



inku

Intelectual

“Encuentro Intelectual”

EL ALTO, BOLIVIA 2019



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

MSc. Freddy Gualberto Medrano Alanoca

RECTOR

Dr. Carlos Condori Titirico

VICERRECTOR

Dr. Antonio S. López Andrade Ph. D.

DIRECTOR DICyT

COMITÉ REVISOR:

Dr. Jaime Vargas Condori Ph. D.

Dr. Pedro Delgado Callisaya Ph. D.

Dr. Jorge Apaza Condori Ph. D.

Dr. Víctor Hugo Mendoza Ph. D.

Dr. Sergio Moreira Ascarrunz Ph. D.

Dr. Abel Rojas Pardo Ph. D.

Dr. Francisco Mamani Pati Ph. D.

Ing. Silvia Orieta Aquino Tarqui

Lic. Yelmo Quispe Condori

DIAGRAMACIÓN:

Ing. Charles Huanca Quispe

COLABORACIÓN ADMINISTRATIVA:

Lic. Arreil Vergara Nina

Mauricia Cocarico Villca

DEPÓSITO LEGA: 4-3-59-13 P.O.

**DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESO
EN LOS TALLERES GRÁFICOS**

Creaciones **PROGRAFIC**

Cel.: 67066679 - 74274777

La información presentada como ARTÍCULO CIENTÍFICO en la presente edición es de entera responsabilidad de cada uno de los autores..

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL POR CUALQUIER MEDIO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES.

CONTENIDO

EDITORIAL

Dr. Carlos Condori Titirico

VICERRECTOR

PRESENTACIÓN

Dr. Antonio S. López Andrade Ph.D.

Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología

TRANSNACIONALIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, SU PONDERACIÓN POR LOS POTENCIALES CLIENTES DE POSTGRADO Y LA PÉRDIDA DE EQUIDAD.....11

Miguel Angel Zilvetty Torrico

ESTUDIO DE UN CONVERSOR DE ENERGÍA EÓLICA A ESCALA EXPERIMENTAL.....19

Elma Roció Córdova Quispe

TÉCNICAS DE CONTROL DE MONILIASIS (MONILIOPHTHOTA RORERI), EN EL CULTIVO DE CACAO (TEOBROMA CACAO) CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA REGIÓN DE ALTO BENI DE LOS YUNGAS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ.....29

Rogelio Maydana Apaza

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN ACOPLADO CON GEOQUÍMICA PARA LA CAPTURA GEOLÓGICA DE CO₂ EN UN ACUÍFERO.....39

Dayna Rodríguez Zambrano, Anai Linda Paye Fabian

EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LA EDUCACIÓN BOLIVIANA 2002-2013.....49

Gabriel E. Heredia Villarroel, Sarah Yesmi Vásquez Salazar

CONOCIMIENTOS DE CONTENIDOS METODOLÓGICOS EN LA ELABORACIÓN DE TESIS DE LICENCIATURA. CARRERA DE SOCIOLOGÍA – UPEA.....57

Ernesto Carvajal Vargas

RESEÑA HISTÓRICA DE LA FORMACIÓN DE LA NEUROCIENCIA.....67

Sergio Ramiro Castañeta Quispe

RIESGO ERGONÓMICO EN LA POSTURA DE PERSONAL DE ATENCIÓN DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO 2018.....79

Carlos Condori Titirico, Cyntia Ruth Flores García

NIVEL PLASMÁTICO DE GHRELINA EN PACIENTES CON DESNUTRICIÓN EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS EN EL MUNICIPIO EN CHULUMANI EN LA GESTIÓN 2018.....87

Nadia P. Apaza Torrez, Karen Roxana Rodríguez Limachi

PREDISPOSICIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DE CONSORCIOS MICRO EMPRESARIALES ENTRE LOS PRODUCTORES DE PRENDAS DE VESTIR DE LA ZONA GARITA DE LIMA, GESTIÓN 2017.....95

Donato R. Capia Flores, Lucy A. Capia Flores, Irene G. Capia Flores

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE RIEGO TECNIFICADO Y POR GRAVEDAD EN EL CULTIVO DE LA PAPA A FIN DE OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO Y REALIZAR UN MANEJO ADECUADO DEL AGUA EN ZONAS ÁRIDAS DE LAJA- UPEA.....103

José F. Ayaviri Guzmán.

EDITORIAL



El Vicerrectorado a través de la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología DICyT ha venido generando la Revista Científica y Tecnológica “Tinku, Intelectual”, documento que nos permite socializar los trabajos realizados por profesionales de nuestra institución, motivando el desarrollo de la investigación y la producción científica.

Esta tarea académica e investigativa seguiremos promoviendo desde el Vicerrectorado, para contribuir la construcción del nuevo conocimiento. Finalmente me permito socializar a la comunidad universitaria la Revista “Tinku Intelectual” en su 5ta. Edición no sin antes invitarlos a participar de dicho documento científico.

*Dr. Carlos Condori Titirico
VICERRECTOR*

PRESENTACION



El rol fundamental de la Universidad es la investigación, hoy nos permitimos presentar una nueva edición de la Revista Científica "Tinku Intelectual" como resultado del trabajo realizado por investigadores de nuestra Casa Superior de Estudios.

La presente edición contempla temas de investigación como: La transnacionalización, es decir la internacionalización de los espacios académicos y la configuración de un modelo de universidad más ligado al mercado; las energías renovables como una alternativa de diversificación a las energías alternativas; así mismo se escribe sobre el potencial productivo del cacao en el departamento de La Paz; la mitigación de la contaminación ambiental a corto plazo por efecto de gases de efecto invernadero; otro de los artículos destaca la estimación de las tasas de retorno de la educación boliviana a través de un software STATA 14, para para las gestiones 2002 al 2013.

Por otra parte podemos destacar el trabajo realizado sobre conocimientos de contenidos metodológicos en la elaboración de tesis de licenciatura; reseña histórica de la neurociencia desde sus inicios en la Grecia clásica hasta nuestros días; la determinación si existen riesgos ergonómicos en las posturas que adoptan los estudiantes de odontología de nuestra universidad; nivel plasmático de ghrelina en pacientes con desnutrición en niños menores de 5 años; la predisposición de organización de consorcios micro empresariales entre los productores de prendas de vestir, finalmente podemos encontrar información sobre la evaluación de estrategias de riego tecnificado y por gravedad en el cultivo de la papa.

Para la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología es un honor albergar el producto de las investigaciones que realizan nuestros profesionales y editarlos en el presente documento científico.

Finalmente, mi profundo agradecimiento a nuestro cuerpo selecto de profesionales que contribuyeron en la revisión cuidadosa y detallada de cada uno de nuestros artículos, como al capital humano de la DICyT.

*Dr. Antonio Silvestre López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA*

TRANSNACIONALIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, SU PONDERACIÓN POR LOS POTENCIALES CLIENTES DE POSTGRADO Y LA PÉRDIDA DE EQUIDAD

Referents of choice of a university career, occupational insertion, basis of discussion between the epistemology of knowledge and knowledge



Miguel Angel Zilvetty Torrico
miguelzilvetty@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio, orientado por la sociología de la educación, como línea de investigación particular, aborda el tema de la transnacionalización de la educación superior, su ponderación por los potenciales clientes de postgrado y la pérdida de equidad. La transnacionalización, es decir la internacionalización de los espacios académicos y la configuración de un modelo de universidad más ligado al mercado, es analizada a partir de la oferta de maestrías por Universidades paceñas con la presencia de contenidos, docentes de Universidades extranjeras, que, dentro el “ranking de casas superiores” se encuentran ubicadas por delante de las Universidades bolivianas, públicas y privadas. Este fenómeno, que probablemente no debería extrañar que suceda en las Universidades Privadas, debido a que su actividad de enseñanza tiene un fin comercial se observa que también sucede con las Universidades Públicas. La ponderación de los potenciales clientes a estas maestrías es favorable –inicialmente- a la oferta de programas con contenidos y docentes internacionalizados, sin embargo, mantienen una preocupación por los costos de estos cursos y la excesiva comercialización de la educación superior. En las Universidades Públicas, la transnacionalización conlleva el riesgo de afectar a la equidad, en términos de desarrollo de otras áreas como la investigación, los servicios y la interacción con la sociedad, de la cual no hay transnacionalización alguna que se interese.

PALABRAS CLAVES

Internacionalización de la educación superior, transnacionalización de los postgrados, ponderación de los clientes, pérdida de equidad social de las Universidades Públicas.

ABSTRACT

The present study, guided by the sociology of education, as a particular line of research, addresses the issue of the transnationalization of higher education, its consideration by potential postgraduate clients and the loss of equity. Transnationalization, ie the internationalization of academic spaces and the configuration of a university model more linked to the market, is analyzed from the offer of master’s degrees by La Paz universities with the presence of content, teachers from foreign universities, which, within the “ranking of superior houses” are located in front of the Bolivian universities, public and private. This phenomenon, which probably should not be surprising that it happens in Private Universities, because its teaching activity has a commercial purpose, it is observed that it also happens with Public Universities. The weighting of potential clients to these master’s

degrees is - initially - favorable to the offer of programs with internationalized contents and teachers, however, they maintain a concern for the costs of these courses and the excessive commercialization of higher education. In the Public Universities, transnationalization carries the risk of affecting equity, in terms of development of other areas such as research, services and interaction with society, of which there is no transnationalization that is interested.

KEYWORDS

Internationalization of higher education, transnationalization of postgraduate courses, weighting of clients, loss of social equity of Public Universities.

Introducción

La oferta de cursos de postgrado que realizan muchas Universidades de Bolivia, incluyen la presencia de docentes invitados de prestigiosas Universidades extranjeras, incluso se han conocido cursos de maestría ejecutados en convenio con Universidades no sólo de Latinoamérica, sino de Estados Unidos y Europa, siendo conocido este fenómeno como "transnacionalización de la educación superior". El propósito del artículo es analizar los postulados de la transnacionalización al tiempo de exponer la ponderación que realizan de esta oferta académica los potenciales universitarios de postgrado de la ciudad de La Paz.

En las últimas décadas, se han construido indicadores en base a estándares de calidad educativa, de las mejores Universidades del mundo, lo que ha generado una escala de prestigio internacional de las casas de educación superior. En la siguiente tabla se tienen el registro de las mejores Universidades del mundo:

Tabla 1 Ranking mundial de Universidades

Ranking	Universidad	País
1	Harvard University	EE.UU.
2	Stanford University	EE.UU.
3	Massachusetts Institute of Technology	EE.UU.
4	University of California Berkeley	EE.UU.

DICYT - UPEA

5	University of Washington	EE.UU.
6	University of Michigan	EE.UU.
7	University of Oxford	Inglaterra
8	Cornell University	EE.UU.
9	Columbia University New York	EE.UU.
10	University of Pennsylvania	EE.UU.
11	University of Cambridge	EE.UU.
12	University of California Los Ángeles UCLA	EE.UU.
13	Yale University	EE.UU.
14	University of Toronto	Canadá
15	University of California San Diego	EE.UU.

Fuente: <http://www.webometrics.info/es/world>, 2018.

Las Universidades Latinoamericanas más destacadas recién aparecen en puestos relegados, lo que establece una jerarquización que puede hacer pensar en Universidades de un primer mundo, otras de un segundo hasta de un tercer mundo. Esta forma de clasificación, tiene un impacto en la internacionalización o transnacionalización de la educación superior, pues los servicios que preste una Universidad a otras, será -en lo fundamental- de las Universidades ubicadas en el "centro" hacia las Universidades clasificadas en la "periferia" del conocimiento.

En la siguiente Tabla se observa la clasificación regional:

Tabla 2 Ranking Latinoamericano de Universidades

Ranking Mundial	Universidad	País
72	Universidade de São Paulo USP	Brasil
128	Universidad Nacional Autónoma de México	México
239	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil
285	Universidade Estadual de Campinas UNICAMP	Brasil
362	Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS	Brasil
371	Universidad de Chile	Chile
393	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Brasil
396	Universidad de Buenos Aires	Argentina
437	Universidade Federal de Minas Gerais UFMG	Brasil
439	Universidade Federal de Santa Catarina UFSC	Brasil
521	Universidad Nacional de la Plata	Argentina
559	Pontificia Universidad Católica de Chile	Chile
586	Universidad de Puerto Rico	Puerto Rico
615	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN CINVESTAV	México
629	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
637	Universidade de Brasília UNB	Brasil
650	Universidad de los Andes Colombia	Colombia
672	Universidade Federal do Paraná	Brasil

Fuente: <http://www.webometrics.info/es/world>, 2018.

Este ranking resumido muestra que las dos mejores Universidades Latinoamericanas, como la Universidade de São Paulo USP y la Universidad Nacional Autónoma de México ocupan el puesto 72 y 128, lo que las deja dentro del grupo de Universidades

de un segundo mundo. Chile, Argentina, Puerto Rico y Colombia destacan con algunas Universidades cuyos puestos están por encima de los 200 y 650, muy lejos de los primeros lugares.

En el caso boliviano, la situación de las casas superiores respecto de este ranking, es de mayor desaliento.

Tabla 3 Ranking nacional de Universidades

Calificación	Universidad
3045	Universidad Mayor de San Simón
3760	Universidad Mayor de San Andrés
4692	Universidad Católica Boliviana San Pablo
5006	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno
5427	Universidad Privada Boliviana
7658	Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra
7701	Universidad Mayor de San Francisco Xavier de Chuquisaca
9263	Universidad Privada del Valle
9992	Universidad Autónoma del Beni José Ballivián
10076	Universidad Católica Boliviana San Pablo Cochabamba
10596	Universidad Católica Boliviana San Pablo Santa Cruz de la Sierra
10738	Universidad Autónoma Tomás Frías
11191	Universidad Técnica de Oruro
11314	Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
13198	Universidad de Aquino Bolivia
13330	Universidad Andina Simón Bolívar Bolivia
13506	Universidad Nur
15168	Universidad Salesiana de Bolivia
15178	Universidad Privada Domingo Savio
15352	Escuela Militar de Ingeniería
15699	Universidad Loyola de Bolivia

DICYT - UPEA

15790	Universidad Nuestra Señora de la Paz
15977	Universidad Privada Abierta Latinoamericana
16352	Universidad Privada Franz Tamayo
16616	Universidad Central
16663	Universidad Adventista de Bolivia
17256	Universidad Tecnológica Privada de Santa Cruz
17763	Universidad Evangélica Boliviana
18127	Universidad de la Cordillera
18209	Universidad Amazónica de Pando
18266	Universidad Católica Boliviana San Pablo Tarija
18650	Universidad Pública de El Alto
19306	Universidad Técnica Privada Cosmos
19415	Universidad Cristiana de Bolivia
19444	Universidad Tecnológica Boliviana
19955	Universidad Real
20448	Universidad Pedagógica Mariscal Sucre
20800	Universidad Nacional Ecológica
20945	Universidad San Francisco de Asís
20957	Universidad Nacional del Oriente
21074	Universidad La Salle de La Paz
21504	Universidad Empresarial de los Andes
21639	Universidad Privada Cumbre
21701	Universidad para la Investigación Estratégica en Bolivia
21869	Universidad Simón I Patiño
21908	Universidad Privada de Oruro
22137	Universidad Privada de Ciencias Administrativas y Tecnológicas
22391	Universidad Unión Bolivariana
24074	Universidad Indígena Aymara Túpac Katari La Paz

DICYT - UPEA

24241	Universidad Indígena Guaraní Apiaguaiqui Tupa Chuquisaca
25062	Universidad Latinoamericana
26695	Universidad Unidad
26891	Universidad Tecnológica Boliviana Postgrado

Fuente: <http://www.webometrics.info/es/world>, 2018.

De las 53 Universidades bolivianas consideradas, los lugares que ocupan van desde el 3095 hasta el 26891, es decir, una distancia considerable de las mejores Universidades del mundo y de Latinoamérica.

En este contexto, muchas ofertas de postgrado de las Universidades bolivianas anuncian la participación de docentes extranjeros en sus nóminas, así como convenios con Universidades extranjeras e incluso una mención de las mismas en el título conferido, una vez que el matriculado concluya de manera regular dicho estudio de post grado.

Ilustración 1 Docente de otro país da clases en Universidad boliviana

The image shows a news article from the website of Universidad Católica Boliviana "San Pablo". The article is titled "Profesor de la Universidad de Harvard dará un taller sobre uso de tecnologías de enseñanza" (Professor from Harvard University will give a workshop on the use of teaching technologies). It features a photo of Dan Levy, a professor from the Kennedy School of Government at Harvard University. The text mentions that he will give a workshop on the use of teaching technologies in the classroom on Monday 6th and Tuesday 7th at the School of Production and Competitiveness (ePC) of the Universidad Católica Boliviana "San Pablo". It also notes that the academic secretary, Verónica Querejazu, informed that Dan Levy will suggest the use of appropriate terminology for teaching during a class, among other aspects.

Fuente: Página WEB, Universidad Católica Boliviana "San Pablo", 2018.

El siguiente interrogante orientó la investigación:

¿Qué opinión tienen los potenciales demandantes de las ofertas académicas de postgrado que incluyen la transnacionalización de ciertos programas de educación superior?

Como objetivo general se tiene:

Determinar la aceptación y los efectos de las ofertas académicas de postgrado que incluyen la transnacionalización de ciertos programas de educación superior.

Materiales y Métodos

La estrategia metodológica se basa en un diseño exploratorio (Hernández y otros, 2006); el tipo fue no experimental (no se manipulan variables) y transversal (recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, es como tomar una fotografía de algo que sucede); el enfoque fue mixto cuantitativo y cualitativo.

El estudio se realizó durante el mes de marzo del 2018, con profesionales interesados en optar por un postgrado en diferentes áreas del conocimiento y en diferentes Universidades ubicadas en la ciudad de La Paz.

Se usaron varios métodos, el de análisis y el de síntesis. Es decir, la descomposición del objeto de estudio en sus partes para el análisis de cada una de ellas, y la integración e interpretación de los resultados vinculados con la teoría.

Las técnicas fueron las entrevistas, la revisión documental y la observación. Los instrumentos fueron la guía de preguntas, el fichero de recojo de datos y el registro mediante un diario de

campo.

El universo correspondió a 37 profesionales, de ambos sexos y de edades superiores a los 30 años. Todos ellos habitantes de la ciudad de La Paz. El procedimiento de selección de la muestra fue no probabilístico, utilizando el criterio de "bola de nieve" consistente en suspender las entrevistas cuando se observa la repetición de las respuestas, considerando que iguales respuestas saturan la selección de la muestra.

Resultados

La opinión de potenciales clientes de Postgrados ofertados en la ciudad de La Paz, durante campañas publicitarias correspondientes a los meses de enero y febrero de 2018, formaron las siguientes opiniones sobre el tema:

La presencia de docentes extranjeros invitados a los postgrados, aportarían mejores conocimientos a potenciales maestrantes, 91% frente a un 9% que rechaza esta afirmación. Luego, el 85% considera que esa es la tendencia moderna y actual de la oferta de postgrados y que, como todo postulado de la modernidad se debería aceptarlo y acomodarse a él. También existe un 75% de criterios de aceptación de este tipo de ofertas, las cuales motivan a tomar la decisión de optar por un determinado curso en el futuro.

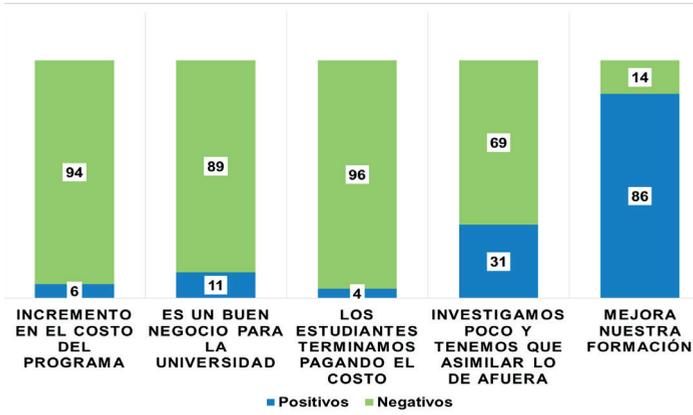
Un 69% de las personas consultadas, aceptan el criterio de que este tipo de internacionalización de docentes y programas, beneficia sólo a las mismas Universidades, otorgándoles mayor prestigio.

Finalmente, otro grupo de potenciales clientes de postgrados de la ciudad de La Paz, consultados sobre la información que demandan de estos procesos de internacionalización de los postgrados, señalan tener curiosidad sobre la Hoja de Vida o Curriculum Vitae (CV) de dichos docentes. Por ejemplo, se menciona que en Derecho, la presencia de un docente como el ex Juez español, Baltazar

Garzón, sí tiene un impacto muy fuerte en el postulante, mientras que una lista de figuras destacadas en otros países, pero no conocidas en Bolivia, conforman una serie de nombres con un significado vacío. En la

siguiente ilustración, se tienen agrupadas las respuestas a las cinco interrogantes cuyos resultados se expusieron en los párrafos anteriores:

Ilustración 2 La oferta de una maestría con docentes extranjeros le origina

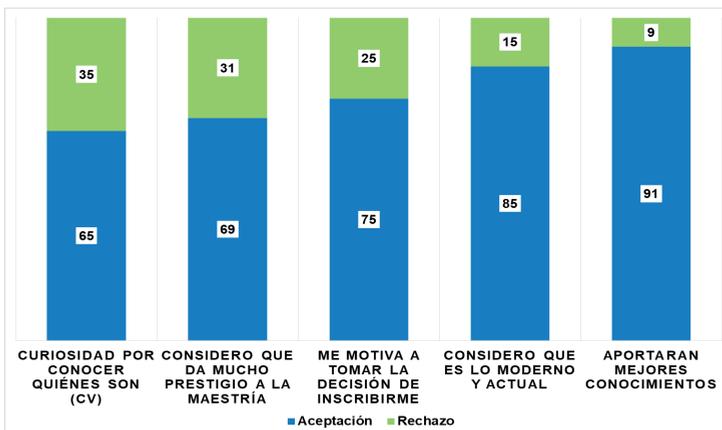


Fuente: entrevista a postulantes a postgrados, ciudad de La Paz, marzo de 2018.

En cuanto a la ponderación de aspectos positivos, los entrevistados manifestaron en un 86% que los efectos en la formación profesional son positivas, respecto de la internacionalización de la educación superior.

En la siguiente ilustración se muestran los resultados a otras cinco interrogantes vinculadas al tema de la transnacionalización de ciertos programas de postgrado en la educación superior de nuestro medio.

Ilustración 3 Efectos de la internacionalización de las maestrías



Fuente: entrevista a postulantes a postgrados, ciudad de La Paz, marzo de 2018.

En los aspectos negativos, que son muy importantes para la discusión y para la futura toma de decisiones, el 94% de los posibles postulantes a maestrías transnacionalizadas creen que docentes de otros países incrementan los costos de estos cursos, y complementan este criterio señalando que los estudiantes terminarían pagando esos costos (96% de las opiniones), porque consideran que los postgrados se han convertido en un negocio educativo. Según Iriarte y Ferrazzino (2015), en base a estudios de Universidades introducidas al mundo de la transnacionalización, "se impulsan estrategias de internacionalización donde priman tendencias de mercantilización y transnacionalización -donde la educación es entendida como mercadería y la universidad como empresa-".

La crítica no va sólo a las Universidades Privadas, sino también a las públicas, pues ellas no dan beneficio alguno a sus estudiantes, son estrictas en el cobro de las mensualidades y después de enseñar, no realizan trabajos de interacción social con la comunidad. Es decir, los postgrados reducen su actividad a la parte comercial de la enseñanza y eso no es adecuado pedagógicamente hablando, porque se rompe con otras áreas vitales de las Universidades. Un 69% precisa este último criterio, señalando que la internacionalización refuerza las relaciones de dependencia que se tiene como país, que en los postgrados se investiga poco y que la tarea del estudiante se concentra en aprender lo que se produce afuera, como conocimiento, siendo la transnacionalización de la educación superior un mecanismo de prolongación de la dependencia y el colonialismo cultural, científico y tecnológico.

Al respecto, Levine señala: "El aumento de la demanda a escala mundial de educación superior sería una de las principales impulsoras del desarrollo del mercado de la educación sin fronteras". Rodríguez (2006), experto mexicano en los procesos de transnacionalización universitaria y los nuevos proveedores, afirma que

"la universidad transnacional involucra procesos de internacionalización con un sentido eminentemente comercial, es decir la oferta de servicios educativos a cargo de empresas o Universidades con fines de lucro en países distintos al de origen. Por ello, uno de los resultados del presente trabajo es cuestionar la ética de la transnacionalización sin reglas claras en la educación superior y la falta de equidad respecto a las otras áreas de la vida universitaria que no se circunscribe únicamente a la enseñanza.

Discusión

Un insumo muy importante para el debate de la tendencia hacia la internacionalización de algunos postgrados, ofertados tanto por las Universidades privadas como públicas, es la evaluación del impacto y la participación de docentes extranjeros en dichos cursos. Así como los reales beneficios de intercambio de conocimientos, tecnología, ciencia entre Universidades. Por lo indagado a nivel de postgrados, se desconoce una evaluación específica de este tema.

El Ministerio de Educación y el CEUB, siendo el primero el encargado de la política educativa nacional y el segundo el que dirige el sistema universitario autónomo, deberían concertadamente elaborar un Reglamento destinado a regular los convenios de cooperación e intercambio entre Universidades nacionales y extranjeras, de forma particular la presencia de docentes y el desarrollo de programas de otros países en los cursos de postgrado, para garantizar el desarrollo de un producto integral, con especial beneficio a los estudiantes de dichos cursos. Se trata de que la educación superior mantenga la equidad, mejore sus prestaciones y se logre un aporte concreto al desarrollo del país, especialmente, en áreas de ciencia y tecnología.

En cuanto a la equidad de las ofertas de postgrado, la investigación establece que el "plus de internacionalizar la oferta", ya sea con profesores de universidades extranjeras o contenidos trabajados

mediante convenios, son básicamente financiados por los estudiantes, lo que es visto como una inequidad, ya que las Universidades no corren con esos gastos. También otra arista de la no equidad, es que las Universidades no diversifican sus ofertas académicas y han entrado en una especie de competencia de quien brinda más postgrados con el ingrediente de internacionalización, profundizando la tendencia de comercialización de la educación superior como estrategia de generación de mayores ingresos, tanto en las instituciones pública como privadas.

Conclusiones

La investigación sobre transnacionalización de la educación superior, su ponderación por los potenciales clientes de postgrado y la pérdida de equidad permiten establecer los siguientes aspectos:

La globalización aparece como un catalizador, mientras que la internacionalización constituye su manifestación. La expresión "internacionalización de la Educación Superior" es de carácter multidimensional. En esta perspectiva, la transnacionalización de las Universidades si bien pueden aportar con nuevos conocimientos y procesos de intercambio de sujetos de la educación en directo, también generan asimetrías y la reproducción de modelos de dependencia que deben ser considerados al momento de evaluar estos procesos y buscar regularlos.

Una de las conclusiones principales que guían el análisis es la que señala que, en estas nuevas estrategias de transnacionalización priman tendencias orientadas por la mercantilización -la educación es entendida como mercancía y la universidad como empresa-, en tanto se postergan aquellas que ponderen la educación superior como bien público y derecho, propiciando los principios para que los individuos devengan ciudadanos activos.

Evidentemente, el caso de Bolivia no es el de otros países donde la educación superior

es un lucro en su integridad, sin embargo, no existe un mecanismo de regulación de los postgrados ni menos de la tendencia a la internacionalización de algunos de sus programas, que aparecen en el escenario como una poderosa tendencia dominante en el futuro, y frente a este problema se debería tener un debate y tomar decisiones como sociedad boliviana, pero también como Universidades prestadoras de servicios de calidad y relevancia.

Bibliografía

- Verger Planells Antoni. (2008). El rol de ideas e intereses en el proceso de transnacionalización de la educación superior. Universitat Autònoma de Barcelona Catalunya. España.
- Hernández, S. Roberto, Fernández, C. y Baptista, Pilar. (2006). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill, México.
- Iriarte Alicia y Ferrazzino Ana. (2015). Universidad latinoamericana: Interpelaciones y Desafíos. Transnacionalización de la Educación Superior. Un nuevo paradigma. Universidad de Buenos Aires. Argentina
- Levine, A. (2000). Conferencia Blakboard para la Educación Superior. Web Undermine Universities, [www.thestandard.com].
- Rodríguez Gómez, R. (2006). Cooperación académica versus comercio transfronterizo. ¿Hacia la configuración de una doble agenda en el proceso de internacionalización de la universidad contemporánea? Ponencia presentada en la Reunión Conjunta de los Grupos de Trabajo de CLACSO: Tratados de Libre Comercio, Espacio Público y Derecho a la Educación en América Latina, Antigua, Guatemala, 28 de abril al 2 de Marzo.
- www.webometrics.info/es/world

ESTUDIO DE UN CONVERTOR DE ENERGÍA EÓLICA A ESCALA EXPERIMENTAL

Study Of A Wind Energy Converter At Experimental Scale



Elma Rocio, Cordova Quispe
procesosecordova@gmail.com

RESUMEN

Las energías renovables son una opción para ampliar la diversificación de energías alternativas entre ellas la energía eólica, actualmente la industria eólica rescata muchos de los preceptos y conceptos abordados por la industria de aviación y leyes de la aerodinámica, el estudio de un convertor de energía a escala experimental nace como una necesidad de diversificar el estudio de las energías alternativas y las fuentes locales de energía, se aplicó la investigación explicativa y comparativa para analizar el comportamiento de un convertor de energía eólica que simula al funcionamiento operacional de una turbina eólica como resultado se obtuvo el registro de parámetros de operación como la velocidad de arranque, el ángulo de giro de ataque, inclinación, deslizamiento, el máximo coeficiente de potencia y la velocidad específica nominal óptima deducibles de las curvas de fuerzas y potencia. La información generada permitió determinar comparaciones de medidas con respecto a referencias teóricas o ideales, rescatándose que se obtuvieron valores próximos a excepción del referente teórico del coeficiente de potencia, por lo tanto el convertor de energía eólica mostró a su configuración instalada cercanía a los parámetros referenciales de operación, finalmente se sugirió diseñar modelos más cercanos a los que se podrían construir o para evaluar el comportamiento de soluciones de implementación en el campo de la energía eólica a nivel local.

PALABRAS CLAVE

Coeficiente de Arrastre, Coeficiente de Elevación, Coeficiente de Potencia, Convertor de Energía Eólica

ABSTRACT

Renewable energies are an option to expand the diversification of alternative energies including wind energy, currently the wind industry rescues many of the precepts and concepts addressed by the aviation industry and aerodynamic laws, the study of an energy converter to Experimental scale was born as a need to diversify the study of alternative energies and local energy sources, explanatory and comparative research was applied to analyze the behavior of a wind energy converter that simulates the operational operation of a wind turbine as a result It obtained the registration of operating parameters such as the starting speed, the angle of rotation of the attack, inclination, sliding, the maximum power coefficient and the specific nominal speed deductible from the force and power curves. The information generated allowed to determine comparisons of measurements with

respect to theoretical or ideal references, rescuing that nearby values were obtained except for the theoretical reference of the power coefficient, therefore the wind energy converter showed its installed configuration proximity to the referential parameters of operation, it was finally suggested to design models closer to those that could be built or to evaluate the behavior of implementation solutions in the field of wind energy at the local level.

KEYWORDS

Drag Coefficient, Lift Coefficient, Power Coefficient, Wind Energy Converter (WEC).

1. INTRODUCCIÓN

La generación de energía es una de las necesidades de mayor relevancia actualmente y será fundamental en el futuro, para llegar a la provisión sustentable la diversificación energética debe ser un componente de planeación estratégica local tanto para el sector público y privado para asegurar la continuidad y la seguridad energética puesto que la provisión de energía está ligada al mejoramiento de condiciones de vida y mejora de la productividad. El sector energético en nuestro país y local depende altamente de las reservas de fuentes no renovables, tal es el caso de la energía eléctrica que es suministrada principalmente por plantas termoeléctricas e hidroeléctricas, que por sus características de transmisión y distribución tiene limitaciones para cubrir todas las necesidades energéticas y cobertura regional, lo cual genera la desigualdad existente en el acceso a la energía eléctrica y se considera de alto riesgo la discontinuidad de éste servicio, así como en los niveles de desarrollo tecnológico y de infraestructura para el impulso del sector energético, puesto que el acceso a la energía en general está ligado a mejores condiciones de vida, en el caso específico de la energía eléctrica, está ligado al acceso a educación y comunicación de mejor calidad. Como energías alternativas para la generación eléctrica existen varias opciones, como la fotovoltaica, bioenergía y otros, sin embargo en el presente artículo se consideró el estudio de un convertidor de energía eólica que convierte la energía cinética del viento en energía mecánica y

a través de un generador puede convertir ésta energía mecánica en electricidad para alimentación eléctrica doméstica o industrial, de acuerdo a su escala, para el presente estudio

se consideró un convertidor de energía eólica a escala experimental para medir los parámetros de operación con el equipamiento disponible.

Siendo la pregunta de investigación: ¿De qué manera se registra los parámetros de un convertidor de energía eólica experimentalmente? y por otro lado la hipótesis de investigación "los parámetros teóricos o referenciales óptimos de la operación de un convertidor de energía eólica son obtenibles experimentalmente".

Para descomponer la parte técnica del funcionamiento de un convertidor de energía eólica, se realizó un análisis de los parámetros de operación en condiciones experimentales.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

2.1. Métodos

Se utilizó el método comparativo que consta de un procesamiento de búsqueda de aproximaciones sistemáticas, para el caso del estudio realizado, fue la comparación de parámetros de referencia ideales o teóricos con los experimentales a través de instrumentos de medición disponibles y deducción para el análisis de las variables de operación de un convertidor de energía eólica a escala experimental con recolección de información primaria,

además durante el desarrollo se aplicó la investigación explicativa para describir los procedimientos de medición, la deducción y obtención de parámetros.

2.2. Materiales

Los materiales utilizados para realizar la experimentación son:

- Túnel de viento con salida de aire.
- Módulo para montar el perfil aerodinámico y para ajustar el ángulo de ataque (perfil simétrico)
- Dinamómetro
- El convertor de energía eólica con un generador de corriente continua
- Herramienta para ajustar el ángulo de inclinación con escala
- Aspas del rotor (perfil aerodinámico)
- Se incluyeron una resistencia de derivación y un voltímetro para calcular la corriente de salida del convertor de energía eólica.

Para la medición, instrumentos y componentes eléctricos utilizados en el experimento:

- Multímetro
- Multímetro
- Caja de resistencias
- Resistor de derivación

La experimentación fue realizada usando un túnel de viento en el cual las velocidades podían ser reguladas y registradas.

Con los datos relevados y registrados se estimaron los comportamientos posibles de un convertor de energía eólica. Se utilizó un convertor de energía eólica de eje horizontal con un rotor de tres aspas, el rotor fue compuesto por tres aspas con un diseño aproximadamente simétrico.

2.3. Definiciones generales

Un convertor de energía eólica es un dispositivo mediante el cual la energía cinética del viento es convertida en energía eléctrica. (ESAN, 2016). Se puede sintetizar los componentes generales en la Figura N°1.

Existen numerosos parámetros que pueden ser tomados en cuenta a la hora de evaluar un convertor de energía eólica, sin embargo con los materiales disponibles se podrá registrar y deducir los parámetros referidos a las fuerzas de arrastre y elevación para la parte aerodinámica que afectan al rotor y por el otro lado la potencia generada como salida del convertor.

Las turbinas eólicas se pueden clasificar en dos tipos básicos determinados por la manera que gira la turbina. Las turbinas eólicas que giran alrededor de un eje horizontal son las más comunes. (Centurion Energy, 2013) El convertor utilizado es de eje horizontal.

2.4. Alcance de los parámetros analizados

Dentro del alcance de la investigación, se describió en curvas de comportamiento y analizó:

- Coeficientes de elevación y arrastre deducibles de las fuerzas de elevación y arrastre.
- Coeficiente de potencia deducible de la potencia de un convertor de energía eólica

Por un lado para evaluar las fuerzas de elevación y arrastre, se consideró cambiar la velocidad del viento para diferentes ángulos de ataque, desde -5° hasta los 30° , en intervalos de 5° .

También de las curvas de potencia, de los coeficientes se puede deducir los siguientes parámetros, que tienen referencias comparativas teóricas o referenciales

disponibles para el estudio:

- Velocidad de arranque
- Ángulo de giro de ataque
- Ángulo de inclinación
- Ángulo de deslizamiento (ϵ_{max})
- Máximo coeficiente de potencia
- Velocidad específica nominal óptima

Para los parámetros de potencia, se consideró que las lecturas de medición de corriente, voltaje y frecuencias fueron registradas para diferentes cargas resistivas. Con la misma configuración y con la carga resistiva, la velocidad se hizo variar en el rango de los (3.5 – 8.5) m/s en intervalos de 0.5m/s.

2.5. Fuerzas de arrastre y elevación

La fuerza de arrastre (también llamada resistencia aerodinámica) corresponde a la componente paralela a la dirección de la velocidad del viento relativa a la aspa. (Wordpress, 2016) El diseño aerodinámico tiende a minimizar la fuerza de arrastre y evitar turbulencias.

La fuerza de elevación es causada por el efecto Bernoulli que es causado por el diferencial de la presión en la parte superior de la superficie aerodinámica en comparación con la presión en la parte inferior (Ragheb, 2011).

Existen dos fuerzas básicas que actúan en un cuerpo que está en un fluido como el aire. Estas fuerzas se denominan de arrastre y elevación; fuerza de arrastre o resistencia inducida, que actúa en la dirección de la velocidad del viento, y la fuerza de sustentación o elevación, que surge en una dirección perpendicular a la dirección del fluido como se ilustra en la Figura N°2.

Estas fuerzas dependen de la velocidad del viento y el ángulo de ataque. Las fuerzas de elevación y arrastre son proporcionales

al cuadrado de la velocidad del viento, la densidad del fluido y el área que cubre el cuerpo (Ragheb, 2011)

2.6. Potencia de un conversor de energía eólica

Para un conversor eólico típico, se empieza a generar potencia eléctrica a la altura de la velocidad de arranque (3 – 4) m/s. (Ragheb, 2011). La potencia de salida alcanza el valor máximo, el cuál es el límite de potencia que el generador eléctrico puede proveer. Este punto se llama potencia nominal de salida, y la velocidad a la cual se alcanza esta potencia se llama velocidad nominal de salida. La turbina eólica es diseñada para generar una potencia máxima que se genera a una velocidad nominal de salida. La velocidad de desconexión es la velocidad máxima operable antes de que la turbina se apague para evitar daños.

2.7. Procedimientos para la medición de los parámetros

Para obtener los parámetros comparables, se tiene que pasar por las siguientes fases:

- Medición de las fuerzas de elevación y arrastre
- Configuración de un conversor de energía eólica
- Cálculo de los coeficientes de arrastre y elevación
- Registro de la potencia
- Análisis de la curva de potencia

Siendo las fases descritas a continuación.

2.7.1. Medición de las fuerzas de elevación y arrastre

Primeramente el perfil simétrico fue instalado aproximadamente a 25 cm desde la superficie de salida de aire del túnel de viento. La longitud de cuerda y el ancho del perfil aerodinámico para calcular el área del perfil. El ángulo de ataque, fue ajustado

con una escuadra metálica incorporada en el módulo. Los dinamómetros se ajustaron utilizando las poleas de desviación de y los valores de compensación de las fuerzas de elevación y arrastre fueron considerados. El túnel de viento permitía ajustar la velocidad del viento en varios intervalos, que producían diferentes valores para las fuerzas de elevación y arrastre, por lo tanto se registraba la información reportada en los dinamómetros. Para cada ángulo de ataque ajustado, la variación de la velocidad del viento fue repetida. La fuerza de arrastre y la fuerza de elevación fueron descritas en contra de un factor de cálculo para varios ángulos de ataque. La configuración física para determinar las fuerzas, se muestra en la Figura N° 3.

2.7.2. Configuración de un conversor de energía eólica

En orden de determinar el comportamiento del coeficiente de potencia y la velocidad específica nominal del prototipo del conversor de energía eólica de tres aspas. El conversor de energía eólica fue instalado aproximadamente a 25 cm de la salida de aire. Los ángulos de ataque fueron ajustados a los 10° y el túnel de viento fue encendido. Las aspas fueron ajustadas de tal manera de seguir una rotación adecuada. El conversor de energía eólica fue conectado a un banco de resistencias. Los multímetros fueron conectados para la medición del voltaje, corriente y lecturas de frecuencia respectivamente de acuerdo a la Figura N°4.

Un resistor de derivación de 8 ohmios fue conectado en serie con la carga para calcular la corriente del circuito para varias resistencias.

2.7.3. Cálculo de los coeficientes de elevación y arrastre

Para determinar los coeficientes son necesarias las mediciones de las fuerzas de elevación y arrastre. La ecuación de

la fuerza de elevación está en función de la velocidad del viento, la densidad del aire, el área del perfil aerodinámico y el coeficiente de elevación (Glenn Research Center, 2015)

Se calcularon las pendientes de las curvas y coeficientes de elevación y arrastre (C_d y C_l) fueron graficados en la Figura N°5.

Se aprecia que a medida que incrementan los ángulos, la tendencia es el incremento de la diferencia de los valores antes de llegar al ángulo de giro de ataque que ocurre aproximadamente a los 11° . El ángulo al cual se llega al ángulo de inclinación, ϵ_{max} , es de 10° , donde la diferencia entre el coeficiente de elevación y arrastre es el máximo.

El ángulo crítico se produce cuando se registra el máximo coeficiente de elevación, éste ángulo también se llama ángulo de ataque de giro (Wikipedia, 2015)

También al llegar al ángulo crítico, el perfil aerodinámico produce el mayor coeficiente de elevación. A medida que el ángulo se incrementa, el perfil aerodinámico produce menor coeficiente de elevación.

A mayor ángulo de deslizamiento se presenta un mejor perfil aerodinámico que significa mayor fuerza de elevación por lo tanto el conversor de energía eólica puede extraer la mayor potencia.

Como se muestra en la Figura 14, el mayor ángulo de deslizamiento ϵ_{max} ocurre a un ángulo de ataque de 10° , ϵ_{max} es aproximadamente 4, que significa que las fuerzas de elevación son 4 veces mayor a las fuerzas de arrastre. El objetivo es reducir las fuerzas de arrastre al mínimo e incrementar las fuerzas de elevación.

2.7.4. Potencia de un conversor de energía eólica

Una forma de determinar el punto óptimo

de operación de un convertor de energía eólica puede ser determinada a partir de las características de la curva del coeficiente de potencia y la velocidad específica nominal.

Una turbina ideal tiene el máximo coeficiente de potencia de 0.59 (Energypedia, 2014).

En la Figura N° 6, el rotor de tres aspas logra el mejor coeficiente de potencia (C_p) en comparación de otros diseños.

El coeficiente de potencia de una turbina eólica indica cuán eficiente es el convertor de energía eólica para extraer energía. La velocidad específica nominal depende de la velocidad del viento y la configuración física (velocidad rotacional, el radio del rotor).

La forma universal para evaluar el rendimiento de un convertor de energía eólica es graficar la curva del coeficiente de potencia versus la velocidad específica nominal. Esta curva expresa la conversión de la energía del viento a electricidad. Los resultados se muestran en la Figura N° 7.

En la Figura N° 7, para éste tipo de convertor de energía eólica el valor óptimo de la velocidad específica nominal es de 3.50 aproximadamente, el coeficiente máximo de potencia de 0.11. A bajos niveles de la velocidad específica nominal, el coeficiente de potencia es menor, por lo que se extrae poca potencia del convertor de energía eólica.

2.7.5. Análisis de la potencia

Se evidenció que al incremento de la velocidad la turbina eólica empieza a generar potencia eléctrica. La velocidad a la cual la turbina empieza a rotar y generar potencia se llama velocidad de arranque. Se evidenció que para el convertor de energía eólica la velocidad de arranque es de 3.5m/s.

De la Figura N° 8, se muestra que a medida de que la velocidad del viento supera la velocidad de arranque, el nivel de la potencia eléctrica de salida crece.

3. RESULTADOS

Resultante de la experimentación, cálculos y deducción de las curvas correspondientes se tiene como hallazgo los registros de la Tabla N°1.

Tabla N° 1: Comparación de parámetros teóricos y experimentales

Variable/parámetros	Parámetro teórico o referenciales	Resultado experimental
Velocidad de arranque	(3 – 4) m/s	3.5 m/s
Ángulo de giro de ataque	12	11
Ángulo de inclinación	11	10
Ángulo de deslizamiento (ϵ_{max})	4.12	4
Máximo coeficiente de potencia	0.59	0.11
Velocidad específica nominal óptima	4	3.5

FUENTE: Elaboración propia en base a los calculado y registrado.

A nivel experimental se evidenció que los parámetros teóricos o referenciales se aproximan bastante a los obtenidos experimentalmente. A excepción del coeficiente de potencia, sin embargo cabe recalcar que se compara con el límite de Betz que asume condiciones ideales y sin considerar los cambios entre diferentes modelos y diseños de convertidores de energía eólica.

Se evidencia además, que las fuerzas de elevación y arrastre están en función de los ángulos de ataque. El comportamiento del coeficiente de elevación y los ángulos de ataque fueron similares a los esperados en la teoría. El coeficiente de elevación máximo ocurre a un ángulo de ataque de 11°. El coeficiente máximo de potencia es 0.11, alcanzando una velocidad específica nominal de 3.50, la cual es mucho menor al límite de Betz.

De la experimentación realizada se evidenció que para pequeños ángulos de ataque (entre -5° and 5°) se producen fuerzas de arrastre considerables, lo cual provoca menor rendimiento.

Para el perfil aerodinámico estudiado se obtuvo un ángulo de deslizamiento (gliding angle, ϵ_{max}) máximo de 10° , para llegar a las condiciones óptimas de operación de la turbina eólica, por lo tanto el ángulo de ataque óptimo es aproximadamente 10° .

4. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos se puede considerar que a escala real existen factores que no son considerados en modelos con base teórica disponible. Por otro lado no se alcanza el límite de Betz por las pérdidas que pueden existir, debido a pérdidas internas en la configuración y factores inherentes a un entorno real.

Para el convertor de energía eólica del experimento la relación de velocidad específica nominal es menor de cinco, en este caso causada por las pérdidas por resistencia.

Durante la experimentación, no se alcanzó la velocidad máxima, también eso se debe a que a niveles más altos de velocidad, el diseño se ajusta a una potencia máxima de salida, por ello las turbinas eólicas convencionales incorporan un mecanismo de control para no superar la potencia máxima de salida, porque de superar ese nivel existe un riesgo de dañar el rotor.

Por las limitaciones del equipamiento no se pudo superar valores de potencia, sin embargo también esto es un punto a la hora de considerar el diseño de éste tipo de convertidores, puesto que justamente a mayor potencia nominal mayor es el tamaño.

También se sugiere considerar otros diseños para futuros estudios, para verificar factibilidad, como los convertidores de eje

vertical.

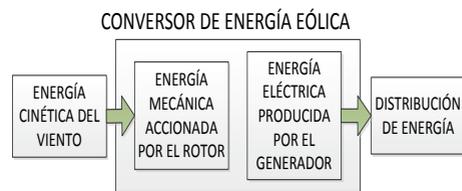
5. CONCLUSIONES

Con el presente estudio, se registró experimentalmente los parámetros de un convertor de energía eólica, por otro lado parcialmente los parámetros teóricos o referenciales óptimos de la operación de un convertor de energía eólica son obtenibles experimentalmente, debido a las condiciones de un ambiente real de experimentación, acercándose en la mayoría de los parámetros a excepción del coeficiente máximo de potencia, siendo mucho menor al teórico.

A través del presente artículo se expusieron los resultados experimentales de los parámetros de operación de un convertor de energía eólica a escala experimental.

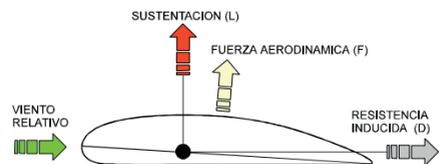
Finalmente la experimentación y diseño convertidores de energía eólica contribuye al hallazgo de parámetros de operación a pequeña escala.

Figura N° 1: Componentes de un convertor de energía eólica



FUENTE: Elaboración propia en base a síntesis de las referencias.

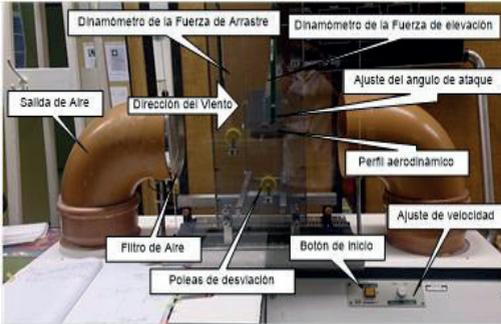
Figura N° 2: Fuerza de elevación o sustentación de un perfil de un asa de un convertor de energía eólica



FUENTE: Imagen extraída de expoaerodinamica.blogspot.com (2016)

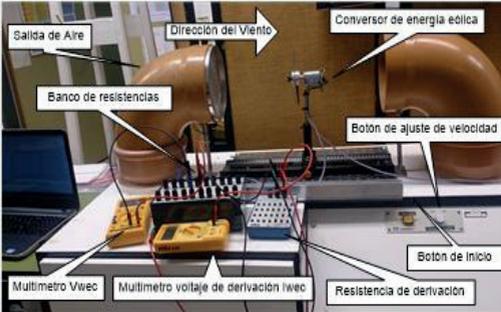
DICYT - UPEA

Figura N° 2: Configuración física para la medición de las fuerzas de elevación y arrastre



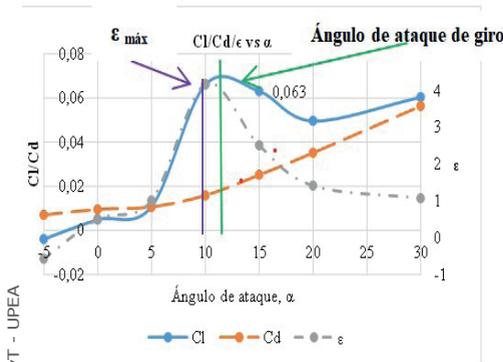
FUENTE: Foto tomada en el laboratorio de física y adaptado por elaboración propia.

Figura N° 4: Configuración física para las mediciones del conversor de energía eólica



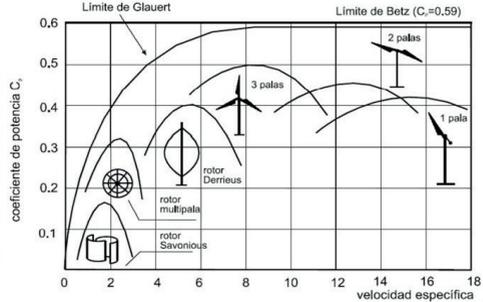
FUENTE: Foto tomada en el laboratorio de física y adaptado por elaboración propia.

Figura N° 5: Gráfico de coeficientes de elevación y arrastre



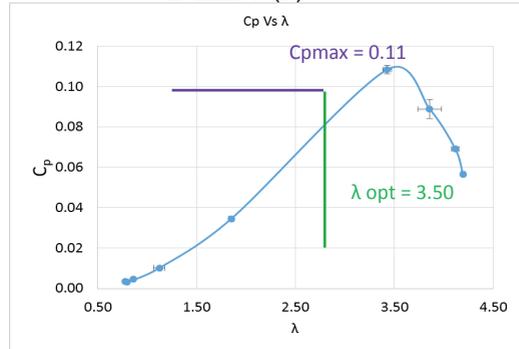
FUENTE: Elaboración propia en base a los calculado y registrado.

Figura N° 3: Coeficiente de potencia del rotor eólico para diferentes diseños



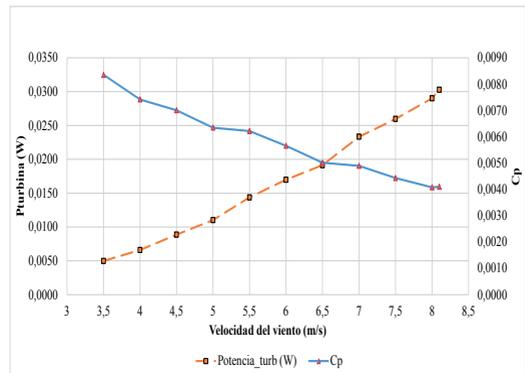
FUENTE: Extraído de Wind Turbine Technology (Energypedia, 2014)

Figura N° 7: Curva de coeficiente de potencia (Cp) vs velocidad específica nominal (λ)



FUENTE: Elaboración propia en base a los calculado y registrado.

Figura N° 8: Gráfico de la potencia de salida, el coeficiente de potencia versus velocidad del viento



FUENTE: Elaboración propia en base a lo calculado y registrado.

1. BIBLIOGRAFIA

- Instituto de Investigaciones Físicas UMSA. (Diciembre de 2015). Características del viento y del potencial eólico del altiplano central. (C. d. Física, Ed.) Revista Boliviana de Física, 27(27).
- 3TIER. (2009). Atlas Eólico de Bolivia.
- Andrés, D. (2010). Understand the Betz Limit and how it affects wind turbines. En T. R. Energy. United King.
- Camacho, F. S. (2015). Plan Estratégico Institucional 2016-2018 con visión al 2030. (D. d. UMSA, Ed.) La Paz, Bolivia.
- Centurion Energy. (2013). Types of Wind Turbines. Recuperado el 07 de Enero de 2016, de <http://centurionenergy.net/types-of-wind-turbines>
- Cumulonimbo. (3 de Febrero de 2015). greatbustardsflight.blogspot.com. Recuperado el 15 de Septiembre de 2017, de <https://greatbustardsflight.blogspot.com/2015/02/mas-sobre-aerodinamica-del-reactor-con.html>
- DESA. (2013). Cambio Climático, Agua y Energía en Bolivia. Integración del cambio climático en los programas Nacionales de Desarrollo Sostenible de América Latina y el Caribe.
- Embajada de la República Federal de Alemania. (2016). Juntos hacia el desarrollo. La Paz.
- Energypedia. (2014). Wind Turbine Technology. Recuperado el 16 de Diciembre de 2015, de https://energypedia.info/wiki/Wind_Turbine_Technology
- ESAN. (21 de 06 de 2016). Tecnologías de conversión de energía eólica y solar. Recuperado el 15 de 08 de 2017, de <http://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/tecnologias-de-conversion-de-energia-eolica-y-solar/>
- Escudero. (2008). Manual de Energía Eólica.
- Fernández Fuentes, M. (Octubre 2010). Rol e impacto socioeconómico de las Energías Renovables en el área rural de Bolivia. Serie de Investigaciones de la Plataforma Energética N°5, 84.
- Fernández Pascual, Á. (2016). La predicción de energías. La predicción de energías Big Data para la energía eólica. Madrid.
- Fernández, H., & Herrero, S. (2009). Energías renovables para el desarrollo.
- Glenn Research Center. (2015). National Aeronautics and Space Administration. Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de <https://www.grc.nasa.gov/www/K-12/airplane/lifteq.html>
- GWEC Global Wind Energy Council. (2016). Global Wind Report. Annual Market Update Global Wind Report , 76.
- Lafuente, R. O. (2011). La energía solar fotovoltaica en Bolivia. PetroPress.
- Media Velarde, F., Galán Hernández, N., & Orozco Guillen, E. (2016). Análisis estadístico del recurso eólico de Mazatlán entre abril de 2015 y enero de 2016. Energía Química y Física.
- Méndez, E. (2016). Impacto de proceso de certificación ISO 9001:2008 en los laboratorios del área mecánica y eléctrica. ANFEI digital, 1.
- Mpoweruk. (2010). Aerodynamic Lift and Drag and the Theory of Flight. Recuperado el 07 de Diciembre de 2015, de http://www.mpoweruk.com/figs/flight_theory.htm

National Wind Watch. (2015). wind-watch.org. Recuperado el 17 de Noviembre de 2015, de <https://www.wind-watch.org/faq-technology.php>

Ragheb, M. R. (2011). Wind Turbines Theory - The Betz Equation and Optimal Rotor Tip Speed Ratio. (D. R. Carriveau, Ed.) "Fundamental and Advanced Topics in Wind Power".

Red Allstar. (2008). Curvas de Elevación y arrastre. Recuperado el 18 de Diciembre de 2015, de http://www.allstar.fiu.edu/aero/lift_drag.htm

Scholz, F. (22 de Mayo de 2008). (S. I. Statistics, Editor) Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de <http://www.stat.washington.edu/fritz/DATAFILES498B2008/WeibullBounds.pdf>

Secretaría de Energía. (2008). Energías Renovables 2008 - Energía Eólica. Buenos Aires.

Standardization, I. O. (1997). www.iso.org/iso/2012_friendship_among_equals.pdf.

Universidad de Oldenburg. (2015). Principios de Energía Renovable. En F. d. Física, Tunnel de Viento (págs. 88-89). Oldenburg.

Wikipedia. (2015). Wikipedia.org. Recuperado el 30 de Diciembre de 2015, de https://en.wikipedia.org/wiki/Angle_of_attack

Wordpress. (24 de 04 de 2016). wordpress.com. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de Funcionamiento de la turbina: <https://grupo15fluidos.wordpress.com/2016/04/24/funcionamiento-de-la-turbina/>

Secretaría de Energía. (2008). Energías

Renovables 2008 - Energía Eólica. Buenos Aires.

Wikipedia. (2015). Wikipedia.org. Recuperado el 30 de Diciembre de 2015, de https://en.wikipedia.org/wiki/Angle_of_attack

TÉCNICAS DE CONTROL DE MONILIASIS (*MONILIOPTHOTA RORERI*), EN EL CULTIVO DE CACAO (*TEOBROMA CACAO*) CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA REGIÓN DE ALTO BENI DE LOS YUNGAS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Moniliasis Control Techniques (*Moniliophthora roreri*), in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao*) with technological innovation in the Alto Beni Region of the Yungas of the Department of La Paz



Rogelio, Maydana Apaza
rogmapa@gmail.com
Instituto Nacional de Innovación
Agropecuaria y Forestal – INIAF

RESUMEN

El potencial productivo del cacao está localizado en el Departamento de La Paz, en los Municipios de Alto Beni y Palos Blancos, donde el cultivo es una fuente de ingreso para las familias cacaoteras, en ambos municipios se produce aproximadamente unas 1.000 toneladas de cacao/año, de las cuales 200 toneladas/año son cacao con certificación orgánico y de comercio justo, que se procesan en la industria de la Central de Cooperativas El Ceibo y se exportan al mercado Nacional e Internacional, estas últimas décadas las plantaciones de cacao han sufrido fenómenos bruscos, una de ellas, la infestación de enfermedades como la monilia (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), mazorca negra (*Phytophthora sp.*) y el chinche que es un insecto que provoca lesiones en el fruto de cacao, por otro lado en dicha región se muestran suelos agotados aún más en sistemas monocultivos. Asimismo los productores no están ejerciendo las buenas prácticas agrícolas por lo que existe una incidencia permanente a la propagación de las enfermedades más aun como a la moniliasis la más agresiva causando pérdidas de 40% hasta 80% de la cosecha dependiendo el manejo y dedicación que reciban las plantaciones de cacao.

De acuerdo a la problemática de incidencia de moniliasis en el cultivo de cacao, se implementó técnicas de control de la moniliasis, en parcelas de estudio ubicados en la comunidades de San Antonio del municipio del Ato Beni y Brecha “J”, Brecha “B”, Brecha “C” del Municipio de Palos Blancos, mediante un diseño completamente al azar con dos factores; factor A sistemas tradicionales y factor B sistemas agroforestales con manejo de sincronización, y con mayor énfasis en los variables de incidencia y severidad de la monilia.

Las técnicas implementadas en las parcelas de investigación fueron las podas de formación, mantenimiento, fitosanitaria, rehabilitación y podas de sincronización en forestales, cada una de las técnicas ha sido aplicada en todo el ciclo del cultivo de cacao, tomando en cuenta los momentos propicios de aplicación de las técnicas del ciclo del cultivo.

Con la aplicación de técnicas de control en el sistema agroforestal se obtuvo 15.3 % de incidencia y sin aplicación de técnicas al 25.9 % y con respecto al sistema tradicional con la aplicación de técnicas tenemos una incidencia de 10.6 % y sin la aplicación de técnicas al 21.9 % de incidencia.

Los volúmenes de pepas de cacao en estado húmedo con la aplicación de técnicas es de 46,22 qq ha⁻¹ en sistema agroforestal y sin la aplicación es de 28 qq ha⁻¹ de pepa húmeda en sistema SAFs; y por otro lado en sistema tradicional con la aplicación de técnicas se reportó 45,5 qq ha⁻¹ y 23,59 qq ha⁻¹ sin las técnicas de aplicación.

De acuerdo al análisis estadístico se puede observar que la producción de pepas de cacao en sistema SAF que es de 46,22 qq ha⁻¹ con relación al sistema tradicional que es de 45,5 qq ha⁻¹, que tienen mucha similitud en el volumen, sin embargo en sistema SAF se observa más ventajoso debido a que también se puede comercializar la madera que se encuentra dentro el cultivo de cacao.

PALABRAS CLAVES:

Innovación, *Moniliophthora roreri*, Tecnología, Sistema SAF, Cacao híbrido.

ABSTRACT

The productive potential of cocoa is located in the Department of La Paz, in the municipalities of Alto Beni and Palos Blancos, where the crop is a source of income for cocoa families, in both municipalities approximately 1,000 tons of cocoa / year is produced, of which 200 ton / year are organic and fair trade certified cocoa, which are processed in the El CEIBO Cooperative Central industry and exported to the National and International market, in recent decades cocoa plantations have suffered phenomena abrupt, one of them, the infestation of diseases such as monilia (*Moniliophthora roreri*), witch's broom (*Moniliophthora perniciosa*), black cob (*Phytophthora sp.*) and the bug that is an insect that causes damage to the fruit of cocoa, by on the other hand, in this region, soils depleted in monoculture systems are shown. Likewise, producers are not exercising good agricultural practices, so there is a permanent incidence of the spread of diseases, even more so as the most aggressive, causing losses of 40% to 80% of the crop depending on the management and dedication they receive. cocoa plantations.

According to the problem of the incidence of moniliasis in the cultivation of cocoa, moniliasis control techniques were implemented in study plots located in the San Antonio communities of the municipality of Ato Beni and Brecha "J", Brecha "B", Brecha "C" of the Municipality of Palos Blancos, through a completely randomized design with two factors; factor A traditional systems and factor B agroforestry systems with synchronization management, and with greater emphasis on the incidence and severity variables of the monilia.

The techniques implemented in the research plots were training, maintenance, phytosanitary, rehabilitation and synchronization pruning in forestry, each of the techniques has been applied throughout the cocoa cultivation cycle, taking into account the propitious moments of application of crop cycle techniques.

With the application of control techniques in the agroforestry system, 15.3% incidence was obtained and without the application of techniques at 25.9% incidence and with respect to the traditional system with the application of techniques we have an incidence of 10.6% and without the application of techniques to 21.9%. of incidence of moniliasis. The volumes of cocoa beans in the wet state with the application of techniques is 46.22 qq ha⁻¹ in agroforestry system and without the application is 28 qq ha⁻¹ of wet peel in SAFs system; and on the other hand in a traditional system with the application of techniques,

45.5 qq ha⁻¹ and 23.59 qq ha⁻¹ were reported without the application techniques.

According to the statistical analysis it can be observed that the production of cocoa beans in SAF system that is 46.22 qq ha⁻¹ in relation to the traditional system that is 45.5 qq ha⁻¹, which have a lot of similarity in the volume, however in SAF system it is more advantageous because the wood that is inside the cocoa crop can also be marketed.

KEYWORD:

Innovation, *Moniliophthora roreri*, Technology, Agroforestry system, Hibrid cocoa.

INTRODUCCIÓN

Los resultados indican que los productores de cacao organizados de Bolivia produjeron en la temporada 2012-2013, un poco más de 1.130 toneladas métricas (TM) (24.600 qq aprox.), de las cuales, el 80,7% se produjo en La Paz, el 12,3% en Santa Cruz, 3,8% en Beni y Pando y 3,2% en Cochabamba. El 64,1% de la producción total de cacao bajo manejo es acopiado por la Central de Cooperativas El Ceibo. De la misma manera se puede decir que la región productora en las provincias Caranavi y Sur Yungas es la que aporta con la mayor cantidad de grano, representando el 75% de la producción total. No obstante, en la reciente campaña se verifica un descenso de la producción nacional de cacao de 25,9% respecto al periodo 2011-2012. (Ferrari 2013, pag. 21).

De acuerdo a la percepción de los actores, principalmente de las organizaciones de productores y las instituciones de apoyo, los factores que incidieron en el descenso de la producción fueron: a) en La Paz, particularmente en la provincia Caranavi, la enfermedad conocida como Moniliasis, producida por el hongo *Moniliophthora roreri*, que durante la gestión 2013 afectó en promedio al 53% de las plantaciones, con rangos de 30-70% de afectación de acuerdo al área de colonización. (Ferrari 2013, pag. 22).

Los sistemas agroforestales (SAF) con cacao amazónico boliviano cultivado se

encuentran principalmente en el Beni, La Paz y Santa Cruz. Se registra una producción de 240,15 TM (5.221 qq) de cacao amazónico boliviano en la campaña 2012-2013, lo que representa el 21% de la producción total. Se presentó además, como en los otros casos, un descenso de la producción del 19,25%, respecto a la anterior campaña. Los sistemas agroforestales con cacao híbrido, aunque no excluyen del todo la existencia de cacao amazónico boliviano, se cultivan en las cooperativas y proveedores de El Ceibo; la producción de ASECAR que se vende también a El Ceibo, la producción de Chocolate Tropical, así como una empresa privada recientemente establecida en Puerto Villarroel. Esto significa un total de 752,34 TM (16.355 qq), que representa el 66% de la producción de cacao en el periodo 2012-2013 y también que continúa siendo el sistema de producción y el tipo de cacao más importante del país en términos de volumen, principalmente en La Paz y Cochabamba. (Ferrari 2013, pag. 23).

En el año 2015 Bolivia produjo 1.488 Tm, donde las exportaciones significaron US\$ 1.1 millón para el país. El precio internacional ha tenido un incremento del 8% anual en los últimos 3 años, sin embargo, el sector presenta un déficit de 12.800 ton. para lograr cubrir la demanda interna. Así mismo, se ha incrementado la demanda internacional para un cacao con características especiales como el criollo boliviano, siendo esta una oportunidad para el sector cacaotero en Bolivia, (CIPCA

2008 pag.126).

Evans *et al.* (2003), menciona que en el año 2011, la cacao cultura del Alto Beni, registra un momento epidemiológico histórico con la llegada de la moniliasis del cacao, reduciendo en ese año los rendimientos llegaron en un 60% en primera instancia afectando cacaotales en riberas del río Alto Beni, hasta las partes altas de la región, la enfermedad ataca únicamente los frutos del cacao y puede provocar pérdidas que oscilan entre un 16 y 80 % de la producción. La severidad del ataque de la *Monilia* varía según la zona y época del año, de acuerdo con las condiciones del clima; aparentemente las temperaturas y la humedad relativa alta son más favorables para la reproducción y diseminación de la Moniliasis.

El cacao se encuentra caracterizado en dos tipos; nacional o criollo e híbrido o injerto, su ciclo agrícola inicia en invierno, la poda se realiza entre los meses de agosto y octubre. La floración del cacao nacional ocurre en octubre y el cacao híbrido o injerto en el mes de diciembre, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias. La cosecha del cacao nacional abarca los meses de enero a abril y el cacao híbrido o injerto entre mayo y agosto (Somarrriba y Trujillo 2005, pag 12).

Orozco 2005, menciona que actualmente los cultivos tradicionales de cacao en Alto Beni, tienen una superficie aproximada de 1,6 - 2,3 ha., la dimensión y densidad de siembra es de 4 x 4 m, es decir 625 plantas/ha., el rendimiento promedio es de 9 qq ha⁻¹ año.

Suxo 2014, Indica que el sistema SAF consiste en plantaciones del cultivo de Cacao y Forestales, los árboles maderables pueden plantarse en el contorno o hileras, de la parcela. Para una sombra temporal se inicia con plantaciones de plátano, yuca y maíz. Permanente se usa los arboles de huasicucho, toco, roble, mara, nogal,

cedro y otras especies, con un promedio entre 40 y 60 árboles ha⁻¹. Las plantas de cacao y árboles de sombra por lo general son podadas una vez al año para inducir la floración del cacao y regular la sombra.

El presente trabajo de investigación se realizó para fortalecer la producción de cacao en la región de Alto Beni con la aplicación de técnicas de manejo en el control de la moniliasis, bajo el sistema agroforestal y tradicional, de esta manera incrementar la productividad del cultivo de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo de investigación se utilizó materiales como: cultivares de cacao, herramientas menores, material de escritorio y equipos, con los cuales se ha obtenido los resultados estipulados en el documento.

Para obtener los resultados del objeto de estudio, se utilizó el diseño experimental, bloques completamente al azar con arreglo bifactorial con 4 repeticiones, donde el Factor A corresponde (sistema de producción SAF y tradicional) y el Factor B corresponde (Tipos de podas).

Inicialmente se localizó las parcelas con presencia de la moniliasis, en las comunidades de San Antonio, Brecha B, Brecha C y Brecha J de los municipios de Palos Blancos y Alto Beni respectivamente, donde se ha georeferenciado la distribución de los tratamientos en las comunidades.

La georeferenciación de los árboles en las parcelas se tomaron los siguientes datos como al DAD, altura, diámetro copa para ver el efecto sombra de los arboles hacia el cacao, también para determinar la densidad y diversidad de las especies, posterior a ello se realizó del manejo de la sincronización (podas) de las parcelas con el fin de reducir el efecto de la sombra

para el cacao y reducir el incidencia de la monilia. También se realizó los planos de intervención de las podas según los datos de georeferenciación de diámetro copa; con el objetivo de sincronizar el sistema, aclareo de la parcela, entrada de luz y estimular a la planta en la floración y cuajamiento.

Se realizó la práctica de manejo de árboles forestales con la intervención de las parcelas de sistemas agroforestal del cacao del bloque I-II-III-IV en las comunidades de San Antonio y Brecha J con una superficie 16.365 m², donde se logró, estimular a la floración de los árboles de cacao, aumentar la producción y reducir las pérdidas por enfermedades como la mazorca negra y la monilia.

Se realizó podas de formación a partir de 2 años del cultivo, la poda de formación trimestralmente, consiste en seleccionar tres ramas principales, para formar la copa a una altura conveniente para facilitar el paso de luz solar a las hojas favoreciendo la fotosíntesis. La poda de formación en plantaciones por semilla, se realiza en plantas jóvenes desde dos años adelante, cuando alcanzan un desarrollo adecuado para elegir las ramas definitivas y en plantas injertadas dar una buena forma y orientar un crecimiento vertical básicamente consiste en eliminar los chupones y despuntar guías.

Poda de mantenimiento consiste en preparar las plantas para la producción del año siguiente, es recomendable realizarlo a partir de agosto a septiembre, otros indican efectuarlo al menos dos veces al año, siendo lo más apropiados las podas ligeras cada 3 meses, de acuerdo a los criterios básicos de poda. En plantas tempranas la poda de mantenimiento se realiza en los meses de mayo a junio, plantas intermedias entre los meses de julio a agosto y plantas tardías en los meses de septiembre a octubre.

Poda fitosanitario se refiere al control

de mazorcas infectadas con moniliasis de cualquier tamaño, para ello se deben realizar revisiones después de las cosechas, para ver si quedó alguna mazorca infectada, lo más recomendable es que la revisión y el control de las mazorcas enfermas se realicen cada 10 a 15 días, para cortar el ciclo de las enfermedades de la moniliasis, de esta manera se previene la proliferación de la monilia en la producción del cacao.

Asimismo con la poda fitosanitario de debe eliminar mazorcas con monilia, mazorca negra, escoba de bruja en brotes tiernos, cojines florales y escobas secas, en cualquier fase de su desarrollo, al mismo tiempo eliminar el chinche del cacao.

Poda de rehabilitación se realiza en un cacaotal viejo e improductivo, es como volver a establecer una plantación nueva, el nuevo diseño de parcela dependerá de la edad de las plantas, productividad, la incidencia de las enfermedades y plagas, y paralelamente realizar una poda ligera en un 20%, poda fuerte 50% y una poda total 100% de ramas de la planta. Las podas se recomiendan realizar en el periodo invernal de mayo a junio, debido a que los rayos solares no son tan intensos, al mismo tiempo se debe aprovechar y seleccionar chupones para injertar con las variedades mejoradas.

Con la finalidad de mejorar el ambiente de producción de cacao se realizó podas de los árboles como la poda de sincronización que consiste en el corte de las ramas y elevación de copa que permitirá la entrada de luz hacia los estratos bajos y raleo de árboles que empiezan a superar en altura a las especies de consorcio secundario entrecruzando sus copas entre ellas lo cual obstaculiza el paso de la luz a los estrato medios y bajos como consecuencia el cultivo de cacao deja de florecer y producir fruto, de esta manera las especies son cortadas desde abajo.

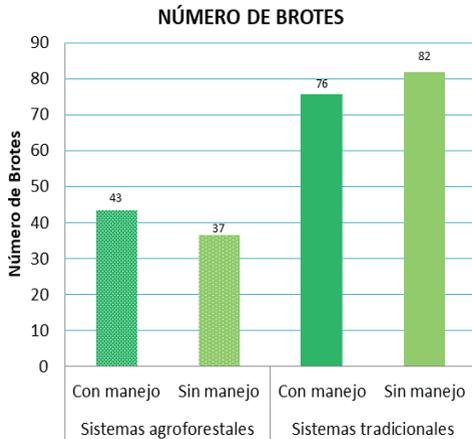
De la misma manera se debe acompañar

con la frecuencia de cosecha cada 15 días, importante para reducir las incidencias de la moniliasis, ya que evitamos que la monilia logre esporular o dispersar sus esporas en el cultivo, de esta manera se altera el ciclo de desarrollo del hongo moniliasis.

RESULTADOS

De acuerdo al análisis de varianza, que el factor con manejo y sin manejo, respectivamente no mostraron diferencia significativa entre sí, como se puede observar en la figura 1, donde las plantas de cacao en sistema tradicional se observa con manejo 76 brotes, sin manejo 83 brotes, asimismo en sistema agroforestal se muestra con manejo 43 brotes y sin manejo 37 brotes. Por lo que se evidencia cuando un cultivo de cacao con mayor número de ramas genera mayor número de brotes y por otro lado cultivos de cacao en sistema SAF sin manejo con mucha sombra menor número de brotes.

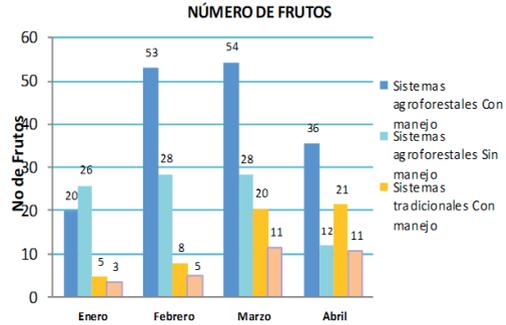
Figura 1: Efecto de podas en el número de brotes.



De acuerdo al análisis de varianza y la prueba Duncan, se observa que entre sistema tradicional y sistemas SAFs existe altamente significativa, donde el sistema SAF con manejo obtiene un promedio de 41 frutos y sin manejo de 26 frutos y

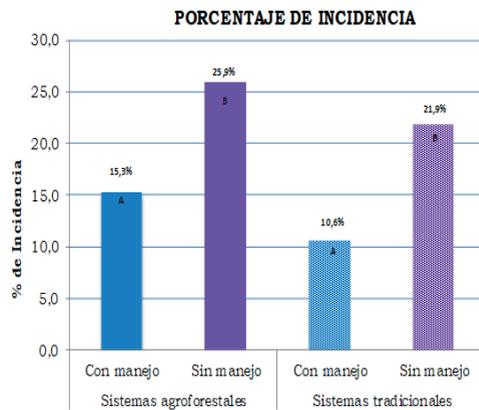
dentro del sistema sistema tradicional con manejo 26 frutos y 22 frutos sin manejo, como se puede observar en la figura 2. Siendo el efecto de cuatro podas en el ciclo del cultivo.

Figura 2: Efecto de podas en el número de frutos.



Según el análisis estadístico el porcentaje de incidencia, el factor sistema tradicional y sistema SAFs no muestran diferencia significativa. Sin embargo el factor con manejo y sin manejo muestra diferencia significativa, como se observa en la figura 3.

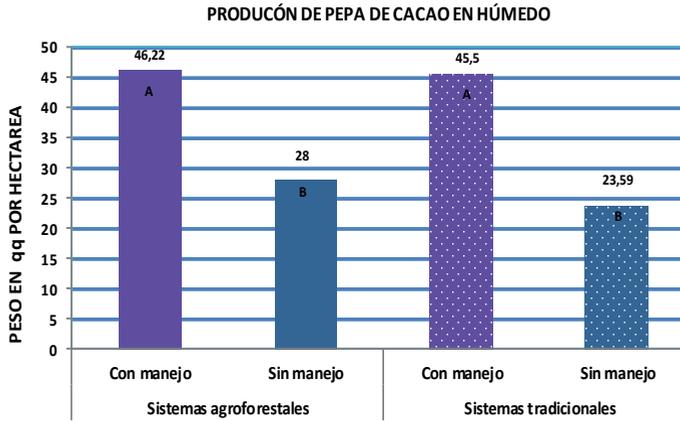
Figura 3: Efecto de técnicas de manejo en la incidencia de moniliasis



De acuerdo con la prueba de comparación de medias Duncan al 5 %, la diferencias de la incidencia de moniliasis en sistema SAFs con manejo es de 15,3% y en sistema tradicional con manejo es de 10,6% de incidencia, lo que significa que el tipo de sistema determina la reducción de la

moniliasis. Lo contrario ocurre con factor sin manejo en sistema SAFs la incidencia se reportó 25.9% y en sistema tradicional 21.9% de incidencia.

Figura 4: Producción de pepas de cacao (qq.)



De acuerdo al análisis estadístico, para el factor sistema SAFs y sistema tradicional no muestra diferencia significativa. Al contrario para el factor con manejo y sin manejo hay mayores volúmenes de pepas de cacao en estado húmedo con manejo en sistema SAFs (46,22qq de pepa húmeda de cacao) a comparación del sin manejo (28 qq de pepa húmeda de cacao) y en sistema tradicional con manejo (45,5 qq de pepa húmeda de cacao) y (23,59 qq de pepa húmeda de cacao), que muestran diferencia significativa al igual que el sistema SAFs.

En la fig. 2, se observa que entre el sistema tradicional y sistemas SAFs existe altamente significativa, donde el sistema SAF con manejo obtiene un promedio de 41 frutos y sin manejo de 26 frutos y dentro del sistema tradicional con manejo 26 frutos y 22 frutos sin manejo, dichos resultados son diferentes al número de brotes, debido a que los cultivos también dependen de otros factores, principalmente disposición de nutrientes para que los frutos relativamente puedan fructificar de todos los brotes.

DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza, los resultados que se muestran en la fig. 1 en los resultados se observa que en sistema tradicional con manejo se reportó 76 brotes, sin manejo 83 brotes, asimismo en sistema agroforestal se muestra con manejo 43 brotes y sin manejo 37 brotes. Por lo que se evidencia cuando un cultivo de cacao con mayor número de ramas sin podar genera mayor número de brotes y por otro lado cultivos de cacao en sistema SAF sin manejo con mucha sombra menor número de brotes.

La incidencia de moniliasis en sistema SAFs con manejo es de 15,3% y en sistema tradicional con manejo es de 10,6%, lo que significa que el tipo de sistema determina la reducción de la moniliasis. Lo contrario ocurre con factor sin manejo en sistema SAFs la incidencia se reportó 25.9% y en sistema tradicional 21.9%, y que es completamente distinto al reporte de (Ferrari 2013) indica que los factores que incidieron en el descenso de la producción de cacao en La Paz, particularmente en la provincia Caranavi, la enfermedad conocida como Moniliasis, (*Moniliophthora roreri*), durante la gestión 2013 afectó en promedio

DICYT - UPEA

al 53% de las plantaciones, con rangos de 30-70% de afectación, asimismo Evans *et al.* 2003, menciona que en el año 2011, la cacaocultura del Alto Beni, fue afectado por moniliasis que las pérdidas oscilan entre un 16 y 80 % de la producción.

De acuerdo al análisis estadístico, para el factor sistema SAFs y sistema tradicional no muestra diferencia significativa. Al contrario para el factor con manejo y sin manejo hay mayores volúmenes de pepas de cacao en estado húmedo con manejo en sistema SAFs (46,22qq de pepa húmeda de cacao) a comparación del sin manejo (28 qq de pepa húmeda de cacao) y en sistema tradicional con manejo (45,5 qq de pepa húmeda de cacao) y (23,59 qq de pepa húmeda de cacao) y según Orozco 2005, menciona que actualmente los cultivos tradicionales de cacao en Alto Beni, en una plantación de 625 plantas/ha el rendimiento promedio es de 9 qq ha⁻¹ año. CIPCA 2008, de la misma manera menciona que los datos son diferentes de municipio a municipio en todos los aspectos, incluso en un mismo municipio los reportes son variables, al respecto consideramos prudente estimar un promedio de 2 quintales (qq) de cacao seco en grano, por hectárea con un mínimo de gestión humana.

CONCLUSIONES

Determinantemente el manejo agronómico del cultivo de cacao es muy importante y específicamente las técnicas de podas de formación, mantenimiento, fitosanitaria, rehabilitación y podas de sincronización de árboles forestales, con todas estas innovaciones la productividad del cultivo será beneficiosa de manera rentable a los productores.

En el cultivo de cacao para reducir la incidencia de la moniliasis, es sumamente necesario realizar las técnicas de podas, asimismo en el momento de efectuar poda fitosanitario, se debe practicar con mayor

rigurosidad en el control de enfermedades hasta su final destrucción, de esta manera disminuir al mínimo la incidencia de moniliasis y entre otras enfermedades.

Con la implementación de innovación tecnológica en el manejo del cultivo de cacao en el sistema SAFs con manejo se observó mayor número de brotes, frutos, incidencia de moniliasis se reduce al 15.3% y el rendimiento alcanzó al 46.22 qq ha⁻¹ y sin manejo se manifiesta que el número de brotes 37, frutos 23,5, la incidencia de moniliasis se mantiene en 25.9% y en sistema tradicional con manejo se reportó el número de brotes de 76, frutos 13,5 y la incidencia de moniliasis se reduce a 10,6% y la producción 45,5 qq ha⁻¹ y sin manejo el número de brotes 82, frutos 7,5 y la incidencia de la moniliasis se mantiene en 21.9% y con una producción de 23,59 qq ha⁻¹. De la misma manera para ayudar con la disminución de la incidencia de la moniliasis, se debe realizar la cosecha en un tiempo aproximado cada 15 días para evitar establecimiento de las esporas del hongo monilia y de esa manera evitar su germinación y proliferación en el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Cerda, B. (2004) diagnóstico de enfermedades fungosas en genotipos cultivados de cacao (*Theobroma cacao*) en floración y fructificación en localidades productivas de Alto Beni. Bolivia. 96 p.

CIPCA (2008). El cacao en Bolivia Una alternativa económica de base campesina indígena, Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. 201 p.

Evans, H; Holmes, K. y Reid, A. (2003). Phylogeny of the frosty pod rot pathogen of cocoa. *Plant Pathology* 52: 476 - 485 p.

Fernández M. (1973). Cartilla Informativa. Chinche de cacao Monalोनion

- dissimulatum Dist. Ministerio de Agricultura y Sanidad. División de Sanidad Vegetal. La paz- Bolivia. 12 p.
- Ferrari, L. (2013). Producción del cacao y del chocolate en Bolivia Datos 2010 - 2013 en base a encuestas a productores y empresarios chocolateros. 57 p.
- Milz, J. (2001). Guía para el establecimiento de Sistemas Agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. DED, CARE- MIRNA. La Paz, Bolivia. 28 p.
- Nair, P. y Ramachandran, K. (1997). Agroforestería. Centro de agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma, 1ra Edición. Chapingo – México. 248 p.
- Orozco, L. (2005). Enriquecimiento agroforestal de fincas cacaoteras con maderables valiosos en Alto Beni, Bolivia. Tesis de grado para optar por el título de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Turrialba - Costa Rica. 37 p.
- Ortiz, M. (2006). Conocimiento local y decisiones de los productores de Alto Beni, Bolivia, sobre el diseño y manejo de la sombra en sus cacaotales. Tesis de grado para optar por el título de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Turrialba – Costa Rica.
- Parra, D. y Sánchez, L. (2005). El control de la moniliasis en el cacao (en línea). Consultado. Recuperado de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero%206/parra_d.pdf
- PIAF – El Ceibo. (2001). (Programa de Investigaciones agroecológicas y forestales). Manual de capacitación en la producción ecológica. Sapecho, BO, Creaciones Gráficas Topaz. 69 p.
- Phillips, W. y Cerda, R. (2009). Catálogo de enfermedades de cacao en Centroamérica. (CATIE), Turrialba, Costa rica. Manual técnico N. 93.
- Silva, N. (2002). Sistema de produção de cacao para a Amazonia Brasileira. Belem. CEPLAC, Brasil. 125 p.
- Somarriba, E. y Trujillo, L. (2005). El Proyecto “Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni, Bolivia”. Revista Agroforestería en las Américas. CD- ROM. Centro agronómico de investigación y enseñanza CATIE. 12-16 p.
- Suxo, F. (2017). Estimación de biomasa subterránea y carbono en los sistemas de producción; orgánica y monocultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la zona de Alto Beni, Bolivia. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniería Agrónoma. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. 32 p.

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN ACOPLADO CON GEOQUÍMICA PARA LA CAPTURA GEOLÓGICA DE CO₂ EN UN ACUÍFERO

Development and Validation of a Simulation Model Coupled with Geochemistry for the Geological Sequestration of CO₂ into an Aquifer



Dayna, Rodriguez Zambrano

MSc. en Ingeniería Petrolera, Docente Investigador,
Carrera de Ingeniería de Gas y Petroquímica,

Anai Linda, Paye Fabian

Auxiliar de Investigación IDH,
Carrera de Ingeniería de Gas y Petroquímica,
Universidad Pública de El Alto.

RESUMEN

Una de las prácticas para la mitigación de la contaminación ambiental a corto plazo por efecto de gases de efecto invernadero es la inyección de dióxido de carbono (CO₂) en el subsuelo una vez que éste haya sido capturado. Esta tecnología más comúnmente conocida como captura y secuestro geológico de CO₂ está siendo aplicada en varios países de Europa, Norte América y Asia. En Bolivia muy poco se sabe de esta tecnología, por lo que es de vital importancia desarrollar la ingeniería del conocimiento en este tipo de tecnologías y procesos.

El presente estudio realiza la validación de un modelo de simulación numérica en un simulador composicional para un caso donde el CO₂ es inyectado a un acuífero salino tomando en cuenta no solamente las leyes de flujo de fluidos en un reservorio, sino también las interacciones geoquímicas que ocurren entre el CO₂, el acuífero y los minerales de la roca reservorio. La validación del modelo de simulación se realiza con la finalidad de producir un modelo base verídico, adecuado y eficiente para su posterior reaplicación. Los resultados obtenidos demuestran que el modelo de simulación fue validado apropiadamente ya que los perfiles tridimensionales obtenidos de varias variables evaluadas, tales como la saturación de CO₂, los moles de CO₂ y la precipitación de minerales muestran una correlación de alta precisión con respecto al modelo base. El modelo desarrollado y validado podrá ser posteriormente aplicado para una simulación de inyección de CO₂ en un caso real en Bolivia.

PALABRAS CLAVE

Secuestro geológico de CO₂, acuífero, geoquímica, simulación numérica, mitigación de cambio climático.

ABSTRACT

One of the practices that are being used in order to mitigate environmental pollution due to green house gases effects in the short-term is the injection of carbon dioxide (CO₂) in the underground once it has been captured. This technology is more commonly acknowledged as Carbon Capture and Sequestration (CCS) and it is being applied in several countries in Europe, North America, and Asia. In Bolivia there is little knowledge about this technology, and therefore, it is vital to develop the engineering of knowledge regarding these kinds of technologies and processes.

This paper's objective is to develop and validate a numerical simulation model using a

compositional simulator for a case where CO₂ is injected into an aquifer taking into account not only the fluid flow laws in porous environments, but also, the geochemical interactions that occur among the CO₂, the aquifer, and the minerals from the reservoir rock itself. A proper validation of a simulation model is deployed in order to produce a base-model that is truthful, adequate and efficient for its later application. The obtained results show that our model was validated appropriately, and this can be seen in the 3D profiles that evaluated several variables, such as CO₂ saturation, moles of CO₂, and precipitation of minerals that show an almost exact match with respect to the comparison model. This developed and validated simulation model could be applied for an actual CO₂ geological sequestration case in Bolivia.

KEYWORDS

Geological sequestration of CO₂, aquifer, geochemistry, numerical simulation, climate change mitigation.

1. INTRODUCCION

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero son reconocidas por ser la causa principal del calentamiento global y el cambio climático. El dióxido de carbono (CO₂) es el más abundante de estos gases en la atmósfera y es responsable del 64% de todos los gases de efecto invernadero de acuerdo a la Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas (Williams, 2002, p. 30). 85% de las emisiones de CO₂ son producidas por el uso de combustibles fósiles, y están proyectados a incrementar en un 130% para el 2050 (IEA, 2018, p. 38). La captura y almacenamiento de carbón (CCS, Carbón Capture and Storage por sus siglas en inglés) es una opción para mitigar las emisiones de CO₂ generadas por el uso a gran escala de combustibles fósiles. Ofrece una solución a corto plazo para mitigar el cambio climático mientras se establece una transición a sistemas energéticos más eficientes, sostenibles, o de bajo consumo de carbón en el mediano y largo plazo. Las tecnologías de captura y almacenamiento de carbón muestran un potencial para reducir las emisiones de CO₂ en un 54% en la Unión Europea y en un 33% a una escala global para 2050 (Stangeland, 2007, p. 4).

Las opciones para el almacenamiento

geológico de CO₂ incluyen su inyección en reservorios de petróleo activos o depletados, acuíferos salinos profundos, y formaciones de carbón (Figura 1). Los acuíferos salinos proveen la mayor capacidad de almacenamiento para la secuestación de CO₂ y la mayor proximidad a largos puntos de emisión de CO₂ tales como las plantas de energía de combustibles fósiles. El conocimiento temprano de la ingeniería de secuestación de CO₂ en acuíferos salinos estuvo basado en la vasta experiencia que se tiene inyectando CO₂ para la recuperación mejorada de petróleo (EOR, Enhanced Oil Recovery por sus siglas en inglés). Sin embargo, la extracción simultánea de fluidos y la inyección de CO₂ durante los procesos de recuperación mejorada hace que las perturbaciones de presión sean mínimas. Contrariamente, debido a la ausencia de extracción de fluidos en la mayoría de las aplicaciones de almacenamiento de CO₂, un incremento de presión significativo podría ser observado y esto tiene implicaciones importantes para la integridad del almacenamiento de CO₂. Numerosos proyectos de almacenamiento de CO₂ han sido aplicados alrededor del mundo e investigación significativa ha sido conducida a lo largo de las dos pasadas décadas para cerrar la brecha asociada con el conocimiento de almacenamiento de CO₂. El modelamiento apropiado de

la captura geológica de CO₂ es requerido e incluye una variedad de procesos físicos y químicos:

1. Flujo de fluidos multifase
2. Disolución de CO₂ y la salmuera in-situ
3. Reacciones geoquímicas: reacciones entre los iones de CO₂ y los iones de la salmuera, y reacciones con los minerales presentes en la roca

Este trabajo se concentra en el desarrollo de una simulación numérica utilizando el simulador desarrollado por la empresa canadiense Computer Modeling Software V. 2015 (CMG, 2015). El objetivo principal de este trabajo es el de evaluar y validar los efectos de las reacciones geoquímicas en un acuífero cuando se inyecta CO₂. Para cumplir con este objetivo la simulación se lleva a cabo durante 200 años. La simulación/modelamiento numérico a largo plazo es necesaria por dos razones. Primero será de bastante utilidad entender y evaluar los parámetros y procesos relacionados con el almacenamiento exitoso de CO₂ cuando se consideran las reacciones geoquímicas. Segundo, las alteraciones en la porosidad y permeabilidad ocurren a velocidades y escalas que no pueden ser capturadas por mediciones de laboratorio, por lo que usualmente se requiere de simulaciones computacionales.

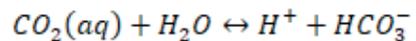
2. MÉTODOS

El presente artículo se basa en el desarrollo de un modelo de simulación composicional que calcula el flujo de fluido en tres dimensiones tanto de la fase acuosa como de la fase gaseosa. También se calcula durante la simulación el equilibrio de las fases y su composición en cada una de las celdas del modelo. Adicionalmente, un simulador composicional también calculará las densidades, viscosidades, solubilidades y otras propiedades fisicoquímicas de las fases a través de correlaciones matemáticas ecuaciones de estado, tales como la ecuación de Peng-Robinson. Un simulador composicional es el más adecuado y preciso para computar el comportamiento realístico de las fases. Por lo tanto, al utilizar un simulador composicional, buscamos modelar el comportamiento más apropiado y realístico de las fases de CO₂ y la salmuera del acuífero durante la inyección de CO₂ en un acuífero profundo.

REACCIONES QUÍMICAS IONICAS Y MINERALES

En general existen dos tipos reacciones geoquímicas durante el proceso de almacenamiento geológico de CO₂. Las reacciones rápidas, iónicas o intra-acuosas se deben a la disolución de CO₂ en la fase acuosa, disociándose en iones de H⁺ y HCO₃⁻ (Nghiem et al. 2009, p. 1-6):

Ec.1



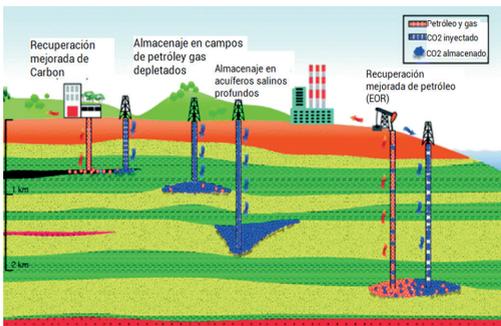
La reacción está gobernada por la ecuación:

Ec.2

$$Q_\alpha - K_{eq,\alpha} = 0, \quad \alpha = 1, \dots, R_{aq}$$

Con:

Figura 1. Esquema de las opciones para la secuestro geológico de CO₂



Fuente: Ketzer et al., 2012, p. 5.

$$Q_{\alpha} = \prod_{k=1}^{n_{aq}} a_k^{v_{k\alpha}} \quad \text{Ec.3}$$

Donde Q_{α} es el producto de actividad. $K_{\text{eq},\alpha}$ es la constante de equilibrio químico para la reacción acuosa 'a' (Kharaka, 1989). R_{aq} es el número de reacciones de equilibrio química intra-acuosas. a_k es la actividad del componente 'k'. $v_{k\alpha}$ es el coeficiente estequiométrico: (-) para las especies reactivas y (+) para las especies en el producto.

Por ejemplo, el producto de actividad calculado para la reacción expresada en la Eq. 1 es:

$$Q = \frac{a(H^+) \cdot a(HCO_3^-)}{a[CO_2(aq)] \cdot a(H_2O)} \quad \text{Ec.4}$$

Las actividades a_k se relacionan a la molalidad (moles por kilogramo como sigue)

$$a_i = \gamma_i m_i, \quad i = 1, \dots, n_{aq} \quad \text{Ec.5}$$

Donde el coeficiente de actividad γ_i es igual a 1 para una solución ideal. Sin embargo, muchas de las soluciones son no-lineales, así que este coeficiente es calculado por el modelo B-dot que se expresa en la siguiente ecuación (Bethke, 1996):

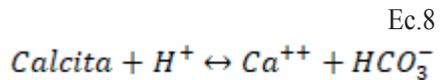
$$\log \gamma_i = -\frac{A_{\gamma} z_i^2 \sqrt{I}}{1 + a_i B_{\gamma} \sqrt{I}} + BI \quad \text{Ec.6}$$

La fuerza iónica está dada por:

$$I = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n_{aq}} m_k z_k^2 \quad \text{Ec.7}$$

El segundo tipo de reacción geoquímica

son las reacciones minerales que ocurren entre iones de la fase acuosa y entre iones y minerales presentes en la roca, éste último dan lugar a la precipitación o disolución de varios minerales. Sin embargo, estas reacciones toman cientos de años antes de que se observe una cantidad significativa de disolución o precipitación. Una de las reacciones minerales típicas durante la secuestro geológico de CO2 es la precipitación y disolución de calcita:



La ecuación de que modela reacciones minerales de disolución y precipitación es la de Bethke (1996):

$$r_{\beta} = \hat{A}_{\beta} k_{\beta} \left(1 - \frac{Q_{\beta}}{K_{\text{eq},\beta}} \right), \quad \beta = 1, \dots, R_{mn} \quad \text{Ec.9}$$

r_{β} es la velocidad de reacción. \hat{A}_{β} es el área de superficie. k_{β} es la constante de velocidad de la reacción mineral. Q_{β} es el producto de actividad. $K_{\text{eq},\beta}$ es la constante de equilibrio químico (Kharaka, 1989).

Ec.10

$$Q_{\beta} = \prod_{k=1}^{n_{aq}} a_k^{v_{k\beta}}$$

Por ejemplo, el producto de actividad para la reacción mineral de la calcita será:

$$Q = \frac{a(Ca^{++}) \cdot a(HCO_3^-)}{a(H^+)} \quad \text{Ec.11}$$

Si la velocidad de reacción es negativa, entonces se trata de una reacción mineral donde se presenta disolución. Si la velocidad de reacción es positiva, entonces se trata de una reacción mineral donde se presenta precipitación.

Otros ejemplos de reacciones intra-acuosas y reacciones minerales se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Ejemplos de otras reacciones geoquímicas (Nghiem et al., 2009, p. 9)

TABLE 3 – GEOCHEMICAL REACTIONS	
<u>Intra-aqueous chemical equilibrium reactions</u>	
1.	$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$
2.	$CO_2(aq) + H_2O \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$
3.	$HCO_3^- \leftrightarrow H^+ + CO_3^{2-}$
4.	$AlOH^{2+} + H^+ \leftrightarrow Al^{3+} + H_2O$
<u>Mineral dissolution/precipitation reactions</u>	
5.	$Calcite + H^+ \leftrightarrow Ca^{2+} + HCO_3^-$
6.	$Dolomite + 2H^+ \leftrightarrow Ca^{2+} + Mg^{2+} + 2HCO_3^-$
7.	$Chalcedony \leftrightarrow SiO_2(aq)$
8.	$Kaolinite + 6H^+ \leftrightarrow 5H_2O + 2SiO_2 + 2Al^{3+}$
9.	$Illite + 8H^+ \leftrightarrow 5H_2O + 0.6K^+ + 0.25Mg^{2+} + 2.3Al^{3+} + 3.5SiO_2(aq)$
10.	$Siderite + H^+ \leftrightarrow Fe^{2+} + HCO_3^-$
11.	$Anorthite + 10H^+ \leftrightarrow 3Fe^{2+} + K^+ + Al^{3+} + 3SiO_2(aq) + 6H_2O$
12.	$Anorthite + 8H^+ \leftrightarrow Ca^{2+} + 2Al^{3+} + 2SiO_2(aq) + 4H_2O$

2.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Nghiem et al. (2004, p. 1-7) desarrolló un modelo de simulación para caracterizar un reservorio tridimensional usando el simulador composicional CMG-GEM con la finalidad de mostrar los efectos que las reacciones geoquímicas tienen en el almacenamiento de CO₂ en un acuífero. Es en base al trabajo de Nghiem (2004, p. 1-7) que se busca validar la simulación numérica desarrollada para el presente estudio. Para esta simulación, el reservorio consta 40000 celdas/bloques: 40 en la dirección ‘x’, 40 en la dirección ‘y’, y 25 en la dirección vertical ‘z’. La profundidad del tope del reservorio se encuentra a 900 m (Nghiem et al., 2004, p. 6). La permeabilidad del reservorio es homogénea (igual en las direcciones ‘x’, ‘y’, y ‘z’) y es de 2000 md. La porosidad es isotrópica y tienen un valor del 38%.

Para este modelo, el CO₂ es inyectado por los primeros 25 años a un caudal constante de 1.4 millones de metros cúbicos por día y una presión máxima de inyección de 1E5 kPa. El pozo inyector se localiza exactamente en la parte central del reservorio y los baleos se encuentran aproximadamente a 1000 m de profundidad.

El modelo tiene la finalidad de estudiar la evolución y características de barrido del CO₂ cuando es inyectado a un acuífero con las propiedades que se muestran en la Tabla

2. Las reacciones geoquímicas usadas en esta simulación están especificadas en la Tabla 2. Los iones que componen la fase acuosa con CO₂(aq), H₂O, H⁺, Ca⁺⁺, SiO₂(aq), Al⁺⁺⁺, OH⁻, HCO₃⁻, y CO₃²⁻ (Nghiem et al., 2004, p. 6).

Tabla 2. Propiedades del acuífero para el modelo de validación (Nghiem et al., 2004, p. 6, 9, 11).

Número de celdas	40 x 40 x 25 = 40000
Tamaño de las celdas en la dirección ‘x’	175 m
Tamaño de las celdas en la dirección ‘y’	175 m
Tamaño de las celdas en la dirección ‘z’	10 m
Profundidad del tope del acuífero	900 m
Porosidad	38%
Permeabilidad	2000 md
Presión inicial en el tope del acuífero	9130,56 kPa
Presión inicial en la base del acuífero	11486,11 kPa
Temperatura en el tope del acuífero	31,89 °C
Temperatura en la base del acuífero	39,75 °C

En la Tabla 2 se puede apreciar que el modelo tridimensional construido para la simulación consta de 40000 bloques o celdas: 40 bloques en la dirección horizontal “X”, 40 bloques en la dirección horizontal “Y”, y 25 bloques en la dirección vertical “Z”. Los bloques tienen la misma dimensión en todos los casos: 175 m x 175 m x 10 m. El tope del acuífero se encuentra a una profundidad de 900 m, tiene una

presión hidrostática de 9130,56 kPa y una temperatura de 31,89°C. La base del acuífero se encuentra a una profundidad de 1150 m y tiene una presión hidrostática de 11486,11 kPa y una temperatura de 39,75°C. Además la Tabla 1 incluye las propiedades petrofísicas de porosidad y permeabilidad. La porosidad es isotrópica y tiene un valor de 38%. La permeabilidad es homogénea y es de 2000 md para todo el acuífero.

En la Tabla 3 se observan las reacciones geoquímicas que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la simulación numérica del presente proyecto.

Tabla 3. Reacciones geoquímicas iónicas y reacciones minerales para el modelo de validación (Nghiem et al., 2004, p. 10)

Reacciones iónicas					
Reacción	Constante de equilibrio químico ($\log K_{eq}^a$)				
$H_2O = H^+ + OH^-$	-13,2631				
$CO_2(aq) + H_2O = H^+ + HCO_3^-$	-6,3221				
$HCO_3^- = H^+ + CO_3^{2-}$	-10,2342				
Reacciones minerales de disolución / precipitación					
Reacción	$\log K_{eq}^m$	$\log K_{\beta}$ mol/(m2s)	\tilde{A}_{β} (m2/m3)	Energía de reacción n (J/mol)	Fracción en volumen inicial
Kaolinite + 6H ⁺ = 5H ₂ O + 2SiO ₂ + 2Al ⁺⁺⁺	5,4706	-13,0	1760 0	6276 0	0,017 6
Calcite + H ⁺ = Ca ⁺⁺ + HCO ₃ ⁻	1,3560	-8,7958 8	88	4187 0	0,008 8
Anorthite + 8H ⁺ = Ca ⁺⁺ + 2Al ⁺⁺⁺ + 2SiO ₂ (aq) + 4H ₂ O	23,060 3	-12,0	88	6783 0	0,008 8

DICYT - UPEA

La inyección comienza el primer día de enero del año 2000 a un caudal de 1,4E6 m3/día y se mantuvo constante por 25 años, momento en el que el pozo de inyección se cierra. La simulación se realizó por 200 años.

3. MATERIALES

El presente trabajo fue desarrollado gracias al software GEM de CMG en su versión 2015. GEM es un simulador composicional avanzado desarrollado por la empresa canadiense Computer Modelling Group Ltd. que incluye opciones para la elección de la ecuación de estado a utilizar, ofrece la opción de trabajar con porosidad dual, realizar simulaciones con CO₂, gases miscibles, petróleo volátil, gas condensado, comportamiento complejo de fases y otros. GEM fue inicialmente desarrollado para simular los efectos composicionales del fluido del reservorio durante los procesos de producción primaria y recuperación mejorada de petróleo. Sin embargo, actualmente también cuenta con un módulo de Green House Gases GHG (Gases de Efecto Invernadero) que fue utilizado para la presente investigación.

4. RESULTADOS

En la Figura 3 se muestra los perfiles de saturación de gas, la fracción molar de CO₂ en la fase acuosa y precipitación de calcita obtenidos por Nghiem (2004, p. 14) y los obtenidos en nuestra simulación de validación después de los 25 años de inyección. Como se puede apreciar, el CO₂ en estado gaseoso migra al tope del reservorio debido a la menor densidad de este con respecto a la densidad de la salmuera del acuífero (Figura 3a), asimismo el CO₂ se va entrapando en la fase acuosa disociándose en iones de H⁺ y HCO₃⁻ (Figura 3b) lo que favorece a la precipitación de calcita primordialmente en tope del reservorio (Figura 3c).

En la Figura 4 se pueden apreciar los perfiles de las mismas variables evaluadas en la Figura 3, sin embargo, representan los resultados obtenidos después de 200 años de simulación. La evaluación de los resultados después de este largo periodo de tiempo es necesaria debido a la baja velocidad de las reacciones geoquímicas minerales. Para el año 2200 se puede observar que la saturación de CO_2 en estado gaseoso es mínima y se encuentra solo en el tope de la formación, lo que significa que la mayor parte de CO_2 se encuentra atrapada en el acuífero (Figura 4a), esto puede ser constatado analizando el perfil de moles de CO_2 presente en la fase acuosa, donde claramente el CO_2 se extiende desde el tope hasta la base del acuífero (Figura

4b). Por otro lado, al disociarse el CO_2 en iones de H^+ y HCO_3^- ; éste último favorece a la precipitación de calcita, nuevamente observamos que la calcita se precipita desde la base al tope del reservorio.

En las Figuras 3 y 4, los perfiles tridimensionales mostrados en la columna de la derecha son los resultados obtenidos en la simulación desarrollada para esta validación, y los perfiles de la columna a la izquierda son los resultados reportados por Nghiem (2004, p. 14-15). Haciendo una comparación cualitativa y cuantitativa de los perfiles podemos concluir que el proceso de desarrollo y validación de nuestra simulación ha sido exitosa.

Figura 3. Perfiles 3D de Saturación de gas, fracción molar de CO_2 en la salmuera y precipitación de calcita obtenidos en el simulador composicional CMG después de 25 años de inyección. La columna de la izquierda muestra los perfiles reportados por Nghiem (2004, p. 14). La columna de la izquierda son capturas de los resultados obtenidos por la presente simulación de validación.

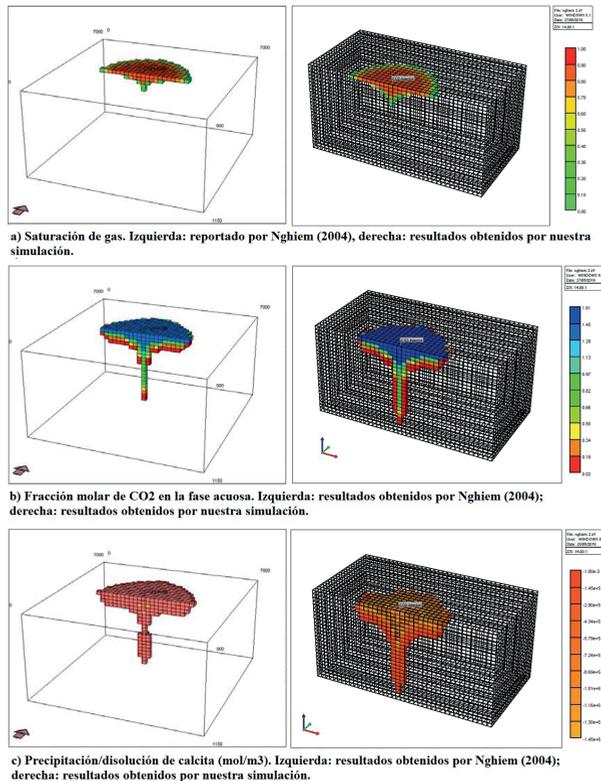
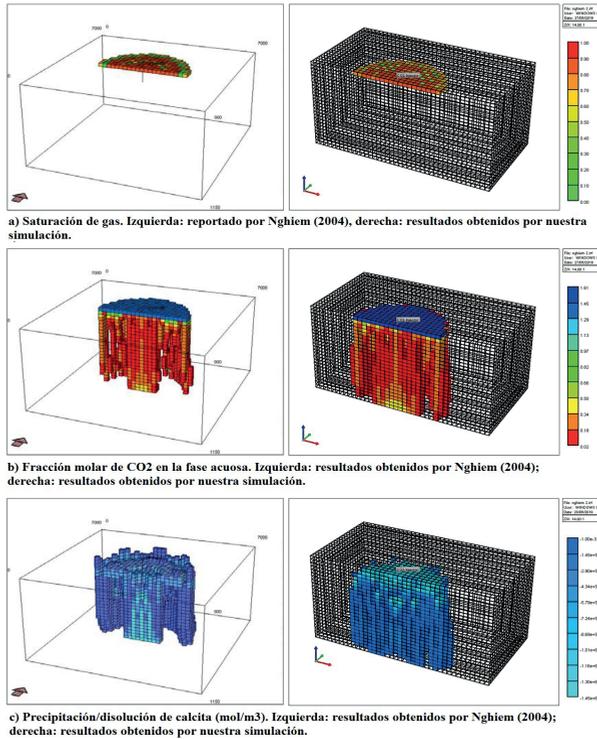


Figura 4. Perfiles 3D de Saturación de gas, fracción molar de CO₂ en la salmuera y precipitación de calcita obtenidos en el simulador composicional CMG después de 200 años de simulación. La columna de la izquierda muestra los perfiles reportados por Nghiem (2004, p. 15). La columna de la izquierda son capturas de los resultados obtenidos por la presente simulación de validación.



5. DISCUSIÓN

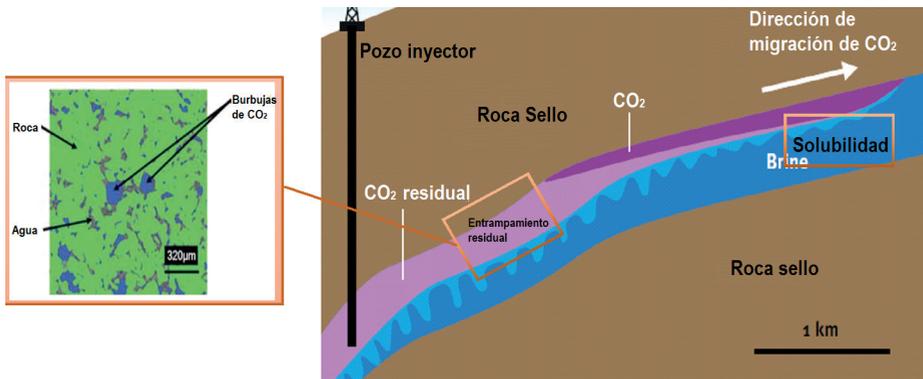
Los mecanismos de entrapamiento en acuíferos salinos profundos durante el almacenamiento geológico de CO₂ se clasifican en mecanismos de entrapamiento primarios y secundarios. El entrapamiento estructural y/o estratigráfico son considerados mecanismos primarios, y se refiere a las estructuras geológicas que ayudan a contener el CO₂, tales como rocas de baja permeabilidad. Este mecanismo es vital para prevenir cualquier fuga de CO₂ y asegurarnos que los mecanismos secundarios de entrapamiento se lleven a cabo. Los mecanismos secundarios son el entrapamiento residual, la solubilidad, y el entrapamiento iónico y/o mineral

(Blunt, 2010, p. 7-9).

Los dos tipos de entrapamiento que compete a esta investigación son el entrapamiento estructural/estratigráfico y el entrapamiento iónico y/o mineral. Cuando el CO₂ es inyectado a una formación geológica, éste migra hacia niveles superiores debido a las fuerzas de flotamiento hasta que encuentra una roca de baja permeabilidad o estructura que impide la posterior migración del fluido. Posibles trampas estructurales y estratigráficas incluyen rocas sello, fallas sellantes y disconformidades. El almacenamiento de CO₂ mediante este mecanismo depende fuertemente de la integridad sellante de la roca/falla (Zhang et al., 2014, p. 320). La migración de CO₂ es posible debido a que tiene una densidad

similar a la de un líquido y viscosidad similar a la de un gas (Zhang et al., 2014, p. 321-323). La densidad del CO_2 es menor a la densidad de la salmuera en la formación, y su viscosidad es de una décima parte de la viscosidad de la salmuera (Blunt, 2010, p. 7).

Figura 2. Una representación esquemática de los mecanismos de entrapamiento de CO_2 en acuíferos salinos



Fuente: Blunt, 2010, p. 8.

En cuanto al entrapamiento mineral, el CO_2 en presencia de agua se disocia en iones de H^+ y HCO_3^- ; los bluniones formados mediante esta disociación de CO_2 en la salmuera puede llegar a reaccionar con el tiempo con los minerales presentes en la roca. Estas reacciones pueden ser beneficiosas o perjudiciales para el almacenamiento de CO_2 . Las reacciones de precipitación que pueden ocurrir cuando los óxidos presentes en la roca se disuelven y luego se precipitan como carbonatos reducen la porosidad y permeabilidad de la roca pudiendo entonces beneficia al entrapamiento de CO_2 de forma permanente (Blunt, 2010, p. 8; Zhang et al., 2014, p.322-325). Por el contrario, una disolución de minerales de la roca podría formar conductos que permitan el escape y mayor migración de CO_2 . Un entrapamiento mineral

significativo ocurre a una escala geológica. Este tipo de reacciones dependen de la presión, pH, temperatura y concentración de las especies (Blunt, 2010, p. 5; Nghiem et al., 2004, p. 6-10; Zhang et al., 2014, p. 324). Las ecuaciones esenciales para el acoplamiento de geoquímica con el flujo de fluidos en el simulador se presentan en el Anexo. Cabe recalcar que toda simulación es una representación de lo que sucedería en la realidad, y que para cada caso de estudio se requieren condiciones específicas de trabajo

y parámetros específicos de simulación. Para futuras aplicaciones del modelo muchas de las características petrofísicas, geométricas y composicionales serán diferentes, sin embargo, los parámetros de las reacciones geoquímicas estudiadas (3 reacciones iónicas y 3 reacciones minerales) permanecerán invariables, y ahora que han sido validadas con bastante precisión, pueden ser utilizadas para posteriores simulaciones numéricas. Para la simulación se tomó en cuenta solamente el flujo de fluidos en medios porosos y las reacciones geoquímicas. Para una mejor y más exacta representación de un caso real, se debe tomar en cuenta también las propiedades geomecánicas de la roca que serán variables debido a la presión de inyección del CO_2 , especialmente cuando existen fallas naturales en el sitio de inyección.

6. CONCLUSIONES

Uno de los problemas más latentes que se enfrentan a nivel mundial son los niveles

de contaminación por gases de efecto invernadero, de los cuales el más abundante es el dióxido de carbono (CO₂). Durante los últimos años se han dado pasos agigantados en la búsqueda de combustibles limpios, sin embargo, la demanda energética mundial continúa en aumento haciendo que los combustibles fósiles sigan siendo irremplazables. Es así que una de las tecnologías más apropiadas para evitar que el CO₂ llegue a la atmósfera es el almacenamiento de CO₂ en el subsuelo.

En este trabajo se desarrolló y validó un modelo de simulación en el que CO₂ se secuestra en un acuífero profundo tomando en cuenta las reacciones geoquímicas. Los resultados obtenidos fueron cualitativa y cuantitativamente validados en base al trabajo realizado por Nghiem (2004, p. 1-16). Las variables analizadas fueron la saturación de CO₂ en estado gaseoso, la cantidad de moles de CO₂ en la fase acuosa, y finalmente, la precipitación de calcita proveniente de una reacción entre los iones de disociación del CO₂ en agua, y minerales presentes en la roca.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bethke, C.M. (1996). *Geochemical Reaction Modeling*, Oxford University Press, New York.

Blunt, M. (2010). *Carbon dioxide storage*. Gratham Institute for Climate Change. Imperial College. London, UK.

CMG. (2015). *GEM user's guide*. Calgary, Alberta, Canada: CMG Ltd.

IEA. (2018). *World energy outlook*: International Energy Agency.

Ketzer, J. M., Iglesias, R. S., Einloft, S. (2012). *Reducing greenhouse gas emissions with CO₂ capture and geological storage*. Handbook of climate change mitigation (pp. 1405-1440): Springer.

Kharaka, Y.K., Gunter, W.D., Aggarwal, P.K., Perkins, E. and DeBraal,

J.D. (1989). *SOLMINEQ.88: A Computer Program for Geochemical Modeling of Water-Rock Reactions*. U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 88- 4227, Menlo Park, California.

Nghiem, L., Sammon, P., Grabenstetter, J., Ohkuma, H. (2004). *Modeling CO₂ Storage in Aquifers with a Fully-Coupled Geochemical EOS Compositional Simulator*. Artículo presentado en SPE fourteenth Symposium on Improved Oil Recovery.

Nghiem, L., Shrivastava, V., Tran, D., Kohse, B., Hassam, M., & Yang, C. (2009). *Simulation of CO₂ storage in saline aquifers*. Artículo presentado en SPE/EAGE Reservoir Characterization & Simulation Conference.

Stangeland, A. (2007). *A model for the CO₂ capture potential*. The Bellona Foundation. Oslo, Norway.

Williams, M. (2002). *Climate change: information kit*. Geneva: the United Nations Environment Programme (UNEP) y United Nations Framework Convention on Climate Change. In: UNFCCC.

Zhang, D., Song, J. (2014). *Mechanisms for geological carbon sequestration*. 10, 319-327.

EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LA EDUCACIÓN BOLIVIANA 2002-2013

Evolution of the returns of Bolivian education 2002-2013



Gabriel Esteban, Heredia Villarroel

Maestría en Administración de Empresas.

Docente de posgrado y grado. Licenciado en Economía

Sarah Yesmi, Vásquez Salazar

Docente de posgrado y grado

Licenciada en Ciencias de la Educación.

RESUMEN

El objeto de la presente investigación científica, ha sido estimar las tasas de retorno de la educación boliviana, en el software STATA 14, para el periodo 2002 al 2013, y posteriormente analizar la evolución general promedio de estos rendimientos, en una primera parte solo con variables cuantitativas y posteriormente considerando la Dummy sexo con la categoría mujer, en relación con la categoría hombre; así como cuestiones de linealidad en los retornos y rendimientos decrecientes en la experiencia, haciendo uso de un modelo de datos cruzados de demanda por educación, conocido como la ecuación minceriana simple y ampliada. Se ha utilizado el método científico estadístico, con el enfoque cuantitativo y un diseño metodológico transversal para cada año considerado y de tipo longitudinal para determinar la evolución general promedio de estos rendimientos educativos, con datos de las Encuestas de Hogares del Instituto Nacional de Estadística; asimismo es de alcance explicativo y con un diseño metodológico causal o explicativo.

PALABRAS CLAVE

Evolución, rendimientos de la educación.

ABSTRACT

The object of the present scientific investigation has been to estimate the return rates of Bolivian education in the period 2002 to 2013, and later analyze the average general evolution, in a first part only with quantitative variables and later considering the Dummy sex with the category woman, in relation to the category man; as well as issues of linearity in returns and diminishing returns in experience, making use of a cross-data model of demand for education, known as the simple and extended Mincerian equation. The statistical scientific method has been used, with the quantitative approach and a cross-sectional methodological design for each year considered and of a longitudinal type to determine the average general evolution of these educational performances, with data from the Household Surveys of the National Institute of Statistics; it is also of explanatory scope and with a causal or explanatory methodological design..

KEYWORDS

Evolution, returns of education.

1. INTRODUCCIÓN

Los rendimientos de la educación, constituyen un tema de vital atención e importancia para cualquier Estado, permitiendo evaluar el curso del mercado laboral y su retribución en cuanto al nivel educativo alcanzado por sus habitantes según su respectivo costo de oportunidad. Así mismo la educación, como inversión en capital humano, puede contribuir al desarrollo económico y social de los países y al mejoramiento de los ingresos de las personas, al igual que la inversión en capital físico. En este contexto, se calcularon los retornos de la educación para las edades comprendidas entre los 15 a 64 años, para observar el comportamiento de los rendimientos educativos en el período 2002-2013, considerando un análisis de las diferencias salariales con distintos niveles educativos, traducidos en las remuneraciones de los individuos, donde se estiman los retornos de la inversión en capital humano, mediante regresión múltiple semilogarítmica, de ingresos en función de los años de educación y los años de experiencia (en una primera parte), posteriormente junto a variables dummies con las categorías mujer – hombre, de forma ampliada. Hay que enfatizar que en este caso no se aborda el tema de endogeneidad.

De esta forma, se alcanzó el objetivo de la investigación, mediante la estimación del modelo de regresión múltiple semilogarítmico, observando una disminución en la evolución de los rendimientos de la educación Boliviana en el período 2002-2013, para las personas comprendidas en las edades de 15 a 64 años.

2. LA CONTRIBUCIÓN DE LA EDUCACIÓN AL CRECIMIENTO ECONÓMICO

“El concepto de que la inversión en capital humano promueve el crecimiento económico se remonta a tiempo de Adam Smith y a los primeros economistas

clásicos, quienes enfatizaron la importancia de invertir en las habilidades humanas. En 1960, Schultz (1961) y Denison (1962) mostraron que la educación contribuye directamente al crecimiento del ingreso nacional ya que mejora las habilidades y capacidades productivas de la fuerza laboral. Este importante hallazgo condujo a una cantidad de estudios acerca del valor económico de la inversión en educación”(Psacharopoulos & Woodhall , 1987, pág. 26).

El problema económico básico al que todos los gobiernos se enfrentan es cómo asignar los escasos recursos entre fines competitivos. Los recursos consisten en trabajo (que puede clasificarse de acuerdo con sus diferentes capacidades, habilidades y conocimientos), capital y tierra y otros recursos naturales; cada una de estas categorías se puede subdividir de acuerdo con los niveles de calidad que tengan. Los fines competitivos son consumo (es decir, la producción de bienes y servicios de consumo) e inversión. La elección entre consumo corriente, que produce una satisfacción inmediata de necesidades y de deseos, e inversión, que crea la capacidad de producir bienes y servicios futuros, es una cuestión de preferencias, y se basa tanto en consideraciones políticas como económicas”(Psacharopoulos & Woodhall , 1987).

“La educación representa tanto inversión como consumo: de un lado, se valora por sus beneficios inmediatos, pero de otro, ayuda a crear ingresos en el futuro ya que provee a los trabajadores educados con habilidades y conocimientos que les permiten incrementar sus capacidades productivas y así, por lo tanto, recibir mayores salarios. Esto significa que la distribución de la educación afecta a la distribución del ingreso futuro y por lo tanto que las implicaciones de la equidad que tiene la inversión educativa son extremadamente importantes”(Psacharopoulos & Woodhall

, 1987, pág. 26).

3. LA EDUCACIÓN COMO FACTOR DE DESARROLLO

“La educación, como cualquier otra forma de inversión en capital humano, puede contribuir al desarrollo económico y al incremento de los ingresos de los pobres de la misma manera como contribuye la inversión en capital físico”(Psacharopoulos & Woodhall , 1987, pág. 15).

Becker (1964), premio nobel de economía en 1992, autor de la famosa obra:“Human Capital”, impulsó las investigaciones y debates sobre este tema, siendo considerado en la actualidad como uno de los autores que más ha contribuido al desarrollo de esta teoría, que sostiene que el proceso educativo supone invertir en una forma de capital, llamado capital humano, que incrementa la capacidad productiva de las personas; es decir que cuanto mayor sea el nivel educativo alcanzado por estas, más productivas serán y, en consecuencia, la disposición de las empresas a pagarles salarios más elevados será también mayor. Por tanto, esa mayor productividad de las personas con más estudios justificará las diferencias salariales en un mercado competitivo (Salas, 2008, p. 172). Asimismo Becker (1993), citado en (Salas, 2008), refiere que capital, no es sólo una cuenta de banco, sino también la escolarización, el aprendizaje que implica programar un ordenador, o sintetizar vacunas destinadas a curar enfermedades.

4. EL MODELO MINCERIANO

En su obra *Schooling, Experience and Earnings*, Mincer (1974) buscó explicar la cantidad y la variación de los ingresos salariales obtenidos por las personas por medio de la inversión realizada en educación (años de educación) y experiencia (años de experiencia), bajo el supuesto fundamental que la persona decide seguir estudiando esperando mejorar sus ingresos futuros.

La teoría del capital humano, ha sido muy utilizada para el análisis de las

diferencias salariales con distintos niveles educativos entre las remuneraciones de los individuos. Las diferencias en los salarios de los individuos pueden ser explicadas por diferencias en el capital humano. La formulación más acertada para estimar los rendimientos de la inversión en capital humano, han sido los utilizados con el modelo semilogarítmico de ingresos de Mincer (*Schooling, Experience, and Earnings*, 1974).

5. MÉTODOS Y MATERIALES

El método científico utilizado es el método estadístico. El enfoque utilizado en la presente investigación es el cuantitativo, en la línea de Hernández, Fernández, & Baptista (2014) y también de Bernal (2006), con un diseño metodológico transversal o transeccional para cada año trabajado en el período 2002-2013 y de tipo longitudinal para determinar la evolución general promedio de estos rendimientos educativos; de alcance o tipo explicativo y con un diseño metodológico causal o explicativo.

El modelo de Mincer simple utilizado, tanto para hombres y mujeres en conjunto como por separado, está dado por la fórmula (1), para las edades comprendidas de 15 a 64 años.

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 Edu + \beta_2 Exp + \beta_3 Exp^2 + e_i \quad (1)$$

Dónde:

$\ln(Y_i)$: Logaritmo del ingreso laboral individual por hora.

Edu : Número de años de educación alcanzada.

Exp : Número de años de experiencia laboral alcanzada

e_i : Término de perturbación aleatoria

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: Coeficientes de regresión.

El modelo de Mincer ampliado, está dado por la fórmula (2), para las edades comprendidas de 15 a 64 años.

$$h(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 Edu + \beta_2 Exp + \beta_3 Exp^2 + \beta_4 Mujer + e_i \quad (2)$$

Dónde:

$h(Y_i)$: Logaritmo del ingreso laboral individual por hora.

Edu : Número de años de educación alcanzada.

Exp : Número de años de experiencia laboral alcanzada

$Mujer$: Variable Dummy para comparar el ingreso entre hombres y mujeres.

e_i : Término de perturbación aleatoria

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: Coeficientes de regresión.

En una tercera etapa, se realizaron los cálculos de la descomposición de Fields.

$$(3) \quad FIW_j = \frac{a_j * \sigma(Z_j) * cor[Z_j, Y]}{\sigma(Y)}$$

Donde Z_j es más importante cuando:

- El coeficiente de Z_j es más grande
- La variación de Z_j es más grande
- La correlación entre de Z_j y Y es más grande

Así mismo para analizar el tema de linealidad respecto a la cantidad de años de escolaridad, se trabajaron con variables Dummies referentes a la cantidad de años de escolaridad desde 1 hasta 17 años, cuyo modelo está dado por:

$$h(Y_i) = \beta_0 + \delta_i \sum_{i=1}^7 D_i + \beta_3 Exp + \beta_4 Exp^2 + \beta_5 Muj \quad (4)$$

Dónde:

D_i = Variable Dummy que adopta un valor de 1 si recibió educación en el año i .

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los retornos de la educación en el período 2002-2013 calculados en el software STATA 4 para las edades de 15 a 64 años, en promedio son del orden del 11%, para las edades comprendidas entre 15 a 64 años de edad, con un máximo alcanzado de 13,89% el 2002 y un mínimo de 7,9% el 2013. Esto evidencia una disminución en los rendimientos de la educación boliviana para el período considerado (**CUADRO N° 1. Y GRAFICO N° 1.**)

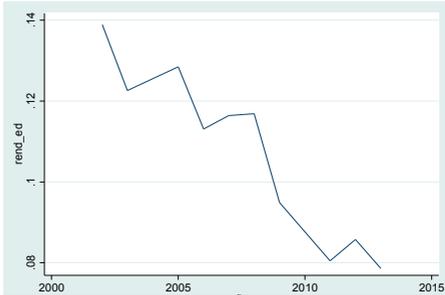
Así mismo los coeficientes de la variable experi2 (experiencia cuadrática), indican que la experiencia tiene rendimientos decrecientes, lo que regularmente sería normal, pero en este caso con rendimientos de la educación decrecientes es probable que el punto máximo de experiencia2 (función de producción de la experiencia2), en este periodo haya disminuido (desplazado a la izquierda).

CUADRO N°1. RETORNOS DE LA EDUCACIÓN MODELO SIMPLE. PERÍODO 2002-2013

Descripción	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013
edu	0.1389	0.1226	0.1285	0.1131	0.1164	0.1169	0.0949	0.0805	0.0858	0.0786
	(0.0091)	(0.0019)	(0.0038)	(0.0034)	(0.0033)	(0.0036)	(0.0032)	(0.0020)	(0.0022)	(0.0018)
experi	0.0520	0.0462	0.0364	0.0296	0.0384	0.0305	0.0324	0.0326	0.0315	0.0325
	(0.0109)	(0.0020)	(0.0039)	(0.0035)	(0.0034)	(0.0036)	(0.0032)	(0.0021)	(0.0023)	(0.0018)
experi2	-0.0007	-0.0006	-0.0005	-0.0004	-0.0006	-0.0005	-0.0006	-0.0005	-0.0005	-0.0005
	(0.0002)	(0.0000)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
_cons	0.4845	-0.3050	-0.3072	0.0304	0.0091	0.2807	0.6143	0.9703	0.9256	1.1221
	(0.1663)	(0.0318)	(0.0656)	(0.0577)	(0.0560)	(0.0613)	(0.0548)	(0.0345)	(0.0381)	(0.0326)
Adjust R2	0.20	0.28	0.24	0.21	0.24	0.26	0.20	0.17	0.17	0.18
F	90.54	1591.42	494.70	463.99	551.52	547.10	446.93	772.30	714.45	895.70
Obs.	1,058	12,582	4,743	5,091	5,251	4,745	5,406	11,258	10,803	12,553

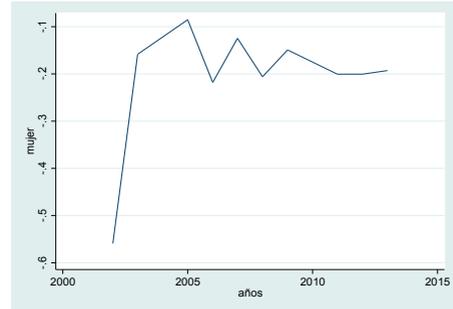
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ENCUESTAS DE HOGARES INE 2002-2013

GRÁFICO N° 1. EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LA EDUCACIÓN PERIODO 2002-2013



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ENCUESTAS DE HOGARES INE 2002-2013

GRÁFICO N°2. EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LA EDUCACIÓN CON VARIABLE DUMMY CATEGORIA MUJER. PERIODO 2002-2013



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ENCUESTAS DE HOGARES INE 2002-2013

Con la aplicación de la descomposición de Fields (CUADRO N° 3), en el modelo, se puede concluir que la variable que incide más, es años

de educación, ya que esta variable contribuye en un 21,09% en promedio (2002-2013), a la varianza total de las ganancias por hora.

CUADRO N° 3. DESCOMPOSICIÓN DE FIELDS. EDADES 15 A 64 AÑOS

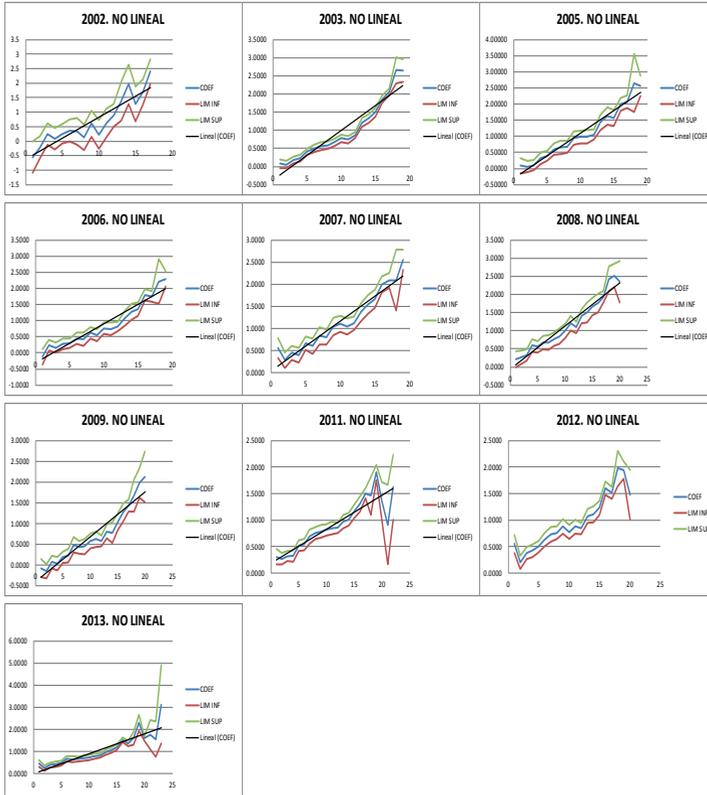
Descripción	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013
edu	0.1993	0.2708	0.2454	0.2224	0.2380	0.2516	0.1880	0.1632	0.1599	0.1704
experi	-0.0551	-0.0585	-0.0876	-0.0570	-0.0864	-0.0924	-0.0895	-0.0748	-0.0640	-0.0680
experi2	0.0535	0.0600	0.0800	0.0481	0.0871	0.0968	0.0998	0.0813	0.0685	0.0729
mujer	0.0409	0.0081	0.0018	0.0095	0.0037	0.0081	0.0050	0.0105	0.0098	0.0104

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ENCUESTAS DE HOGARES INE 2002-2013

Para analizar la linealidad de los retornos de la educación, mediante Dummies de escolaridad se verificó mediante las tendencias de los coeficientes y sus

intervalos de confianza al 95%, que no son lineales en ningún caso, dentro el periodo considerado en este trabajo (GRÁFICO No 3.)

GRÁFICO N°3. LINEALIDAD EN LOS RETORNOS. PERIODO 2002-2013



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ENCUESTAS DE HOGARES INE 2002-2013

7. DISCUSIÓN

Los rendimientos de la educación, son un tema de mucha importancia para que los países, puedan evaluar el curso del mercado laboral y su retribución en cuanto al nivel educativo alcanzado por sus habitantes. En este sentido, la educación, como inversión, puede contribuir al desarrollo económico y social y al mejoramiento de los ingresos de las personas. Se calcularon los retornos de la educación en el software STATA 14, para las edades comprendidas entre los 15 a 64 años, para observar en forma posterior la evolución de su comportamiento en el período 2002-2013, considerando un análisis de las diferencias salariales con distintos niveles educativos, traducidos en las remuneraciones de los individuos, donde se estiman los retornos de la inversión en capital humano, mediante

regresión múltiple semilogarítmica, del logaritmo de los ingresos por hora, en función de los años de educación y los años de experiencia y posteriormente junto a variables Dummies, con las categorías mujer – hombre, de forma ampliada.

La estimación de estas tasas de retorno de la educación boliviana, en el periodo mencionado y el posterior análisis de la evolución general promedio de estos rendimientos ha permitido observar una disminución en la evolución de los rendimientos de la educación boliviana en el período 2002-2013, para las personas comprendidas en las edades de 15 a 64 años.

Hay que mencionar que en este trabajo no se aborda el tema de endogeneidad.

8. CONCLUSIONES

Mediante el modelo regresión múltiple semilogarítmica, se evidencia una disminución en los rendimientos de la educación boliviana en el período 2002-2013, en las edades de 15 a 64 años.

Los coeficientes de la variable experiencia cuadrática, muestran que la variable experiencia tiene rendimientos decrecientes.

Del 2002 al 2003 existe una disminución en el coeficiente de la Dummy mujer, es decir los retornos de la mujer mejoraron en relación a los retornos de los hombres. En lo referente al 2006 -2013, el coeficiente de la variable mujer tiende a estabilizarse alrededor de -0.18 en promedio.

Con la aplicación de la descomposición de Fields, se observa que la variable que tiene más peso en el modelo es años de educación.

Los retornos de la educación, con Dummies de escolaridad no tienen un comportamiento lineal.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Pearson Prentice Hall .
- Becker, G. (1964). *Human Capital*. Columbia University Press for NBER. New York.
- Denison, E. (1962). *Sources of Economic growth in the U. S and the alternatives before us*. New York: Committee of Economic Development.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Mincer, J. (1974). *Schooling, Experience, and Earnings*. New York: National

- Bureau of Economic Research and Columbia University.
- Psacharopoulos, G., & Woodhall, M. (1987). *Educación para el desarrollo*. BANCO MUNDIAL. Editorial Tecnos.
- Salas, M. (2008). *Economía de la educación*. Madrid: Pearson.
- Schultz, T. (1961) *Investment in Human Capital*. The American Economic Review 51.1. USA.
- Robert A. Moffitt, Johns Hopkins University Editor.

CONOCIMIENTOS DE CONTENIDOS METODOLÓGICOS EN LA ELABORACIÓN DE TESIS DE LICENCIATURA. CARRERA DE SOCIOLOGÍA – UPEA

Knowledge of Methodological Contents in
the Elaboration of Thesis of Degree.
Career of Sociology – UPEA



Ernesto Carvajal Vargas

M. Sc. en Metodología de la Investigación
Lic. en Sociología

RESUMEN

El objetivo central, del presente artículo, es: *1. Conocer la estructura de los contenidos metodológicos en el Plan Académico 2004; 2. Comprender la disposición y la asimilación de las materias relacionadas a la metodología de investigación; y 3. Comprender los factores metodológicos para hacer viable y efectiva la elaboración de Tesis de Licenciatura en la Carrera de Sociología de la Universidad Pública de El Alto.*

Para lograr lo anterior, nos sustentamos en dos aspectos: el primero, hacer *un estudio analítico de la estructura de los contenidos metodológicos en el Plan Académico 2004* vigente aún de la Carrera de Sociología de la UPEA; y el segundo, se realizó una *encuesta a 96 estudiantes universitarios para determinar la asimilación, la viabilidad y la efectividad curricular de los contenidos metodológicos y afines para la realización de la tesis de grado.*

El resultado de la investigación es: la Carrera de Sociología de la Universidad Pública de El Alto, en su estructura y disposición de sus contenidos de materias relacionadas a la metodología de investigación, ofrece argumentos académicos para que las y los estudiantes puedan realizar sus respectivas tesis de licenciatura. Sin embargo los y las estudiantes no tienen conocimientos claros, definidos y suficientes sobre la metodología de investigación científica para hacer la Tesis de Grado de Licenciatura.

PALABRAS CLAVES

Disposición y asimilación de los contenidos metodológicos, elaboración de Tesis de Licenciatura.

ABSTRAC

The main objective of this article is to know what is the structure of the methodological contents in the Academic Plan, the disposition and assimilation of them, expressed in the matters related to the research methodology, to make viable and effective the preparation of a Thesis of Degree in the Sociology Degree at the Public University of El Alto?

To achieve the above, we rely on two aspects: the first, to make an analytical study of the structure of the methodological contents in the Academic Plan 2004 still in force of the Sociology Course of the UPEA; and the second, a survey was conducted to 96 university

students to determine the assimilation, feasibility and curricular effectiveness of the methodological and related contents for the realization of the thesis.

The result of the research is conclusive: the Sociology Degree at the Public University of El Alto, in its structure and disposition of its content related to the research methodology, optimally offers academic arguments so that students can perform their respective thesis of degree. However, the students do not have clear, defined and sufficient knowledge about the methodology of scientific research to do the Bachelor Thesis.

KEYWORDS

Disposition and assimilation of the methodological contents, preparation of the Licentiate Thesis.

Introducción

Al respecto del presente trabajo, Aguilar, J., García, I., Osorio, S. (2010), nos muestran en una encuesta² sobre las principales dificultades académicas, motivacionales y actitudinales, los resultados son los siguientes:

**CUADRO 1
PRINCIPALES DIFICULTADES
REPORTADAS POR LOS ASESORES
DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

Dificultades	Ptje.
Falta de habilidades básicas en los estudiantes: lectura, redacción	24%
Falta de habilidades de investigación: busca de información y de bibliografía, selección del problema de investigación, citar fuentes	24%
Escasa motivación: falta de inclinación hacia el trabajo de investigación	17%
Problemas actitudinales: plagio, rechazo hacia las observaciones del tutor y otros investigadores	9%
Inasistencia y impuntualidad	9%
Problemas de tipo académico: cargas en otras materias	4%

1 Esta encuesta se realizó a 12 docentes y 76 estudiantes de diferentes licenciaturas en el Centro universitario Casandoo, Oaxaca – México en octubre de 2010

Inseguridad informática: perdida de información	4%
Problemas de infraestructura: computador propio, acceso al internet	4%
Tramite administrativos pagos de remuneración a tutores y tesisistas	3%
Salud	1%
TOTAL	100%

Fuente: *Elaboración propia en base a:* http://www.conductitlan.net/centro_regional_investigacion_psicologia/89_investigacion_pregrado_tesis_universitarios.pdf

Wilmer Arturo, aborda los siguientes aspectos más frecuentes al momento de hacer una tesis: No es necesario esperar hasta el final de los estudios para empezar la tesis. Conviene escoger adecuadamente el tema para desarrollar la tesis. Escoger los compañeros de trabajo para la tesis influye en el resultado final. Es importante escoger el tutor adecuado para la tesis. Se debe encarar con buen asesoramiento los acápites de la investigación: la redacción de la justificación, objetivos, planteamiento del problema y la metodología de investigación. No caer en un marco teórico inacabable. (2012)

Domingo Carrasquero, en una encuesta³ trata sobre lo que consideraban más difícil para la elaboración de la tesis (201, p. 1), con los siguientes resultados:

2 No especifica datos técnicos

**CUADRO 2
DIFICULTADES PARA LA
ELABORACIÓN
DE LA TESIS DE GRADO**

Dificultades	Porcentaje
Elección del tema	45%
Elección del área de investigación	17%
Elaboración de la propuesta	10%
Recopilación de datos	10%
Otras dificultades - Falta de motivación del estudiante - Deficiencias en la dirección de la tesis. - Carencia de fuentes de información y referencias. - Poco tiempo para hacer la tesis. - Deficiencias en la preparación del estudiante - Falta de creatividad del estudiante y del tutor. - Falta de práctica en la realización de investigaciones.	18%
TOTAL	100%

Fuente: *Elaboración propia en base Carrasquero, 2011, p. 1*

Gonzales, abarca la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los obstáculos para la realización del trabajo de Investigación, que perciben los estudiantes y sus orientadores? (2015)

Señala que en todo trabajo de investigación es posible identificar tres Etapas:

- a. La etapa de **Proyección**: a) Construir un problema de investigación y desarrollar argumentos que justifiquen la ejecución del estudio. b) Construir un Repertorio Teórico Conceptual de Referencia (RTCR) a partir del procesamiento de la literatura pertinente: c) Diseñar una estrategia metodológica.
- b. La etapa de **Ejecución**: poner en

juego la estrategia metodológica concebida; responder las preguntas de investigación; efectuar los análisis pertinentes; realizar las interpretaciones; relacionar los resultados con el conocimiento previo; formular conclusiones; elaborar recomendaciones, y presentar los hallazgos.

- c. La etapa de **Comunicación**: redacción del informe escrito, la elaboración de recursos para su exposición y defensa pública y la producción de al menos un artículo asociado con el trabajo que ponga a disposición de la comunidad inter el estudio realizado.

Además Gonzales, señala tres factores condicionantes en la Realización de Trabajos de Investigación: interpersonales (relaciones tutor, tesista), sociales (disposición de los sujetos a investigar) y epistemológicos (conocimientos para la investigación). (2015)

Grasso, expone los aspectos relacionados a la investigación con el siguiente procedimiento: Señala el **parámetro** de la investigación: tema, problema, objetivos, marco teórico, hipótesis, población, muestra, encuestas, entre otros, luego describe puntualmente las **dificultades de estos acápite**s y por último señala con precisión las **sugerencia de solución**. (2012)

Ochoa (2011) indaga en un “estudio de caso”³ acerca de las percepciones y

³ Estudio de caso con entrevistas semiestructuradas, y cuestionarios, se aplicó a 24 personas: 7 estudiantes que se graduaron de la maestría, 7 estudiantes que no se graduaron, 7 directores de tesis, 1 coordinador de la maestría, 1 representante estudiantil y 1 representante profesoral. Este

retos que tienen estudiantes de maestría, magíster y directores de tesis.

Los resultados muestran que los momentos iniciales (delimitar un tema, elaborar el estado de la cuestión y el marco teórico, hacer el diseño metodológico) y finales (redactar) son los más complejos y por lo tanto, se necesita de un acompañamiento.

Las respuestas de los estudiantes: señalan dos o más tareas complejas. Dos de los entrevistados señalaron que todo es difícil. Los docentes apuntan a señalar varias tareas como difíciles.

Hasta aquí se cita a autores - docentes que están en la práctica investigativa.

Dicho esto, el objetivo del presente artículo es *analizar la estructura curricular de los contenidos metodológicos y afines en el Plan Académico 2004, la disposición y la asimilación de los mismos para explicar la viabilidad y la efectividad en la elaboración de Tesis* de Licenciatura en la Carrera de Sociología de la Universidad Pública de El Alto.

Métodos y Materiales

El presente estudio, se realizó con estudiantes de 4to., de 5to. Año, las egresadas y los egresados de la Carrera de Sociología de la UPEA, durante la gestión académica de 2017.

Se realizó la revisión de la literatura, usando el instrumento del fichaje de citas bibliográficas, resúmenes, citas textuales y paráfrasis. En este punto nos concentramos en Plan Académico 2004 vigente aún en

la Carrera de Sociología. También como referencia se tomó el Plan Académico 2011

La observación del autor de este artículo data desde la fundación de la Carrera Sociología, el 2000, con énfasis desde el año 2007 hasta la actualidad, con la práctica docente investigativa.

Para la observación participativa y descriptiva, utilizamos las hojas de apuntes, cámara fotográfica, grabadora.

Para la encuesta manejamos el cuestionario con 96 preguntas referidas al método de investigación.

Guiados por lo que dice Bunge, acerca del método: procedimiento para tratar un conjunto de problemas, la presente investigación, emplea el método dialéctico - concreto, el mismo que desde la perspectiva facto - racional inicia el proceso de detención y exposición de la información del concreto - real, en lo que se refiere a lo cualitativo y lo cuantitativo.

Resultados y Discusión

1. Estructura y Disposición de los Contenidos Metodológicos

Después de haber analizado el Plan Académico 2004 de la Carrera de Sociología en infra, el cuadro N° 3 nos indica que se tiene un total de 1.760 horas académicas de métodos de investigación y relacionadas con esta, de un total de 6.000 horas académicas que tiene la Carrera, eso equivale al 29% del total de la carga horaria.

CUADRO N° 3
UPEA - CARRERA DE SOCIOLOGÍA
PLAN ACADÉMICO 2004
ÁREAS DE METODOS
DE INVESTIGACIÓN Y
RELACIONADAS CON ESTA
CARGA HORARIA/ACADÉMICA Y
SUS % EN AULA

ÁREA	TOTAL HORAS ACADÉMICAS	PTJE.
MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL	1280	21%
TEORÍAS SOCIOLOGICAS	320	5%
PLANIFICACIÓN ECONÓMICA SOCIAL	160	3%
TOTAL HORAS ACADEMICAS AULA	1.760	29%

FUENTE: *Elaboración Propia en base a La Malla Curricular 2004. Carrera Sociología. UPEA*

Los datos descritos, analizados y explicados nos hacen afirmar que: *La Carrera de Sociología de la Universidad Pública de El Alto, en su estructura y disposición de sus contenidos de materias relacionadas a la metodología de investigación, ofrece argumentos académicos para que las y los estudiantes puedan realizar sus respectivas tesis de licenciatura.* Aquí no se toma en cuenta las horas académicas extra aula que los y las estudiantes realizan en sus casas, bibliotecas y en otros lugares que suman las horas académicas.

2. Encuesta sobre la Asimilación del Método

En la gestión académica 2015 de la Carrera de Sociología regentamos la docencia en la materia anual de Taller de Investigación II donde el estudiante utiliza de forma práctica una de las corrientes teóricas de la metodología de la investigación social en el desarrollo del tema de investigación". (Plan Académico Curricular 2011 Sociología – UPEA, p. 25). Para entonces se realizó la siguiente investigación: *"Estudio de*

la asimilación de los procedimientos metodológicos para elaborar la tesis de licenciatura en estudiantes de 4to. 5to. Años y egresados, Carrera de Sociología – UPEA, Gestión 2015" donde se utilizó la encuesta, pensando también en nuestro trabajo de investigación, en la oportunidad los doce estudiantes hicieron 65 encuestas, teniendo que complementar 31 encuestas más para contar con un total de 96 encuestas de un tamaño de universo de 156 universitarios, con error estándar de 6% y un nivel de confianza de 94%.

Para realizar la valoración científica de las respuestas de buena, de regular, de deficiente y de N/S N/R, hicimos una guía de preguntas basada en estándares de la metodología como ser Hernández, Fernández, Bautista, 2010, entre otros.

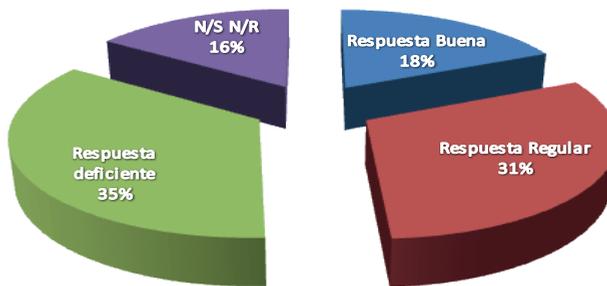
El resultado de estas 96 encuestas revelan los siguientes datos:

**CUADRO N° 4
UPEA - CARRERA DE SOCIOLOGÍA
PLAN ACADÉMICO 2004
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN
NÚMERO TOTAL DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS**

RR	NUMERACIÓN DE RESPUESTAS																												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
R. Bna.	19	28	19	15	18	17	19	25	19	15	20	14	23	16	15	22	21	9	18	26	17	24	16	10	13	8	15	13	494
R. Reg.	39	34	31	42	41	37	37	38	39	25	25	29	23	29	26	28	30	25	29	27	30	29	18	26	25	16	19	30	827
R. Def.	29	28	38	28	27	32	30	29	33	36	38	37	38	37	37	33	32	38	35	31	32	31	37	38	38	38	30	35	945
NS/NR	9	6	8	11	10	10	10	4	5	20	13	16	12	14	18	13	13	24	14	12	17	12	25	22	20	34	32	18	422
TOTAL	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	2688

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta

**GRAFICO N° 1
TOTAL DE RESPUESTAS EXPRESADO EN %**



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta

En el Cuadro N° 4, datos sobre el método tenemos:

28 preguntas sobre metodología.

Cada respuesta dividida en 4 opciones de respuestas: Respuesta Buena, Respuesta Regular, Respuesta Deficiente y Respuesta No sabe/No responde.

De cada respuesta su total vertical hace 96 encuestados.

De cada respuesta su total horizontal hace el número según su tabulación: Respuesta Buena 494, Respuesta Regular 827, Respuesta Deficiente 945 y Respuesta No sabe/No responde 422.

Multiplicando 28 x 96 tenemos 2.688 respuestas.

Sumando 494+827+945+422 tenemos 2.688 respuestas.

Además este Cuadro N° 4 nos demuestra: Que cuando la pregunta presenta cierto grado de dificultad la tendencia es que la respuesta sea No sabe /No responde.

Pregunta 10 ¿Qué conoce sobre técnicas de investigación? con 20 respuestas Ns/Nr

Pregunta 12 ¿Qué diferencia existe entre tema de investigación y título de investigación? con 16 Ns/Nr

Pregunta 14 ¿Qué es el problema de investigación? 14 Ns/Nr;

Pregunta 15 ¿Cuál es la diferencia entre el planteamiento del problema y la situación problemática? 18 Ns/Nr

Pregunta 18 ¿Existe relación entre variables de investigación y los objetivos

específicos de la investigación? 24 Ns/Nr

Pregunta 21 ¿Qué es variable de investigación? 17 Ns/Nr

Pregunta 23 ¿Qué es operacionalización en la investigación? 25 Ns/Nr

Pregunta 24 ¿Qué es diseño de investigación? 22 Ns/Nr

Pregunta 25 ¿Qué es tipo de investigación? 20 Ns/Nr

Pregunta 26 ¿Cuál es la diferencia entre diseño de investigación y tipo de investigación? 34 Ns/Nr

Pregunta 27 ¿Cuál es la diferencia entre método de investigación y método de exposición? 32 Ns/Nr

Pregunta 28 ¿Cómo defines a la tesis? 18 Ns/Nr

Por rigor científico se debe tomar en cuenta las respuestas en dos rangos: respuestas buenas (correctas) y respuestas deficientes (incorrectas), así tendríamos las siguientes respuestas de la encuesta sobre el método:

- 494 respuestas correctas, esto es el 18%
- 2194 respuestas incorrectas el 82%

Estos datos, respecto a la encuesta, nos dan una **respuesta positiva a nuestra hipótesis**, es decir, que: **“los y las estudiantes no tienen conocimientos claros, definidos y suficientes sobre la metodología de investigación científica para hacer su Tesis de Grado de Licenciatura”**. Esto es, A mayor asimilación del método de investigación, mayor viabilidad y efectividad en la elaboración de la tesis de licenciatura y a menor asimilación del método de investigación, menor viabilidad y efectividad en la elaboración de la tesis de licenciatura.

Conclusiones.

1. Respecto a la estructura y disposición curricular de los contenidos metodológicos y afines.

El Plan Académico 2004 vigente, donde

se tiene en el Área de Métodos y Técnicas de Investigación Social, un total de ocho materias anuales en los cinco años que dura la Carrera, estas son cinco materias regulares: a. Investigación documental y redacción científica. b. Metodología y técnicas de la investigación social I. c. Metodología y técnicas de la investigación social II. d. Seminario de fuentes y e. Taller de tesis y una materia desplegada en tres: a. Taller vertical de Investigación social.

Entre las materias relacionadas a metodología de investigación, tenemos en el Área de Teorías Sociales cuatro materias semestrales: a. Sociología del Conocimiento y de la ciencia. b. Seminario I. c. Seminario II. y d. Seminario III.

En el Área de Planificación Económica Social existen dos materias semestrales: a. Preparación y Evaluación de Proyectos Sociales. y b. Política Social y Planificación Social.

Sumadas las horas académicas se hace un total de 1.760 de un total de 6.000 horas que brinda la Carrera, esto equivale al 29% del total de la carga horaria referente a las labores académicas aula en la Carrera de Sociología.

Señalando los contenidos y la cantidad de las materias del Área de Métodos y Técnicas de Investigación y de las Áreas afines (Teorías Sociológicas y Planificación Económica Social), la Carrera de Sociología ofrece 1.760 (29%) horas académicas aula, con esto cumpliría con la instrucción y capacitación para que los estudiantes de los últimos años y los egresados realicen óptimamente sus tesis de grado.

2. En relación a la asimilación, la viabilidad y la efectividad curricular de los contenidos metodológicos y afines.

El estudio nos demuestra que: “las y los

estudiantes no tienen conocimientos claros, definidos y suficientes sobre la metodología de investigación científica para hacer su Tesis de Grado de Licenciatura". Esto es: A mayor asimilación del método de investigación, mayor viabilidad y efectividad en la elaboración de la tesis de licenciatura y a menor asimilación del método de investigación, menor viabilidad y efectividad en la elaboración de la tesis de licenciatura

Hallazgos de la investigación

Los siguientes hallazgos entre otros son los más significativos de la presente investigación.

- A lo largo de la presente investigación nos dimos cuenta que en Bolivia no existe un carácter nacional de investigación científica, es decir, que en nuestro país no existe, si existe es deficiente, la praxis en relación a la ciencia, la filosofía, y el método científico, como resultado de esto sencillamente no existe una cultura de investigación. Son otros aspectos los que nos caracteriza a los bolivianos: el folklore, la diversidad territorial, la herencia colonial y por supuesto el subdesarrollo económico y cultural. Esta ausencia de investigación científica se debe, en nuestro entender a los siguientes factores: Al escaso desarrollo de las Fuerzas Productivas, a la casi ausencia de la comprensión y uso del método dialéctico - multiléctico, al insuficiente desarrollo de la ciencia, la filosofía, y la tecnología. Los responsables de todo esto somos todos, pero principalmente los gobernantes que dirigen el Estado, los Ministerios, las Direcciones, las Familias, las Escuelas, los Institutos, y las Universidades, en este sentido faltan políticas de Estado que impulsen a través de planes, de proyectos y de programas esta cultura hacia la investigación científica que nos traerá progreso y bien estar.

¿Qué tipo de Hombre necesitamos los

bolivianos para seguir existiendo como país? Necesitamos que los niños, jóvenes, adultos y ancianos sean materialistas y realistas no idealistas; que sean dialécticos y multilécticos, no metafísicos; es decir, necesitamos que sean científicos, filósofos ideólogos y políticos de nuevo tipo. Este ideal no está lejos, más aún si tenemos a la mano el instrumento del internet.

- La brecha entre instrucción secundaria y los primeros años de la universidad. Los bachilleres vienen de una formación enciclopédica, memorística acrítica, mediocre y hasta acientífica porque como dijimos en las escuelas no se enseña la praxis de la ciencia, la filosofía y el método científico. Lo mismo las casas superiores de estudio como son los institutos y las universidades, a pesar de sus diferencias cualitativas y cuantitativas no escapan de estos lastres, en estas se persiguen una especialización profesionalista dejando de lado también la praxis de la ciencia, la filosofía y el método científico.

La "especialización desde la Secundaria, entre otras cosas evitará las brechas entre Educación Secundaria y Educación Superior" (Carvajal, 2017, p. 2). Este hecho podría evitar gastos insulsos, deserciones, frustraciones personales y podría aportar en la formación de mejores recursos humanos y en el futuro buen desempeño de las funciones de oficio y de profesión.

- Falta de políticas universitarias hacia los estudiantes postulantes y principiantes, que se traduce en abandono, la frialdad, la falta de atención en cuatro niveles: institucional, académico, investigativo e interacción social. Esta falta de políticas universitarias se manifiestan en: Sistemas de admisión y requisitos burocráticos, falta de intuición a las expectativas de la juventud, falta de valoración y estima hacia los postulantes, los principiantes y los egresados, la incompreensión de las necesidades económicas, de trabajo, de estado civil.

El acceso a infraestructuras, laboratorios y espacios de práctica profesional y el hecho que no se cuente con docentes calificados y éticos. Por otro lado están los aspectos de orientación vocacional, curriculares de los planes de estudios de rigidez y de flexibilidad, la movilidad intercarreras e interuniversidades a nivel local departamental e internacional, las exigencias en la titulación y la puesta en empleos de los flamantes titulados.

El papel de las casas superiores de estudio, como instituciones que ejercen el liderazgo en ciencia, filosofía y tecnología, ideología y política, deben ser reconsiderados con orientación a los recurso humanos porque precisamente "La existencia de la universidad sólo se justifica con la existencia del estudiantado". (Carvajal, 2015, p. 65)

Queremos revertir lo que dijo Viris: "Ni en el seno del hogar, ni en las escuelas primaria y secundaria, menos en la universidad, a la niñez, a la juventud no se los orienta por el camino adecuado que deben seguir". (Ibid., p. 64).

Bibliografía

Aguilar, J., García, I, Osorio, S. (2012) Las dificultades de los estudiantes universitarios en la elaboración de trabajos de investigación: diagnóstico y propuestas de solución. Centro Regional de Investigación en Psicología, 6 (1),145 – 151.

Recuperado de: http://www.conductitlan.net/centro_regional_investigacion_psicologia/89_investigacion_pregrado_tesis_universitarios.pdf

Arturo, W. (2011) Los 10 errores más frecuentes al momento de hacer una tesis. Buenos Aires – Argentina. Recuperado de <http://www.comunidadtesis.com/2011/10/18/errores-al-desarrollar->

[una-tesis/](#)

Bunge, M. La ciencia, su método y su filosofía

Recuperado de: <http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/comunicacion/Seminariounuevastecnologias/wp-content/uploads/2017/04/Mario-Bunge-La-ciencia-su-metodo-y-su-filosofia.pdf>

Carrasquero, D. (2011) Algunas dificultades para elaborar la tesis de grado en estudiantes universitarios. Caracas – Venezuela.

Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/algunas-dificultades-elaborar-tesis-grado-estudiantes-universitarios/>

Carvajal, E. (2017) Estudio analítico de la estructura de los contenidos metodológicos en el Plan Académico, la disposición y la asimilación de los mismos para la elaboración de tesis de licenciatura en la carrera de Sociología – UPEA. Tesis de Maestría en Investigación Científica. UPEA.

Carvajal, E. (2015) Viris Enseña, Pensamientos revolucionarios hacia el Socialismo Comunitario. (1ra. Ed.) La Paz, Bolivia Editorial TOPAZ.

Gonzales, F. (2015). Dificultades en la realización de trabajos de investigación: cómo afrontarlas. Revista Praxis v. 11, (Nº 18), 275 – 300.

Recuperado de: https://www.academia.edu/13097082/Dificultades_en_la_realizaci%C3%B3n_de_trabajos_de_investigaci%C3%B3n_c%C3%B3mo_afrontarlas

B3n_de_trabajos_de_investigaci%C3%B3n_c%C3%B3mo_afrontarlas

Grasso, L. (2012). Dificultades frecuentes en la elaboración de proyectos de trabajos de investigación y trabajos finales. Revista Tesis, (Nº 1), 136 – 156. 2880-9914-1-SM.

pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Hernández R. Fernández C. Baptista P. (2010) Metodología de la Investigación. (5ta. Ed.). México D. F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Kedrov, M. Spirkin, A. (1967) La ciencia. Moscú: Nauca

Ochoa, L. (2011). La elaboración de una tesis de maestría: Exigencias y dificultades percibidas por sus Protagonistas. Revista Entornos, (Nº 24), 171 – 183.
Recuperado de: [dialnet-LaelaboracionDeUnaTesisDeMaestriaExigenciasYDificu-3798839.pdf](#)-Adobe Acrobat Reader DC

Sociología, Carrera. (2004) Plan Académico Curricular. Universidad Pública de El Alto. El Alto, Bolivia.

Sociología, Carrera. (2011) Plan Académico Curricular. Universidad Pública de El Alto. El Alto, Bolivia.

UPEA, (2008) Estatuto Orgánico, Reglamentos Generales, Resoluciones del II Congreso Ordinario.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA FORMACIÓN DE LA NEUROCIENCIA

Historical review of neuroscience's development

Sergio Ramiro, Castañeta Quispe
Docente de las Carreras de Sociología y
Enfermería – UPEA

RESUMEN

El presente trabajo busca hacer una reseña histórica de la neurociencia desde sus inicios en la Grecia clásica hasta nuestros días. Muestra la evolución de la neurociencia desde sus orígenes y las tendencias que predominan actualmente.

El tema, centrado en la reseña histórica de la neurociencia, es muy importante debido a que es necesario hacer una reminiscencia histórica de la evolución de la concepción del sistema nervioso, del cerebro, de la mente, de la conciencia, del lenguaje, de las emociones, del aprendizaje, de la memoria, de los sistemas sensoriales y de la neurociencia en si misma.

DESCRIPTORES:

/Orígenes de la neurociencia/ /Tendencias de las Neurociencia/ /Cardiocentrismo/ /Encefalocentrismo/

ABSTRACT:

The present article seeks to make a historical review of neuroscience from its beginnings in classical Greece to the present day. It shows the evolution of neuroscience from its origins and the trends that currently prevail. The theme, centered on the historical review of neuroscience, is very important because it is necessary to make a historical reminiscence of the evolution of the conception of the nervous system, the brain, the mind, the conscience, the language, the emotions, learning, memory, sensory systems and neuroscience itself.

KEYWORDS:

Neuroscience's origins/ /Neurociencia's trends/ /Cardiocentrism/ /Encephalocentrism/

1. Introducción

El problema que pretende abordar el presente trabajo es, inicialmente, el desmitificar y desprejuiciar a la neurociencia ante una equivocada relación de inicio con las pseudociencias de la craneometría y la frenología y, establecer además los criterios para la división de la historia de la neurociencia en base a sus

etapas evolutivas y que van a la par de la evolución misma del conocimiento humano, de los instrumentos y de las herramientas que le son inherentes.

El objetivo del presente trabajo es el desarrollar las etapas de la neurociencia en base a la evolución del conocimiento del mismo ser humano, a partir de ello, en posteriores trabajos estudiar las tendencias y nuevos desafíos de las neurociencias.

El objeto del trabajo es el desarrollar la

evolución de las neurociencias y explicar cada una de las etapas que marcan su desarrollo.

La idea a defender es que la evolución de las neurociencias (concepción del sistema nervioso, del cerebro, de la mente, la conciencia, el lenguaje, las emociones, el aprendizaje, la memoria, los sistemas sensoriales) ha ido en relación directa proporcional a la evolución misma del conocimiento humano. El campo y contexto a ser explicado es el histórico.

El método para abordar este tema es el histórico descriptivo (entendido como el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos para el manejo de fuentes primarias y evidencias para investigar sucesos pasados relevantes a las sociedades humanas para lograr la producción historiográfica) y se usarán las técnicas propias de la investigación documental.

La estructura capitular está centrada en un esquema que parte de la introducción, por el concepto de la neurociencia, la relación de las etapas formativas de la neurociencia y, por último, la neurología clásica contemporánea, aún en proceso de cimentación y construcción.

2. Concepto de neurociencia

La neurociencia es clásicamente conocida como el estudio científico del sistema nervioso y del cerebro y de sus funciones y patologías. Para Campos (2014:12) la neurociencia "Estudia las complejas funciones de aproximadamente 86 mil millones de neuronas o células nerviosas que tenemos. De las interacciones químicas y eléctricas de estas células, la sinapsis, se derivan todas las funciones que nos hacen humanos (...) Tradicionalmente la neurociencia se ha considerado una subdisciplina de la biología, pero actualmente es un activo campo multidisciplinar, en el que trabajan también psicólogos, químicos, lingüistas, genetistas, e incluso científicos de la computación, entre otros, lo que permite tener una visión del cerebro humano

mucho más amplia y así avanzar tanto en el campo clínico como en los campos o disciplinas."

La neurociencia entonces trasunta el campo inicial de las ciencias naturales y de la biología y se transversaliza en diferentes disciplinas del saber. De ahí que el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro y los ámbitos de acción de los especialistas en neurología se hacen cada vez necesariamente más amplios y ricos en cuanto al encauzar procesos investigativos. El conocimiento del funcionamiento integral del sistema nervioso (e implícitamente del cerebro) implica necesariamente el conocimiento de los seres vivos dotados de un sistema de comunicación neural en general.

La neuroanatomía (entendida como el estudio de la anatomía del sistema nervioso central SN) es uno de los componentes vitales de la neurociencia, puesto que ha permitido comprender los componentes, las formas, las funciones y las alteraciones del sistema nervioso.

El desarrollo de las neurociencias a permitido la emergencia de nuevos campos de estudio, el desarrollo de nuevos conceptos, nuevas teorías y nuevos exámenes diagnósticos. El aporte transdisciplinario es muy importante "(...) La neurociencia moderna representa una fusión de la biología molecular, neurofisiología, anatomía, embriología, biología celular y psicología. Todo este trabajo en conjunto, tenaz e infatigable, asociado con la clínica, parece reforzar una idea expresada por Hipócrates hace dos mil años, en lo referente a que 'el estudio de la mente empieza por el estudio del cerebro'" (Méndez, 2013: 1).

En ese marco, algunas de las ciencias concurrentes a las neurociencias son:

Neuroanatomía	Estudio de la estructura del sistema nervioso
Neuroquímica	Estudio de las bases químicas de la actividad neuronal

Neuroendocrinología	Estudio de las interacciones entre el sistema nervioso y el sistema endocrino
Neuropatología	Estudio de los trastornos del sistema nervioso
Neurofarmacología	Estudio del efecto de los fármacos sobre la actividad nerviosa
Neurofisiología	Estudio de las funciones y actividades del sistema nervioso
Neuropsicología	Estudio de los efectos psicológicos de las lesiones cerebrales
Biopsicología	Estudio científico de la biología del comportamiento
Psicología fisiológica	Estudia los mecanismos neurológicos del comportamiento por medio de la manipulación directa del cerebro
Psicofisiología	Estudia la relación entre la actividad fisiológica y los procesos psicológicos
Neurociencia cognitiva	Estudia las bases neuronales de la cognición (procesos intelectuales superiores: pensamiento, memoria, atención y procesos de percepción complejos)
Psicología comparada	Aborda de manera general la biología del comportamiento, compara el comportamiento de distintas especies y se centran en la genética, la evolución y la adaptabilidad del comportamiento.

Fuente: Gudiño, Virginia 2018 *Ciencias y Neurociencia aplicada al desarrollo humano, social y la felicidad*
 Otras ciencias concurrentes son. La ecología, la paleoantropología, la etología,

la física, la memética, la nutrición, la sociología, la electrofisiología, la genética, la epistemología genética, la paleoneurobiología, la neuropaleontología, la ontología, la informática, la farmacología, entre otras.

Las etapas históricas formativas de la neurociencia

2.1. La etapa demonológica

En el mismo sentido que establece el sociólogo Auguste Comte sobre los tres estadios del desarrollo del conocimiento (estadio teológico, estadio metafísico y estadio positivista), en las primeras etapas de la historia de las antiguas civilizaciones poseían una concepción mágico-animista o demonológica² de gran parte de las enfermedades, en especial de los trastornos psíquicos. Es así como en la cultura Mesopotámica de los primeros médicos babilónicos fueron los sacerdotes de Assipu, que se ocupaban de las enfermedades internas y, especialmente, de las enfermedades mentales, las cuales eran consideradas como posesiones demoniacas y tratadas con métodos mágico-religiosos (demonologismo) (Comte, 2012: 11).

Más adelante aparecen los médicos “no sacerdotes”, que se ocupaban de las manifestaciones patológicas externas, como curar heridas, utilizando formas más naturales de tratamiento.

En la antigua Babilonia, el 2250 a.n.e., el “(...) Código de Hammurabi, una especie de manual de ética médica el cual contenía reglas para el actuar de los médicos (en ella) la limpieza (asepsia) era pues tenida por virtud, es por esta razón que se aislaba a aquellos enfermos de lepra, pues se les consideraba contagiosos” (Méndez, 2013: 1).

2 Relativo al estudio acerca de la naturaleza y cualidades de los demonios.

2.2. La etapa cardiocéntrica

En los inicios de la Grecia clásica, persistió la visión antigua del oído como el centro de las emociones y del pensamiento, luego devino la creencia que el diafragma³ era el órgano central: "(...) ha quedado reflejada en la etimología del término que empleamos para designar este órgano, procedente del griego 'hai phrenes', del verbo phroneo, que significa 'pensar, meditar'. En la literatura homérica, los 'phrenes' se ubican en la zona del pecho, más tarde circunscrita específicamente al diafragma" (Blanco, 2014:31).

El cardiocentrismo, por su parte, además de insignes defensores como Aristóteles, en quien nos detendremos a continuación, recibió el apoyo de Empédocles de Agrigento (495-435 a.n.e.). El cardiocentrismo⁴, sostiene que el corazón es el lugar en que, mediante un proceso de refinamiento producido gracias al calor, la sangre se transforma en pneuma (la materia de la vida y del espíritu que es la base de todas las acciones espirituales). Según esta teoría fisiológica el hígado era el encargado de la función que actualmente consideramos propia del corazón –la distribución de la sangre- mientras que el cerebro era considerado como un órgano que enfriaba el cuerpo y garantizaba la autorregulación térmica. Se admitía que al interior del cráneo tenían lugar algunas funciones psíquicas, pero se negaba que el cerebro tuviera alguna función implicante. Las facultades del alma se explicaban como el producto de la actividad del pneuma que circula entre las circunvoluciones que surcan la materia cerebral. Al contrario, el corazón, como propulsor de la circulación

pneumática a través de las arterias, se consideraba el lugar de encuentro entre la vida del microcosmos y la del individuo. Esta glorificación del corazón incluía también la sangre, la base fisiológica de la cual procedía el pneuma por refinamiento. Por otra parte la identidad simbólica entre sangre y vida queda testimoniada por mitos antiguos de la época.

2.3. El encefalocentrismo

El cerebrocentrismo o encefalocentrismo fue una visión protoneurocientífica que fue defendida por los médicos hipocráticos y por los pitagóricos. El filósofo pitagórico Alcmeón de Crotona (450 a.n.e.) demostró, mediante la práctica de la disección de los animales, que todos los órganos de los sentidos están conectados por el cerebro y, de ello, dedujo que es el órgano encargado de elaborar las percepciones. Alcmeón de Crotona es el primer médico que establece que las funciones psíquicas residen en el cerebro basándose en la observación clínica y en pruebas experimentales que le dieron lugar a concluir que los órganos de los sentidos están unidos al cerebro a través de los nervios, por los cuales discurren las sensaciones. Además fue el primero que intentó formular una hipótesis del sueño, denominada hipótesis vascular, consistente en considerar que el sueño es resultado de un aumento de la cantidad de sangre. Este es el primer ejemplo de encefalocentrismo nítido, esto es, de la tesis que el cerebro controla la sensación, el movimiento y la cognición, lo encontramos en Alcmeón de Crotona. A su juicio, el cerebro se encargaría de sintetizar las sensaciones, porque todos los sentidos se hallan conectados con él. Alcmeón señaló también que el sentir (aisthanesthai) y en entender (xyniénai) son dos operaciones distintas.

En la teoría de las tres almas de Platón se planteó una posición intermedia: aceptaba el encefalocentrismo (el alma racional que tiene su sede en el cerebro), que el corazón

3 Músculo ancho situado entre las cavidades pectoral y abdominal y que tiene un importante papel en la respiración de los mamíferos.

4 Corriente que se origina en la tradición mítica oriental y es defendida primero por Empédocles y en un segundo momento por Aristóteles y por los estoicos, encontró una sistematización definitiva en el ámbito científico gracias a Galeno, el médico más importante de la antigüedad occidental (siglo II).

es la fuente de todas las emociones (alma pasional) y que en el vientre y en el hígado se encuentran el instinto y la imaginación (alma concupiscente). Describe en el Mito del Carro Alado al alma racional con el auriga, la parte excelente del alma se identifica con la razón y nos faculta para el conocimiento, el bien y la justicia. El alma irascible se representa con la metáfora del caballo bueno y dócil, el mundo de las ideas y la contemplación, de la idea de bien, la voluntad, el valor y la fortaleza. El alma concupiscente, está representado por la metáfora del caballo malo, indócil, el mundo sensible, la parte del alma más relacionada con el cuerpo, la de los placeres sensibles, los apetitos y deseos sensibles, estos se destruyen cuando muere el cuerpo. "Contemporáneo suyo [refiriéndose a Alcmeón de Crotona], aunque ligeramente posterior, sería Hipócrates de Cos (460-377 a.C.). A Hipócrates se le asocia con varios escritos [no con todos] del denominado 'Corpus Hippocraticum' un conjunto que comprende unos sesenta trabajos médicos redactados en lengua griega entre el 420 y el 350 a.C., y compilados en Alejandría hacia el 280 a.C." (Blanco, 2014:31).

La "enfermedad sagrada" a la que se refiere irónicamente el tratado hipocrático es la epilepsia. Procede del griego epilepsis, que significa ataque, donde "epileptoi" son los afectados por este mal.

La importancia de esta obra para la historia de la medicina reside en que sus estudiosos inicialmente asumen que los procesos corporales, la salud y la enfermedad pueden explicarse de la misma manera que otros fenómenos naturales, y son independientes de interferencias arbitrarias y sobrenaturales. Esta es la etapa del paso del mythos al logos: el paso de la explicación racional sobre la tradición popular temerosa y fantástica.

El cerebro se concibe, en el texto hipocrático, como un "intérprete" (hermeneûs) de lo que le suministra el aire circulante por las venas. En el capítulo decimonoveno de la obra citada se lee: "El cerebro tiene

el mayor poder en el hombre, pues es nuestro intérprete, cuando está sano, de los estímulos que provienen del aire. El aire le proporciona el entendimiento. Los ojos, los oídos, las manos y los pies ejecutan aquello que el cerebro percibe" (Blanco, 2014: 33).

La idea del aire como vehículo del pensamiento podría haberse tomado de Diógenes de Apolonia, un autor coetáneo de Hipócrates que habría concebido al aire como arjé o primer principio de la naturaleza, del que derivarían todas las demás sustancias, en una perspectiva muy similar a la del jonio Anaxímenes de Mileto.

Aristóteles de Estagira (385-322 a.n.e.) fue discípulo de Platón (Aristocles) en la Academia, pero se separó de su maestro en cuestiones esenciales de filosofía, ciencia y medicina. Por ejemplo, rechazó las matemáticas como lenguaje capaz de describir la estructura del mundo. Frente al dualismo platónico entre alma y cuerpo, Aristóteles concibe la psyché (yuch, traducida generalmente como "alma") como el principio vital del individuo, no como una entidad separada del elemento material. Las plantas poseen una "psyché vegetativa", que las capacita para ejercer las funciones de crecimiento, nutrición y reproducción. Los animales, además del alma vegetativa, se hallan dotados de una "psyché sensitiva" que, en adición a las funciones propias de los vegetales, les permite percibir, desear y moverse autónomamente. Al hombre, finalmente, Aristóteles atribuye una "psyché racional", que informa todo su ser y lo faculta para la volición y el intelecto, así como para las funciones que ostentan también las plantas y los animales.

2.4. Etapa medieval

La práctica de la disección humana experimentó un retroceso importante durante la Edad Media, ya que los postulados galénicos predominaban y no

tuvieron modificación relevante durante gran parte de la etapa medieval. Muchas de las causas de estos retrocesos se podrían atribuir a una resistencia histórico-cultural unida a la religiosidad de la época en el mundo cristiano e islámico, que no favorecían la apertura del cuerpo humano. Los primeros textos de la Europa medieval son muy pobres en contenido, especialmente las aportaciones de la Escuela de Salerno. Los conocimientos morfológicos en la cristiandad medieval están representados preferentemente por la Anatomía de Mondino de Luzzi (1275-1326) denominado también Mondinus, médico, anatomista y profesor de cirugía que trabajó en Bolonia, es considerado el restaurador de la anatomía debido a la reintroducción de la práctica de las disecciones. Su obra Anatomía del año 1316 (publicada por primera vez el año 1475) fue una verdadera innovación y las universidades incorporaron la enseñanza anatómica a través de la disección, tal como ocurrió en las Escuelas de Montpellier, Bolonia y Lérida, mismo que sirvió de libro de texto en las universidades medievales hasta el siglo XVI, donde destaca el método escolástico y aristotélico. Fue el primero que hizo disecciones públicas con intencionalidad docente. Mondino de Luzzi fue el máximo exponente del saber morfológico medieval (Blanco, 2014: 59).

2.5. Renacimiento

El renacimiento es la etapa del surgimiento del pensamiento anatómico, de la cirugía y de la anatomía patológica.

Su figura central es Andreas Vesalius, 1514-1564, nombre latinizado de Andries van Wesel, quien basó sus estudios anatómicos en la observación directa, con lo que rechazó docenas de errores anatómicos presentes en la obra de Galeno (del siglo II de nuestra era). Vesalius es considerado el introductor de la antropología positiva en la medicina. En su obra *De Humanis Corporis Fabrica* o *Sobre la estructura*

del cuerpo humano (se aclara que el término "fábrica" usado en su libro posee connotaciones arquitectónicas, obra que tuvo dos ediciones en los años 1553 y 1555 respectivamente), aportó mucho a la fisiología del aparato cardiovascular. Los capítulos más brillantes de la ciencia médica cultivados en el siglo XVI fueron la Adenología, la Angiología y la Neuroanatomía, iniciándose el conocimiento anatómico de los órganos de los sentidos, especialmente el oído y el ojo. En su descripción parte de los huesos, ligamentos y músculos, luego pasa a describir los sistemas conectivos es decir vasos sanguíneos y nervios y los sistemas que impulsan la vida.



Fuente: Ilustraciones de Andreas Vesalius, *De Humani corporis fabrica*, en: O'Malley, C. 1964, op.cit.

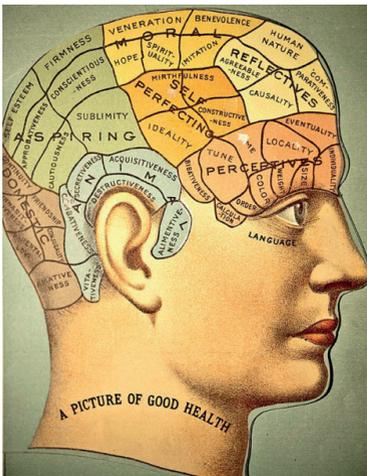
Gracias a las obras de Anatomía del Cerebro (1664) de Thomas Willis y Neurografía Universal de R. Vieussens, la neuroanatomía tuvo grandes aportaciones de imágenes de estructuras hasta entonces desconocidas.

2.6. Frenología

La frenología es una pseudociencia desarrollada por el anatomista vienés Franz Joseph Gall (médico y neuroanatomista alemán), que pretendía explicar por medio de la inspección minuciosa del cráneo del individuo características tales como la capacidad mental, carácter y personalidad

del mismo. Actualmente está en desuso y se considera una pseudociencia superada.

Franz Joseph Gall, en el siglo XIX, indicó que determinadas áreas corticales eran responsables de algunos atributos mentales. Así pues, se determinó que rasgos tales como la esperanza y la combatividad se manifestaban en zonas corticales específicas, las cuales se hipertrofiarían cuando tales rasgos se desarrollaban. Este supuesto crecimiento de zonas corticales produciría pues prominencias características en el cráneo que las cubría. Con esta teoría quisieron probar que el carácter, la función mental y las funciones intelectuales podían determinarse a partir del análisis de la conformación externa del cráneo; en ese sentido, enunciaron 35 facultades intelectuales y emocionales a partir de esta teoría. "A pesar de todo, la frenología permitió avanzar en el análisis de las funciones de la corteza cerebral. En el siglo XIX, Pierre Flourens demostró que el cerebro es responsable de la actividad intelectual y de la voluntad, por ello él se convirtió en el pionero del estudio de la función cerebral. Fue el primero en identificar la región del cerebro que controla respiración y las funciones motoras del cerebelo" (Méndez, 2013:11).



Fuente: Peña, Araujo, *Expresión Forense, Frenología*, 2018, op.cit.

2.7. Anatomía Microscópica

Una de las disciplinas que nace en el siglo XVII es la Anatomía Microscópica, todo gracias al invento y desarrollo del microscopio. Al realizarse el estudio de las células, surge la Teoría Celular enunciada por Schleiden y Schwann, mejorada posteriormente por Virchow. Pero es con el científico español Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) que la teoría celular se completa, aún así ésta no se había aplicado al estudio de las células del sistema nervioso. En esa época, era imperante la idea que el tejido nervioso era sincitial⁵.

"La demostración que el sistema nervioso se halla compuesto por células fue la hazaña de Cajal. Camilo Golgi y Ramón y Cajal recibieron el premio Nobel de Medicina en 1906, en reconocimiento a sus trabajos sobre la estructura del sistema nervioso." (Méndez, 2013:11).



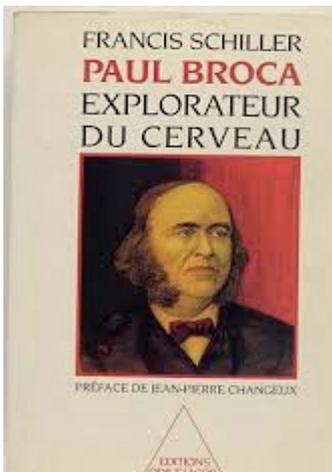
Fuente: Santiago Ramón y Cajal, disponible en: <https://sobrehistoria.com/biografia-ramon-y-cajal/>

Tales hallazgos fortalecieron la concepción neuronal de Ramón y Cajal, plasmado en 1955 con el desarrollo del

5 Según la enciclopedia Wikipedia: en biología, un sincitio o sincicio (ambos del griego σύν *syn* 'junto' y κύτος *kytos* 'caja') es una célula con varios núcleos resultante de la fusión de varias células. No se debe confundir con cenocito (del griego κοινός *koinós* 'común' y κύτος *kytos* 'caja'), que es una célula que contiene muchos núcleos al ocurrir la mitosis sin citocinesis subsiguiente. La mayoría de las células en los organismos eucariotas de plantas y animales tienen un solo núcleo.

microscopio electrónico al momento que De Robertis, Bennett y Palay ampliaron el conocimiento de los "contactos" neuronales, esclareciendo elementos básicos como las vesículas sinápticas y sus neurotransmisores.

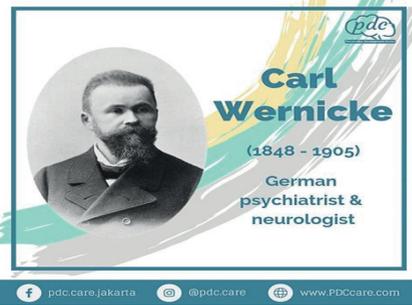
La creación de la neurología clásica y sus fundamentos científicos estuvo en buena parte condicionada por los avances del método anatómo-clínico. La neurología localizacionista y especializada desde Paul Broca adopta como lema la concepción anatómo-clínica de la enfermedad.



Fuente: Paul Broca, disponible en <http://iberlibro.com/libraire-du-bassin-bourdeaux>

En 1876, Carl Wernicke describió otro tipo de afasia, en la que existe un fracaso en la comprensión del lenguaje y no en el habla (afasia receptiva), la lesión cortical se ubica en la parte posterior del lóbulo temporal, donde se une con los lóbulos occipital y parietal. Propuso que en el lenguaje participan programas motores y sensitivos diferentes, cada uno de ellos dirigido por regiones corticales independientes. A inicios del siglo XX, siendo inspirado por el trabajo de Wernicke, surge en Alemania una nueva escuela de localización cortical dirigida por el anatomista Korbinian Brodmann. Trataba de diferenciar distintas áreas funcionales en la corteza basándose en

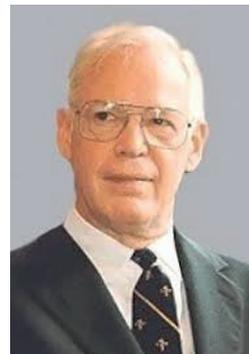
la estructura de las células y su disposición característica en capas. Usando este método distinguió 52 áreas anatómicas y funcionalmente diferenciadas en la corteza cerebral humana.



Carl Wernicke, disponible en: http://www.ecured.cu/Archivo/Carl_Wernicke

3. La neurología clásica contemporánea: nuevas tendencias

A finales de la década de los años 50, Wilder Penfield, y más recientemente George Ojemann en sus investigaciones sobre cirugía de la epilepsia, lograron demostrar las áreas del lenguaje descritas por Broca y Wernicke. Con estas experiencias, podría decirse que otros creadores de la neurología clásica como Wernicke, Charcot, Pierre Marie, Westphal, Romberg, Meynert, Babinski y Strümpell, trataron mediante nuevos recursos exploratorios el alcanzar el diagnóstico lesional de las enfermedades neurológicas.

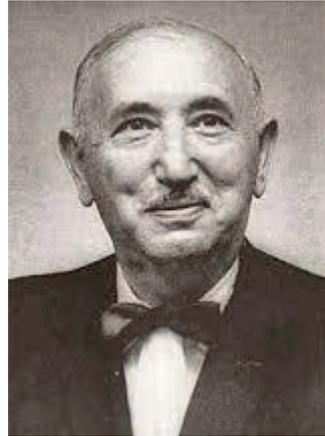


Fuente: George Ojemann, disponible en: <http://www.uwmedicine.org/bios/george-ojemann>

En las últimas décadas se dio una revolución sin precedentes del conocimiento médico, así como al nacimiento de una gran cantidad de medios diagnósticos computarizados para el estudio del sistema nervioso, entre otros. Las futuras generaciones de médicos e investigadores tienen ante sí un reto monumental: el trasuntarse más allá de las fronteras, más allá del cerebro.

“En los últimos 20 años nos hemos enfrentado a los nuevos conocimientos acerca de nuestro cerebro, dejando de lado aquel cerebro misterioso y profundamente oculto en el interior del cráneo casi inaccesible, aunque queda mucho aún por conocer en el correr de este siglo. Podemos hablar de un ‘nuevo cerebro’ que nos revela sus funciones con las nuevas técnicas de imagenología como RNM, PET, entre otras que son verdaderas ventanas para la neurociencia, que nos permite estudiarlo en tiempo real, mientras pensamos, hacemos un test de inteligencia, practicando una actividad manual, escuchando diferentes tipos de música; conocer la función cerebral según el estado de ánimo que presentemos, según estemos alerta, concentrados en tal o cual actividad, la memoria, experiencias emocionales y afectivas y muchas otras funciones.” (Labus y Romero, 2013:20).

La multitarea lleva al Efecto de James Flynn, en el que las nuevas generaciones aumentarán su coeficiente intelectual. Desde 1908, cuando Binet introduce el concepto de “edad mental” en el que el nivel de inteligencia aumenta con la edad cronológica (Escala de inteligencia de Binet), pasando por Stern en 1921 que propone un “Cociente o Coeficiente Intelectual” ($CI = EM/EC * 100$), hasta que en 1940 Wechsler desarrolla escalas de inteligencia WAIS y WISC tanto para adultos como para niños (la Wechsler Adult Intelligence Scale WAIS y la Wechsler Intelligence Scale for Children WISC).



Fuente: David Wechsler, disponible en: <http://psicologiaymente.com/biografias/david-wechsler>

Otro aporte fundamental será de la neuróloga Maggie Jackson, para quien “(..) la atención, que es una habilidad cognitiva con raíces neurobiológicas, está entrando en erosión por los efectos de la sobrecarga, la alta velocidad, la multitarea, en una sociedad “cibercéntrica” con la corriente sin fin de llamadas celulares, mails, twitter, llevando a una ‘cultura de la interrupción’ lo que no contribuye a la concentración y cambiando el escenario en el que debe distribuirse la atención.” (Labus y Romero, 2013:27).



Fuente: Maggie Jackson, disponible en: <http://neuronarrative.wordpress.com/2009/02/23/>

Actualmente, los estudios neurobiológicos de la conducta cubren la distancia entre las neuronas y la mente. La preocupación se centra en cómo se relacionan las moléculas responsables de la actividad de las células nerviosas con la complejidad de los procesos mentales. “[Para Carmine], la investigación sobre el cerebro [tiene] repercusiones directas en la educación y, basándose en el trabajo del Premio Nobel de Medicina de 1972, Gerald Edelman, sobre la capacidad del cerebro humano para categorizar, postuló que esta capacidad podía ser la clave para comprender las diferencias individuales (...)” (de la Barrera, M. y Donolo, D., 2009:4).



Fuente: Gerard Maurice Edelman, disponible en http://ztfnews.wordpress.com/2014/07/01/gerald_edelman/

4. Conclusiones de la presente Monografía

La concepción del sistema nervioso, del cerebro, de la mente, la conciencia, el lenguaje, las emociones, el aprendizaje, la memoria, los sistemas sensoriales y la neurociencia en si misma ha ido evolucionando desde los primitivos años de la Grecia clásica hasta nuestros días, marcado por el paso del mythos al logos hasta arribar a los actuales estudios de la mente, de la conducta y de las tendencias

dadas a mejorar el coeficiente intelectual de las siguientes generaciones. Las neurociencias se insertan en el cotidiano quehacer educativo y tienden a modificar las clásicas formas de encausar el proceso de enseñanza aprendizaje. La introducción y popularización en la sociedad de las redes sociales es tema de investigación de las neurociencias. Contemporáneamente, son muchos los campos de incidencia de las neurociencias y puede hablarse ya de ella como una ciencia multidisciplinar consolidada.

5. Bibliografía consultada

de la Barrera, María y Donolo, Danilo 2009 Neurociencia y su importancia en contextos de aprendizaje, Revista Digital Universitaria, 10 de abril de 2009, Volumen 19 Número 4.

Blanco, Carlos 2014 Historia de la neurociencia: el conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar, Madrid: Biblioteca Nueva (Colección Fronteras).

Campos, Anna 2004 Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia – Cerebrum – Centro Iberoamericano de Neurociencias, Educación y Desarrollo Humano, Lima.

Comte, Auguste 2012 Discurso sobre el espíritu positivo, Introducción a un Tratado filosófico de Astronomía popular = Discours sur l’esprit positif, Introduction à un traité philosophie d’astronomie populaire, Tr. Julián Marias, Siglo XXI, México D.F.

Gudiño, Virginia 2018 Ciencias y neurociencia aplicadas al desarrollo humano, social y la felicidad, disponible en: www.e-neurocapitalhumano.com.ar, con acceso en fecha: 05 de marzo 2018.

Labus, Claudia y Romero, Edgardo

2013 Neurociencia: Memoria, aprendizaje y educación, Opción Médica, Madrid.

Méndez, Juan 2013 Bosquejo histórico de las neurociencias, Departamento de Ciencias Morfológicas, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

O'Malley, c. 1964 Andreas Vesalius of Brussels, 1514-1564, Berkeley: University of California Press.

Peña, Araujo 2018 Expresión forense, Frenología, disponible en: <http://expresionforense.com/criminología/frenología>, con acceso en fecha: 05 de marzo de 2018.

Vesalius, A. 2018 De humani corporis fabrica. Disponible en: Ilustraciones del portal de Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/De_humani_corporis_fabrica, con acceso en fecha: 05 de marzo de 2018.

Fotografías:

Paul **Broca**, disponible en <http://iberlibro.com/libraire-du-bassin-bourdeaux>

Gerard Maurice **Edelman**, disponible en http://ztfnews.wordpress.com/2014/07/01/gerald_edelman/

Maggie **Jackson**, disponible en: <http://neuronarrative.wordpress.com/2009/02/23/>

George **Ojemann**, disponible en: <http://www.uwmedicine.org/bios/george-ojemann>

Santiago **Ramón** y Cajal, disponible en: <https://sobrehistoria.com/biografia-ramon-y-cajal/>

David **Wechsler**, disponible en: <http://psicologiaymente.com/biografias/david-wechsler>

Carl **Wernicke**, disponible en: http://www.ecured.cu/Archivo/Carl_Wernicke

RIESGO ERGONÓMICO EN LA POSTURA DE PERSONAL DE ATENCIÓN DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO 2018

Ergonomic risk in the position of personnel of attention of the dentistry clinic of the public university of el alto



Carlos, Condori Titirico
carloscondori@hotmail.com

Cyntia Ruth, Flores Garcia
Sinti_es_sinti21@hotmail.com

RESUMEN

La presente investigación tiene el propósito de determinar si existen riesgos ergonómicos en las posturas que adoptan los estudiantes de odontología al momento de brindar su atención en las clínicas de la universidad, para encarar el estudio se planteó un diseño metodológico que comprende la investigación con un enfoque cuali-cuantitativo, no experimental y descriptivo, con una muestra de 56 estudiantes de la Carrera de Odontología, de esta manera se pudo obtener la información sobre las molestias principales que presentan los estudiantes, además se pudo evidenciar que otros factores tales como: el material brindado por la universidad, los horarios de atención, el tiempo de descanso que tienen entre un paciente, también influyen sobre las diferentes alteraciones posturales en el trabajo.

PALABRAS CLAVE

Alteraciones posturales, odontología, dolor

ABSTRACT

The present investigation has the purpose of determining if there are ergonomic risks in the postures that dental students adopt when they offer their attention in the university clinics. To approach the study, a methodological design was proposed that includes research with a focus qualitative-quantitative, non-experimental and descriptive, with a sample of 56 students of the Dental Career, in this way it was possible to obtain information on the main inconveniences that the students present, it was also possible to evidence that other factors such as: the material provided by the university, the hours of attention, the rest time they have among a patient, also influence the different postural alterations at work.

KEYWORDS

Postural alterations, dentistry, pain

1 INTRODUCCIÓN

Una de las labores sociales de la Carrera de Odontología de la Universidad Pública de El Alto (UPEA), es la de brindar servicios

odontológicos a la población en general a precios accesibles a través de las Clínicas Odontológicas; estas clínicas son atendidas por estudiantes que cursan el 4to y 5to año de la Carrera de Odontología con asesoramiento de los docentes responsables; es así que

usualmente los estudiantes de odontología realizan procedimientos dentales en un espacio limitado, con apremio de tiempo, movimientos repetitivos y continuos haciendo que cada uno de ellos adopte diferentes tipos de posturas durante el trabajo, esta situación conlleva riesgos de salud siendo esta la problemática se ha venido presentando desde hace años. Por otro lado, es fundamental relacionar el problema que se aborda con la ciencia de la ergonomía que a través de la Asociación Internacional de Ergonomía se define como una disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema (...) (Asociación Internacional de Ergonomía, 2019), asimismo el riesgo ergonómico se define como la probabilidad de sufrir un evento adverso e indeseado atribuible a los factores de riesgo.

Por otro lado los riesgos ergonómicos de postura pueden llevar a causas de lesiones posturales de la espalda en el odontólogo que por lo general, muy pocas veces da la trascendencia que realmente tiene (suele tratarse de problemas dolorosos o invalidantes), y se acostumbra a conllevar en su intimidad estos dolores, mientras puede aguantar su ritmo de trabajo sin tomar bajas laborales o precisar interrupciones importantes de trabajo, entre otras causas, debido a que la mayoría de los profesionales suelen ser trabajadores autónomos, por cuenta propia, y la Seguridad Social no les indemniza por las horas perdidas, por lo que el profesional afectado se ve obligado a aceptar "en silencio" la presencia de las molestias. (N. León, 2006)

Asimismo, dentro de las enfermedades profesionales del odontólogo, las de mayor incidencia son las enfermedades denominadas de desórdenes músculo-esqueléticos, seguidas del estrés. Pues bien, dentro de las alteraciones músculo-esqueléticas, podemos decir que el dolor de espalda es una de las afecciones profesionales más frecuentes,

encontrándose en el 50-65 por ciento de los profesionales según los diferentes autores (N. León, 2006).

Entre la patología más frecuente citaremos la contractura muscular, el espondiloartrosis y otras ya menos frecuentes como la espondilólisis y espondilolistesis, (N. León, 2006).

También la artrosis vertebral (espondiloartrosis) es el proceso que más incide en las articulaciones intervertebrales. Es una alteración degenerativa de las articulaciones y, más exactamente, del cartilago articular, asociada a procesos de neo formación de hueso subyacente. Se manifiesta generalmente a partir del cuarto al quinto decenio de la vida y evoluciona de forma lenta. (N. León, 2006). La etiología es muy diversa, teniendo diferentes factores: hereditarios, metabólicos y endocrinos, traumatismos repetidos, etc. En nuestro caso suelen ser por factores mecánicos. Así, el trabajo estático y prolongado de los músculos paravertebrales y la actitud combinada en semiflexión, inclinación y rotación de la columna que se observan en determinados odontólogos, favorecen la aparición (N. León, 2006).

Finalmente la espondilólisis y espondilolistesis, se caracteriza por alteración o defecto del segmento interarticular (istmo "pars interarticularis") entre las apófisis articulares superior e inferior del arco neural posterior de las vértebras. En la etiología de este proceso están involucrados varios agentes, entre los que destacan las rotaciones forzadas de la columna, sobrecarga en flexión y fuerzas desequilibradas de cizallamientos, y otras de menor interés, para el tema que estamos tratando, como tumores, fracturas agudas, etc. (N. León, 2006). La localización más frecuente es la quinta vértebra lumbar, seguidas de la cuarta y la segunda. Debido a la inclinación de la primera vértebra sacra, la quinta tiende a deslizarse hacia

ventral, pero la posición anatómica de las carillas articulares de la vértebra lumbar impiden dicho deslizamiento. (N. León, 2006). Se denomina espondilolistesis (del griego spondulos = vértebra, y lystesis = deslizamiento) cuando existe un desplazamiento de toda o parte del cuerpo vertebral de manera que pierde su alineación con los cuerpos vertebrales restantes. La vértebra deslizada (vértebra olistesica) aparece en general deformada y tomando una forma trapezoidal. Existe al mismo tiempo degeneración discal y laxitud en los ligamentos vertebrales. Es frecuente el hallazgo casual de esta patología, aunque en general suelen ser sintomáticas. La sintomatología clínica es atípica, con dolores en la zona lumbar o irradiada a lo largo del recorrido del ciático, que se agrava con la bipedestación prolongada, así como con los trabajos estáticos. En los casos más graves se producen parálisis radiculares. En nuestra profesión, el tratamiento de esta afección es el control postural y en fases más avanzadas el ortopédico y el quirúrgico. (N. León, 2006).

De esta forma es necesario conocer la relación entre la práctica clínica odontológica que realizan estudiantes en la atención de la clínica odontológica (ergonomía de la postura) y la manifestación de trastornos muculo-esqueleticos, en el cual se pretende ver el riesgo de ergonomía de la posturas de trabajo.

2 MÉTODOS Y MATERIALES

El diseño metodológico comprende la investigación con un enfoque cuali-cuantitativo, no experimental y descriptivo, la muestra fue probabilística constituida por 56 estudiantes de la Carrera de Odontología de 4to y 5to año que atienden la Clínica Odontológica. Por otro lado, se usó como instrumento principal la encuesta estructurada para determinar las variables relacionadas a la postura y ergonomía,

también se usó la observación en situ para la descripción de ciertas características de las posturas.

3 RESULTADOS

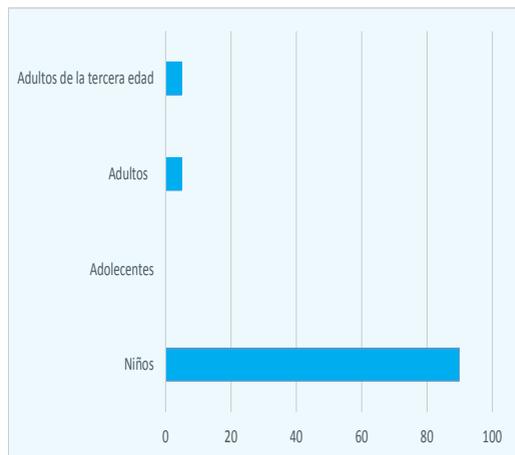
Levantadas las encuestas se tiene los siguientes resultados

Tabla 4: Al trabajar en la clínica en qué tipo de pacientes cansa más?

¿Al trabajar en la clínica en qué tipo de pacientes cansa más?	Frecuencia	%
Niños	25	92
Adolescentes	0	0
Adultos	1	4
Adultos de la tercera edad	30	4
Total	56	100

FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

Gráfico 1: Al trabajar en la clínica en qué tipo de pacientes cansa más?



FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

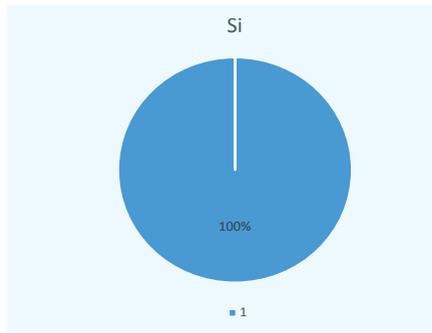
En la tabla y gráfico 1, nos indica que el 92% se cansa más al atender a niños, el 4% a adultos, y el otro 4% a personas mayores de la tercera edad.

Tabla 5: ¿Presenta usted algún tipo de molestia, cansancio en alguna parte de su cuerpo después del trabajo en clínica?

¿Presenta usted algún tipo de molestia, cansancio en alguna parte de su cuerpo después del trabajo en clínica?	Frecuencia	%
Si	56	100
No	0	0
Total	56	100

FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

Gráfico 2: ¿Presenta usted algún tipo de molestia, cansancio en alguna parte de su cuerpo después del trabajo en clínica?



FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018

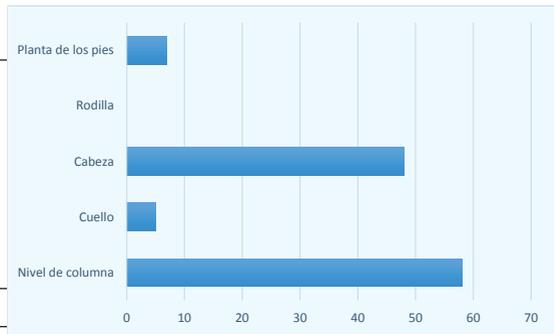
En la tabla y grafico 2 se puede observar que el 100% de los encuestados presenta algún tipo de molestia al momento de realizar su trabajo.

Tabla 6: ¿A qué nivel?

¿A qué nivel?	Frecuencia	%
Nivel de la columna	30	58
Cuello	2	4
Cabeza	20	38
Rodillas	0	0
Planta de los pies	4	6
Total	56	100

FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

Gráfico 3: ¿A qué nivel?



FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

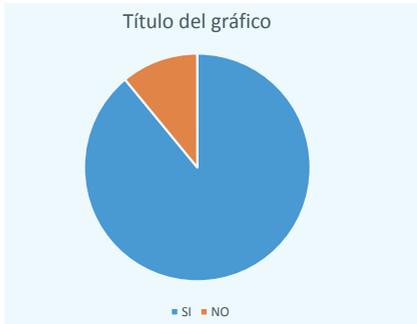
Como en la anterior pregunta se vio que el 100% de los encuestados presentan molestias, cansancio, en esta parte se verá que en un 58% presenta molestias a nivel de la columna, tanto lumbar como cervical, un 38% presenta dolor de cabeza, el 4% presenta molestias a nivel del cuello y el 6% presenta dolor a nivel de la planta de los pies, dependiendo el tratamiento.

Tabla 7: ¿Siente algún adormecimiento a nivel de los pies al momento de realizar su trabajo?

¿Siente algún adormecimiento a nivel de los pies al momento de realizar su trabajo?	Frecuencia	%
Si	50	89
No	6	11
Total	56	100

FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

Gráfico 4: ¿Siente algún adormecimiento a nivel de los pies al momento de realizar su trabajo?



FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

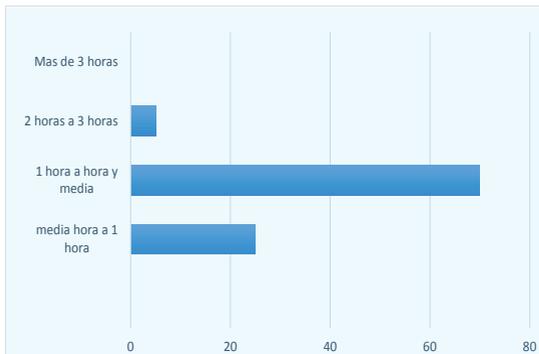
En la tabla y gráfico 4 se puede observar que el 89% de los encuestados presenta adormecimiento a nivel de los pies y el 11% restante no presenta alguna molestia.

Tabla 8: ¿Cuánto es el tiempo promedio para el tratamiento por paciente?

cuanto es el tiempo promedio para el tratamiento por paciente?	Frecuencia	%
Media hora a 1 hora	14	24
1 hora a hora y media	40	70
2 horas a 3 horas	2	6
Más de 3 horas	0	0
Total	56	100

FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

Gráfico 5: ¿Cuánto es el tiempo promedio para el tratamiento por paciente?



FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018

En la tabla y gráfico 5, nos muestra

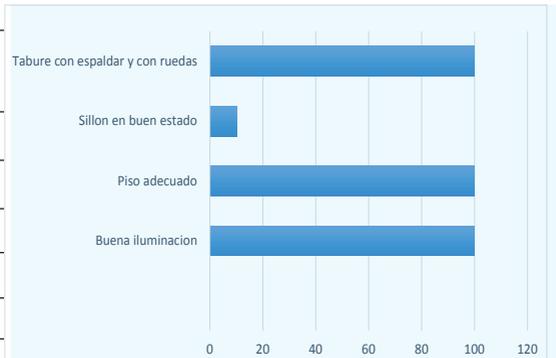
los resultados que nos indica que el 70% trabaja de una hora a hora y media, un 24% nos indica que trabajan media hora a una hora, un 4% trabaja de dos horas a tres horas y el 2% más de tres horas.

Tabla 9: ¿El ambiente de trabajo consta con?

¿El ambiente de trabajo consta con?	Frecuencia	%
Buena iluminación	56	100
Piso adecuado	56	100
Sillón en buen estado	5	9
Taburete con espaldar y con ruedas	56	100

FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

Gráfico 6: ¿El ambiente de trabajo consta con?



FUENTE: Elaboración propia en base a encuesta 2018.

El 100% de los encuestados afirman tener un buen taburete con espaldar y con ruedas, pisos adecuados y buena iluminación, y un 9% los sillones de atención están en buen estado.

Principales causas de posturas inadecuadas.

- Permanecer en pie durante mucho tiempo.
- Tener que alargar demasiado los brazos para alcanzar los objetos.
- Una iluminación insuficiente que obliga al trabajador acercarse

DICYT - UPEA

demasiado al paciente.

- El trabajador tiene que poder llegar a todo su trabajo sin girarse innecesariamente.
- La mesa y el asiento de trabajo mal diseñados, de manera que la superficie de trabajo no se encuentre aproximadamente al nivel de los codos.
- La posición inadecuada del cuerpo, de su tronco, pierna, cuello y cabeza.

Resultados de las posturas incorrecta

- Dolor, entumecimiento y hormigueo.
- Dolor de cabeza.
- Mialgias musculares.
- Síndrome de cuello tensionado.
- Productividad reducida.
- Pérdida del tiempo en el trabajo.
- Incapacidad temporal o permanente de la actividad laboral.
- Hernia de discos vertebrales.
- Escoliosis.
- Tensión arterial.
- Síndrome del túnel carpal.
- Pérdida de la agudeza visual.
- Pérdida de la agudeza auditiva.
- Estrés.
- Enfermedades cardiovasculares.

4 DISCUSIÓN

Respecto a las características de la población estudiada se tenía un predominio del sexo femenino entre las edades de 22 a 34 años, un gran porcentaje de los encuestados afirmo que se cansa más al momento de atender a niños y también a adultos mayores de la tercera edad. El total de los encuestados afirmo que presenta alguna molestia o dolor al realizar su trabajo, y que esta molestia es a nivel de la columna ya sea cervical, dorsal, o lumbar y también dolores de cabeza, también el trabajo nos muestra los resultados que nos indica que el 70%trabaja de una hora a hora y media, un 24%nos indica que trabajan

media hora a una hora , un 4%trabaja de dos horas a tres horas y el 2% más de tres horas. Y por último se puede observar que el 67%descansa por lo menos de 5minutos a 10 minutos, el 27%descansa de 15minutos a 30 minutos, un 3% descansa más de 30 minutos, y un 3% descansa menos de 5minutos.

Por las limitaciones del equipamiento no se pudo superar valores de potencia, sin embargo, también esto es un punto a la hora de considerar el diseño de este tipo de conversores, puesto que justamente a mayor potencia nominal mayor es el tamaño.

De acuerdo a la exposición de los resultados, surgen la necesidad de abordar de manera multidisciplinaria estudios antropométricos de las personas que se dedican a la atención en odontológica, los factores de riesgo que incrementan la probabilidad de riesgos de salud expuestos en la primera etapa de esta investigación, asimismo se involucra en el diseño de los espacios físicos.

5 CONCLUSION

El presente estudio permite afirmar que existe un riesgo ergonómico en la postura de personal de atención de la clínica odontológica de la Universidad Pública de El Alto determinado a través del número de pacientes que se atienden, tiempo de atención a pacientes, tipo de paciente, molestias en columna, cuello, cabeza y planta de los pies, los cuales pueden traer severas consecuencias de salud.

6 BIBLIOGRAFIA

Asociacion Internacional de Ergonomia. (28 de Agosto de 2019). IEA. Obtenido de <https://www.iea.cc/whats/index.html>

Alvarez, F. L. (2009). ergonomia y psicologia laboral. lex nova.

Barranco, M. (s.f.). operatoria dental restauraciones. buenos aire, Bogota, Caracas, Madrid, Mexico y sau pablo: panamericana.

Mairena, m. (1996). Porcentaje de posturas viciosas de los estudiantes. nicaragua: UNAN-León.

N. Leon, M. A. (2006). Lesiones musculo esqueleticos en personal odontologico. venezuela.

Santos M.A.luengo D, V. (1991). Actividades de prevension y promoción de fisioterapia. argentina: trillas.

Transtornos musculo esqueleticos en odontologos. (s.f.). guadalajara Mexico.

Ergonomía dental. Htt://odontología. iztacala.unam.mx/intrum_y_lab1/otros/coloquioXVI/contenido/indice_cartel_archivos/TRAB COMPLCARTEL/HTML/1303.htm

NIVEL PLASMÁTICO DE GHRELINA EN PACIENTES CON DESNUTRICIÓN EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS EN EL MUNICIPIO DE CHULUMANI EN LA GESTIÓN 2018

Ghrelin Plasma Level In Patients With Nursing In-Children Under 5 Years Old In The Municipality Of Chulumani In The Management 2018



Nadia Paola Apaza Torrez
nadiaapazatorrez@hotmail.com
Docente de la carrera de Medicina

Karen Roxana Rodríguez Limachi
Docente de la carrera de Medicina

RESUMEN

La ghrelina es una hormona de 28 amino ácidos, principalmente se secreta en el fondo gástrico del estómago y en pequeñas cantidades en el intestino, riñón, hipotálamo, hipófisis, Siendo un orexígeno potente. El gen de la región cromosómica 3q.26.2 expresa al receptor de la ghrelina.

El presente estudio es cuantitativo, descriptivo transversal. El universo de este estudio es de 2067 que comprenden entre 1 año y 5 años de edad, en la gestión 2018. El objetivo es determinar la actividad orexígena mediante la cuantificación del nivel plasmático que tiene la ghrelina en los pacientes que presentan desnutrición aguda o crónica, en el Municipio de Chulumani, ya que esta hormona presenta funciones endocrinas y no endocrinas.

Si bien los niveles de ghrelina aumentan en el periodo preprandial, disminuye sus valores séricos cuando se consume alimentos, aumentando los niveles de leptina, es importante conocer la fisiología de esta hormona en niños con desnutrición aguda y crónica.

En el Municipio de Chulumani se cuantificó los valores de esta hormona en los pacientes que presentan desnutrición evidenciando el aumento notable de esta hormona como respuesta fisiológica ante la disminución del balance energético en el organismo, el 16,6 % presenta desnutrición aguda y el 17,7 por ciento tienen desnutrición crónica, de los cuales el nivel plasmático de Ghrelina incrementó hasta 1025 pg/ml, a comparación de los que tienen peso y talla dentro de los percentiles normales quienes presentaron un nivel plasmático de 789 pg/ml.

PALABRAS CLAVE: Ghrelina, orexígeno, desnutrición.

ABSTRACT

Ghrelin is a hormone of 28 amino acids, mainly secreted in the gastric fundus of the stomach and in small amounts in the intestine, kidney, hypothalamus, pituitary gland, being a potent orexigen. The 3q.26.2 chromosomal region gene expresses the ghrelin receptor.

The present study is quantitative, cross-sectional descriptive. The universe of this study is of 2067 that comprise between 1 year and 5 years of age, in the 2018 management. The objective is to determine orexigenic activity by quantifying the plasma level that ghrelin has in patients who present with acute or chronic malnutrition, in the Municipality of Chulumani, since this hormone has endocrine and non-endocrine functions.

Although ghrelin levels increase in the preprandial period, it decreases its serum values when food is consumed, increasing leptin levels, it is important to know the physiology of

this hormone in children with acute and chronic malnutrition.

In the Municipality of Chulumani, the values of this hormone were quantified in patients presenting with malnutrition, evidencing the notable increase of this hormone as a physiological response to the decrease in the energy balance in the organism, 16.6% presented acute malnutrition and 17, 7 percent have chronic malnutrition, of which the plasma Ghrelin level increased to 1025 pg / ml, compared to those with weight and height within normal percentiles who presented a plasma level of 789 pg / ml.

KEY WORDS: Ghrelin, orexigenic, malnutrition.

INTRODUCCION

La Ghrelina viene de la palabra Ghre es igual a crecimiento, y relin que significa liberación. Descubierta el año 1999 por del Dr kenji Kangawa, masayu kojima. Esta hormona cumple su función a través de su receptor específico llamado receptor de secretagogos de la hormona de crecimiento¹.

Una de las acciones de la ghrelina es que este estimula la secreción de GH a nivel hipofisiario y su efecto orexigenico estimulando el SNC. El receptor de la ghrelina es activado por secretagogos de la Hormona de Crecimiento. La inyección de esta hormona estimula la secreción de la Hormona de Crecimiento, donde el núcleo arcuato del hipotálamo es la región que está en relación con la regulación del apetito, en este segmento se encontró cantidades significativas de la ghrelina. Posterior a ingesta de alimentos se evidencio la disminución de esta horma en este segmento y el aumento de la leptina. La pre-pro-grelina es un Péptido de 117 aminoácidos, la ghrelina está conformada por una secuencia de 28 aminoácidos que es la ghrelina, y un péptido de 66 aminoácidos llamado C-ghrelina en el segmento terminal. El gen de la ghrelina humana está localizado en el cromosoma 3 (3p25-26) y consta de 4 exones y 3 intrones. Esta hormona se la encuentra en el plasma en un 90 % como desacil-ghrelina teniendo mayor vida que en su forma de ghrelina, además esta se transforma en

desacil-grelina por acción de estereosas plasmáticas.

La población más vulnerable ante desnutrición son los extremos de la vida, es decir a los menores de 5 años y los adultos mayores, por ello se han implementado programas para disminuir la desnutrición en Bolivia. Según el Programa Mundial de Alimentos (PMA), el 2017 un 27,1% de los niños bolivianos menores de cinco años sufre desnutrición por la falta de nutrientes necesarios para su supervivencia y desarrollo. Por ello durante tres años se introdujo el continuo de la vida, es un sistema que engloba la atención tanto al neonato, niño menor de 5 años, al escolar que esta entre las edades de 5 a 12 años, al adolescente que se encuentra a partir de los 12 años hasta los 18, a la mujer embarazo, en etapa fértil, y al adulto mayor. A los menores de cinco años se les da un tratamiento con zinc, también se da el ATLU, hasta los cinco años también se da 60 sobres de chispitas nutricionales cada año y frascos de hierro. Para realizar diagnostico de desnutrición se clasifica a los pacientes de acuerdo a los percentiles, para esto necesitamos conocer el peso la talla y la edad, con estos datos determinados si presenta una desnutrición aguda o crónica o si se encuentra dentro de la curvatura normal. Si un niño presenta desnutrición aguda moderada el peso debe estar por debajo del percentil -1, ya entra con desnutrición aguda severa cuando baja el percentil por debajo de -2.

MATERIAL Y METODOS

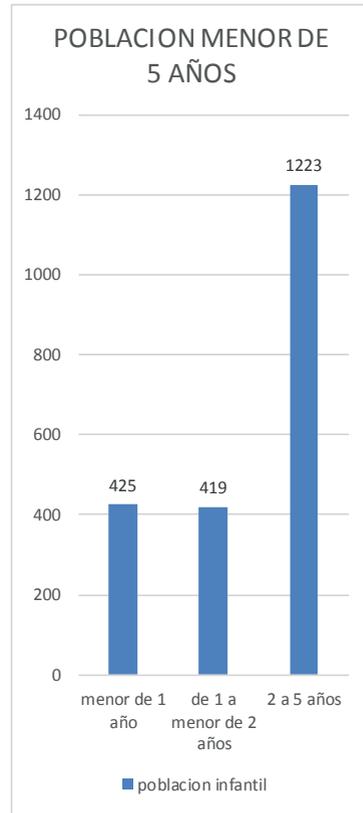
El presente artículo es un estudio cuantitativo, descriptivo transversal. Por que se mide los niveles plasmáticos de la ghrelina, se describe el comportamiento de la ghrelina en los niños menores de 5 años en el municipio de Chulumani en la gestión 2018. El universo de este estudio es de 2067 que comprenden entre 1 año y 5 años de edad datos que fueron tomados de las carpetas familiares de programa de Salud Familiar comunitaria e intercultural (SAFCI), es la política que se constituye en la nueva forma de sentir, pensar, comprender y hacer salud, de los cuales 207 fueron los estudiados por presentar desnutrición aguda y cronica. Se realizo en el Municipio de Chulumani, se encuentra ubicado al nor – este del Departamento de La Paz, en la provincia Sud Yungas, corresponde a la primera sección municipal, está a una distancia de 120 km. de la ciudad de La Paz.

En 207 pacientes seleccionados se les dio consentimiento informado a sus padres y o tutor. Una vez obtenidas las muestras sanguíneas se procesaron inmediatamente en el laboratorio usando centrifugadora para obtener el plasma y medir los niveles de ghrelina. Para la medición y comparación se utilizó test univariantes no paramétricos en el municipio de Chulumani.

RESULTADOS.

En el Municipio de Chulumani se encontró una población infantil menor de 1 año 425, 419 infantes que tenían entre 1 y 2 años de edad, 1223 habitantes de 2 a 5 años de edad. Teniendo un universo de 2067 menores de 5 años en todo el municipio de Chulumani, estos datos se sacaron de las carpetas familiares elaborados por los médicos SAFCI del municipio.

Figura Nro.1 POBLACION MENOR DE 5 AÑOS



Fuente: CARPETAS FAMILIARES SAFCI - 2018

Sobre el estado nutricional de los niños menores de 5 años se encontro que el 65.7 % presenta una nutricion adecuada es decir que tiene peso y talla adecuada para la edad, en cambio el 34.3 % presenta desnutricion entre aguda y cronica, con estos datos vemos un indice alto de desnutricion en el municipio de Chulumani, lo cual es alarmante y ademas este influye en el crecimiento y desarrollo psicomotor del menor de 5 años.

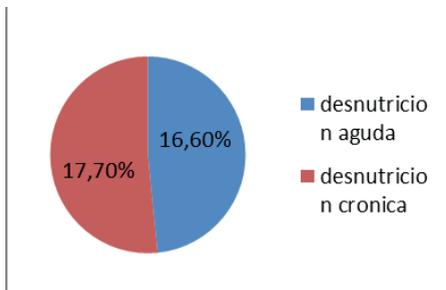
Figura No 2. ESTADO NUTRICIONAL DEL NIÑO MENOR DE 5 AÑOS



FUENTE: CARPETAS FAMILIARES SAFCI - 2018

De los menores de 5 años con desnutrición el 16,6 % corresponde a una desnutrición aguda en cambio el 17,7 por ciento corresponde a una desnutrición crónica.

Figura No 3. DESNUTRICION AGUDA Y CRONICA EN EL MENOR DE 5 AÑOS

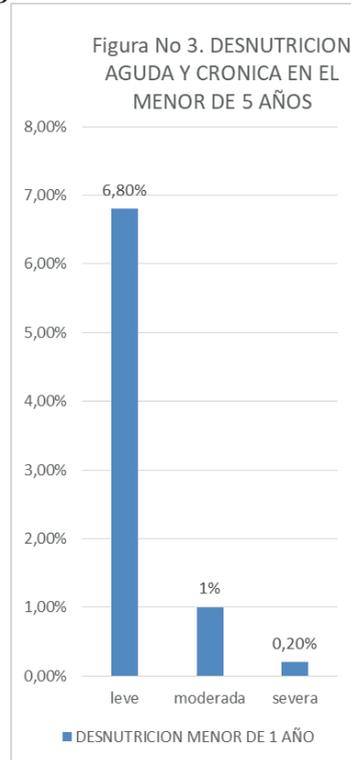


FUENTE: CARPETAS FAMILIARES SAFCI - 2018

Según los datos obtenidos a partir de las carpetas familiares del municipio, de los niños menores que presentan desnutrición aguda el 6,8 % corresponde a una desnutrición aguda leve, el 1 % corresponde a una desnutrición aguda moderada, el 0,2 % corresponde a una desnutrición severa. Siendo la desnutrición leve la de mayor frecuencia, este se puede presentar por procesos agudos que afecten la ingesta de alimentos y la evacuación de las heces fecales, como por ejemplo los procesos diarreicos, parasitosis, amebiasis,

gastroenteritis infecciones respiratorias agudas que conllevan a disminución de peso. Y en el caso de la desnutrición crónica procesos de mala alimentación durante un largo tiempo, también las parasitosis no tratadas pueden ocasionar desnutrición crónica.

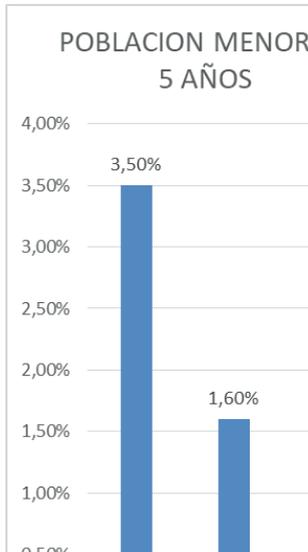
Figura No 4. TIPOS DE DESNUTRICION EN EL MENOR DE 1 AÑO



FUENTE: CARPETAS FAMILIARES SAFCI - 2018

De la población infantil que oscila entre 1 y 2 años de edad presentan desnutrición leve en un 3,5 %, desnutrición moderada un 1,6 % y desnutrición severa un 0,2 %.

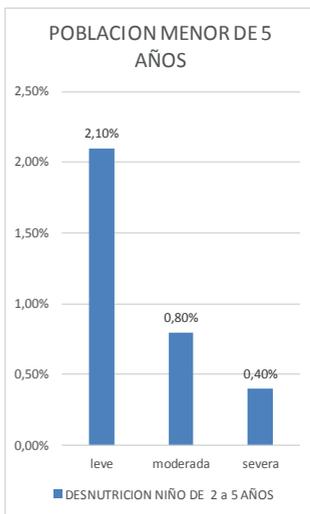
Figura No 5 TIPOS DE DESNUTRICION EN EL MENOR DE 1 A 2 AÑOS



FUENTE: CARPETAS FAMILIARES SAFCI - 2018

De la población infantil que oscila entre 2 Y 5 años de edad presentan desnutricion leve en un 2,1 %, desnutrición moderada un 0,8 % y desnutrición severa un 0,4 %.

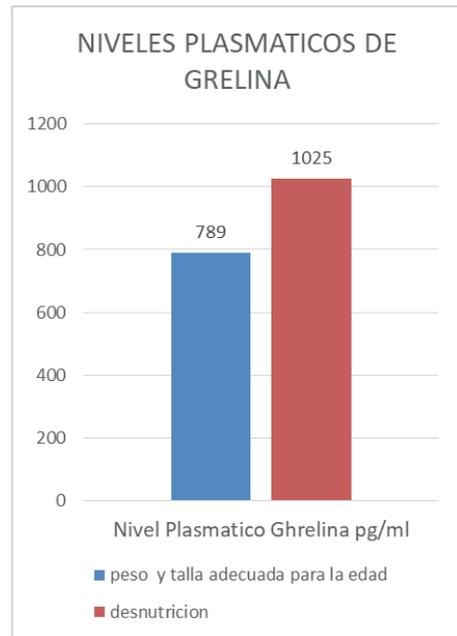
Figura No 6 TIPOS DE DESNUTRICION EN EL MENOR DE 2 A 5 AÑOS



FUENTE: CARPETAS FAMILIARES SAFCI - 2018

En pacientes con peso y talla normal se obtuvo una media de Ghrelina de 789 (pg/ml), en cambio en pacientes con algún grado de desnutrición la concentración plasmática de Ghrelina aumento hasta 1025 (pg/ml), vemos un nivel plasmático elevado de esta hormona en pacientes con desnutrición.

Figura No 7 NIVELES PLASMATICOS DE GHRELINA EN NIÑOS DE 2 A 5 AÑOS



FUENTE: PROPIA

La Ghrelina tomada en plasma sanguíneo la encontramos en un 90 % como desacil-ghrelina teniendo mayor vida que en su forma de ghrelina, además esta se transforma en desacil-ghrelina por acción de estereasas plasmáticas. Su concentración a nivel plasmático está en base a la ingesta de alimento, teniendo un pico alto cuando nos encontramos en etapa preprandial o hay restricción calórica, estos niveles estimulan el consumo de alimentos, luego de consumir y aumentar los niveles de glucosa en sangre estos disminuyen.^{6,7, 8, 9}

DICYT - UPEA



FUENTE PROPIA



FUENTE PROPIA

Aunque aún se encuentra en estudio la ghrelina, esta tiene varias funciones como la de estimular la secreción de GH a nivel hipofisiario estimula el apetito, participa en la regulación del gasto energético y metabolismo de glucosa, interviene en el sueño.

DISCUSIÓN

En el municipio de Chulumani la cantidad de niños menores de 5 años con desnutrición aguda y crónica se encuentra con cifras alarmantes, para realizar diagnóstico de desnutrición se clasifica a los pacientes de acuerdo a los percentiles, para esto necesitamos conocer el peso la talla y la edad, con estos datos determinados si presenta una desnutrición aguda o crónica o si se encuentra dentro de la curvatura normal. Si un niño presenta desnutrición aguda moderada el peso debe estar por debajo del percentil -1, ya entra con desnutrición aguda severa cuando baja el percentil por debajo de -2.

En estos niños que presentan desnutrición se evidencio que los niveles plasmáticos de ghrelina están incrementados, y con ello

también esta incrementada la actividad orexigena como mecanismo de respuesta ante el desbalance energético en su organismo, sin embargo al no consumir alimentos con aporte de nutrientes especificos aún continúan con desnutrición pese a la actividad orexigena como respuesta fisiológica. Debido al reciente descubrimiento de la ghrelina es importante realizar más estudios al respecto.

CONCLUSION

La activiad orexigena de la ghrelina junto con otros orexigenos como Neuropeptido Y, y la proteína R-Agouti, esta incrementada en niños menores de 5 años con desnutrición aguda y crónica en el municipio de Chulumani esta se regula de forma antagonista a la leptina, en horas de la mañana o cuando una persona está en ayunas los niveles séricos de leptina se encuentran disminuidas y esto favorece el aumento plasmático de la ghrelina. Cumple funciones importantes estimulando la secreción de varios neuropéptidos en el hipotálamo que regulan la alimentación. Los factores nutricionales y la ingesta de calorías regulan la liberación de la ghrelina. Definitivamente aumenta sus niveles plasmáticos en etapa preprandial y consecuentemente aumenta el apetito.

BIBLIOGRAFIA

1. Howard, AD., et al., A receptor in pituitary and hypothalamus that functions in growth hormone release. *Science*, 1996.273 (5277): p. 974-7.
2. Sakata, I., et al., *Ghrelina-producing cells exist as two types of cells, closed- and opened-type cells, in the rat gastrointestinal tract.* *Peptides*, 2002. 23(3): p. 531-6.
3. Howard, A.D., et al., *A receptor*

in pituitary and hypothalamus that functions in growth hormone release. Science, 1996. **273**(5277): p. 974-7.

4. Mason, B.L., Q. Wang, and J.M. Zigman, *The central nervous system sites mediating the orexigenic actions of ghrelin.* Annu Rev Physiol, 2014. **76**: p. 519-33.
5. Amaya M J, Vilchez F, Campos C, Sánchez P, Pereira J L. Micronutrientes en cirugía bariátrica. Nutr Hosp. 2012;27(2):349-361.
6. Inui A, Asakawa A, Bowers C, Mantovani G, Laviano A, Meguid M, Fujimaya. Ghrelin, appetite, and gastric motility: the emerging role of the stomach as an endocrine organ. The FASEB journal. 2004;(18) 0439-0456.
7. Harrison. Principios de Medicina Interna. 16 Ed. McGraw Hill interamericana editores. Mexico. 2005. Capítulo 220. Pp: 1552 – 1557.
8. Guyton A, Hall J, Tratado de fisiología médica. 10 ed. Aravaca Madrid: McGraww-Hill-Interamericana de España 2001. Pag 115-46
9. <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-ghrelina-secrecion-hormona-crecimiento-regulacion-S1575092204746483>

PREDISPOSICIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DE CONSORCIOS MICRO EMPRESARIALES ENTRE LOS PRODUCTORES DE PRENDAS DE VESTIR DE LA ZONA GARITA DE LIMA, GESTIÓN 2017

Predisposition for the organization of micro enterprise consortiums between the dressing producers of the Garita de Lima area, management 2017



Donato Román, Capia Flores
Docente Carrera Economía

Lucy Amalia Capia Flores
Docente Carrera Medicina

Irene Graciela Capia Flores

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector de la confección de prendas de vestir de tipo sastrería. Para describir la predisposición de los productores hacia el trabajo conjunto, se aplicó una encuesta estructurada con reactivos a 39 productores, quienes se encuentran en el denominado clouster de la zona Garita de Lima y adyacentes de la ciudad de la Paz. Los resultados del trabajo de campo: muestran las formas de trabajo conjunto que mantienen: entre productores, entre productores y comercializadores de tela, fundamentalmente muestra la actitud positiva que tienen los productores, básicamente jóvenes, frente a la conformación y organización de consorcios empresariales. Entre las formas de trabajo asociado que mantienen los productores, se da entre productores sastres y comerciantes vendedores de telas, y entre los mismos productores para hacer frente a pedidos grandes. Estos elementos de carácter estratégico y podría favorecer al crecimiento de sus unidades productivas. Rompiendo miradas y esquemas que intentan mostrar lo contrario vale decir el individualismo o la atomización de los productores.

PALABRAS CLAVE:

Predisposicion, Microempresa, Consorcio, clousters

ABSTRACT

This research was carried out in the sector of tailoring garment type clothing. To describe the predisposition of producers towards joint, a structured survey with reagents was applied to 39 producers, who are in the so-called clouster of the Garita area of Lima and adjacent to the city of La Paz. The results of the field work: they show the forms of joint work that they maintain: between producers, between producers and marketers of cloth, it fundamentally shows the positive attitude that producers, basically young people, have regarding the formation and organization of business consortiums. Among the forms of associated work that the producers maintain, there is between tailor producers and merchants selling fabrics, and among the same producers to deal with large orders. These elements of a strategic nature and could favor the growth of their productive units. Breaking glances and schemes that try to show the opposite is worth saying the individualism or the atomization of the producers.

KEYWORDS:

Predisposition, Microenterprise, Consortium, clousters

INTRODUCCIÓN

La palabra organización también se utiliza para significar una unidad social, en la cual las personas interactúan para alcanzar objetivos específicos. "En este sentido la palabra organización, denota cualquier esfuerzo humano moldeado y estructurado intencionalmente para alcanzar ciertos objetivos. Las empresas constituyen un ejemplo de organización social. Así la iglesia, los ejércitos, las reparticiones públicas, los hospitales, las escuelas, las universidades, los bancos, las tiendas, los talleres y el comercio constituyen ejemplos de organización" (Chiavenato, 1994:22).

Por su lado, Stinchcombe citado en Teoría General de la Administración, (1987:61,362) "las organizaciones son caracterizadas por un conjunto de relaciones sociales estables deliberadamente creadas, con la explícita intención de alcanzar objetivos y propósitos. Así, una organización es una unidad social dentro de la cual las personas alcanzan relaciones estables (no necesariamente frente a frente) entre sí, en el sentido de facilitar el logro de un conjunto de objetivos o metas".

Herbert Hodge y Lucas, consideran que "en todo proceso y la historia, el hombre siempre ha buscado los medios para satisfacer sus necesidades, al principio el hombre se asociaba en pequeños grupos, pero pronto aprendió que la asociación y el esfuerzo grupal tenían ventajas evidentes y que sus necesidades podían satisfacer mejor si aunaban sus recursos y talentos, establecen que la existencia de organizaciones es una de las características distintivas de la sociedad moderna, donde se emplean para conseguir fines que superan las posibilidades individuales. Aparecen como autores en la vida social, con sus propios derechos y obligaciones, lo que nos lleva a hablar de personas corporativas o jurídicas". (Herbert Hodge y Lucas, 1997:70),

Tipologías de las organizaciones.

Bajo la óptica de Chiavenato y Harold podríamos afirmar que "no existen dos organizaciones iguales, las organizaciones son diferentes entre sí y presentan enorme variabilidad, con todo, ellas presentan ciertas características que permiten clasificarlas en ciertos grupos o tipos, estas clasificaciones o taxonomías, -en este esquema se sacrifica la individualidad- para alcanzar un razonable número de agrupamientos y presentan la ventaja de reducir la variedad y posibilidad análisis comparativos". (Chiavenato y Harold 1987:370)

A partir de lo mencionado, el concepto de organización para el presente trabajo se entiende bajo la siguiente idea: Las organizaciones son unidades sociales que buscan alcanzar objetivos específicos: su razón de ser es servir a esos objetivos. Ahora bien, continuando con el concepto citado; un objetivo organizacional, es una situación deseada que la organización intenta alcanzar. Es una imagen que la organización pretende para su futuro, por esto, si el objetivo es alcanzado, deja de ser la imagen orientadora de la organización y es asimilado en la organización como algo real y actual

Consorcio de apoyo

Este tipo de consorcio se da cuando un grupo de empresarios productores del mismo rubro realiza actividades conjuntas que van más allá del corto plazo, entonces se puede hablar de un consorcio.

La conformación de un consorcio generalmente es resultado de la consolidación de un grupo de acción que, por haber tenido éxitos conjuntos, quieren o desean seguir con la cooperación mutua a mediano y largo plazo.

Las características de los integrantes de un consorcio de apoyo poseen: "Una

baja tolerancia para riesgo; Cuentan con ingresos limitados que permiten solo inversiones esporádicas y; Una actitud conservadora hacia el cambio: Tienen buena predisposición para la cooperación quieren que sus empresas crezcan. Son propietarios de empresas con potencial de mercado y producen los mismos productos o similares" (PROMMI-SAT,2005:7).

Los consorcios empresariales, son "aquellos grupos de productores que están dispuestos a efectuar cambios profundos en la estructura de la producción, administración y comercialización, que los lleven a bajar costos, aumentar la productividad y encontrar mayores y mejores mercados. Estos cambios se llevan a cabo por medio de una cooperación inter-empresarial de alta inversión y largo plazo, facilitada por programas de asistencia técnica y apoyo organizativo logístico" (PROMMI-SAT, :25).

A partir de lo indicado, el Consorcio Empresarial puede ser definido como una asociación voluntaria y permanente de empresas productoras en una organización independiente para la comercialización externa conjunta de sus productos e insumos, así como la adquisición de materia prima.

La concentración de unidades productivas es denominada como CLUSTERS vale decir "empresas locales que crean ventajas competitivas en su interior. Estas agrupaciones incluyen no solamente a empresas que producen productos similares, sino también a empresas que producen insumos o maquinarias para consorcios. (PROMMI- SAT,2005:4,5

Para la presente investigación se optó utilizar la categorización de Kruse la cual se resume de la siguiente manera:

"Micro empresa también denominada unidades económicas familiares: El trabajo

de estas microempresas se basa en el parentesco, el número de trabajadores varía entre 1 a 4 trabajadores incluyendo el propietario.

Pequeña industria inferior PII (denominadas unidades económicas semi-empresariales): Estas unidades se basan en el salario y el parentesco en menor medida, su tamaño vario de 5 a 10 trabajadores incluyendo al propietario". (Tom Kruse,1996:106).

El objetivo fundamental de la organización empresarial es hacer negocios, desde el punto de vista de la Administración, los conceptos aplicados a la Organización Empresarial son los mismos en todos, los tipos de organizaciones, la naturaleza de estas varía en función a las necesidades y actividades de cada una de ellas.

Según Valencia "todas las empresas poseen una estrategia, así sea informal, esporádica o sin estructura. Las empresas de dirigen hacia algún rumbo, por ello requieren de una estrategia formal" (Joaquin R. Valencia, 2000:17).

La ciudad de la Paz es el centro de la moda en trajes estilo sastre en Bolivia, por la cantidad de personas que la visiten y por su uso cotidiano. De ahí que en La Paz se encuentran los mejores sastres de Bolivia, son ellos quienes visten a los presidentes. Entre los más destacados se tiene a: sastrería Sillerico, sastrería Chucatini, Atlier Lupe Mendizábal y sastrería miguel, los primeros recibieron distinciones como tijera de oro.

En términos de diseño de modas los sastres de la Garita de lima, realizan intentos en la creación de diseños, esta creación se centra en las fiestas patronales como la entrada del Gran Poder, cabe señalar que la creación de nuevos diseños y modelos no es generalizada.

- "Uno de los sectores más afectados, es el de la confección de prendas de vestir, por la caída de la demanda en general y han enfrentado una drástica reducción de la demanda local, ocasionada por el indiscriminado ingreso de ropa usada a precios bajos" (Rojas, 1991:31).

- La actividad micro-empresarial de la zona Garita de Lima, se ve afectada por el ingreso de nuevas micro-empresas en la zona, que, además, para ganar una posición competitiva en el mercado, lanzan sus productos a precios muy bajos.

- Los vínculos o relaciones naturales que implementan los empresarios de la Zona Garita de Lima son informales y esporádicas, los empresarios no llegaron a conformar asociaciones que posean objetivos claramente definidos, con los que ambas partes, con quienes se relacionan, se benefician.

Por otro lado, pese a las medidas económicas que ejercen al conjunto de la sociedad boliviana, el sector denominado informal es el que proporciona más fuentes de empleo por su cantidad, en relación a la industria denominada moderna.

En los últimos años la situación del sector se ve agravada en mayor medida, por la masificación de la introducción de la ropa usada. A partir de ello, los productores de prendas de vestir asumen diferentes medidas, como la diversificación del empleo para complementar sus ingresos y así poder satisfacer sus necesidades básicas. Otros toman decisiones de orden migratorio a los países que nos rodean y al interior del país.

En cuanto al proceso de organización del sector y pese a que el sector posee un pasado organizativo de orden corporativo. El sector no encuentra hasta el momento vías para conformación de un cuerpo social, capaz de convertirse en un medio

para la realización de sus demandas frente al estado. Logrando tener cierto grado de eficacia en el manejo de sus redes sociales. los cuales llegan a constituirse en algunos casos, en una fuerte unidad familiar, similar a anteriores formas de producción. En relación a la ocupación laboral, "el 77.19% de la población boliviana se encuentra ocupada en establecimientos cuyo tamaño es de 1 a 4 personas, denominadas microempresas. Existen 35.000 microempresas en el país y aportan al 83% de empleo (INE, 2.000:93)

Según los datos de la CAME cámara de exportadores el rubro de la manufactura exporta el 12% del total de la estructura de las exportaciones. En el caso de las prendas de vestir la suma asciende a 28.3 millones de dólares. (CAME,2005:6),

Ahora bien, los productores de diversas actividades, se encuentran organizados en la Federación Boliviana de la Pequeña Industria y artesanía Productiva FEBOPI, la cual tiene 8 federaciones departamentales ADEPIS. También existe la confederación sindical única de artesanos de Bolivia CSUTAB.

En cuanto al proceso de organización del sector y pese a que el sector posee un pasado organizativo de orden corporativo. El sector no encuentra hasta el momento vías para conformación de un cuerpo social, capaz de convertirse en un medio para la realización de sus demandas frente al estado. Logrando tener cierto grado de eficacia en el manejo de sus redes sociales, los cuales llegan a constituirse en algunos casos, en una fuerte unidad familiar, similar a anteriores formas de producción. En lo relacionado a la identificación del problema se tiene que: el empresario de la micro-empresa, cuenta con una escasa propensión a la asociación o trabajo conjunto; quiere hacerlo todo y fundamentalmente solo, por lo tanto, se enfrenta al mercado de manera

atomizada. Debido a esto, desconoce las oportunidades que brinda la modalidad de la conformación de consorcios. Lo señalado nos llevó a plantear el siguiente objetivo de la investigación: describir la escasa predisposición a adoptar la organización de consorcios micro empresariales entre los productores de prendas de vestir de la Zona Garita de Lima de la Ciudad de La Paz gestión 2017

Por otro lado con el trabajo de investigación se pretende facilitar información teórico-administrativa a las instituciones de fomento a las PYMES, y plantear criterios para el desarrollo del sector, especialmente a los productores concentrados en una misma zona, denominados Clusters que existen en la ciudad de La Paz y El Alto, como son los (productores de sombreros, productores de disfraces o bordadores, productores sastres de la Ceja de El Alto, productores de muebles, productores de calzados y otros). Mediante el fortalecimiento de las iniciativas de asociación que practican los empresarios de nuestro país.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio fue de tipo descriptivo; muestra, como es la predisposición de los productores de prendas de vestir de la zona Garita de Lima, hacia la organización de consorcios micro-empresariales en la actualidad. La importancia que puede tener la implementación de una estrategia corporativa en las unidades mencionadas.

Diseño de investigación. El ámbito de la presente investigación, se circunscribe al sector de confección de prendas de vestir, dentro de esta, la confección de trajes estilo sastre.

Los sujetos de la investigación fueron productores de prendas de vestir (dueños de sastrerías) de la zona garita de Lima, dirigentes y ex dirigentes de la asociación del sector.

El universo del sector de la confección de prendas de vestir está compuesto por: según el censo 2004 de establecimientos industriales de la Cámara Departamental de industrias, la mayor parte de establecimientos industriales paceños donde el 85 a 90% se encuentra en la ciudad de El Alto.

Para la presente investigación, se tomó una muestra de los sastres de la zona Garita de Lima de la ciudad de La Paz.

Se procedió a la elección de la muestra no probabilística, considerando básicamente el problema de la investigación (la escasa predisposición hacia la organización de consorcios micro empresariales entre los productores de prendas de vestir).

La asociación del sector mencionado, cuenta con 40 afiliados, en su totalidad compuesta por varones. De los cuales 29 productores fueron encuestados, los demás, por razones de tiempo y otros imprevistos, no llenaron en su totalidad la encuesta que se les proporciono. El resto de los productores no se encontraba en sus talleres durante el proceso de recolección de información.

La unidad de análisis son los productores que tienen taller, con más de un operario trabajando en el taller, pertenecen a distintas edades, jóvenes y mayores, con más de 2 años experiencia como propietarios.

Para la medición de los conceptos y/o variables mencionadas, se procedió a la recolección de la información pertinente, mediante la encuesta a través del cuestionario estructurado.

La encuesta, considera 4 factores, divididos en 16 reactivos (oraciones de contenido opuesto, a cada uno de los cuales se asigna 3 puntos, en sujeción a las instrucciones establecidas en la misma.

Alcance. La delimitación temporal de la investigación se sitúa durante las gestiones 2016 y 2017

No existen trabajos de investigación orientados al sector productores de prendas de vestir de tipo sastrería, donde planteen programas de apoyo mediante la conformación de consorcios y aprovechando fundamentalmente, la concentración de productores en una misma zona.

RESULTADOS

Según los datos obtenidos se tiene: la gran mayoría de los productores sastres encuestados son jóvenes cuya edad oscila entre 25 a 35 años. Cuadro 1

Cuadro No 1: Edad de los productores

25- 35	18	62%
36-45	6	20,8%
46-55	4	13,8%
+ de 56	1	3.4%
Total	29	100%

Fuente: Elaboración propia

Este es un elemento que influye en la promoción de la idea, sobre la conformación de consorcios ya que los empresarios de generación más joven tienen mayor predisposición a cooperar con otros empresarios para crecer con su propio negocio.

Los productores sastres hacia el trabajo conjunto, de los 29 productores encuestados, algo más de la mitad (55.2%) no han trabajado de forma asociada con los otros colegas sastres, en la confección de prendas de vestir, el resto (44.8%), si trabajaron de manera asociada. Gráfico 2

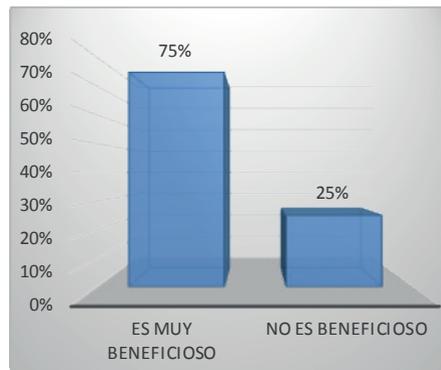
Gráfico No 2 Comportamiento de los productores hacia el trabajo común

Preguntas	Cantidad	Porcentaje
Si	13	44,8%
No	16	55,2%
Total	29	100%

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, desde la perspectiva de este factor los datos reflejan un predominio de la actitud positiva de los productores encuestados, hacia el trabajo asociado para suscripción de contratos importantes. Figura 1

Figura No 1 Los productores que no trabajaron de manera asociada consideran el trabajo como:



Fuente: Elaboración propia

De los 16 maestros que no han trabajado de manera asociada en la confección de prendas de vestir, la mayoría considera que es beneficioso trabajar de manera asociada, el resto considera que no es beneficioso trabajar de manera asociada.

Más de la mitad de los productores, no poseen conocimiento sobre beneficios que brindan los consorcios. Este dato, muestra la pertinencia de proponer cursos de capacitación sobre la conformación de consorcios.

Para la formación de consorcios empresariales, la transformación de los sistemas productivos es un elemento fundamental que contribuye al cumplimiento de los plazos de entrega y la explotación. Los productores sastres de la zona Garita de Lima, están empezando-aunque de manera tímida- a trabajar en serie, pese a que algunos procesos laborales aún mantienen procesos operativos de carácter artesanal.

Por tanto, se concluye que los productores sastres de la zona Garita de Lima no son renuentes al trabajo asociado, tal como se mencionó al inicio de la investigación.

DISCUSIÓN

Por las evidencias y argumentos empíricos obtenidos se establece que: "no es escasa la predisposición a adoptar formas de trabajo asociados en los productores de prendas de vestir".

La investigación demuestra que los productores de la zona garita de lima, no optan por la generación de archipiélagos como mencionan otros autores, cuando existen objetivos claramente definidos las relaciones que sostienen tienen que perdurar en el tiempo.

Por otro lado, los productores de prenda de vestir de la zona garita de Lima, en general no recibieron capacitación sobre el tema de conformación de consorcios micro-empresariales. Por lo cual se desconoce los beneficios, que trae consigo la adhesión voluntaria y permanente de productores tanto para la producción como para la comercialización conjunta de sus trajes, así como la adquisición de insumos y materia prima para la producción lo que permite elevar los niveles de productividad.

La forma de trabajo asociado más generalizado, se da entre productores

sastres y comerciantes vendedores de telas, y entre productores sastres para actividades específicas.

No se puede afirmar con exactitud, hasta cuando se dejará de bailar en el Gran Poder, por otro lado, existe un crecimiento de bachilleres que también requieren de trajes estilo sastre cada año.

CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los productores de prendas de vestir de la zona Garita de lima de la ciudad de La Paz, se concluye que los productores cuentan con una alta predisposición en la organización micro-empresarial entre productores de prendas de vestir. Desde la perspectiva de este factor los datos reflejan un predominio de la actitud positiva de los productores encuestados, hacia el trabajo conjunto o asociado para la suscripción de contratos importantes y grandes.

También podemos concluir que los productores requieren procesos de capacitación sobre los beneficios que brinda el trabajo conjunto. De los 29 productores encuestados, algo más de la mitad no han trabajado de forma asociada con los otros colegas sastres en la confección de prendas de vestir, el resto 44.8%, si trabajaron de manera asociada.

Una aproximación empírica sobre el agrupamiento de productores y/o comercializadores nos muestra que las hileras de empresas o micro-empresas, vale decir empresas locales que se encuentran concentradas alrededor de un elemento articulador, producen productos similares o complementarios, esta modalidad es ampliamente practicada por la mayor parte de los productores y comercializadores, el cual genera ventajas en cuanto al desarrollo y crecimiento de sus unidades productivas.

Desde el punto de vista del alcance de la investigación realizada, se recomienda realizar: investigaciones que ayuden a establecer la cadena productiva para el sector de confección de prendas de vestir tipo sastrería. Tomando en cuenta la tendencia al crecimiento de la demanda.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHIAVENATO I. (1987). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. Brasil: Mc Graw Hill. (1994). *Organización y Técnica Comercial*. Bogota, Colombia: Mc Graw Hill.
2. HERNANDEZ R. (1996) *Metodología de la Investigación*. Colombia: Mc Graw Hill.
3. LUCAS A. (1997). *Sociología para la Empresa*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
4. PROMNI (2005). *Manual Metodológico para la Formación de Consorcios de MyPES en Bolivia*. Sucre, Bolivia: Tupac Katari.
5. BECKHARD, R. (1973). *Estrategias de Interrelación Humana para el Desarrollo de la Organizaciones* México: Fondo Educativo Interamericano S.A.
6. COLAICOBO J. (1992). *Los Joint Ventures y otras Formas de Cooperación*. Buenos Aires Argentina: Machi.
7. CRUSE T. (1999). *Procesos Productivos y Condiciones Laborales en la Industria Cochabambina: una mirada a cuatro sectores*. La Paz, Bolivia: CEDLA.
8. FRED R. DAVID (1997). *Conceptos de Administración Estratégica*. México: Prentice Hall.
9. GUILTINAN J. Y GORDON W. (1995). *Administración de Marketing*. Bogota, Colombia: Mc Graw Hill.
10. KINNEART T. (1998) *Investigación de Mercados*. Bogota, Colombia: Mc Graw Hill.
11. LARRAZABAL HERNANDO. (1991) *La Problemática del Sector Artesanal*. La Paz, Bolivia: CEDLA.
12. ROJAS B. (1991) *Ser Productor en El Alto*. La Paz Bolivia: CEDLA.
13. RODRIGUEZ J. (2000) *Administración con Enfoque Estratégico*. México: Trillas.
14. VILLEGAS C. (1991) *Exclusión Social y Pequeños Productores Urbanos*. La Paz. Bolivia: CEDLA.

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE RIEGO TECNIFICADO Y POR GRAVEDAD EN EL CULTIVO DE LA PAPA A FIN DE OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO Y REALIZAR UN MANEJO ADECUADO DEL AGUA EN ZONAS ÁRIDAS DE LAJA- UPEA

Evaluation Of Technique And Gravity Irrigation Strategies In The Culture Of The Potato To Optimize The Performance And Perform A Water Management In Arid Zones Of Laja-Upea



José F. Ayaviri Guzmán

ayaviriguzmanjose@gmail.com

Profesor de Investigación de Operaciones

RESUMEN

En Bolivia, la disponibilidad de agua en zonas áridas y semiáridas es altamente crítica. El sector agrícola requiere de grandes volúmenes de agua para satisfacer los requerimientos hídricos de los cultivos. A pesar de la adquisición de sistemas de riego para tener un manejo eficiente del agua, la mayor parte de las zonas agrícolas cuentan con tecnología de riego inadecuada que genera pérdidas en la conducción y distribución del agua. El riego por gravedad a nivel parcelario tiene una baja eficiencia en su aplicación y además, no existe una programación y medición del riego para satisfacer las demandas de los cultivos en términos de oportunidad y eficiencia. La investigación se realizó en el norte oeste de la ciudad de El Alto La Paz Bolivia durante el ciclo agrícola 2011-2012, se sembró papa (*Solanumtuberosum*) en el Campo Experimental de Kallutaca de la Universidad Pública de El Alto y con un productor cooperante. Las técnicas de conservación del agua en riego por gravedad evaluadas fueron las siguientes: riego en camas, riego por reducción de gasto, riego por surcos alternos y riego convencional. La técnica de surcos alternos es una buena alternativa en términos de eficiencia de riego y rendimiento; obteniendo en Kallutaca 13.8 t ha⁻¹ en promedio, 83.65% de eficiencia de aplicación y 88.19% de uniformidad, y con el productor cooperante 11.86 t ha⁻¹ con 79% de eficiencia de aplicación y 83.42% de uniformidad.

PALABRAS CLAVES:

Eficiencia de riego, requerimiento hídrico, disponibilidad, almacenamiento.

ABSTRACT

In Bolivia, the availability of water in arid and semi-arid zones is highly critical. The agricultural sector requires large volumes of water to meet the water requirements of crops. Despite the acquisition of irrigation systems for efficient water management, most agricultural areas have inadequate irrigation technology that generates losses in the conduction and distribution of water. Gravity irrigation at the farm level has a low efficiency in its application and also, there is no programming and measurement of irrigation to meet the demands of crops in terms of opportunity and efficiency. The research was conducted in the north west of the city of El Alto La Paz Bolivia during the 2011-2012 agricultural cycle, potato (*Solanumtuberosum*) was planted in the Kallutaca Experimental Field of the Public University of El Alto and with a cooperating producer. The techniques of water conservation in gravity irrigation evaluated were the following: bed irrigation, irrigation

by reduction of expense, alternate furrow irrigation and conventional irrigation. The alternating furrow technique is a good alternative in terms of irrigation efficiency and yield; obtaining in Kallutaca 13.8 t ha⁻¹ in average, 83.65% efficiency of application and 88.19% uniformity, and with the cooperating producer 11.86 t ha⁻¹ with 79% efficiency of application and 83.42% uniformity.

KEYWORDS:

Efficiency of irrigation, water requirement, availability, storage

1. Introducción

Las grandes zonas agrícolas de Bolivia se ubican en las zonas áridas y semiáridas, las cuales requieren del riego para asegurar rendimientos comerciales. La agricultura desarrollada en estas zonas es vulnerable ante los efectos de la variabilidad climática, el cambio climático y a los fenómenos climatológicos extremos como ciclones, heladas, sequías, etc (Flores-Gallardo *et al*, 2006; Ojeda-Bustamante *et al*, 2011).

Los cambios en los patrones climáticos actuales por efectos del cambio climático, demanda el uso frecuente de herramientas para conocer con mayor certidumbre la respuesta de los cultivos en condiciones climáticas contrastantes (Flores-Gallardo *et al*, 2013). Los métodos de riego por gravedad son los más comunes para aplicar el agua en los terrenos agrícolas de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas a nivel mundial y en Bolivia no es la excepción (Benjamín *et al.*, 1994; González-Camacho *et al.*, 2006). Lo anterior es atribuible a la simpleza de su operación y al bajo consumo de energía (Cabrera, 1994). Es necesario e importante un manejo adecuado del riego a nivel parcelario, que permite realizar evaluaciones sobre la eficiencia y distribución del agua para mejorar la aplicación del riego (Flores-Gallardo *et al.*, 2012).

La disponibilidad de agua es cada vez más escasa, existe la necesidad de generar un reconocimiento económico, social y

ambiental al buen uso del agua. Por ello tomar en cuenta el calendario agrícolas y el cultivos con la supervisión del servicio de riego en grandes zonas y que sean efectivas, es importante el ajuste de la frecuencia y cantidad del riego, esto conlleva a tomar con base los factores del suelo, ambiente, planta y el manejo del riego, (Ojeda-Bustamante *et al.*, 2006). El uso del riego en camas se evalúa la distribución de niveles del nitrógeno en el cultivo de la papa, se ha visto superado por el riego convencional (Patel *et al*, 2006).

Díaz *et al.* (2007) lograron otro tipo de técnica de riego como el riego con tubería multicompuertas y riego por goteo para evaluar el crecimiento de papa con diferentes niveles de nitrógeno, su implementación requiere de energía eléctrica para distribuir el agua de riego en la parcela. Chávez *et al.* (2010) usaron acondicionadores como la poliácridamida (PAM) y el yeso aplicados al suelo para ayudar a reducir la cantidad de agua utilizada pero como consecuencia de la degradación de los acondicionadores por efectos de la luz solar e interrupción mecánica, su efecto es temporal.

Las ventajas de las diferentes técnicas de conservación del agua en riego por gravedad para los diferentes tipos de suelo, su aplicación en Bolivia no han sido analizadas a detalle para las condiciones locales de varios distritos de riego, en especial para las condiciones del riego por gravedad. Gran parte de la aplicación del riego se realiza de acuerdo al criterio

que el agricultor que ha adquirido como experiencia propia y al manejo que ofrece cada parcela, la programación científica del riego en la mayoría de los casos se realiza aplicando los procedimientos propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés). Sifuentes y Ojeda, 2005.

Como resultado de las bajas eficiencias de aplicación del riego por gravedad en los distritos y módulos de riego del país, es necesario estudiar diferentes alternativas de manejo del riego, como el caso de las técnicas de conservación del agua en riego por gravedad en el cultivo de papa.

El objetivo es "Evaluar las estrategias de riego tecnificado y por gravedad aplicados al cultivo de la papa a fin de incrementar el rendimiento y realizar un manejo adecuado del agua en zonas áridas de Laja y el Centro de Investigación de Kallutaca de la Universidad Pública de el Alto"

- riego por surcos alternos
- riego por reducción de gasto
- riego en camas para las condiciones del término de riego 075.

La evaluación de técnicas, con respecto a la aplicación del riego convencional por surcos en el área de influencia del término de riego 075.

2. Materiales y métodos

El estudio de investigación se desarrolló en el Departamento de La Paz, Municipio de Laja comunidad de Kallutaca, en instalaciones del Centro experimental de Kallutaca, dependiente de la Universidad Pública de El Alto, durante el ciclo agrícola 2011-2012, localizado en la zona árida del noroeste de ciudad de El Alto. La papa ocupa 57% en promedio de la superficie

anual cosechada. De acuerdo con el plan de cultivos típico en dicho distrito de riego, el tubérculo de la papa es el principal cultivo establecido en el ciclo agrícola con una superficie de 65.8% cultivada.

Se establecieron tratamientos en el Campo Experimental de Kallutaca y en terrenos de un productor cooperante a fin de evaluar diferentes técnicas de riego: Riego en camas (se construyen camas mediante bordos de 1.6 m de ancho y 20 cm de altura), riego por reducción de gasto, se utiliza gastos altos al 75% de avance del riego, en el trabajo de investigación se utiliza dos sifones, (con lo cual se redujo el gasto quitando un sifón). Riego por surcos alternos, se construye surcos normales, esto conlleva a alternar el riego, esto implica regar el surco que no se usó al momento del riego inicial). Riego convencional (se riegan todos los surcos). La superficie total de las dos parcelas Campo Experimental Kallutaca y con el productor cooperante, donde se establece los tratamientos aplicados en las 3 hectáreas, en cada parcelas de 7500 m² por cada técnica de conservación del agua y el riego convencional.

Los parámetros para el diseño de riego por gravedad se obtiene con el modelo RIGRAV desarrollado por Rendón-Pimentel *et al.* (1995) y poder determinar los parámetros hidráulicos en promedio, en este tipo de diseños sólo se aplica como apoyo las ecuaciones 1 y 2 desarrolladas por Green y Ampt (1911); Rawls y Brakensiek (1983). Es importante señalar que sólo para el riego convencional no se aplica el diseño de riego por gravedad, solo es con fines comparativos entre las técnicas evaluadas con el manejo que utiliza cualquier productor de la región.

$$\theta_{CC} = 0.3486 - 0.0018 (\text{arena}) + 0.0039 (\text{arcilla}) + 0.0228 (\text{MO}) - 0.0738 (\rho_a) \quad (1)$$

$$\theta_{PMP} = 0.0854 - 0.0004 (\text{arena}) + 0.0044$$

$$(\text{arcilla}) + 0.0122 (\text{MO}) - 0.0182 (\rho_a) \quad (2)$$

Dónde: θ_{CC} es la capacidad de campo (%); θ_{PMP} es el punto de marchitez permanente (%); MO es la materia orgánica del suelo (%); y (ρ_a) es la densidad aparente (g cm^3).

Una vez colectadas las muestras necesarias de suelo en la parcela establecida en el Campo Experimental de Kallutaca y con los estudiantes cooperantes, se obtuvieron los datos de θ_{CC} , θ_{PMP} , MO, ρ_a , arcilla, limo y arena.

Para un buen uso del modelo RIGRAV, comprender las fases de riego por gravedad a nivel parcelario es:

- a. **Fase de avance.-** Se inicia cuando se introduce el agua de riego en la cabecera superior del surco y termina cuando el frente de avance alcanza el extremo inferior
- b. **Fase de almacenamiento.-** Se inicia cuando el agua llega al final del surco y concluye cuando se corta el suministro de agua en la parte superior del surco
- c. **Fase de consumo.-** Es el tiempo que transcurre entre el corte del agua y la desaparición del tirante de agua en el inicio del surco
- d. **Fase de recesión.-** Es a partir de que el tirante de agua desaparece en el inicio del surco y termina cuando el tirante de agua desaparece de la superficie del surco.

La aplicación del riego por gravedad en la parcela del Campo Experimental Kallutaca y el agricultor cooperante, se evalúa los parámetros de riego en asiento, primer y segundo riego de auxilio para generar las fases de avance, la recesión y almacenamiento, midiendo las fases de

avance y recesión desde el inicio hasta el fin del surco. Por lo tanto, se toma en cuenta el gasto óptimo a utilizar en el momento que se deba regar de acuerdo con los parámetros hidráulicos del suelo y los datos generales requeridos por el modelo RIGRAV. Considerar el arreglo topológico como el espaciamiento entre surcos para establecer un determinado cultivo con un trazo de los surcos de acuerdo a la pendiente, logrando una mejor distribución de la humedad en el suelo con mejores eficiencia de aplicación (Stone y Nofziger, 1993; Arellano *et al.*, 2001), a fin de optimizar el manejo adecuado del agua.

Para perfeccionar los atributos de cada tratamiento, se realiza la evaluación en términos de eficiencias de aplicación, distribución mediante aforo de sifones y mediciones de la humedad del suelo con un sensor denominado Time Domain Reflectometry (TDR), el medidor de carga hidráulica y los muestreos de suelo, con barrena y determinar el volumen de agua en el suelo, aplicando el método gravimétrico. El criterio de aplicación de los subsecuentes riegos en cada parcela es con base del pronóstico y el calendario de riego, mediante una programación integral del riego en el cultivo de la papa (Ojeda-Bustamante *et al.*, 2006), en función a la fenología del cultivo y los datos del suelo, que genera los requerimientos de riego en el cultivo de la papa, con un ajuste automático a la variabilidad climática (ecuaciones 3, 4, 5 y 6).

$${}^0D = T_a - T_{c-\min}, \quad T_a < T_{c-\max} \quad (3)$$

$${}^0D = T_{c-\max} - T_{c-\min}, \quad T_a \geq T_{c-\max}$$

$${}^0D = 0, \quad T_a \geq T_{c-\min}$$

Donde= 0D son los grados día desarrollo; T_a es la temperatura ambiental diaria; $T_{c-\max}$ y $T_{c-\min}$ son las temperaturas máximas y mínimas del aire, respectivamente (30 y 10°C) y las cuales son los umbrales en que se desarrolla la planta de papa.

$$K_c = K_{max} \operatorname{erfc} \left\{ (X - X_{max}) / \alpha_1 \right\}^2 \quad (4)$$

Si $K_c < K_{co}$, entonces $K_c = K_{co}$,

Donde K_c es el coeficiente del cultivo; K_{max} es el coeficiente de cultivo máximo; K_{co} es el coeficiente de cultivo inicial= X es una variable auxiliar que depende de los grados día acumulados ($\Sigma^\circ D$); X_{max} es el valor adimensional normalizado x cuando se presenta el valor máximo K_{max} ; erfc es una función complementaria del error y α_1 es un parámetro de regresión.

$$R_d = R_{do} + (R_{dmax} - R_{do}) \{1 - \exp(-(\Sigma^\circ D)^2 / \alpha_1)\} \quad (5)$$

Donde: R_d es la profundidad radicular de acuerdo a los a acumulación de $\Sigma^\circ D$; R_{do} es la profundidad inicial de la raíz; R_{dmax} es la profundidad máxima de la raíz; α_2 es un parámetro de regresión y $\Sigma^\circ D$ son los grados día acumulados.

$$MDP = \alpha_3 + \alpha_4 K_c \quad (6)$$

Dónde: MDP es el máximo déficit permitido o factor de abatimiento; α_3 y α_4 son parámetros de regresión, respectivamente.

Para una estimación en tiempo real, se apoyó en información meteorológica de la red de estaciones agrometeorológicas automatizadas del centro de Kallutaca fusionando con tiempos recientes de la red nacional de estaciones estatales agro climatológicas. Lo ideal en el riego por gravedad a nivel parcelario, es que todas las plantas reciban la misma cantidad de agua, lo cual equivale a una aplicación uniforme de la lámina de riego en toda la longitud del surco, para evaluar la uniformidad se aplica la siguiente ecuación del coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUC) adaptado para riego por gravedad.

$$CUC = 1 - (\sum_{i=1}^n |I_i - \bar{I}|) / n\bar{I} \times 100 \quad (7)$$

Dónde: I_i es la lámina de riego infiltrada en el punto i ; \bar{I} es la lámina de riego infiltrada media y n es el número de

puntos considerados para el cálculo de la uniformidad, se considera un CUC mayor o igual a 80% como aceptable en riego por gravedad. La eficiencia de aplicación (EA) del riego (ecuación 8), tiene diferentes connotaciones, se utiliza en diseños de zonas de riego o para evaluar el riego por gravedad a nivel parcelario.

$$EA = (Vr/Va) \times 100 \quad (8)$$

Dónde: Vr es el volumen de agua requerido para satisfacer las necesidades en la zona de raíces del cultivo, y Va es el volumen aplicado de agua al suelo.

3. Resultados

La evaluación de las parcelas con la estrategia de riego a nivel parcelario, se obtuvieron valores de los parámetros hidráulicos para el diseño de riego por gravedad (Cuadro N° 1). Los indicadores obtenidos, son aplicados para la mayoría de los suelos del Kallutaca, esto por la similitud de las características edáficas, que prevalece la textura arcillosa con una pendiente de 0 a 0.02%.

CUADRO N°1 Parámetros hidráulicos del suelo para diseño de riego por gravedad en los suelos arcillosos de Kallutaca

Parámetro	Valor	Unidad
Contenido de humedad inicial (θ_0)	0.320	cm ³ cm ⁻³
Contenido de humedad a saturación (θ_s)	0.490	cm ³ cm ⁻³
Conductividad hidráulica a saturación (K_s)	0.004	cm h ⁻¹
Parámetro de la función de infiltración (h_p)	158	cm

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que el modelo RIGRAV, para aceptar, requiere la modificación de los parámetros obtenidos, en tanto los parámetros hidráulicos del suelo, que están por los rangos permitidos, los datos están por debajo del dato obtenido en campo.

De acuerdo a las condiciones climáticas y agronómicas en el Campo Experimental Kallutaca, se obtuvo un requerimiento total de 44.6 cm (Ln) incluyendo dos lluvias mediante la programación integral del riego en papa, teniendo una capacidad de eficiencia con la aplicación del 80% en el diseño y manejo del riego con el modelo RIGRAV, con la aplicación de la lámina bruta de riego por surcos alternos del 53.32 cm. Se mide la aplicación de las láminas de riego y se calcula la eficiencia de aplicación y la uniformidad a los 116 días después de la siembra para las diferentes técnicas de conservación del agua utilizadas, de las cuales sobresale el riego por surcos alternos con 94.87%

a. Láminas de riego aplicadas, eficiencia de aplicación y uniformidad por cada técnica de conservación del agua en Kallutaca UPEA

Para la condición predominante de la parcela del productor cooperante, se tiene un requerimiento total de 37.16 cm (Ln), que incluye también dos lluvias, que se consideró una eficiencia de aplicación del 80% en el diseño y manejo del riego con el modelo RIGRAV, con una aplicación de 46.97 cm como lámina bruta. A diferencia de la parcela experimental, se presentan los datos de los requerimientos hídricos y la aplicación de láminas de riego para la técnica de riego por surcos alternos que son adecuados.

La aplicación de las láminas de riego a los 109 días, después de siembra mediante las diferentes técnicas utilizadas, tuvieron una

eficiencia de aplicación por arriba de 80% pero sobresalió el riego por surcos alternos con 90.18%.

b. Láminas de riego aplicadas, eficiencia de aplicación y uniformidad por cada técnica de conservación del agua en la parcela del productor cooperante

Los rendimientos obtenidos para cada parcela y técnica de conservación del agua, se obtiene resultados en la parcela del Campo Experimental Kallutaca así como el riego por surcos alternos (Cuadro 2). Señalar que se tuvo mejor control en esta parcela a diferencia de la parcela del productor cooperante, las eficiencias de riego son bajas, esto se debe a que al manejo de los regantes genero tiempos de holgura durante la aplicación de las técnicas de riego y la conservación del agua en los diferentes sistemas de riego.

CUADRO N°2 Rendimiento promedio de la papa en las dos parcelas utilizadas con cada técnica de conservación de agua en riego por gravedad

Técnica de conservación de agua	Kallutaca (t a ⁻¹)	Productor cooperante (t ha ⁻¹)
Riego en camas	12.10	11.18
Riego por surcos alternos	13.80	11.86
Riego por reducción de gasto	11.90	11.10
Riego convencional	11.30	11.00

Fuente: Elaboración propia (2016)

Como consecuencia de un mal manejo del riego convencional, es importante la capacitación del personal de campo (regadores en especial) y técnicos para obtener un mejor uso del agua y evitar percolaciones de fertilizantes nitrogenados a los mantos acuíferos, evitando la

contaminación del ambiente y reduciendo los costos de producción.

4. Discusión

En Bolivia manejamos nuestra aridez mediante una tradición de riego que la transforma en vergeles de cultivos mediterráneos; gran parte del territorio local no ocupado es un almacenamiento nival de agua, como pozos profundos o afloramientos de agua subterránea y cultivada en pequeñas superficies en la región andina ocupando una superficie de 126.942 has, principalmente en el Altiplano, valles, valles interandinos y Mesotérmicos (Calderón 2015).

Con el trabajo de investigación la evaluación de métodos de riego tecnificado en variedades industriales de papa en el Centro de Innovación INIAF, Municipio Zudáñez, Departamento Chuquisaca, la producción de papa alcanzó a 1.029.509 TM, lo cual representa la principal fuente de ingresos de al menos 200 mil familias en la fase productiva, industrial y comercial; a pesar de la gran importancia en el país el cultivo de papa, enfrenta baja producción y productividad con rendimiento promedio de 5.76 t/ha.

Según el informe final de estadística agropecuaria 2014-2015, el Departamento de Chuquisaca cuenta con 58.197 familias productoras del cultivo de papa, en una superficie de 35.186 ha, con rendimiento promedio de 6.45 t/ha, con producción de 246.622 TM. El rendimiento está en función de los cuatro métodos de riego, en el porcentaje de emergencia, altura de planta, cobertura foliar, la variedad de papa Cardinal alcanza los mejores rendimientos 64 t/ha por Aspersión, (59 t/ha) método de riego por goteo, 57 t/ha en Golden spray, y 48 t/ha en mangas multicompuertas seguida de la

variedad Desiree, Pucara y Única Roja.

En la relación beneficio/costo la variedad Cardinal tiene un retorno de Bs. 7.17 con método de riego por aspersión Bs.7.08 con riego por Goteo

La baja producción de papa tiene diferentes causas entre ellas el cambio climático, sequía que está relacionada con el estrés hídrico por falta de agua, sin embargo en los últimos años se ha registrado (Calderón 2015), 5.669 sistemas de riego en el país, de diversos tamaños y características, regando 303.000 hectáreas lo cual beneficia a 283.000 familias de agricultores en las zonas secas de 215 municipios de siete departamentos del país Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Santa Cruz y Tarija (VRHR-PROAGRO, 2012).

La falta de riego parcelario en las diferentes zonas productoras de papa, se añade suelos pobres en materia orgánica, variedades con bajo potencial de rendimiento, semilla de baja calidad, cultivo en zonas montañosas sin acceso a mecanización, factores bióticos (plagas, enfermedades) y abióticos (heladas, granizo y sequía).

El 97 % de la agricultura bajo riego en Bolivia, se utiliza el método de inundación/gravedad existiendo 5.627 sistemas y el área regada es de 294.481 ha, sin embargo, en los últimos años se viene implementando métodos de riego tecnificado parcelario como aspersión y goteo, llegando a cerca de nueve mil hectáreas que representa el 3% del área regada.

El riego por aspersión con (273 sistemas, área regada 8.782 ha), y goteo con (18 sistemas, área regada 658 ha). En el departamento de Chuquisaca el método de riego por gravedad fue de 747 sistemas con área regada de 29.515 ha, mientras por aspersión 5 sistemas con un área regada de 195 has, el riego por goteo con un sistema regando 5 has, beneficiando a 21.071

5. Conclusiones

Las técnicas de conservación del agua en riego tecnificado (goteo) y por gravedad, son alternativas adecuadas para afrontar los periodos de escasez de agua e incrementar la eficiencia en su uso. Las técnicas de conservación del agua de riego por surcos alternos y riego en camas, fueron las que presentaron mejores beneficios para reducir las láminas de riego hasta 40%, utilizando el riego convencional se aplican 10000 m³ ha⁻¹ y con las técnicas de conservación del agua, en surcos alternos y riego en camas se redujo el volumen a 6000 m³ ha⁻¹.

El riego por surcos alternos registro 2.5 y 0.86 t ha⁻¹ sobre el rendimiento obtenido con el riego convencional a nivel experimental y comercial, respectivamente. En el caso del riego en camas se registró una diferencia de 0.8 y 0.18 t ha⁻¹, respectivamente. Lo anterior se atribuye a que la técnica de surcos alternos y riego en camas, tienen mejores eficiencias de aplicación y uniformidad en sus riegos, logrando mantener las condiciones óptimas de humedad en el suelo.

Para la aplicación de estas técnicas de riego a nivel comercial, se requiere de capacitaciones adecuadas para los involucrados en el manejo del agua; módulos de riego, técnicos de campo, productores agrícolas y regadores.

6. Referencia bibliográfica

1. Arellano, G. M. A.; Silva, C. F. J. y De León, M. J. R. 2001. Uso eficiente del agua a nivel parcelario mediante trazo de riego y tubería de compuertas. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Anáhuac. Folleto técnico Núm. 3. 20 p
2. Benjamin, J. G.; Havis, H. R.; Ahuja, L. R. and Alonso, C. V. 1994. Leaching and water flow patterns in every-furrow and alternate-furrow irrigation. SoilSci. Soc. Am. J. 58(5):1511-1517.
3. Calderón J. Altamirano O. Reyes E. Chumacero R. Buergo W. Belmonte I. INIAF, 2015. Introducción de variedades de papa aptas para la industria, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Bolivia Sucre Bolivia p.12
4. Chávez, C.; Fuentes, C. y Ventura, R. E. 2010. Uso eficiente del agua de riego por gravedad utilizando yeso y poliacrilamida. Terra Latinoamericana. 28(3):231-238.
5. Christiansen, J. E. 1942. Irrigation by sprinkling. Bulletin 670. University of California. 124 p
6. Díaz, V. T.; Pérez, D. N. W.; Páez, O. F.; López, G.A. y Partidas, R. L. 2007. Evaluación del crecimiento de papa (*Zea mays* L.) en función de dos técnicas de riego y diferentes niveles de nitrógeno. Rev. Cienc. Téc. Agropec. 16(4):84-87.
7. Food and Agriculture Organization (FAO). 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW)-managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. 294 p
8. Flores-Gallardo, H.; Ojeda-Bustamante, W.; Flores-Magdaleno, H.; Mejía-Sáenz, E. y Sifuentes-Ibarra, E. 2012. Grados día y la programación integral del

riego en el cultivo de papa. *Terra Latinoamericana*. 30(1):59-67.

9. Ojeda-Bustamante, W.; Sifuentes-Ibarra, E. y Unland-Weiss, H. 2006. Programación integral del riego en papa en el norte de Sinaloa, Mexico. *Agrociencia*. 40(1):13-25.
 10. Soto, H. 1997. Oportunidad de riego según el acceso al agua en las comunidades de Pucara y Larasuyu
 11. de la provincia Punata. Tesis de grado Lic. Ing. Agrónomo. Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Cochabamba, Bolivia. p. 88.
- VRHR-PROAGRO, 2012. Inventario nacional de sistemas de riego

