 centros mineros de la Región de Puno, El cuadro detalla con más precisión.

Muestra

La muestra de estudio lo constituye cuatro derechos mineros de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Photo de Ananea del departamento Puno, provincia de San Antonio de Putina, distrito de Ananea, obtenidos de la población de estudio, el muestreo es no probabilístico censal por conveniencia

Nº	Derecho Minero	Vértice	Coordenadas UTM	
			ESTE	NORTE
01	San Antonio	V-1	441718.23	8378311.99
		V-2	443909.17	8378112.61
		V-3	443818.54	8377116.72
		V-4	441627.59	8377316.10
02	María	V-1	443909.17	8378112.61
		V-2	445104.23	8378003.86
		V-3	444922.98	8376012.09
		V-4	443727.91	8376120.84
03	La Mística	V-1	445138.98	8378400.61
		V-2	447128.56	8378219.55
		V-3	447019.93	8377025.73
		V-4	445030.36	8377206.86
04	Estela	V-1	445030.36	8377206.86
		V-2	447019.93	8377025.73
		V-3	446911.30	8375832.06
		V-4	444921.72	8376013.11

Tabla 1 - Derechos mineros de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Photo de Ananea

Fuente: Gobierno Regional de Puno, 2014

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

En el proceso de evaluación de aspectos ambientales se consideran dos fases generales, las cuales corresponden a la identificación de los aspectos ambientales; y la valoración de los aspectos ambientales. En primer lugar, se debe identificar como cada acción del proyecto y se puede modificar el informe de tesis algunas de las características ambientales (aspecto ambiental), y en un segundo lugar, se establece cuáles de ellos alcanzan un nivel de significancia tal es que se establezca una responsabilidad por parte del ejecutor del proyecto para mitigarlos a estos últimos se denominan aspectos ambientales significativos

RESULTADOS

Proceso: Perforación y voladura			Responsable del proceso: Jefe de medio ambiente.			
No.	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Severidad	Frecuencia	Valoración	Clasificación
1	Agua Residual	Contaminación de cuerpos de agua	02-ene	4	10	Significativo.

Tabla 2 - Evaluación de aspectos ambientales de perforación y voladura

Proceso: Carguío y envío de mineral.				Responsable del proceso: Jefe de medio ambiente.		
No.	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Severidad	Frecuencia	Valoración	Clasificación
1	Generación de Material Particulado	Contaminación del aire	2 - 1	4	10	Significativo

Tabla 3 - Evaluación de aspectos ambientales de carguío y envío de mineral.

Proceso: Operación de área de mantenimiento				Responsable del proceso: Jefe de medio ambiente.		
No.	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Severidad	Frecuencia	Valoración	Clasificación
1	Generación de residuos de aparatos electrónicos.	Contaminación del suelo.	2 - 1	4	10	Significativo
2	Generación de residuos sólidos peligrosos.	Contaminación del suelo.	2 - 1	4	10	Significativo.

Tabla 4 - Evaluación de Aspecto Ambiental de operación de mantenimiento

DISCUSIÓN

Es indudable el efecto positivo que genera la actividad minera a nivel macroeconómico, principalmente en el aumento de las exportaciones y su consecuente generación de divisas y alivio de la balanza de pagos, así como en el crecimiento económico. Sin embargo, es menos claro el impacto real de la industria minera en la generación de empleo directo e indirecto, así como en el proceso de desarrollo local y regional. En general, el impacto del sector a nivel meso y microeconómico es aún indeterminado, y hasta el momento hay más evidencia que sustenta un efecto negativo en el corto y mediano plazo.

Un punto importante es la falta de información básica que permite estimar con mayor precisión el impacto real de la minería en el desarrollo nacional. Una manera de que la minería acreciente su contribución al desarrollo nacional es su articulación con el resto del aparato productivo del país. La metodología estándar para medir esta articulación es usar la matriz de insumo-producto y analizar los coeficientes técnicos que se presentan en la matriz de compras intermedias. Este tipo de análisis no se ha realizado desde hace más de veinte años en el país; por lo tanto, no se conoce la real contribución económica (directa e indirecta) de la minería. La falta de una tabla de insumo-producto actualizada, desagregada por actividad productiva y específica de cada región, impide medir los coeficientes directos e indirectos de la minería a nivel nacional y regional, así como el efecto diferenciado de cada explotación en particular (oro, plata y zinc).

Los impactos sociales identificados en la ejecución de actividades mineras es la inmigración de personas a las zonas de extracción incrementando el número de población total, el cual tiene un crecimiento anual de 2,2% por actividades referidas a la explotación

del oro, el cual tuvo su mayor producción la producción fue siempre inferior a la de ese año debido a la promulgación de normas que ayudan a controlar y disminuir los conflictos generados por la explotación ilegal de este recurso y el cambio desmedido del suelo que se generó en busca del preciado recurso, los casos por inseguridad ciudadana se incrementaron especialmente en las zonas de campamentos mineros ilegales donde los abusos de los derechos no tiene control.

El Instituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo – IIED, menciona que uno de los impactos más significativos de las actividades mineras es la migración de las personas hacia los asentamientos mineros, particularmente donde la mina constituye la actividad económica más importante de la zona. Los aumentos súbitos de población impactan negativamente sobre las tierras, aguas y otros recursos, así como más problemas de saneamiento y disposición de desechos.

El Ministerio del Ambiente y el Instituto de Investigación Amazonia Peruana, mencionan que la informalidad y la ilegalidad de la minería aurífera ponen en riesgo serio la seguridad regional incluso nacional por la proliferación de grupos de poder, con gran influencia en la región, y usan hasta armas y la fuerzo para imponer sus actividades ilegales.

Los impactos generados a nivel económico, si bien existe un incremento en cuanto al porcentaje de población económicamente activa, el ingreso promedio mensual el cual a su vez supera el sueldo mínimo nacional, esto se da para los mineros ilegales, las familias nativas y cuyas familias que no se dedican a estas labores no gozan de los mismos ingresos quienes se encuentran en una situación de pobreza. Las labores de extracción minera son realizadas por personas de todas las edades, entre los cuales también participan los niños; los niños menores de 05 años cerca del 10% están con desnutrición, el nivel de analfabetismo se mantiene constante debido a que los niños no asisten a la escuela por realizar labores de extracción de oro.

Los hallazgos encontrados guardan coherencia con lo señalado por el Ministerio de Energía y Minas, en su documento Prospectiva Estratégica del Sector Minero, en su diseño conceptual del sector minero, al sostener que la Sostenibilidad Económica de la minería informal, comprendida como la ejecución de actividades de rentabilidad económica permiten cubrir las necesidades primarias de la población sin afectar los medios naturales no renovables.

La sostenibilidad ambiental de la minería informal, los resultados encontrados muestran que en opinión de los expertos, existen convergencias en determinar que la extracción y explotación informal de minerales perjudica e impacta de manera negativa en el medio ambiente, por su ejecución sin ningún tipo de control ni fiscalización de estas actividades, al mismo tiempo de generar un conjunto de pasivos ambientales como bocaminas, pozas de cianuración, residuos de mineral, tierra y piedras que se dejan abandonadas y no se les da el tratamiento respectivo, esto se produce porque la actividad minera opera sin criterios ambientales, sociales ni de desarrollo, produciendo una gran

contaminación con grave perjuicio a la salud de las personas, animales y ambiente en general.

La sostenibilidad ambiental se relaciona directamente con el desarrollo sostenible y es entendida como un proceso de cambios que se generan en el entorno y que afectan la calidad de vida de la población, para ello es necesario que el crecimiento económico se haga de manera eficiente y que los modelos de producción no destruyan el ecosistema, lo cual no ocurre de ninguna manera en las actividades de la minería informal.

La minería informal carece de estrategias sostenibles y la no inclusión de las comunidades en la adopción de estrategias que se aplican producen inestabilidad social que repercute en pérdidas económicas y ambientales.

La contaminación ambiental en el medio social, los resultados nos muestran en opinión de los expertos entrevistados que la minería informal genera serios daños a las poblaciones, su desarrollo sin un monitoreo y control adecuado contamina los recursos imprescindibles para las personas. El impacto de las actividades de la minería informal en la sub categoría territorio, se constata en las invasiones generadas a gran escala, esta minería promueve invasión, expansión desordenada del territorio y corrupción en todos los niveles del estado, con grave afectación al medio social. Por otro lado, la minería informal causa un impacto negativo afectando a la crianza de vicuñas, especie que se encuentra en las zonas de explotación minera, expuesta a los focos de contaminación y a ser desplazada de su ecosistema por la minería informal al contaminar el agua que las abastece e invasión de sus territorios, de esta manera la minería informal afecta una actividad que brinda beneficios a la sociedad y que constituye su patrimonio cultural.

Las conclusiones convergentes de los expertos respecto a los daños irreparables que causa la minería informal en el medio ambiente y la necesidad de adoptar medidas urgentes para la conservación del medio en que vivimos. Realiza el análisis de las dos teorías divergentes: antropocéntrica y ecocéntrica. Lo fundamenta e infiere que el medioambiente debe ser la totalidad de aquello que será nuestro alrededor, es decir el medio natural y urbano, y todas sus partes fundamentales para poder vivir. Ochoa menciona que en la doctrina ha ocurrido un fuerte conversatorio sobre el considerar al bien jurídico protegido en el delito medioambiental, dentro del interés individual o colectivo, acota que la teoría antropocéntrica, se orienta en creer que la humanidad son seres superiores frente a los demás de la naturaleza, dicho así, concluye que el ser humano es el legítimo propietario de aquélla y, por tanto, podrá usarla para sus objetivos, en consecuencia la naturaleza tiene valores por sus contribuciones a la calidad de la vida humana, dando satisfacción a su necesidad física y material; contrariamente, la teoría ecocéntrica, menciona que la naturaleza tiene valores inherentes, con independencia de que si le es útil o no a los seres humanos; es decir el ecocéntrico valora a la naturaleza por sí misma. El Derecho siempre ha estado interviniendo en las implicancias de ambas teorías, con la finalidad de la preservación del medioambiente.

Los impactos negativos generados por las actividades de la minería informal en el Distrito y Provincia de Contumazá, en el medio natural, social y ambiental, en su investigación titulada: El Impacto de la minería ilegal del oro y el desarrollo sostenible en la Región de Madre de Dios, que concluyó determinando que la actividad minera ilegal aurífera causa efectos negativos para el desarrollo sostenible de la región por los graves daños que esta actividad ocasiona al medio ambiente, ecología, población y principalmente a la economía regional y del país, en su investigación titulada: Impacto de la contaminación de la minería informal en el cerro el Toro-Huamachuco, al sostener que el efecto contaminante de la actividad minera informal en el cerro el Toro es muy crítica en relación a las categorías ambientales: suelo, agua, del aire, salud comunitaria, diversidad fauna y flora con grado de aceptabilidad respecto a los parámetros: actividad tradicional, estilo de vida y crecimiento poblacional. En consecuencia, la minería informal tiene un impacto negativo sobre la vida, población y medio ambiente, con grave exposición del medio ambiente y afectación de las zonas de cultivo y afectando la fauna y flora del lugar, con marcado deterioro de los ríos, suelos, y zonas de cultivo.

La relevancia de la presente investigación se sustenta en las mejores condiciones de vida de la población que se puede generar a través de la aplicación de medidas orientadas a un ordenamiento de la minería artesanal, como resultado de la identificación de los impactos negativos del medio ambiente determinados en el estudio y en sus recomendaciones para la formalización de la actividad minera, con lo cual se posibilita el desarrollo social en beneficio de los pobladores de Contumazá.

Este enfoque es lo suficientemente amplio como para comprender las fortalezas y debilidades centrales que determinan potencialidades de desarrollo local y regional. Entre las políticas a nivel meso se encuentran aquellas que son específicas para la creación de ventajas competitivas, política tecnológica, de educación y ambiental, entre otras. Sin diversificación económica a nivel regional y nacional, el crecimiento económico que arrastran las industrias extractivas no estará acompañado de cambios significativos en la calidad de vida de las poblaciones locales.

CONCLUSIONES.

Se identifican los aspectos ambientales asociados a los procesos de extracción de mineral de la empresa minera Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Photo de Ananea CECOMSAP, identificándose un total de 39 aspectos ambientales, considerando nueve (09) procesos, seis (06) de operaciones de las labores subterráneas y tres (03) de instalaciones auxiliares.

Se evaluaron los 39 aspectos ambientales identificados y se determinó que quince (15) son aspectos ambientales significativos, los procesos que registran aspectos ambientales significativos son siete (07); el proceso de perforación tiene un (01) aspecto

ambiental significativo relacionado a la generación de agua residual, el proceso de transporte de descarga de mineral, disposición de desmonte, carguío y envío de mineral sumados tienen tres (03) aspectos ambientales significativos, cada uno con un aspecto relacionado con la generación de material particulado, el proceso de operación del Área de Mantenimiento tiene tres (03) aspectos ambientales significativos relacionados con la generación de agua residual, generación de residuos sólidos peligrosos y RAEE, el proceso de operación de campamento tiene tres (03) aspectos ambientales significativos relacionados con generación de agua residual, generación de residuos sólidos peligrosos y RAEE y el proceso de operación de oficinas principales tiene dos (02) aspectos ambientales significativos relacionados con la generación de residuos sólidos peligrosos y RAEE.

Se evaluó el nivel de riesgo ambiental asociado a los aspectos ambientales significativos, es decir, la generación de material particulado, generaciones de residuos sólidos peligrosos, y la generación de agua residual; determinando que la contaminación del suelo como consecuencia de la generación de residuos peligrosos, tanto para el entorno natural como para el entorno humano representan un riesgo alto.

REFERENCIAS

- ALMENDRO, F. “**Estudio de impacto ambiental del proyecto de exploración minera Poshan, en el distrito Guzmango/Tantarica – Contumaza – Cajamarca**”. Cajamarca.: Tesis de grado. Universidad Privada Antenor Orrego., 2015.
- BARRERA, M.; BELTRÁN, R.; GONZÁLES, D. **Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en conformidad con ley de prevención de riesgos de PYMES que fabrican productos elaborados de metal, maquinaria y equipo**. El Salvador: Trabajo de grado, Ingeniería Industrial, Universidad de El Salvador, SanSalvador., 2011.
- BLANCO, E.; PARICAHUA, H. “**Identificación y Valoración de Impactos Ambientales Generados por las Actividades de la Minería Informal, en el Cerro Luicho del Distrito de Colta, provincia de Paucar del Sara, Ayacucho**”. Ayacucho.: Tesis. Universidad Tecnológica del Perú., 2020.
- CORCUERA, C. “**Impacto de la contaminación de la Minería Informal en el Cerro el Toro – Huamachuco**”. La Libertad.: Tesis. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional de Trujillo., 2015.
- CORPORACIÓN AMERICANA DE DESARROLLO CAD- PERÚ. **Universidad Nacional Agraria la Molina**. Arequipa: Curso de Especialización Profesional Auditoría de los Sistemas de Gestión Ambiental, “Norma Internacional ISO 14000 – 14001:2004”Fundamentos e Interpretació, 2008.
- DELGADO, V. “**El impacto de la minería en el Perú, bajo la exégesis del análisis económico del derecho, periodo del 2010 al 2015**”. Lima: Tesis. Universidad Peruana de las Américas., 2016.
- FORAQUITA, J. **Valoración de riesgo ambiental por presencia de plomo y mercurio en la: trucha (Salmo trutta), pejerrey (Odontesthes regia regia), provenientes de la zona de Arapa**. Puno.: Tesis. Universidad Nacional del Altiplano de Puno., 2018.

GOBIERNO REGIONAL DE PUNO. Plan Regional de Acción Ambiental Puno 2014 - 2021. Puno: Oficina de Estadística - MTC - 2013. Coordinador de la Formulación del Plan de Acción Ambiental., 2014.

GUTIÉRREZ, P. Desarrollo de un sistema de gestión ambiental, seguridad y salud en el trabajo para una empresa de formulación y envase de productos fitosanitarios. Lima - Perú : Trabajo de grado, Magister en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2013.

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. Metodología de la Investigación. Mexico: (4ta ed.). México, D. F.: McGraw Hill / Interamericana Editores. S.A., 2006.

JUAREZ, B. Evaluación de riesgo ambiental del relave minero - metalúrgico de la planta de beneficio Tiquillaca, UNA - Puno. Puno: Tesis. Universidad Nacional del Altiplano de Puno., 2020.

MORALES, K. J. E.; HERNÁNDEZ, A.; PINILLA, E. M. La participación de la minería y sus beneficios económicos en Colombia y Perú. Colombia - Perú: In Vestigium Ire, 10(1), 208-228., 2016.

OBLASSER, A. Estudio sobre lineamientos, incentivos y regulación para el manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM) incluyendo cierre de faenas mineras: Bolivia. Bolivia: (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú., 2016.

OLIVERA, A. "Evaluación ambiental del índice de calidad del agua del río Lorpongo afectado por los pasivos ambientales de la Mina Gavilán de Plata - Laraqueri – Puno". Puno: Tesis de Grado. Universidad Nacional del Altiplano., 2019.

RODRÍGUEZ, A. C. O. Derecho de preferencia en asignación de áreas para las explotaciones mineras El caso de Perú, Chile y Colombia. Chile - Colombia: Derecho y Realidad, 2(9)., 2016.

ROMERO, D. Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en la compañía minera Casapalca S.A. Lima Perú: Trabajo de grado, Maestría en Ciencias con mención en Seguridad y Salud Minera. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú., 2010.

YAMUCA, E. Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental Basado en la Norma ISO 14001: 2004, para una Fábrica De Cemento. Lima: Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú., 2010.

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico en Química por el Colegio Profesional de Uberlândia (2008), Licenciado en Química por la Universidad Federal de Uberlândia (2010), Licenciado en Química (2011) y Licenciado en Química Industrial (2023) por la Universidad de Uberaba, en Ciencias Biológicas (2021) y en Física (2022) por la Faculdade Única. Especialista en Metodología de Enseñanza de Química y Enseñanza Superior por la Faculdade JK Serrana de Brasilia (2012), especialista en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas por el Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista en Ciencias Naturales y Mercado Laboral (2022) por la Universidad Federal de Piauí (UFPI). Maestría en Química por la Universidad Federal de Uberlândia (2015), con énfasis en el desarrollo de un bioadsorbente para la remoción de iones As(V), Sb(III) y Se(IV) en diferentes matrices acuáticas. Doctorado en Química por la Universidad Federal de Uberlândia (2018), con énfasis en Procesos Oxidativos Avanzados [fotocatálisis heterogénea (TiO_2 /UV-A y TiO_2 /Solar, H_2O_2 /UV-C) para la remoción de contaminantes de preocupación emergente (CPE) en diferentes matrices acuáticas. Realizó la primera pasantía posdoctoral (de mayo de 2020 a abril de 2022) y está cursando la segunda pasantía (2022-actual) en la Universidad Federal de Uberlândia con énfasis en la aplicación de nuevos agentes oxidantes utilizando radiación solar para remover CPE en efluentes de una red de alcantarillado planta de tratamiento. Actualmente es químico y técnico responsable de los laboratorios de Unicesumar/Polo Patrocínio y actúa en las siguientes líneas de investigación: (i) Desarrollo de nuevas metodologías para el tratamiento y valorización de residuos químicos generados en laboratorios de instituciones de enseñanza e investigación; (ii) estudios de seguimiento de CPE; (iii) Desarrollo de nuevas tecnologías avanzadas para la remoción de CPE en diferentes matrices acuáticas; (iv) Aplicación de procesos oxidativos avanzados (H_2O_2 /UV C, TiO_2 /UV-A y foto-Fenton y otros) para remover CPE en efluentes de la planta de tratamiento de efluentes para su reutilización; (v) Estudio y desarrollo de nuevos biosorbentes para la remediación ambiental de CPE en diferentes matrices acuáticas; (vi) Educación Ambiental y; (vii) alfabetización científica y procesos de alfabetización en el área de las ciencias naturales, especialmente biología y química.

A

- Actividades mineras 52, 53
Acuicultura 24, 25, 29
Adolescentes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11
Agricultura sustentable 3
Agroecología 1, 3, 13
Amonio Total como Nitrógeno (TAN) 27, 28
Análisis Bromatológicos 19
Aprender-haciendo 4
Aspectos ambientales 47, 48, 49, 51, 52, 55, 56

B

- Biomasa 15, 19, 21

C

- Café 37, 39, 40, 41, 46
Cambio climático 13, 17
Chile 1, 2, 3, 4, 13, 24, 25, 26, 29, 31, 57
Conciencia ambiental 11
Contaminación ambiental 15, 54
Criterios ambientales 48, 53

D

- Desarrollo sustentable 11, 15, 17, 22

E

- Ecosistemas 16, 17, 19
Extracción de mineral 47, 48, 55

F

- Fertilizantes 3, 18, 37, 38, 39

H

- Hortalizas 1, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 18

M

- Medio ambiente 10, 11, 17, 22, 51, 52, 53, 54, 55
Mexico 57
Microorganismos 8, 37, 38, 39

N

Niñas 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11

O

Órgano-mineral 37, 39, 42, 43, 44, 45

Oxígeno disuelto 26, 28, 36

P

Paulownia 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Peces 24, 25, 26, 27, 28, 30

Problemas ambientales 18

R

Recursos arbóreos 16

Recursos naturales 16, 19

Reforestación 15, 16, 17, 18, 19

Residuales 15, 19, 44

Residuos 3, 8, 9, 48, 50, 52, 53, 56, 58

Riesgos ambientales 47, 49

S

Salmón 25

Salmonicultura 24

Sector cafetero 37

Seriola lalandi 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36

Sistemas acuícolas de recirculación 24, 25

Suelos erosionados 15, 19

Sustentabilidad 4, 17, 19

U

Unidad Piloto de Engorda (UPE) 25, 26, 29

V

Vulnerabilidad 1, 2, 4, 11, 13

MEDIO AMBIENTE: Agricultura, desarrollo y sustentabilidad

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- ⬇️ www.facebook.com/atenaeditora.com.br

MEDIO AMBIENTE: Agricultura, desarrollo y sustentabilidad

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- ⌚ [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Ano 2023