

## **HIMNO A LA UAJMS**

Juan Misael Saracho.  
El hombre que le dio a Tarija.  
Juan Misael Saracho.  
El hombre que supo entregar.

Toda su vida, todo su amor  
Para el futuro del triunfador  
Con la esperanza que siempre alcanza  
El que pretende vivir con honor

Unidos siempre, siempre unidos  
Digamos a una sola voz  
En Dios creemos, en la patria  
En la justicia y la libertad

Docentes y estudiantes  
Con el sagrado deber  
De llevar siempre adelante  
La imagen del saber.

Autonomía, ciencia y trabajo  
Nuestro lema debe ser...

Létra y Música: Genaro Achá M.

## **MISIÓN UAJMS**

Formar profesionales integrales, socialmente pertinentes para generar, aplicar y difundir conocimiento científico y tecnológico que contribuye al desarrollo sostenible del país y del mundo

## **VISIÓN UAJMS**

Ser una universidad líder e innovadora, reconocida por la calidad de formación profesional integral de las personas, a nivel de grado y posgrado, integrando la docencia, investigación científica y la extensión universitaria, para aportar a la solución pertinente de los problemas y necesidades de la sociedad, impulsando la ciencia y tecnología en todos sus ámbitos



Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología  
Av. Victor Paz E. N° 149  
Tarija - Bolivia



Universidad Autónoma  
"Juan Misael Saracho"

ISSN 2305-6010 (Impresa)  
ISSN 2415-2390 (en línea)

# Ventana Científica

Revista Universitaria de Divulgación Científica  
Volumen 9. N° 15. Diciembre, 2018

*DICYTE*

Departamento de Investigación,  
Ciencia y Tecnología





**Bases de Datos  
Indizada a Revistas Bolivianas  
Latindex**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**VENTANA CIENTÍFICA**

ISSN: 2305-6010 (Impresa) 2415-2390 (En línea)

Revista Universitaria de Divulgación Científica  
Diciembre 2018

**M.Sc. Ing. Freddy Gonzalo Gandarillas Martínez**  
**RECTOR**

**M.Sc. Lic. Luis Ricardo Colpari Díaz**  
**VICERRRECTOR**

**Ph. D. Shirley Gamboa Alba**  
**SECRETARIA ACADÉMICA**

**M.Sc. Lic. Juana Ada Tapia Salazar**  
**DIRECTORA DICYT**

### **Edición**

Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología

### **Editora**

Mary Llanos Pereira

### **Reservados todos los derechos**

Esta revista no podrá ser reproducida en forma alguna, total y parcialmente, sin la autorización de los editores.

El contenido de esta revista es responsabilidad de los autores.

### **Dirección y Contactos Revista**

Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología

Av. Víctor Paz E. N° 149  
Tel./Fax: 591 - 4 - 6650787  
Casilla N° 51. Tarija - Bolivia

### **Correo electrónico**

revista@uajms.edu.bo  
revista.uajms@gmail.com

### **Sitio Web**

[www.uajms.edu.bo/revistas/ventana-cientifica](http://www.uajms.edu.bo/revistas/ventana-cientifica)

### **Diseño y Diagramación**

Teófilo Copa Fernández





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
"JUAN MISAE SARACHO"

# Ventana Científica

Revista Universitaria de Divulgación Científica

ISSN 2305-6010 (Impresa)  
ISSN 2415-2390 (en línea)

## CONSEJO EDITORIAL

**Dr. Juan Miguel González Velasco Ph.D.**

Centro de Seguimiento y Gestión de la Calidad CSEGC - UMSA - La Paz - Bolivia

**Dra. Ivonne Farah**

Docente Investigadora CIDES UMSA - La Paz - Bolivia

**Dra. Shirley Gamboa Alba**

Docente Investigadora y Secretaria Académica UAJMS - Tarija - Bolivia

**Dra. Lourdes Ortiz Daza**

Docente Investigadora y Directora de la Plataforma de Chagas - Tarija - Bolivia

**Dr. Alberto Benítez Reynoso**

Docente Investigador de la UAJMS - Tarija - Bolivia

Editora: Mary Llanos Pereira  
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho  
Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología  
revista@uajms.edu.bo





## PRESENTACIÓN



M.Sc. Lic. Ricardo  
Colpari Diaz

**VICERRECTOR  
UAJMS**

Una universidad que no publica, es una universidad que no investiga y consecuentemente no está articulada a la sociedad a la cual se debe. Por eso para mí es un verdadero privilegio y una enorme satisfacción presentar VENTANA CIENTIFICA, Revista Universitaria de Divulgación Científica Volumen 9 No. 15, la cual pretende constituirse en un referente de la gestión del conocimiento.

Los artículos que contiene la revista son fruto del esfuerzo personal, la vocación docente y compromiso institucional de connotados profesionales que ejercen la docencia en esta querida Universidad, hecho que amerita un testimonio de reconocimiento porque sin dejar de lado sus responsabilidades académicas, realizaron trabajos de investigación y en otros casos un análisis profesional y propuestas sobre tópicos de interés y preocupación regional e institucional muy especialmente referidos al proceso educativo en Nuestra Casa de Estudios Superiores.

Si bien las funciones sustantivas de la universidad son la docencia, la investigación y la extensión, convengamos que la investigación era casi inexistente en nuestra universidad debido a una constelación de factores.

Sin embargo, la publicación de un nuevo número de la Revista, se constituye en un medio de fomento, comunicación y vinculo de la universidad con la comunidad intelectual de su entorno, la investigación se va instalando en forma creciente y responsable entre los docentes y estudiantes, con el absoluto convencimiento de que a través de estos aportes generosos, se va construyendo un proceso transformador que tiene como objetivo incambiable mejorar la calidad académica y la pertinencia social de nuestra Universidad.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' and 'C' followed by 'olpari Diaz' in a cursive script.

Ricardo Colpari Diaz

# CONTENIDO

<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
<b>Relación Edad y Gestación en la Rata Wistar. Labincimed. Octubre-Noviembre 2014</b> <i>Fernández Segovia Aylén Érika Soledad, Ávalos Saravia Carla Abigail, Blas Zabalia Alexia, Hualampa Moscoso, Yhoselyn Dayana, Pocoata Zenteno Mónica Gilda, Camargo Arce Lorena.</i>	<b>1</b>
<b>Modelos Matemáticos Generales para la Predicción del CBR (California Bearing Ratio) en los Suelos Bolivianos</b> <i>Benítez Reynoso Alberto</i>	<b>9</b>
<b>Implicación de la Geomorfología en el Paisaje Cultural de Lazareto Vía San Andrés y Contexto</b> <i>Martínez Mansilla María Eugenia</i>	<b>25</b>
<b>Elaboración de Queso Gouda</b> <i>Méndez Acosta Carla Jasmine, Ramírez Ruiz Erick</i>	<b>36</b>
<b>Libertad Económica ¿Un Derecho Fundamental?</b> <i>Gamboa Alba Shirley</i>	<b>51</b>
<b>Fortalecimiento del Centro de la Plataforma de Chagas como Instancia Académico Científica para la Atención de Salud, Capacitación e Investigación de Enfermedades Prevalentes en el Departamento de Tarija</b> <i>Ortiz Daza Lourdez</i>	<b>63</b>
<b>NORMAS DE PUBLICACIÓN</b>	<b>71</b>



# **ARTÍCULOS ORIGINALES**



## RELACIÓN EDAD Y GESTACIÓN EN LA RATA WISTAR. LABINCIMED. OCTUBRE-NOVIEMBRE 2014

### AGE AND GESTATION RELATIONSHIP IN WISTAR RAT. LABINCIMED. OCTOBER-NOVEMBER 2014

Fernández Segovia Aylén Érika Soledad<sup>1</sup>, Ávalos Saravia Carla Abigail<sup>1</sup>, Blas Zabalia Alexia<sup>1</sup>,  
Hualampa Moscoso Yhoselyn Dayana<sup>1</sup>, Pocoata Zenteno Mónica Gilda<sup>1</sup>, Camargo Arce Lorena<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Investigadora Junior del Laboratorio de Investigación en Ciencias Médicas, Facultad de Medicina, UAJMS

<sup>2</sup>Directora e Investigadora del Laboratorio de Investigación de Investigación en Ciencias Médicas,  
Docente Titular de la Facultad de Medicina, UAJMS

**Dirección para la correspondencia:** Lorena Camargo Arce Directora LABINCIMED  
**Correo Electrónico:** lorenacamargo22@gmail.com

#### RESUMEN

La fertilidad disminuye según aumenta la edad. El número de folículos primordiales limita la fertilidad de las hembras y el periodo reproductivo; que es de 2 a 17 meses en la rata albina. A medida que aumenta la edad de las ratas productoras, disminuye el éxito del apareamiento, por lo que debiera establecerse el periodo en el que la capacidad reproductora de la rata es la óptima y en la que se obtengan 8 a 12 crías promedio por camada.

Metodología: Investigación básica experimental, diseño comparación de grupos con aleatorización. Realizado en el laboratorio de investigación en Ciencias Médicas con ratas criadas bajo condiciones estándares para animales de laboratorio, en Octubre y Noviembre 2014. Se usaron 13 ratas Wistar hembras en tres grupos de estudio según edad.

Los resultados fueron: grupo de 3 meses de edad presentó gestación del 100% de ratas apareadas, una media de 12 crías al término, se obtuvo 95% de crías vivas al finalizar la lactancia. Grupo de 12 meses de edad presentó gestación del 20% de ratas cruzadas, se obtuvo 6 crías, 50% de crías vivas. Grupo de 14 meses de edad presentó 0% de gestación.

Se concluye que el periodo fértil y la mayor capacidad para una gestación y obtención de camada normal es a partir de 3 meses de edad hasta

probablemente 8 a 10 meses, ya que a los 12 meses se encontró disminuida la capacidad reproductora de la rata albina. Este resultado es relevante para planificar la producción de ratas.

#### Palabras clave:

Gestación, fertilidad, edad, capacidad reproductora

#### ABSTRACT

Fertility decreases with increasing age. The number of primordial follicles limits the fertility of the females and the reproductive period; which is from 2 to 17 months in the albino rat. As the age of the producing rats increases, the mating success decreases, so the period in which the reproductive capacity of the rat is optimal and in which 8 to 12 average litters per litter should be obtained should be established.

Methodology: Experimental basic research, design comparison of groups with randomization. Performed in the medical science research laboratory with rats raised under standard conditions for laboratory animals, in October and November 2014. 13 female Wistar rats were used in three study groups according to age.

The results were: group of 3 months of age presented gestation of 100% of paired rats, an average of 12 pups at term, 95% of live pups were

obtained at the end of lactation. Group of 12 months of age presented gestation of 20% of crossed rats, 6 offspring, 50% of live offspring were obtained. Group of 14 months of age presented 0% of gestation.

It is concluded that the fertile period and the greater capacity for a normal gestation and obtaining of litter is from 3 months of age to probably 8 to 10 months, since at 12 months the reproductive capacity of the albino rat was reduced. This result is relevant for planning the production of rats.

### **Keywords:**

Pregnancy, fertility, age, reproductive capacity

## **1. INTRODUCCIÓN**

La gestación en las ratas Wistar durante mucho tiempo fue motivo de investigación tanto por parte de profesionales especialistas en el área y estudiantes, para la construcción de la base sólida de su conocimiento médico.

El número de folículos primordiales limita la fertilidad de las hembras y el periodo de vida reproductiva de las mismas (Gómez-Piquer, 2003). El número y calidad de los folículos de reserva decrece con el aumento de la edad, lo que se correlaciona una disminución de la fertilidad (Díaz Montecinos, 2009).

Una interrelación exitosa entre los tejidos maternos y embrionario durante el periodo pre-implantacional activa mecanismos que preparan la implantación y el desarrollo de la preñez (Grosso, 2012).

La GnRH que se secreta a la eminencia media del hipotálamo, es conducida en la sangre hasta la hipófisis anterior, actúa en las células adenohipofisarias que poseen receptores específicos y responden liberando hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), éstas finalmente impactan a nivel gonadal estimulando la síntesis de esteroides sexuales en mayor medida estradiol y progesterona en hembras, y testosterona en machos (Urgellés Carrera, 2012). En condiciones normales, LH y FSH poseen un ciclo de secreción pulsátil ultradiano y semanal que genera el ciclo estral en la rata (Ongaro Gambino, 2014).

Las células de la granulosa son estimuladas por la FSH y por diversos péptidos intraováricos entre los

que se encuentra el factor de crecimiento insulínico (IGF-1) lo que conduce al inicio de la esteroidogénesis y diferenciación (Rearte, 2003). Se ha demostrado que tanto el desarrollo como la diferenciación de las células de la granulosa se encuentran limitados por el pasaje de androstendiona y testosterona a estradiol. La producción de estradiol es fundamental para establecer un ambiente endocrinológico esencial para el reclutamiento de folículos dominantes (Rearte, 2003). La leptina es una proteína que si bien fue descrita por primera vez en adipocitos, recientemente se ha encontrado el mRNA del receptor en ovario humano y por lo tanto se vio que su acción no era simplemente reguladora del apetito, sino que podría ser esencial para la fertilidad (Rearte, 2003). Recientemente se ha observado que mujeres con síndrome de ovario poliquístico obesas poseían niveles alterados de leptina (Rearte, 2003). Karlsson y col. demostraron que la leptina in vitro inhibía la producción de estrógenos por células de la granulosa humanas estimuladas in vitro con LH (Rearte, 2003). La leptina podría inhibir la respuesta del ovario a gonadotrofinas. Según lo planteado, la leptina, más allá de ser considerada como reguladora de la masa corporal y del apetito, es un péptido que interviene en el balance endocrino presente en el ovario y que niveles anormales de la misma podrían conducir a condiciones patológicas (Rearte, 2003).

La gametogénesis, tanto en ratas como en humanos, se inicia en el periodo prenatal, etapa en que comienza la proliferación de las células germinales por mitosis sucesivas para dar origen a los ovogonios. Posteriormente, estas células entran en meiosis I e interrumpen el proceso, quedando en diploteno de la profase I, a partir de este momento pasan a llamarse ovocitos, los que reiniciarán la meiosis en la pubertad. Los ovocitos se rodean de células pregranulosa para formar la unidad funcional del ovario, el folículo. El desarrollo de los folículos comienza en la etapa prenatal en humanos y en los primeros días postnatales en muridos, donde los ovocitos son rodeados de células granulosas con forma aplanadas, esta interacción ovocito-granulosa da lugar a la formación de los folículos primordiales. Los folículos primordiales ya formados constituyen el pool de reserva del ovario. Este pool disminuye

drásticamente con la edad, de hecho después del nacimiento, en humanos, sólo cerca de un 20% del total de los ovocitos iniciales forman parte de la reserva folicular (Díaz Montecinos, 2009). Una vez que se inicia el periodo reproductivo en la pubertad, ocurre la selección de folículos primordiales para iniciar su crecimiento y continuar con el desarrollo folicular durante cada ciclo (Díaz Montecinos, 2009).

La función ovárica es regulada por dos vías: endocrina y nerviosa. La primera está dada por la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual se produce en el hipotálamo y estimula la síntesis y liberación de gonadotropinas (FSH y LH) desde la hipófisis. La FSH estimula el desarrollo y crecimiento folicular durante cada ciclo, y LH permite la ovulación de los folículos preovulatorios que crecieron por efecto de FSH (Díaz Montecinos, 2009). La segunda vía, que también comienza en el hipotálamo, se proyecta hacia la médula espinal para salir y hacer un relevo en el ganglio celíaco, lugar donde se ubica el soma de las neuronas simpáticas que proyectan sus terminales nerviosos hacia el ovario (Díaz Montecinos, 2009).

La progesterona y sus metabolitos poseen un amplio espectro de actividad biológica sobre el sistema nervioso central y periférico. Estos efectos incluyen su bien conocida participación en la reproducción, pero además, influyen en la regulación de otros aspectos conductuales (Gutiérrez-García, 2000).

La reserva de folículos primordiales en el ovario es el factor principal que determina la duración del periodo fértil en la mujer. La edad óptima de fertilidad en la mujer se ha establecido entre los 18 y 31 años. Después de este periodo, la fertilidad comienza a decrecer, hasta llegar al periodo crítico de subfertilidad, que se establece alrededor de los 38 años de edad (Díaz Montecinos, 2009).

Estudios realizados en ratas demuestran que, al igual que lo que ocurre en humanos, existe una disminución del número de folículos con la edad, que se correlaciona con una disminución en la fertilidad (Díaz Montecinos, 2009). Se ha observado que al final del periodo reproductivo en ratas, después de los 12 meses de edad, se produce un incremento

en la concentración y liberación de noradrenalina, dando cuenta de un aumento en la actividad nerviosa simpática con la edad, lo que se relaciona con el aumento espontáneo de folículos quísticos observado en ovarios de ratas de 12 y 14 meses de edad (Díaz Montecinos, 2009). Esto también se ha observado en ratas jóvenes, donde la generación de quistes ovárico mediante la inyección subcutánea de valerato de estradiol, va acompañado de un aumento en la actividad nerviosas simpática. (Díaz Montecinos, 2009).

Producida la fecundación, la implantación del blastocisto, además de un estricto control genético intrínseco al trofoblasto, requiere de la acción local de diferentes factores maternos, entre ellos, los estrógenos muestran efectos prooxidantes y antioxidantes sobre los lípidos (Corría Osorio, 2009).

En el modelo múrido, la rata presenta un aumento en la concentración de noradrenalina intraovárica y un incremento en el número de folículos tipo III y quistes ováricos a medida que envejece. Como consecuencia, disminuye el número de cuerpos lúteos, el porcentaje de ovulación y el número de partos y crías. Por otro lado, en el ovario poliquístico en rata inducido con estímulos hormonales y/o ambientales, se generan características similares a las descritas en el envejecimiento ovárico (Díaz Montecinos, 2009).

Se observan algunas características típicas del envejecimiento ovárico, como incremento de la concentración de noradrenalina, disminución de la población folicular y aumento de folículos tipo III. En la función esteroideogénica, se observó un perfil hormonal sérico similar al del envejecimiento. Estos resultados sugieren que el aumento intraovárico de factor de crecimiento neuronal participa en el envejecimiento del ovario, favoreciendo la aparición de las características observadas al final del periodo reproductivo (Díaz Montecinos, 2009).

El periodo de subfertilidad se encuentra entre los 8 y 10 meses de edad, ya que en estas edades la fertilidad está disminuida cerca del cincuenta por ciento y los ovarios a estas edades aún presentan características juveniles, es decir aún tienen cuerpos lúteos (Díaz Montecinos, 2009).

Hunt (2006) ha planteado que los factores inmunosupresores derivados del concepto y de la madre ayudan a proteger al feto del rechazo inmunológico (Grosso, 2012). Morton (1974) reportaron en murinos que la formación de rosetas espontáneas entre linfocitos y eritrocitos era inhibida cuando los linfocitos de macho o de hembras no preñadas eran preincubados con sueros de ratones preñadas (Grosso, 2012). Este efecto inhibitorio fue causado por una sustancia asociada a la preñez llamada factor precoz de preñez. Bajo condiciones fisiológicas normales el factor precoz de preñez es detectado solo durante la preñez y liberado en respuesta a la presencia del embrión luego de 4 horas post fertilización según Cavanagh (1982). El factor precoz de preñez tipo A es sintetizado en oviducto durante el estro y la preñez, mientras que el factor precoz de preñez tipo B está asociado con la preñez exclusivamente y es producido por el ovario en el periodo pre-implantacional y el embrión, periodos peri y post-implantacional, según Morton (1992a). El factor precoz de preñez es un factor importante en el establecimiento de una preñez exitosa; pudiendo actuar como un factor de crecimiento y un agente inmunosupresor (Morton, 1992b; Corrao, 2010) (Grosso, 2012).

En otro estudio, la mejor tasa de embarazo fue obtenida en el grupo de mujeres menores de 30 años (42,4%) comparado con el 12,5% obtenido por el grupo de mujeres de 40 o más años. La tasa de fertilización en las mujeres menores de 30 años fue 55,1% frente al 42,6% alcanzado por las mujeres mayores de 40 años. Existiendo una marcada declinación en la obtención de embarazos relacionados con la edad en mujeres mayores de 40 años que utilizan un procedimiento de fertilización asistida compleja, usando ovocitos autólogos (Celis, 2000).

Otros estudios plantean mejorar la fertilidad y la capacidad de concluir la gestación, en uno de ellos se logra incremento de la fertilidad de ratas en condiciones experimentales con el subextracto metanólico de la hojas de *Tagetes filifolia* (anisillo) (Bonilla, 2008).

Los procesos conductuales asociados con el nacimiento y cuidado de las crías son esenciales para la supervivencia de los mamíferos. La supresión de la actividad reproductiva en las hembras durante el periodo posparto, es una estrategia adaptativa que favorece el bienestar del recién nacido según Nowak (2000). En la mayoría de los mamíferos, la lactancia suprime la actividad ovulatoria y el impacto del estímulo de amamantamiento en la fertilidad varía entre especies (Arroyo, 2009).

Entre un 10-15% de las parejas necesitan atención especializada para concebir un embarazo y este porcentaje aumenta significativamente con la edad de la mujer, y a partir de los 37 años, puede llegar a ser de hasta un 50% porque fisiológicamente declina la función reproductiva. Aunque el 51,1% de las pacientes con más de 35 años tiene como causa identificada de infertilidad la afección tubaria, y el 32,8% es causada por ciclos anovulatorios (Urgellés Carrera, 2012).

En el bioterio del Laboratorio de Investigación en Ciencias Médicas se ha observado que a medida que aumenta la edad de las ratas reproductoras disminuye el éxito del apareamiento, lo que afecta la realización de los ensayos, en tal sentido se hace necesaria la determinación del periodo de fertilidad de la rata producida en nuestro bioterio, así como la capacidad para continuar la gestación y concluirla. Por lo que debiera establecerse el periodo en el que la capacidad de la rata para la gestación es la óptima y se obtengan camadas de entre 8 a 12 crías.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Metodología

**Tipo de Investigación:** Básica experimental

**Diseño metodológico:** Comparación de los grupos en porcentaje de éxito, diseño aleatorio

**Espacio y tiempo:** El trabajo se realizó en el Laboratorio de Investigación en Ciencias Médicas de la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Las ratas fueron criadas en el bioterio del laboratorio bajo condiciones estándares para animales de laboratorio: ciclos luz-oscuridad de 12 horas, temperatura de 20-24° C, humedad entre 40



a 50%. Agua y alimento a libre demanda. Durante el experimento se mantuvieron en estas condiciones en el bioterio. El trabajo fue realizado en los meses de Octubre y Noviembre de 2014.

**Población y muestra:**

La población de estudio fue ratas albinas de la cepa Wistar del Bioterio del Laboratorio de Investigación en Ciencias Médicas. Se seleccionaron al azar las ratas que cumplen criterios y se distribuyeron en tres grupos de estudio:

**Grupo control:**

3 ratas hembras de 3 meses de edad

**Grupo experimental:**

5 ratas hembras de 12 meses de edad

**Grupo experimental:**

5 ratas hembras de 14 meses de edad

**Total animales para estudio:** 13.

**Variables estudiadas:**

**Edad de la rata gestante:**

dentro del periodo reproductivo 3 meses a 14 meses

**Control peso:**

para evolución de la gestación

**Número de crías:**

obtenidas al finalizar la gestación

**Número de crías vivas:** al final de la lactancia

**Materiales:**

Balanza digital con sensibilidad de 0.01 gramos, marca Boeco.

**Criterios de inclusión y exclusión:**

Se incluyeron las ratas hembras que han sido apareadas durante 10 días y que se encuentran entre 3 a 14 meses de edad. Se excluyeron las ratas hembras que no han sido apareadas o no están comprendidas en el rango de edad estudiado.

**Duración:** fue de 45 días

**Los procedimientos que se emplearon fueron:**

Control de peso cada 3 días

Observación de la conducta de ratas albinas 1 vez/semana

Registro de seguimiento de las ratas gestantes.

**Estadística:**

Se utilizó el Excel para elaboración de resultados, se calculó porcentaje de éxito como medida de frecuencia, y promedio en la comparación de grupos.

Aspectos éticos en el trabajo con animales de laboratorio

**Reducción:**

Se trabajó con un número de animales reducido.

**Manipulación:**

Fueron manipulados por un personal capacitado.

**Ambiente:**

Permanecieron en un medio adecuado con óptima temperatura, ventilación, nivel de humedad e iluminación. (Arroyo, 2007)

### 3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en nuestra investigación fueron los siguientes:

Una vez comprobada la presencia de ciclos estrales en los tres grupos de estudio constituidos por 13 ratas albinas hembras, se las puso en apareamiento con 5 machos reproductores. Al cumplir los 10 días de alojamiento conjunto con el macho, se procedió a separarlas, manteniendo los 3 grupos de estudio.

En todas las ratas del grupo de 3 meses de edad, se comprobó la cruce a través de la presencia de tapón o espermatozoides. Durante el control de peso se obtuvo incremento en todas las ratas, correspondiéndose con los cambios gestacionales, este incremento se representa en la tabla 1.

**TABLA 1.** control peso en gr. según grupos de ratas hembras durante 21 días y diferencia total

EDAD	Cruza	Inicio	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21	Incremento
R3m-1	233	234	247	262	268	270	286	288	303	69
R3m-2	230	232	268	276	293	298	325	325	380	148
R3m-3	235	240	247	257	263	274	296	296	334	94
<b>Promedio</b>	<b>232,7</b>	<b>235,3</b>	<b>254,0</b>	<b>265,0</b>	<b>274,7</b>	<b>280,7</b>	<b>302,3</b>	<b>303,0</b>	<b>339,0</b>	<b>103,7</b>
R12m-1	303	304	309	313	312	314	316	318	318	14
R12m-2	320	324	329	333	336	342	352	358	386	62
R12m-3	354	354	354	354	357	363	370	371	376	22
R12m-4	313	313	315	316	323	324	326	329	329	16
R12m-5	327	327	328	328	323	324	324	325	325	-2
<b>Promedio</b>	<b>323,4</b>	<b>324,4</b>	<b>327</b>	<b>328,8</b>	<b>330,2</b>	<b>333,4</b>	<b>337,6</b>	<b>340,2</b>	<b>346,8</b>	<b>22,4</b>
R14m-1	316	319	319	319	319	320	321	322	322	3
R14m-2	331	332	333	335	340	343	344	340	338	6
R14m-3	323	325	326	327	327	328	328	328	328	3
R14m-4	346	347	347	346	346	347	346	346	345	-2
R14m-5	347	347	346	347	347	346	346	346	344	-3
<b>Promedio</b>	<b>332,6</b>	<b>334,0</b>	<b>334,2</b>	<b>334,8</b>	<b>335,8</b>	<b>336,8</b>	<b>337</b>	<b>336,4</b>	<b>335,4</b>	<b>2,8</b>

**FUENTE.** Elaboración Própia

En esta tabla se observa el incremento de peso de aquellas ratas que se encontraban en gestación, con un promedio para el grupo de ratas de 3 meses de edad de 103,7 gramos.

En el grupo de ratas de 12 meses de edad, se detectó solamente una rata con incremento de peso que sugería un proceso de gestación, la misma que posteriormente tuvo 6 crías, según tabla 1 y tabla 2.

El grupo de 14 meses de edad no presentó incremento a lo largo de los 21 días de control. Aunque al inicio del experimento, una rata tuvo un incremento por encima de las demás al tercer día, sugiriendo haber iniciado la gestación, pero posteriormente no presentó variaciones de peso, comprobándose la ausencia de gestación o la interrupción de la misma al no obtenerse ninguna cría, según tabla 1 y tabla 2.

**TABLA 2.** grupos de ratas según porcentaje de éxito

N°	GRUPO	Cantidad	Gestación	Concluye	%
1	3 meses	3	3	3	100
2	12 meses	5	1	1	20
3	14 meses	5	1	0	0

El porcentaje de éxito se expresa en el tabla 2.

En esta tabla observamos el porcentaje de ratas que gestaron y tuvieron crías sobre el total de ratas cruzadas por grupo.

Se obtuvo el 100% de éxito en la gestación del grupo de 3 ratas albinas de 3 meses de edad. En el grupo de 12 meses encontramos el 20% de éxito y en el grupo de 14 meses falló el apareamiento o no culminó la gestación en la rata que se suponía lo había iniciado según comprobación de la presencia de tapón poscoital.

**TABLA 3.** Grupos de ratas según el número de crías obtenidas

CÓDIGO	TOTAL CRÍAS	CRÍAS VIVAS	%	CRÍAS MUERTAS	%	HEM-BRAS	MA-CHOS
R3m-1	12	12	100	0	0,0	5	7
R3m-2	14	12	85,7	2	14,3	5	7
R3m-3	12	12	100	0	0,0	6	6
<b>Promedio</b>	<b>12,7</b>	<b>12,0</b>	<b>95,2</b>	<b>0,7</b>	<b>5,3</b>	<b>5,3</b>	<b>6,7</b>
R12m-2	6	3	50	3	50,0	1	2
<b>Promedio</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>50,0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

**FUENTE:** elaboración propia

En la tabla 3 se observa el detalle de crías obtenidas, con una media de 12,7 crías por rata gestante en el grupo de ratas de 3 meses de edad.

El promedio de crías obtenidas es de 12 en el grupo de 3 meses de edad, con todas las crías vivas al finalizar el periodo de lactancia; mientras que en la única rata del grupo de 12 meses de edad que tuvo crías, éstas fueron 6, de las que murieron 3, obteniéndose 3 al finalizar la lactancia, según la tabla 3.

En las figuras 2 y 3 se observan a las crías obtenidas.



**Figura 1:** Se observa la camada obtenida de una rata gestante del grupo de 3 meses de edad.



**Figura 2:** A la conclusión del periodo de gestación, se realizó el registro de crías nacidas vivas. Las crías muertas en los primeros días son devoradas por la madre.

#### 4. DISCUSIÓN

Observamos dos resultados importantes:

Primer resultado, la edad gestacional inició antes de los 3 meses de edad, puesto que se ha obtenido el 100% de éxito en este grupo de estudio, con promedio de crías de 12 que se han obtenido en el bioterio del

Laboratorio de Investigación en Ciencias Médicas, según registros. La edad de la rata en la que falla el apareamiento, la gestación y disminuye la capacidad para dar un número adecuado de crías fue antes de los 12 meses de edad, probablemente la disminución de la fertilidad sea a partir de los 10 meses de edad, ya que a los 12 meses se encontró disminuida la capacidad reproductora de la rata albina; no debiendo en el futuro planificar cruza con ratas reproductoras que lleguen a esta edad. Estos hallazgos nos muestran un periodo de fertilidad menor a lo planteado anteriormente por otros investigadores (Gómez-Piquer, 2003), que afirman un periodo fértil hasta los 17 meses de edad; en el caso nuestro a los 14 meses el periodo fértil ha concluido; éste resultado fue coincidente con la subfertilidad que expresan otros autores (Díaz Montecinos, 2009) ubicándolo a partir de 10 meses.

En el grupo de ratas de 14 meses, se planteó según datos de control peso, que una de las 5 ratas había iniciado la gestación, debido al incremento de peso registrado en los primeros días, luego no se registraron cambios sugerentes de preñez, esto podría deberse a reabsorción de las crías en la primera semana.

Segundo resultado, en el caso de la rata del grupo de 12 meses de edad que continuó la gestación, el número de crías fue inferior al que normalmente se obtiene por camada, que corresponde a 8-12 crías; esto también sugiere disminución de la fertilidad y/o capacidad para sostener metabólicamente la gestación del número normal de crías, según los estudios revisados (Díaz Montecinos, 2009 y Gómez-Piquer, 2003) esto probablemente debido al incremento de la edad.

Estos resultados nos sugieren que a medida que las ratas pasan de esta edad disminuye la capacidad de apareamiento, gestación y número de crías por camada, lo que nos conduce a plantear nuevos periodos de cruce y reproducción para las ratas hembras productoras: el periodo establecido de fertilidad se encontró entre los 3 a 10 meses de edad en las ratas que se producen en el bioterio del Laboratorio de Investigación en Ciencias Médicas de la Facultad de Medicina de la UAJMS.

Se concluye que el periodo fértil y la mayor capacidad para una gestación y obtención de camada normal fue a partir de 3 meses de edad hasta probablemente 8 a 10 meses, ya que a los 12 meses se encontró disminuida la capacidad reproductora de la rata albina. Este resultado es relevante para planificar la producción de ratas en el bioterio de LABINCIMED por año, pudiendo destinarse lotes de animales para reproducción comprendidos en estas edades a partir del presente estudio, ya que el éxito de la producción y del cumplimiento de trabajos de investigación que se planifiquen en nuestro laboratorio estará en dependencia de la edad de las ratas hembras reproductoras.

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

1. Armas González, Eilín; Cabezas Alfonso, Hildefonso; González Mompeller, Maribel; Díaz del Pino Rafaela. Cuba. Influencia de distintos niveles de ácido fólico en defectos del cierre del tubo neural en ratas Wistar (i)
2. Arroyo J, Magaña-Sevilla H. and Camacho-Escobar M.A. 2009. Neuroendocrine regulation of postpartum anestrous in ewes. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10 (2009): 301 – 312
3. Bonilla R. P, Lozano R. N, Arroyo A. J, Beltrán S. H. 2008. Efecto sobre la gravidez, la prolactina y hormonas sexuales en ratas del subextracto metanólico de hojas de *Tagetes filifolia* “Anisillo”. *Ciencia e Investigación* 11(1) Facultad de Farmacia y Bioquímica UNMSM 2008. ISSN 1561-0861
4. Celis Lopez, Alfredo; Ascenzo A., Javier; Ascenzo A., Augusto; Ascenzo A., Alvaro. 2000. Influencia de la edad materna en los resultados de fertilización asistida compleja / Influence of maternal age in the results of complex assisted fertilization. *Ginecol. & obstet*;46(1):33-9, ene. 2000. tab, graf. Lilacs ID 270789.
5. Corría Osorio J; Cruz Manzano E. 2009. Balance entre las especies reactivas y los sistemas antioxidantes en la gestación normal. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*. 2009; 35(2)
6. Díaz Montecinos A.E. 2009. “El factor de crecimiento neuronal favorece el envejecimiento ovárico”. Tesis para optar por el título de Bioquímico. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Corría Osorio J; Cruz Manzano E. 2009. Balance entre las especies reactivas y los sistemas antioxidantes en la gestación normal. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*. 2009; 35(2)
7. Gómez-Piquer V, Rausell F, Hermenegildo C, García-Pérez MA, Cano A, Tarín JJ. 2003. Efecto de una reproducción continuada o intermitente sobre la función reproductiva de hembras de ratón de edad avanzada. *Revista Iberoamericana de Fertilidad*. Vol. 20- N°6 - Noviembre-Diciembre 2003
8. Grosso M.A, Bellingeri R.V, Motta C.E, Alustiza F.E, Picco N.Y, Vivas A.B. 2012. Efectos de la neutralización del factor precoz de preñez sobre el desarrollo de los embriones y el perfil de citoquinas. Primer Congreso Virtual de Ciencias Morfológicas. Primera Jornada Científica de la Cátedra Santiago Ramón y Cajal.
9. Gutiérrez-García A.G, Contreras C.M, Díaz-Meza J.L. 2000. Cómo actúa la progesterona sobre el sistema nervioso central. *Salud Mental* V. 23, No. 2, abril del 2000
10. Ongaro Gambino L. 2014. “Modificación neonatal de la actividad androgénica: impacto sobre la programación endocrino-metabólica en la rata hembra”. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ciencias Exactas.
11. Rearte M.B, Luchetti C.G, Sander V, González C, Di Girolamo G, Motta A.B. 2003. Efecto de la leptina en la producción de progesterona y estradiol por el ovario de rata. *Medicina (Buenos Aires)*2003; 63: 410-412.
12. Urgellés Carrera S.A, Reyes Guerrero E, Figueroa Mendoza M, Palazón Rodríguez A. 2012. Infertilidad en pacientes mayores de 35 años. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*. 2012; 38(4)530-537

## MODELOS MATEMÁTICOS GENERALES PARA LA PREDICCIÓN DEL CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) EN LOS SUELOS BOLIVIANOS

Benítez Reynoso Alberto

Ingeniero Civil, M.Sc., Ph.D., Dr. Sc.

Dirección para la correspondencia:

Correo Electrónico: albere3716@gmail.com

### RESUMEN

Los ingenieros, a menudo, debemos predecir o estimar algunas propiedades de los suelos cuando hay poca o ninguna información proveniente de ensayos de laboratorio. Entonces, se plantean las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las leyes de variación de la capacidad portante de los suelos bolivianos, expresadas en términos del CBR, en función de otra u otras variables, cuya determinación es más simple?; ¿Cómo se expresan esas leyes en términos de modelos matemáticos y cuál es el grado de correlación entre las diferentes variables?; ¿Cómo estimar la capacidad portante de los suelos bolivianos (expresada en términos del CBR) sin recurrir a ensayos de laboratorio, conociendo otra u otras propiedades, cuya determinación es más simple y toma mucho menos tiempo?; ¿Qué implicaciones tienen los modelos citados en los proyectos y obras pertenecientes al campo de la ingeniería de vial?

En consecuencia, en este trabajo de investigación, se determinan las leyes de variación de la capacidad portante de los suelos, expresada en términos del CBR y representadas por relaciones matemáticas con otras variables geotécnicas, con referencia particular a los suelos de las diferentes “provincias fisiográficas” de Bolivia, se formulan modelos matemáticos, en términos de ecuaciones, que permitan estimar el CBR sin recurrir a ensayos de laboratorio, conociendo otra u otras variables, cuya determinación es más simple y/o más rápida y se establecen las implicaciones y/o utilidad que tienen los modelos citados en el contexto de la práctica, cuando se diseñan estructuras de pavimentos con valores del CBR predichos con los modelos, en comparación con los diseños usando

valores del CBR de laboratorio.

Como metodologías científicas generales, se usan los métodos inductivo y deductivo y, como métodos específicos, el análisis multivariado, expresado como regresión múltiple. Al final, se formulan las conclusiones y recomendaciones respectivas.

### PALABRAS CLAVE:

Modelos matemáticos, CBR (California Bearing Ratio), cuadrados mínimos, fenómenos geotécnicos, variables geotécnicas e idoneidad de modelos.

### ABSTRACT

Engineers often have to predict or estimate some properties of soils when there is little or no information from laboratory tests. Then, the following questions are formulated: What are the laws of variation of the carrying capacity of Bolivian soils, expressed in terms of the CBR, based on another or other variables, whose determination is simpler?; How are these laws expressed in terms of mathematical models and what is the degree of correlation between the different variables? How to estimate the carrying capacity of Bolivian soils (expressed in terms of the CBR) without resorting to laboratory tests, knowing another or other properties, whose determination is simpler and takes much less time?; What are the implications of the models cited in the projects and works belonging to the field of road engineering?

Consequently, in this research work, the laws of variation of the bearing capacity of soils, expressed in terms of the CBR and represented by mathematical relationships with other geotechnical

variables, with particular reference to the soils of the different physiographic provinces, are determined. Mathematical models are formulated, in terms of equations that allow estimating the CBR without resorting to laboratory tests, knowing other variables whose determination is simpler and/or faster and the implications are established and/or the utility of the aforementioned models in the context of practice.

As general scientific methodologies, inductive and deductive methods are used and, as specific methods, multivariate analysis, expressed as multiple regression. At the end, the conclusions and recommendations are stated.

### **KEYWORDS:**

Mathematical models, CBR (California Bearing Ratio), minimum squares, geotechnical phenomena, geotechnical variables and suitability of models.

## **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS:**

En el afán de comprender y explicar la naturaleza y sus fenómenos, la humanidad ha creado un cuerpo de ideas llamado ciencia. La primera (naturaleza) existe independientemente de la humanidad, en tanto que la ciencia es una creación del hombre, de la humanidad.

Una pequeña parte de esa naturaleza, la constituye el suelo, que es objeto de estudio de la ciencia denominada Mecánica de Suelos y cuyas aplicaciones a la Ingeniería son objeto de la denominada Ingeniería Geotécnica.

En ese contexto, los ingenieros geotécnicos y los científicos del suelo, han desarrollado una variedad de métodos, procedimientos, equipos (de laboratorio y campo) y modelos (conceptuales, físicos, matemáticos, etc.), que permiten el estudio de los diferentes fenómenos que ocurren en el suelo y sus variables inherentes.

Un fenómeno geotécnico, suele expresarse mediante variables que lo representan. Así, una de las formas de expresar la resistencia de un suelo (fenómeno mecánico), es mediante el esfuerzo de compresión no confinada (variable). Análogamente, la capacidad portante de un suelo (fenómeno mecánico), se expresa en términos de una variable

denominada CBR (California Bearing Ratio o Valor Soporte California), de mucha utilidad en el cálculo de la estructura de los pavimentos. En síntesis, los fenómenos geotécnicos quedan representados por sus variables inherentes que los caracterizan.

La mecánica de suelos es una ciencia sustentada en la experimentación y muchas de sus variables se determinan mediante ensayos de laboratorio, desde los más simples y económicos, hasta los más complejos y costosos, algunos de los cuales pueden durar bastante tiempo. Solo la determinación del CBR, en laboratorio, toma, como mínimo 4 días, otros ensayos pueden durar más tiempo.

En ingeniería geotécnica es frecuente la necesidad de predecir variables de ciertos fenómenos, cuando hay poca o ninguna información proveniente de ensayos de laboratorio o de campo. En muchas ocasiones, no es posible realizar tales ensayos para un determinado proyecto o cálculo, porque no se tiene el equipo apropiado, porque toma mucho tiempo (considerando la urgencia del proyecto), en fin, porque es muy costoso. Estas razones, entre otras, conducen a formular el PROBLEMA a través de las siguientes preguntas, en relación a la predicción o estimación del CBR, a saber:

¿Cuáles son las leyes de variación de la capacidad portante de los suelos bolivianos, expresadas en términos del CBR, en función de otra u otras variables, cuya determinación es más simple?

¿Cómo se expresan esas leyes en términos de modelos matemáticos y cuál es el grado de correlación entre las diferentes variables?

¿Cómo estimar la capacidad portante de los suelos bolivianos (expresada en términos del CBR) sin recurrir a ensayos de laboratorio, conociendo otra u otras propiedades, cuya determinación es más simple y toma mucho menos tiempo?

¿Qué implicaciones tienen los modelos citados en los proyectos y obras pertenecientes al campo de la ingeniería de pavimentos?

Consecuentemente, los OBJETIVOS del trabajo de investigación se pueden precisar en los siguientes términos:

(1) Determinar las leyes de variación de la capacidad portante de los suelos, expresada en términos del CBR y representadas por relaciones matemáticas con otras variables geotécnicas, con referencia particular a los suelos de las diferentes “provincias fisiográficas” de Bolivia.

(2) Formular modelos matemáticos, en términos de ecuaciones, que permitan estimar el CBR sin recurrir a ensayos de laboratorio, conociendo otra u otras variables, cuya determinación es más simple y más rápida.

(3) Determinar las implicaciones y utilidad que tienen los modelos citados en el contexto de los diseños de estructurales de pavimentos, cuando se los diseña con valores del CBR predichos con los modelos, en comparación con los diseños usando valores del CBR de laboratorio.

## 2. NOVEDAD CIENTÍFICA:

Bolivia es un país diverso en varios aspectos, pero, particularmente lo es en relación a su geografía, en especial con relación al origen y composición de sus suelos, mismos que presentan propiedades geotécnicas distintas, según la zona geográfica o “provincia fisiográfica o geológica” a la que pertenecen.

En general, en Bolivia no existen antecedentes teóricos y prácticos con relación a la formulación de modelos teórico-matemáticos, expresados en términos de ecuaciones, que permitan la predicción de variables pertenecientes a diferentes fenómenos geotécnicos. Específicamente, no se han registrado, publicado, ni patentado modelos matemáticos que permitan predecir el Valor Soporte California, conocido como CBR, en función de otras variables geotécnicas, cuya determinación es más simple y/o más rápida, por ejemplo, los límites de consistencia, propiedades granulométricas y otras.

Consecuentemente, la novedad científica, de la investigación se resume en los siguientes elementos:

a) Desde el punto de vista teórico, se destaca el uso de la matemática avanzada (cálculo diferencial y análisis matricial), mediante la cual formulan los modelos, expresados en términos de ecuaciones,

que permiten expresar leyes de variación de un fenómeno geotécnico (capacidad portante, identificado por su variable CBR), en función de otros fenómenos, como la plasticidad, expresada en términos de los límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), el índice de grupo, etc., de más fácil y simple determinación experimental que el CBR. Los modelos se formulan para cada una de las seis provincias fisiográficas o geológicas de Bolivia, a saber: Cordillera Oriental, Altiplano, Cordillera Oriental, Sub Andino, Llanura Chaco-Beniana y Escudo Brasileño. Pero, el uso de la matemática no solo se limita a la formulación de los modelos, sino que, el cálculo diferencial se usa para interpretar esos modelos en términos de funciones y su comportamiento cuando las variables adoptan valores extremos (máximos y mínimos).

b) La utilidad o significación práctica radica en la solución de uno de los problemas planteados anteriormente, en términos de preguntas. Es decir, los modelos permiten predecir (calcular) el CBR para diferentes necesidades prácticas, sin la necesidad de realizar el ensayo de laboratorio, mismo que toma, al menos, cuatro días de tiempo. Asimismo, una vez calculado los valores del CBR, usando los modelos matemáticos que correspondan, según la provincia fisiográfica o geológica a la que pertenece el suelo, se pueden aplicar para diferentes fines, por ejemplo, para el dimensionado de estructuras de pavimentos, problema frecuente en los ingenieros de carreteras.

c) Además de los mencionados en a) y b), hay un otro elemento, que sustenta, aún más, la utilidad práctica de los modelos, que consiste en la calificación de la “idoneidad” de los mismos, en términos de predicción, la cual se determina al realizar la comparación de los valores del CBR observados (medidos experimentalmente) con los valores predichos (calculados con los modelos).

### 3. FUNDAMENTOS EMPÍRICOS Y TEÓRICOS; EL ENSAYO DEL CBR Y LA MODELACIÓN MATEMÁTICA:

Tal y como refiere el autor (Benítez, 2014), la Ingeniería Civil representa una síntesis entre lo empírico y racional o teórico, es decir, se nutre de ambas corrientes del pensamiento científico. Muchas teorías se han generado a partir de mediciones empíricas (experimentales) y muchas situaciones empíricas han sido consecuencia de teorías. En el caso de la Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, la situación no es tan distinta. Por ejemplo, se tiene una teoría de la consolidación que se sustenta empíricamente, pero, a su vez, la teoría formulada genera consecuencias que pueden ser probadas empíricamente. Análogamente, se tiene lo que sucede en relación a los modelos matemáticos que expresan leyes de variación (teóricas) entre algún fenómeno (capacidad portante) y otros, por ejemplo, plasticidad de los suelos. Es decir, también, en el caso de la capacidad portante de un suelo, expresada en términos de la variable CBR, hay una combinación (síntesis) entre lo empírico (experimental) y lo teórico (racional).

Por esa razón, a continuación, se fundamenta el trabajo, primero desde el punto de vista experimental, en relación al ensayo del CBR y, en segundo término, se esboza la teoría (matemática).

Sobre el ensayo experimental del CBR, se ha escrito bastante, por lo que, simplemente se hace referencia a las ideas esenciales, a saber (Carter y Bentley, 1991):

- Fue originalmente desarrollado por la División de Carreteras de California en 1930 y años siguientes, como parte de un estudio de las fallas en los pavimentos. Posteriormente su uso fue extendido a las sub rasantes y, actualmente, es usado ampliamente en el diseño de pavimentos a lo largo de todo el mundo.
- Durante el ensayo experimental, se hace penetrar un pistón en el suelo, el cual es contenido en un molde estándar, a una tasa o velocidad especificada de penetración.

- El ensayo prosigue hasta una penetración de 5 mm y se traza la curva de esfuerzos (cargas) en función de las deformaciones (hundimientos).
- -La curva carga-deformación es comparada con la obtenida para un material estándar triturado.
- Se llama Valor Soporte California o CBR (por sus siglas en inglés), al tanto por ciento de presión (esfuerzo) ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón (el mencionado material triturado).
- Los detalles del ensayo han sido estandarizados y están dados en las especificaciones estándar ASTM D1883-07e2.

Con relación a la fundamentación teórica, científico-matemática, se puede comenzar haciendo alusión a que, en el ámbito de la ciencia, una hipótesis científica es una afirmación provisional que surge como una explicación o fundamentación explicativa del fenómeno observado y estudiado (Gutiérrez, 1996). Cuando la hipótesis logra ser confirmada, se convierte en una tesis o ley científica; esta confirmación puede llevarse a cabo mediante observaciones, mediciones experimentales (métodos empíricos), por métodos racionales (raciocinio) y/o por una combinación de más de uno de ellos. Es decir, una vez planteado el problema, como se lo ha hecho en la introducción, se busca una solución, a menos que se demuestre que se carece de tal. El camino para el hallazgo de la solución depende de la naturaleza del problema.

Al formular una hipótesis que, probablemente, se convierta en tesis o ley científica, se trata de relacionar dos o más fenómenos o variables involucradas en estos. Por eso es que, una ley científica puede definirse como una relación constante entre dos o más hechos, fenómenos o sus variables inherentes (Bunge, 2011 y Gutiérrez, 1996).

Hay varios fenómenos en la Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, que pueden ser expresados mediante sus variables más importantes, consecuentemente, podemos relacionar, mediante



una hipótesis y/o ley, estos fenómenos o sus variables relevantes.

Las magnitudes se llaman también variables cuantitativas o numéricas, porque su campo de variabilidad es un conjunto de números. Este es el tipo de variables con las que trata habitualmente el ingeniero. Se necesita algunos conceptos más para caracterizar el de ley, a saber: variable independiente, variable dependiente y parámetros. Sea la expresión (modelo matemático) de la forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \quad (1)$$

$X$  e  $Y$  suelen llamarse la variable independiente y la variable dependiente, respectivamente, mientras que  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son parámetros del modelo. En la ciencia, la variable independiente es, a menudo, la variable de control, o sea, la variable a la cual pueden atribuirse valores o cambiarlos a voluntad dentro de ciertos límites. Esta distinción tiene una raíz filosófica, ya que, los cambios en los valores de la variable de control suelen llamarse causas, mientras que los cambios que se producen en la variable dependiente se llaman efectos. En fin, se da el nombre de parámetro a una variable cuyo valor no cambia por el cambio de los valores de las demás variables; en el ejemplo de la ecuación anterior,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son parámetros porque sus valores se mantienen constantes en un contexto dado, que se determinan con base en la información experimental.

Adicionalmente, para todo par de valores de  $\beta_0$  y  $\beta_1$ , la ecuación (1) puede considerarse como la representación analítica de una recta infinita en el plano (X,Y). Si  $\beta_0$  y  $\beta_1$  toman valores diferentes, se obtienen un número infinito de esas rectas. En consecuencia, cada miembro de este conjunto puede entenderse como una ley individual.

Hasta aquí, la (1) aún no es una ley científica porque sus variables tienen una interpretación solamente matemática. Únicamente si se interpretan al menos las variables  $X$  e  $Y$ , no solo como números cualesquiera, sino como variables numéricas de propiedades de algún sistema real, puede convertirse en una ley científica (Bunge, 2011). Esta es una cuestión clave en el planteamiento del problema y las respuestas a las preguntas científicas hechas

en la introducción, pues, un modelo matemático como (1) y otros más complejos, como varios de los obtenidos como resultados en esta investigación, reflejan relaciones entre variables que toman valores numéricos y representan propiedades de un sistema de la realidad, que son los fenómenos de la Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, que se han mencionado en el planteamiento del problema. Entonces, se puede definir a una ley científica como una hipótesis científica confirmada, que establece una relación constante entre dos o más variables, cada una de las cuales representa una propiedad de sistemas reales concretos, al menos parcial e indirectamente; en este caso, el sistema real y concreto, además de natural, es el suelo.

No se puede terminar esta breve fundamentación teórica sin plantear dos cuestiones importantes, a saber:

- Si se plantea la hipótesis de que dos variables, que reflejan un fenómeno real de la Mecánica de Suelos, están relacionadas mediante la ley (1) u otra más compleja desde el punto de vista matemático, ¿cómo determinar los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  considerando la información empírica (mediciones experimentales) existente?.
- ¿Hay experiencias teóricas y prácticas que permitan sustentar la posibilidad de dar las respuestas más apropiadas a nuestras preguntas científicas?

La primera de las preguntas tiene que ver con la teoría estadística, asociada con la metodología que se plantea en el próximo apartado, tanto para modelos unidimensionales o simples (una variable dependiente y una variable independiente), como para modelos múltiples (una variable dependiente y varias variables independientes).

Con relación a la segunda pregunta, se puede afirmar, categóricamente, que hay varias investigaciones teórico-prácticas que dieron resultados muy importantes sobre problemas análogos a esta investigación. Así:

- En Carter y Bentley (1991) y Magnan (1982), se mencionan una importante cantidad de

correlaciones y modelos teóricos de regresión entre diferentes propiedades geotécnicas de los suelos. También se hace énfasis en la aplicación e importancia de los métodos estadísticos y probabilistas en el campo de la ingeniería geotécnica.

- Son particularmente relevantes las conocidas ecuaciones que permiten estimar el coeficiente de consolidación en función del límite líquido (Terzaghi y Peck, 1967) y varias otras (mencionadas en Ameratunga y otros, 2016).
- No se puede dejar de mencionar las correlaciones y modelos de regresión propuestos por Casagrande, entre el índice de plasticidad y el límite líquido, que han sido usados en su carta de plasticidad, base del sistema unificado de clasificación de suelos (Carter y Bentley, 1981)
- Agarwal y Ghanekar (1970); Patel y Desai (2010); Vinod y Reena (2008), han propuesto modelos de regresión entre el CBR y otras propiedades para suelos de la India.
- En fin, el autor (Benítez, 2012) ha formulado varios modelos de regresión para algunos suelos bolivianos.

En suma, muchos problemas de la Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica se han resuelto, precisamente, formulando correlaciones y modelos de regresión entre las distintas variables que representan algunos fenómenos de esta rama de la Ingeniería, aunque, no se ha agotado el análisis y la discusión, pues, nunca se consideran todos los elementos, ni la totalidad de las variables que intervienen en un fenómeno dado, así como tampoco los suelos de todas las regiones del mundo. Consecuentemente, los aportes, como el presente, van a seguir enriqueciendo el acervo del conocimiento científico de la Mecánica de Suelos y sus implicaciones en la Ingeniería Geotécnica.

#### 4. METODOLOGÍA

En el ámbito metodológico, es pertinente diferenciar entre metodologías científicas generales y métodos particulares que dependen de la naturaleza del problema. En este trabajo, se han usado ambos

tipos de metodologías, las cuales son descritas, sucintamente en los párrafos siguientes.

#### 4.1 Metodologías científicas generales

La expresión “la ciencia se deriva de los hechos” puede ser interpretada en sentido de que el conocimiento científico se genera estableciendo primero los hechos y edificando luego una teoría, un modelo, etc., que se ajusta a ellos (Chalmers, 1999).

En el caso de la Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, es posible partir de mediciones experimentales de variables inherentes a ciertos fenómenos. Estas mediciones son hechos singulares, que, se supone, darán lugar a la construcción de una teoría o modelo general (modelos matemáticos), lo que, sin duda alguna, constituye el llamado método inductivo; pero ¿Cómo se usa el método inductivo en esta investigación?; de la manera más sencilla, se siguen las siguientes etapas:

- Mediciones experimentales que expresen la variación de un fenómeno geotécnico (capacidad portante de los suelos en términos de la variable CBR), en función de otros fenómenos, tales como la plasticidad, expresada en términos de las variables conocidas como límites de consistencia y otras.
- Analizadas estas observaciones, se detecta una regularidad, por ejemplos, el CBR varía de manera inversa con el índice de grupo, o, de manera inversa con el índice de plasticidad.
- Si lo expresado en el párrafo precedente se repite para una gran cantidad de observaciones, en diferentes tipos de suelos y bajo una amplia variedad de condiciones, entonces, será posible construir uno o varios modelos teóricos (matemáticos) que expresen tales circunstancias.

Eso es precisamente lo que se hace en este trabajo, es decir, a partir de los hechos singulares (mediciones experimentales) se genera uno o más modelos teóricos, es decir, se usa el método inductivo.

Según el mismo autor (Chalmers, 1999), la exigencia para que esté justificada una inferencia inductiva como la señalada, desde los hechos

observables (mediciones experimentales en este caso), hasta las leyes (modelos matemáticos), debe satisfacer las siguientes condiciones:

- a) El número de observaciones, que constituyen la base de la generalización, debe ser grande.
- b) Las observaciones se deben repetir en una amplia variedad de condiciones.
- c) Ningún resultado observacional aceptado debe entrar en contradicción con la ley general (modelo) derivada.

En general, estas tres condiciones son cumplidas al formular los modelos teóricos (matemáticos).

Pero, también, en este trabajo, se usa el método deductivo (hipotético-deductivo), pues, se formula una hipótesis respecto de la forma matemática de los modelos y, una vez comprobada o contrastada la hipótesis, se acepta el modelo como válido. Pero, no solo eso, sino que, a partir de los modelos generales, se deducen consecuencias, se hacen predicciones, interpretaciones y se realizan explicaciones.

En suma, en este trabajo de investigación se usan, como metodologías científicas generales, el método inductivo y el método deductivo.

## 4.2 Métodos particulares

Así como hay metodologías científicas generales, que usan todas las ciencias, hay otros métodos específicos que conducen a la solución de problemas particulares. En este caso, vale la pena formular la siguiente pregunta: ¿Cómo construir los modelos teóricos (matemáticos) que expresen las leyes de variación del CBR como función de otras variables, a partir de las observaciones o mediciones experimentales?

Una respuesta a esta pregunta tiene su base en el uso de los métodos estadísticos, en particular el método de los cuadrados mínimos, que, por su importancia, se sintetiza a continuación.

Supóngase que,  $Y$  es una variable (dependiente) que corresponde a una propiedad mecánica de los suelos, por ejemplo, el CBR. Del mismo modo, sea  $X$  una variable (independiente) que corresponde a otra propiedad del suelo, por ejemplo, el índice de

plasticidad.

Si se utiliza el método de los cuadrados mínimos, el problema puede ser tratado mediante la siguiente estrategia (Mendenhall, W. y Sincich, T., 1997 y Benítez, 2004):

1. Proponer un modelo hipotético, por ejemplo,  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ ; siendo  $\varepsilon$  el componente aleatorio.
2. Encontrar los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$ . Se hace:

$$SSE = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2 = \text{mínimo} \quad (2)$$

$$\frac{\partial SSE}{\partial \hat{\beta}_0} = 0; \quad \frac{\partial SSE}{\partial \hat{\beta}_1} = 0 \quad (3)$$

Donde  $\hat{\beta}_0$  y  $\hat{\beta}_1$  son los estimadores de los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$ ;  $Y_i$  son los valores medidos (experimentales);  $\hat{Y}_i$  son los valores estimados (con el modelo). Resolviendo las ecuaciones (3), se hallan los parámetros buscados.

3. Especificar la distribución de probabilidad del componente aleatorio  $\varepsilon$ .
4. Evaluar la “idoneidad” del modelo. Esto es calcular el coeficiente de correlación,  $R$ , y el coeficiente de determinación,  $R^2$ .
5. Realizar un análisis de los residuales o errores  $(\hat{Y}_i - Y_i)$ .
6. Validar prácticamente el modelo, es decir, comparar los valores observados o medidos ( $Y$ ), con los valores estimados con el modelo ( $\hat{Y}$ ).
7. Usar el modelo para hacer predicciones de  $Y$ .

El método presentado se generaliza para modelos de regresión múltiple.

Sea  $Y$  una variable (dependiente) que corresponde a una propiedad mecánica del suelo. Sean  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , las variables (independientes) correspondientes a otras propiedades mecánicas del suelo. Además, supóngase que se tienen  $n$  mediciones de cada una de las citadas variables. Se plantea un

modelo lineal general de la forma:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i + \varepsilon \quad (4)$$

Dónde:

$\varepsilon$  = componente de error aleatorio;

$p$  = número de variables independiente;

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i \quad (5)$$

es el componente determinista.

$Y = \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$  son los parámetros del modelo. Se formulan  $n$  ecuaciones:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{12} + \dots + \beta_p X_{1p} \\ Y_2 &= \beta_0 + \beta_1 X_{21} + \beta_2 X_{22} + \dots + \beta_p X_{2p} \\ &\dots\dots\dots \\ Y_n &= \beta_0 + \beta_1 X_{n1} + \beta_2 X_{n2} + \dots + \beta_p X_{np} \end{aligned} \quad (6)$$

Dónde:

$Y_i$  =  $i$ -ésima observación (medición) de  $Y$ ;

$X_{i,j}$  =  $i$ -ésima observación de la  $j$ -ésima variable independiente.

Si se usa notación matricial, el modelo lineal general se puede expresar como:

$$Y = X \beta + \varepsilon \quad (7)$$

Siendo:

$Y$  = matriz de los valores de la variable dependiente;

$X$  = matriz de los valores de las variables independientes;

$\beta$  = matriz de los parámetros.

La solución de cuadrados mínimos de esta ecuación matricial es:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y \quad (8)$$

Ecuación matricial, que permite la estimación de los parámetros del modelo.

Un modelo de la forma:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_p^{\beta_p} \quad (9)$$

Puede ser transformado, fácilmente, a la forma lineal.

Con las particularidades de la regresión múltiple, en general, la secuencia del método es análoga a la presentada para el modelo de regresión simple.

### 4.3 Síntesis de la estrategia metodológica

De manera didáctica, se mencionan a continuación, las etapas seguidas en la investigación, usando las metodologías científicas generales y métodos particulares, presentados en los párrafos que anteceden.

#### 1. Observación:

Se trata de una etapa fundamental en la investigación científica, sin la observación la ciencia no avanza. En este caso, la observación tiene dos facetas, a saber:

- Las mediciones experimentales, sin duda alguna forman parte de la observación. Se han medido (en laboratorio) y determinado las variables principales, inherentes a las propiedades geotécnicas de los suelos bolivianos, a saber: límites de consistencia (Atterberg), propiedades granulométricas (porcentajes más finos que las aberturas de diferentes tamices), densidad máxima seca, humedad óptima, CBR y otras.
- Pero la observación, en el ámbito científico, no solamente es una medición mecánica, sino que se refiere, además, a una actividad mental, una reflexión, la cual tiene que ver con los aspectos formulados en la introducción.

#### 2. Formulación del problema:

La segunda etapa, consiste en la formulación del problema, que, en este caso, se sintetiza en términos de las preguntas ya formuladas en la introducción.

### 3. Las hipótesis:

Una vez formulado el problema, se plantea la hipótesis, como una respuesta anticipada (modelo teórico) al problema formulado. Esto es precisamente lo que se hace a continuación, de manera muy puntual y específica para el caso investigado.

Sean:

- Capacidad portante del suelo (fenómeno geotécnico), expresada en términos de su variable (dependiente)  $CBR = Y$ , al 100% de la densidad seca máxima;
- $X =$  variable independiente general (que puede ser  $X_0, X_1, X_2$  o  $X_3$ , que se llamarán variables independientes específicas);
- Índice de grupo del suelo, representada por la variable (independiente)  $X_0$ ;
- Plasticidad de un suelo (fenómeno geotécnico), representada por las variables independientes  $X_1$ , (límite líquido) y  $X_2$  (índice de plasticidad);
- Tamaño de los granos del suelo (propiedad física), expresado en términos de la variable independiente  $X_2$  (porcentaje más fino que la abertura del tamiz N° 200, es decir, 0.075 mm).

4. **Formulación de las hipótesis o modelos teórico-matemáticos**, como una respuesta (solución) al problema formulado, en base a las premisas establecidas en los párrafos precedentes.

#### Primera hipótesis:

La ley de variación del  $CBR = Y$ , en función de la variable  $X$  (que puede ser  $X_0, X_1, X_2$  o  $X_3$ ), viene dada por el modelo matemático general:

$$Y = \frac{A}{(X + B)} \quad (10)$$

Donde A y B son parámetros del modelo, a ser determinados (en cada caso) en base a la información experimental, por el método de los cuadrados mínimos (análisis de regresión simple o unidimensional).

### Segunda hipótesis:

La ley de variación del  $CBR = Y$ , en función de más de una variable independiente, puede ser expresada mediante el modelo matemático general:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} \cdot X_2^{\beta_2} \cdot X_3^{\beta_3} \quad (11)$$

Donde  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  y  $\beta_3$ , son parámetros del modelo, a ser determinados (en cada caso) en base a la información experimental, por el método de los cuadrados mínimos (análisis de regresión múltiple, multivariado o multidimensional).

### 5. Contratación o comprobación de las hipótesis:

En esta etapa, se ha procedido como sigue:

- Cálculo del coeficiente de correlación, R, o, determinación, R<sup>2</sup>, que expresa la “fortaleza” de la relación matemática entre la variable dependiente y las variables independientes. Este es un primer indicador de “idoneidad” de los modelos.
- Prueba de valores observados (medidos experimentalmente) contra valores calculados (usando el modelo). El modelo se dice “idóneo”, cuando los primeros son iguales a los segundos, o, las pequeñas diferencias, que siempre se presentan, se atribuyen a errores de muestreo.
- Análisis de residuales, que deben tener una fluctuación aleatoria, tomando como referencia el cero.
- Distribución de residuales, que debe ser aproximadamente normal).

Si estas pruebas, especialmente las dos primeras, son satisfactorias, las hipótesis están contrastadas o comprobadas y, en consecuencia, se ratifica su cualidad de ley.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bolivia tiene seis provincias fisiográficas o

geológicas, a saber:

- (I) Cordillera Occidental;
- (II) Altiplano;
- (III) Cordillera Oriental;
- (IV) Sub-andino;
- (V) Llanura Chaco-Beniana;
- (VI) Escudo Brasileño.

(Los números romanos identifican a las seis provincias fisiográficas o geológicas y serán mantenidos como tales en todo el trabajo).

Considerando estas provincias fisiográficas, se han seleccionado los proyectos viales más relevantes, que cuentan con información experimental representativa, relativas a las variables consideradas en la investigación. Entre estos proyectos, se tienen: Patacamaya-Tambo Quemado, Oruro-Pisiga San Cristóbal-Frontera, La Paz-Oruro, Oruro-Potosí, Potosí-Tarija, Potosí-Villazón, Cochabamba-Oruro, Padcaya-Bermejo, Tarija-Villa Montes, Abapó-Camiri, Santa Cruz-Puerto Suárez, Naureda-Extrema, Puerto Rico-Sena, Ixiamas-Chivé, San Borja-Trinidad, Santa Cruz-Puerto Suárez, Porvenir-El Chorro y Riberalta-Guayaramerín (Ministerio de Obras Públicas-ABC, 1970-2015).

#### CBR (Y) en función de una variable (análisis de regresión simple o unidimensional):

Una vez analizada, seleccionada y sistematizada la información experimental, se han constituido las series estadísticas de trabajo. En lugar de presentar estas series, por razones de extensión (ya que son 18 series), se han calculado los indicadores estadísticos más relevantes.

Estos indicadores, para los modelos simples  $Y = f(X_0)$ , se presentan en el cuadro N° 1.

**CUADRO N° 1:** Indicadores estadísticos modelos simples:  $Y = f(X_0)$

Var.		S	Min.	Max.
(I) Cordillera Occidental (n = 18)				
Y	12.97	18.00	1.60	74.40
$X_0$	8.5	5.34	0.00	17.00
(II) Altiplano (n = 29)				
Y	3.76	3.02	1.30	15.00
$X_0$	15.39	10.45	0.00	37.00
(III) Cordillera Oriental (n = 19)				
Y	8.57	14.65	2.20	66.80
$X_0$	7.16	4.65	0.00	16.00
(IV) Sub-andino (21)				
Y	9.27	10.80	2.20	50.00
$X_0$	9.29	6.80	0.00	27.00
(V) Llanura Chaco-Beniana (n = 33)				
Y	7.27	12.86	1.20	77.20
$X_0$	16.58	9.64	0.00	35.00
(VI) Escudo Brasileño (n = 42)				
Y	3.36	5.71	1.2	37
$X_0$	22.38	13.22	0	52

(Fuente: Elaboración propia)

Los resultados de los modelos matemáticos más idóneos (con un 95% de confiabilidad), correspondientes, se reflejan en el cuadro N° 2.

**CUADRO N° 2:** Resultados primera hipótesis  $Y = f(X_0)$

P.F.	V.I.	A	B	R
(I)	$X_0$	64.27	0.85	0.988
(II)	$X_0$	42.7	3.01	0.976
(III)	$X_0$	26.25	0.39	0.998
(IV)	$X_0$	48.42	0.97	0.989
(V)	$X_0$	61.35	0.80	0.998
(VI)	$X_0$	29.96	0.71	0.989

(Fuente: Elaboración propia)

Análogamente, otros modelos simples ( $Y$  en función de  $X_1, X_2$  o  $X_3$ ) se han probado, siempre en términos de la primera hipótesis. Los indicadores estadísticos se presentan en el cuadro N° 3.

**CUADRO N° 3** Indicadores estadísticos otros modelos simples

Var.	$\bar{M}$	S	Min.	Max.
(I) Cordillera Occidental (n = 30)				
Y	21.15	19.83	3.00	83.00
X <sub>3</sub>	42.95	23.06	9.20	94.30
(II) Altiplano (n = 28)				
Y	4.16	5.85	1.3	30.8
X <sub>2</sub>	18.59	7.93	1.7	34.5
(III) Cordillera Oriental (n = 22)				
Y	16.64	28.71	2.2	108.3
X <sub>3</sub>	51.52	21.00	9.5	79.9
(IV) Sub-andino (n = 23)				
Y	14.62	21.00	2.20	80.00
X <sub>3</sub>	56.67	25.25	9.60	96.00
(V) Llanura Chaco-Beniana (n = 37)				
Y	12.46	24.82	2.8	129.00
X <sub>2</sub>	16.47	8.32	2.3	33.80
(VI) Escudo Brasileño (n = 36)				
Y	6.70	12.18	1.30	57.00
X <sub>2</sub>	25.81	11.54	3.90	48.80

(Fuente: Elaboración propia)

Y, los resultados de los modelos matemáticos más idóneos (con un 95% de confiabilidad), que corresponden, se reflejan en el cuadro N° 4.

**CUADRO N° 4:** Resultados primera hipótesis otros modelos simples

P.F.	V.I.	A	B	R
(I)	X <sub>3</sub>	508.82	- 3.19	0.993
(II)	X <sub>2</sub>	49.63	- 0.10	0.989
(III)	X <sub>3</sub>	422.29	- 5.79	0.987
(IV)	X <sub>3</sub>	448.64	- 3.80	0.983
(V)	X <sub>2</sub>	99.51	- 1.55	0.987
(VI)	X <sub>2</sub>	69.11	- 2.71	0.998

(Fuente: Elaboración propia)

De los cuadros N° 2 y N° 4, se obtienen los modelos matemáticos (ecuaciones) simples. Por ejemplo, considerando los valores del cuadro N° 2 (tercera fila), se tiene para el Altiplano (II):

$$Y = \frac{42.70}{(X_0+3.01)} \quad (12)$$

Análogamente, del cuadro N° 4, por ejemplo, para la Llanura Chaco-Beniana (V), se tiene:

$$Y = \frac{99.51}{(X_2 - 1.55)} \quad (13)$$

**CBR (Y) en función de más de una variable independiente (análisis regresión múltiple o análisis multivariado):**

Los indicadores estadísticos, para cada caso, se presentan en el cuadro N° 5.

**CUADRO N° 5:** indicadores estadísticos modelos múltiples

Var.		S	Min.	Max.
(I) Cordillera Occidental (n = 50)				
Y	35.06	25.43	3.00	103.00
X <sub>1</sub>	29.10	8.64	16.80	58.40
X <sub>3</sub>	31.18	21.53	8.00	94.30
(II) Altiplano (n = 25)				
Y	5.56	6.25	1.6	30.8
X <sub>2</sub>	16.60	7.80	1.7	33.3
X <sub>3</sub>	72.92	19.25	35.2	97.0
(III) Cordillera Oriental (n = 23)				
Y	19.65	30.33	2.20	108.30
X <sub>1</sub>	33.92	11.33	19.60	55.70
X <sub>3</sub>	51.21	20.47	9.50	79.90
(IV) Sub-andino (n = 26)				
Y	15.92	20.72	2.20	80.00
X <sub>3</sub>	55.15	24.20	9.60	96.00
(V) Llanura Chaco-Beniana (n = 33)				
Y	13.15	28.07	2.80	129.00
X <sub>2</sub>	17.40	8.58	2.30	33.80
X <sub>3</sub>	82.92	21.38	20.90	99.40
(VI) Escudo Brasileño (n = 39)				
Y	4.17	7.86	1.20	48.00
X <sub>2</sub>	28.37	9.20	4.20	48.00
X <sub>3</sub>	70.56	19.26	25.2	98.00

(Fuente: Elaboración propia)

En este caso, si bien se tienen 3 variables independientes (X1, X2 y X3), cuyos significados se han establecido en 4.3, los modelos matemáticos más idóneos no siempre incluyen todas estas variables. Así, con un 95% de confiabilidad, para la segunda hipótesis, se han obtenido los resultados reflejados en el cuadro N° 6.

**CUADRO N° 6:** Resultados segunda hipótesis

$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
(I) Cordillera Occidental ( $R^2 = 0.973$ )			
8078	-0.60		-1.18
(II) Altiplano ( $R^2 = 0.970$ )			
3103		-0.89	-1.01
(III) Cordillera Oriental ( $R^2 = 0.940$ )			
466251	-1.17		-1.37
(IV) Sub Andino ( $R^2 = 0.887$ )			
3429			-1.53
(V) Llanura Chaco-Beniense ( $R^2 = 0.968$ )			
30887		-0.48	-1.66
(VI) Escudo Brasileño ( $R^2 = 0.937$ )			
3513		-1.02	-0.92

(Fuente: Elaboración propia)

En los cuadros N° 1, 3 y 5:

- Var. = Variable;
- $\bar{M}$  = Media aritmética;
- S = Desviación estándar;
- Min. = Valor mínimo de la serie;
- Max. = Valor máximo de la serie;
- n = Tamaño de la muestra (serie de trabajo).

En los cuadros N° 2, 4 y 6:

- R = Coeficiente de correlación;
- $R^2$  = Coeficiente de determinación.

Las casillas en blanco del cuadro N° 6, significan que la variable en cuestión no interviene en el modelo. Por ejemplo, el modelo (ecuación) correspondiente la Cordillera Occidental (I), es:

$$Y = \frac{8078}{(X_1^{0.60} X_3^{1.18})} \quad (14)$$

Análogamente, el modelo (ecuación) del Escudo Brasileño es:

$$Y = \frac{3513}{(X_2^{1.02} X_3^{0.92})} \quad (15)$$

De la misma manera, se tienen los modelos para cada una de las provincias fisiográficas.

En suma, se han obtenido 18 modelos matemáticos, 3 para cada una de las seis provincias fisiográficas de Bolivia (Cuadros N° 2, N° 4 y N° 6).

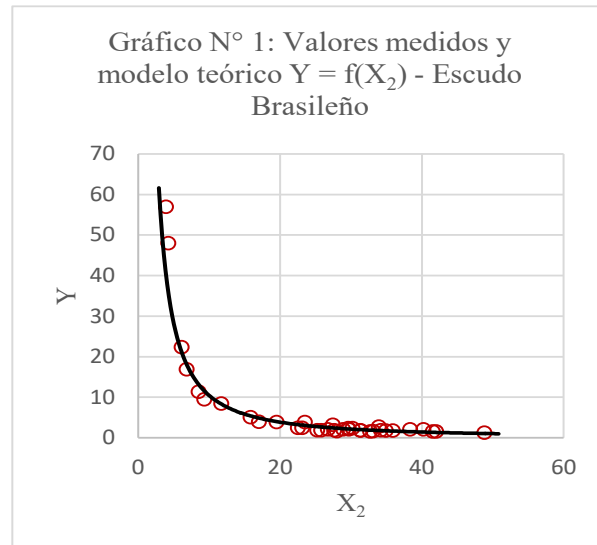
Con fines didácticos, se ejemplifica, a

continuación, la secuencia general de las fases más relevantes, seguidas para la obtención de cada uno de los modelos:

- Si se considera la serie de datos de la Provincia Fisiográfica VI, una vez sometida al análisis de correlación y regresión la función  $Y = f(X_2)$ , es decir, CBR en función del índice de plasticidad, se obtiene, como modelo más idóneo (entre muchos), aquel cuyos parámetros se encuentran en la última fila del cuadro N° 4. Entonces, el modelo (a un 95% de confiabilidad) es:

$$Y = \frac{69.11}{(X_2 - 2.71)} \quad (16)$$

Tanto la curva teórica (modelo) como los pares de puntos correspondientes a la serie experimental se presentan en el Gráfico N° 1.



(Fuente: Elaboración propia)

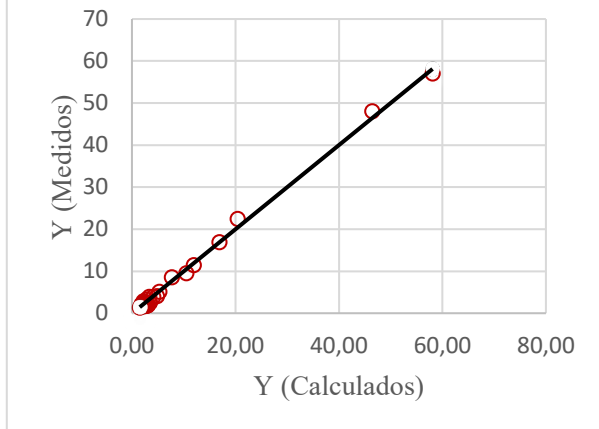
- El coeficiente de correlación (Cuadro N° 4) es alto, lo que implica una medida de la fortaleza de la relación entre ambas variables (99.80%).
- La prueba de valores observados (medidos) contra valores calculados (con el modelo), para ser satisfactoria, al ser graficados, deben aproximarse a una recta cuya pendiente sea igual a uno y cuya ordenada al origen sea cero. Estos pares de valores (Observados,



Calculados), se representan en el gráfico N° 2, lo que indica que la prueba es satisfactoria.

- Prueba de residuales. Idealmente, los residuales o errores,  $\epsilon$ , al ser graficados, deben mostrar realmente fluctuaciones aleatorias alrededor de un valor cero, tal y como se muestra en el gráfico N° 3.
- La distribución de los residuales debe ser aproximadamente normal. Para realizar esta prueba, hay varias opciones. En este caso se ha usado la prueba de Kolmogorov-Smirnov, que arrojó la siguiente conclusión: *No se puede rechazar la idea de que la variable "residuales" provenga de una distribución normal, con un 95% de confiabilidad.*

Gráfico N° 2: Prueba de valores medidos vs valores calculados con el modelo  $Y = f(X_2)$  - Escudo Brasileño



(Fuente: Elaboración propia)

En consecuencia, se contrasta o comprueba la hipótesis formulada.

De manera análoga, se ha procedido en cada uno de los 18 modelos, que responden a las dos hipótesis formuladas.

Consecuentemente, las hipótesis se convierten en leyes.

### Análisis matemático y empírico

Un breve análisis y discusión de cualquiera de los modelos obtenidos, usando elementos del cálculo diferencial, permite realizar algunas consideraciones, teóricas y empíricas. Para esto, como ejemplo, se toma el modelo de la ecuación (16).

Es fácil establecer (teóricamente) que:

$$\lim_{X_2 \rightarrow \infty} Y = 0$$

$$\lim_{X_2 \rightarrow 0} Y = \infty$$

Es decir, el eje  $X_2$  es una asíntota. Igualmente la variable  $Y$ , se vuelve asíntótica en  $X_2 = 2.71$  (asíntota vertical).

Albert Einstein dijo: "cuando no se refieren a la realidad, las matemáticas son exactas, en tanto que, si se refieren a la realidad no son exactas". Consecuentemente, los límites expresados anteriormente, si bien son teóricos, sirven para interpretar una realidad empírica, a saber:

$$\lim_{X_2 \rightarrow \text{grande}} Y = \text{pequeño}$$

$$\lim_{X_2 \rightarrow \text{pequeño}} Y = \text{grande}$$

Lo cual es coherente con la realidad empírica, pues, tanto el modelo como los datos experimentales usados, expresan que en esta provincia fisiográfica (VI), el CBR ( $Y$ ) varía de manera inversa con el índice de plasticidad ( $X_2$ ), tal y como lo muestra, también, el gráfico N° 1.

También, puede verse que:

$$\lim_{X_2 \rightarrow 2.71} Y = \infty$$

Pero, el valor mínimo de  $X_2$ , considerado en la serie estadística de trabajo (mediciones experimentales) es igual a 3.90 (última fila, cuarta columna del Cuadro N° 3). Por tanto, el valor  $X_2 = 2.71$ , cae fuera del rango de datos considerado en la formulación del modelo. El mínimo valor que debe usarse es  $X_2 = 3.90$ . Para este valor:

$$\lim_{X_2 \rightarrow 3.90} Y = 58.08$$

Resultado que es coherente con la realidad empírica,

casi igual al valor máximo del CBR experimental considerado, que es igual a 57 (penúltima fila, última columna del Cuadro N° 3).

Similarmente:

$$\lim_{X_2 \rightarrow 48.80} Y = 1.50$$

Siendo 48.80, el máximo valor experimental de  $X_2$  (índice de plasticidad). El valor de 1.50 (para Y), es cercano al empírico (1.30), reflejado en el mismo cuadro.

¿Qué pasa con las pendientes (derivadas) en la curva que corresponde al modelo matemático (Gráfico N° 1)?

Las respuestas se presentan en los párrafos siguientes.

La derivada de Y, respecto de  $X_2$  es:

$$\frac{dY}{dX_2} = - \frac{69.11}{(X_2 - 2.71)^2}$$

Es claro que, para  $X_2 = 2.71$ , la pendiente (derivada) se hace infinita (negativa), lo cual no es práctico, pero basta reemplazar  $X_2 = 3.90$  (mínimo valor experimental de  $X_2$ ) para establecer que, para valores pequeños de  $X_2$  (índice de plasticidad), la pendiente se hace grande (en valor absoluto), igual a -48.80, en este caso.

Similarmente, cuando  $X_2$  se hace tan grande como se quiera, la pendiente (derivada) tiende a cero. Si se reemplaza  $X_2 = 48.80$  (máximo valor experimental), se aprecia que la derivada (pendiente) se hace muy pequeña, igual a -0.033, es decir, prácticamente horizontal, lo que ratifica la tendencia asintótica con el eje horizontal.

Similares análisis matemáticos pueden hacerse para todos los otros modelos.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

### 5.1 Conclusiones

1. Al haber determinado las leyes de variación de la capacidad portante de los suelos, en función de otras variables de más simple medición experimental, expresadas en términos de modelos matemáticos (ecuaciones), mismos que permiten predecir (estimar) el CBR sin recurrir a ensayos de laboratorio, se han logrado los dos primeros objetivos diseñados para la investigación.
2. Habiendo comparado los valores del CBR (Y), observados (laboratorio) con los valores estimados (modelos), siendo las diferencias pequeñas (atribuibles a errores de muestreo), se concluye que, a tiempo de dimensionar estructuras de pavimentos, las diferencias se pierden en el redondeo, habitual en el ingeniero, cuando se definen los espesores de las diferentes capas del paquete estructural. Consecuentemente, se ha alcanzado el tercer objetivo propuesto, estableciendo, además, la utilidad práctica en la aplicación de los modelos.
3. Las pruebas, tanto estadísticas, como prácticas, han conducido a la contrastación o comprobación de las dos hipótesis formuladas, mismas que, en consecuencia, se constituyen en leyes de variación de la capacidad portante de los suelos ( $CBR = y$ ) en función de las otras variables consideradas ( $X_0, X_1, X_2, y X_3$ ), tanto para los modelos simples (primera hipótesis), como para los modelos múltiples (segunda hipótesis), para cada una de las seis provincias fisiográficas o geológicas de Bolivia.
4. Los modelos matemáticos formulados expresan una realidad empírica que puede resumirse en los siguientes términos:
  - Los resultados de los modelos, reflejados en el cuadro N° 4 indican que en las provincias fisiográficas donde se tiene una presencia mayoritaria de suelos granulares (I, III y IV), el CBR depende de una propiedad granulométrica ( $X_3$ ).

- En tanto que, cuando la realidad empírica (datos experimentales) reflejan una mayor presencia de suelos finos (zonas II, V y VI), los resultados del cuadro N° 4 indican que el CBR depende de una propiedad plástica ( $X_2$ ).
  - Sin embargo, en el caso de los modelos múltiples, solo en el sub-andino el CBR es una función de  $X_3$  (propiedad granulométrica), ya que, en las otras provincias, es una función de una propiedad plástica ( $X_1$  o  $X_2$ ) y de una propiedad granulométrica ( $X_3$ ).
5. La matemática permite realizar análisis interesantes. En este caso, conduce a visualizar los valores extremos (máximos y mínimos), tanto de la variable dependiente, como de las independientes.

## 5.2 Recomendaciones

- a) Usar los modelos formulados solo para los valores (tanto de la variable dependiente como de las variables independientes), comprendidos en los rangos de las series estadísticas utilizadas, cuyos valores máximos y mínimos se precisan en los cuadros N° 1, N° 3 y N° 5, pues, la extrapolación fuera de estos rangos, podría arrojar resultados alejados a la realidad empírica.
- b) En todos los modelos formulados y en las series estadísticas usadas, se han considerado suelos que tienen un índice de plasticidad diferente de cero. Se recomienda, en futuras investigaciones, realizar un trabajo similar, con suelos con índice de plasticidad igual a cero.

## 6. AGRADECIMIENTO:

El autor agradece al Dr. Adrián Rodríguez-Marek, (Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental del Virginia Tech, USA), quien ha revisado una primera versión de este trabajo de investigación, realizando sugerencias y observaciones importantes.

## 7. REFERENCIAS:

Agarwal, K.B. y Ghanekar, K.D. (1970). Prediction of CBR from plasticity characteristics of soils. Proceedings of 2nd South-East Asian Conference on Soil Engineering, pp. 571-576, Singapore.

Ameratunga, J., Sivakugan, N. y Das, B. (2016). Correlation of soil and rock properties in geotechnical engineering. Springer, India.

ASTM D1883-07e2 (2007). Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils. American Society for Testing of Materials, Pennsylvania, USA.

Benítez, A. (2014). Dialéctica de la Ingeniería Estructural. Tesis de Doctorado en Ingeniería Civil UNSXX-Convênio Andrés Bello, La Paz.

Benítez, A. (2012). Propiedades mecánicas de los suelos, correlaciones, modelos matemáticos e implicaciones en la ingeniería vial. XVI Congreso Argentino de Vialidad, 22-26 de octubre, Córdoba.

Benítez, A (2004). Generalización de las relaciones entre los procesos del ciclo hidrológico para la cuenca internacional del río de La Plata: "Enfoque Sistémico y Análisis Multivariado". Tesis de doctorado, Universidad de Sevilla, España.

Bunge, M. (2011). La investigación científica. Siglo Veintiuno Editores, México.

Carter, M. y Bentley, S.P. (1991). Correlations of soil properties. Pentech Press, London.

Chalmers, A.F. (1999). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Siglo Veintiuno de España Editores, Madrid.

Gutiérrez, R. (1996). Introducción al método científico. Esfinge, México.

Magnan, J.P. (1982). Les méthodes statistiques et probabilistes en mécanique des sols. Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

Mendenhall, W. y Sincich, T. (1997). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. Prentice Hall. México.

Ministerio de Obras Públicas-ABC (1970-2015). Varios estudios de carreteras a nivel de diseño final o TESA. La Paz.

Patel, S.R. and Desai, M.D. (2010). CBR Predicted by Index Properties for Alluvial Soils of South Gujarat. Dec. 16-18, 79-82, Proceedings of Indian Geotechnical Conference–2010, India.

Terzaghi, K. y R. Peck (1967). Soil mechanics in engineering practice. John Wiley, Lodon.

Vinod, P. and Reena, C. (2008). Prediction of CBR Value of Lateritic Soils Using Liquid Limit and Gradation Characteristics Data, Highway Research Journal, IRC, 1 (1): 89-98.

## IMPLICACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA EN EL PAISAJE CULTURAL DE LAZARETO VÍA SAN ANDRÉS Y CONTEXTO

### IMPLICATION OF GEOMORPHOLOGY IN THE CULTURAL LANDSCAPE OF LAZARETO VIA SAN ANDRÉS AND CONTEXT

MARTÍNEZ MANSILLA MARÍA EUGENIA <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Arquitecta Urbanista. Investigadora Junior. Carrera de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Ciencias y Tecnología - Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho" - Tarija, Bolivia

**Dirección para la correspondencia:**

**Correo Electrónico:** me.martinez.mansilla@gmail.com

*Figura 1: Vía San Andrés y Contexto*



#### RESUMEN

En la zona de estudio: Vía San Andrés y Contexto emplazada sobre la Cuenca del río Tolomosa; se visibiliza un grado de afectación al factor ambiental del suelo, resultado de una problemática de consolidación por asentamientos espontáneos. A través de cartografía, mapas y modelos digitales de elevación operados en SIG<sup>1</sup>, se interpretan datos que caracterizan los componentes del medio biofísico y geomorfología de la zona, se modela el volumen de una superficie afectada sobre el abanico aluvial, utilizando el levantamiento fotogramétrico y teledetección, técnica usada comúnmente para “medir sobre fotos” (sobre vuelo Drone VANT<sup>2</sup>).

Se interpreta el hecho de transformar el paisaje, no como un proceso de desarrollo urbano en respuesta a la necesidad de vivienda, ni como una consecuencia de la libre oferta inmobiliaria; sino en orden de prevalencia y lógica, como un efecto

ambiental que transforma el proceso de evolución natural del paisaje, que afecta su geomorfología altera el relieve y modifica su aptitud; lo que representa una aguda amenaza con la destrucción del paisaje cultural de la comunidad de Lazareto declarada como área de interés cultural, natural - ambiental y arquitectónico; y del ecosistema de la Cuenca de Tolomosa, tan importante para la ciudad de Tarija.

#### PALABRAS CLAVE

Paisaje cultural, geomorfología, suelo, efecto ambiental.

#### ABSTRACT

In the study area: Via San Andrés and Context located on the Tolomosa River Basin; a degree of affectation to the environmental factor of the soil is visible, result of a problem of consolidation by spontaneous settlements.

Through cartography, maps and digital elevation models operated in GIS, data are interpreted that

1 SIG, Sistemas de Información Geográfica

2 Drone VANT, Vehículo aéreo no tripulado.

characterize the components of the biophysical environment and geomorphology of the area, the volume of an affected surface is modeled on the alluvial fan, using the photogrammetric survey and remote sensing, technique commonly used to “measure on photos” (on flight Drone UAV).

The fact of transforming the landscape is interpreted, not as a process of urban development in response to the need for housing, nor as a consequence of the free supply of real estate; but in order of prevalence and logic, as an environmental effect that transforms the process of natural evolution of the landscape, which affects its geomorphology alters the relief and modifies its fitness; which represents an acute threat with the destruction of the cultural landscape of the community of Lazareto declared as an area of cultural, natural - environmental and architectural interest; and the ecosystem of the Tolomosa Basin, which is so important for the city of Tarija.

## KEYWORDS

Cultural landscape, geomorphology, soil, environmental effect.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las relaciones e implicaciones entre factores ambientales en un proceso de planificación urbano rural, en la mayoría de los casos no son tomadas en cuenta. A lo largo de la historia, la urbe se ha desarrollado sobre la superficie de la tierra en respuesta a exigencias de las conglomeraciones urbanas y fenómenos de orden social.

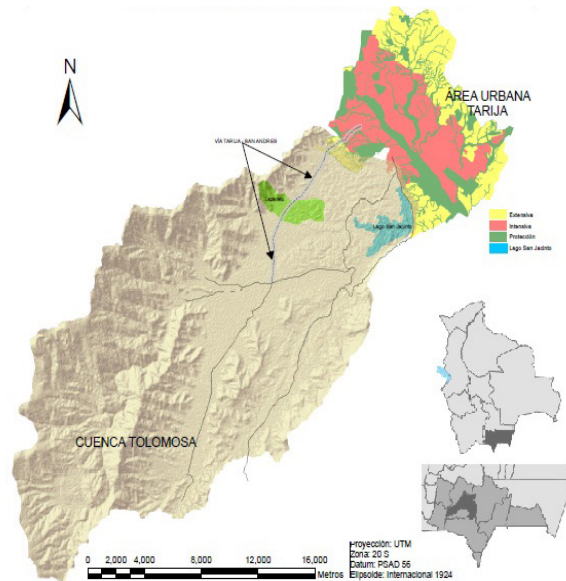
El objeto de este estudio, está focalizado sobre el relieve como propiedad física del suelo para visibilizar los efectos ambientales y el grado de afectación que en consecuencia tiene el paisaje cultural, la investigación es de carácter exploratorio, correlacional.

## 2. CONTEXTO Y ANÁLISIS

La Cuenca del río Tolomosa es la de mayor potencial de recursos hídricos superficiales de las cuatro cuencas del Valle Central de Tarija, razón por la cual soporta la mayor presión antrópica. Su paisaje montañoso es parte de la Reserva Biológica Cordillera

de Sama, conforma varias subcuencas con recursos hídricos superficiales importantes y de calidad que alimentan el embalse de San Jacinto<sup>3</sup>. Se localiza en la cordillera oriental y rumbo oeste de la mancha urbana de la ciudad de Tarija. Sobre ella se extiende la vía que conecta la ciudad con la comunidad de San Andrés, con 12 km. de longitud aproximadamente.

Figura 2: Mapa de ubicación de la cuenca Tolomosa - Lazareto Fuente: Elaboración propia



## SUELO

El suelo, presenta diferentes significados según el contexto en que se utilice. A efecto de interpretar este artículo, se considera al suelo como un ser natural estructurado que se encuentra en constante cambio y que para su formación y evolución depende de factores bióticos como abióticos. Entre estos factores está el clima, organismos, el relieve, el tiempo; todos ellos actuando sobre el material parental, la roca madre. (Chavarría F. 2011). La superficie de la tierra popularmente llamada así, muestra sobre un mapa de suelos o de uso de suelo, el tipo de actividad sobre este terreno. (Carenas F. 2014). La FAO<sup>4</sup> tiene una clasificación a nivel mundial en la que se distinguen hasta 28 grupos distintos. Así también el Sistema

<sup>3</sup> Entre el 1983 a 1989, se construye en Tarija el embalse denominado “Proyecto Múltiple San Jacinto”. Con el objetivo de regar más de 3.000 hectáreas de tierras cultivables, generar energía eléctrica y convertirse en un polo de atracción turística.

<sup>4</sup> FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)<sup>5</sup>, determina una clasificación de suelo aplicado en la ingeniería y geología según su granulometría y plasticidad, donde se define en suelo de grano grueso, grano fino y orgánico. (Borselli 2017).

A partir de esto surgen las cuestiones: ¿Por qué es importante considerar las propiedades físicas del suelo? ¿Qué efecto provoca la modificación del relieve en el suelo? ¿Qué implicación tiene el relieve en el paisaje de un determinado sitio?

Considerando que la calidad del paisaje depende en gran medida de la calidad del suelo, es importante conocer el patrón de distribución<sup>6</sup> y las características del suelo en los estudios del medio biofísico.

En esta tabla se detallan estas características:

Tabla 1: Características del relieve en Lazareto

Referencias de ubicación:	Comunidad de Lazareto y Bella Vista
Superficie:	1.379 Ha. (3%)
Pendiente en Lazareto:	Rango: 10 – 15%
Descripción:	Fuertemente inclinado o fuertemente ondulado
Geomorfología dominante:	Colinas

Fuente: INIBREH 2007

Estos suelos presentan texturas francas en la superficie y francas a arcillosas en el resto del perfil. El contenido de materia orgánica varía de moderado en los lixisoles<sup>7</sup> y bajo en los cambisoles.<sup>8</sup>

Asociación CAMBISOL – LIXISOL: Se ubica en la comunidad de Lazareto.

En este mapa de uso de suelo de la Cuenca de Tolomosa, se identifica la clasificación de 23 unidades

5 Es un sistema de clasificación de suelos desarrollado por Casagrande durante la Segunda Guerra Mundial, aprobado por agencias de gobierno de los EE.UU. en 1952, actualmente estandarizado como la norma ASTM 2487-93.

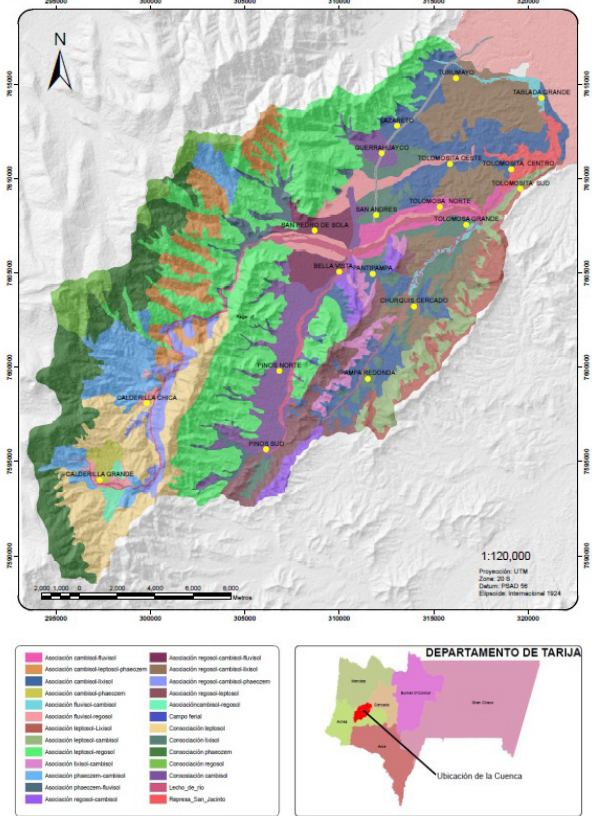
6 Determinación fundamental de la geomorfología.

7 Lixisoles, otro grupo de suelos cuya génesis viene condicionada por el clima.

8 Cambisoles, desarrollados sobre diferentes tipos de sustrato, son muy variables aunque presentan siempre horizontes diferenciados por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación.

de suelos, según la descripción de perfiles de suelos por paisaje y unidad geomorfológica (Planilla de campo ZONISIG<sup>9</sup> 2000).

Figura 3: Mapa de suelos



Fuente: INIBREH 2007

Los suelos están definidos también por el uso actual de la tierra y sus múltiples relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Así se define en la zona de Lazareto el pastoreo extensivo continuo en pastizal matorral. (INIBREH 2007). Al mismo tiempo, en torno a la vía San Andrés, se advierte la consolidación de vivienda aleatoria y se evidencia el aprovechamiento comercial fomentado por “agrupaciones ciudadanas”.

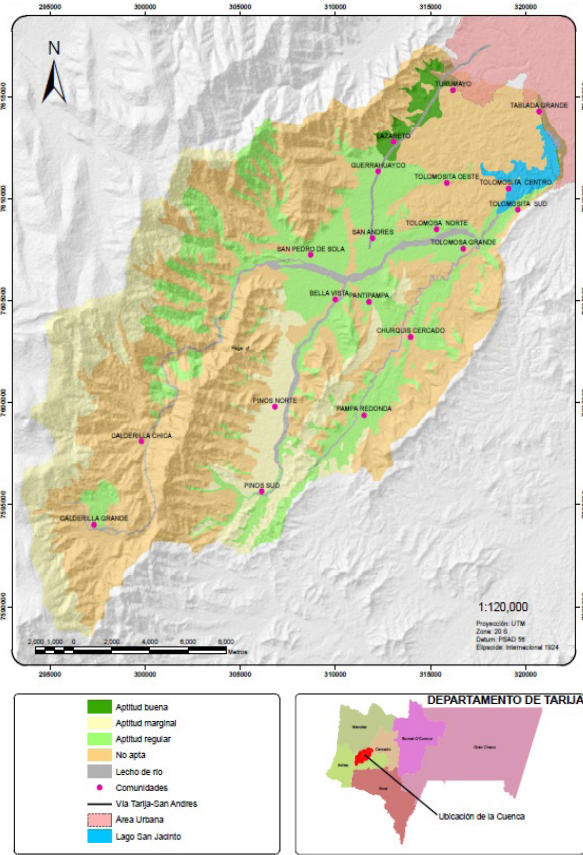
Por otro lado el Plan de Uso de Suelo<sup>10</sup>, refiere, como instrumento técnico normativo, empleado para asignar usos adecuados a los recursos naturales y establecer áreas geográficas con iguales recomendaciones de manejo de uso, a fin de optimizar el uso de la tierra, buscando sobre todo aprovechar sosteniblemente los recursos naturales, en función

9 ZONISIG, Proyecto Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información Geográfica en Bolivia.

10 Plan de Uso del Suelo: Área Rural. Plan Municipal de Ordenamiento Territorial – PMOT Municipio de Tarija, 2010.

a su aptitud, potencialidades y limitantes. (PMOT, 2010)

Figura 4: Mapa de aptitud del suelo



Fuente: INIBREH 2007

El relieve también determina el uso potencial del suelo, siendo así, para esta zona de estudio se identifican áreas con un determinado grado de aptitud para forestar la cuenca de Tolomosa, como se muestra en el mapa, principalmente con especies nativas y exóticas.

Una característica importante en este tipo de suelos es que no existen limitantes para el repoblamiento vegetal con fines forestales. Existe la presencia de agua, oxígeno en el suelo, buena resistencia a la erosión hídrica, suelos profundos. (INIBREH 2007).

## GEOMORFOLOGÍA

En 1942 Ramiro Robles Ramos fue el primero en aplicar el término Geomorfología y trató de explicar las formas del relieve de acuerdo a las teorías tectónicas de ese periodo. (Vilchis 2001). Según Hernández (2014), el objeto particular de esta ciencia, es el estudio de las formas del relieve según

sus determinaciones fundamentales: Origen, Forma, Edad, Evolución, Dinámica y Distribución.

Esta autora refiere que el relieve es uno de los diversos factores que tienen influencia en la intervención del hombre sobre el territorio, por lo que es de importancia definir las distintas posibilidades de aplicación de la información proporcionada por los mapas geomorfológicos y cita a (Gellert, 1971; Tricart y Demek, 1972; Piotrovski et al., 1972; Tricart, 1979).

Así mismo define que existen distintas formas de equilibrio en función de cómo se analiza el relieve (Summerfield 1991), donde se reconocen cuatro tipos específicos según la temporalidad a la que se observan, estos son: genética o histórica, estadística, dinámica y aplicada.

La Geomorfología Aplicada, se puede subdividir en Geomorfología Ambiental y en Geomorfología de Riesgos, ambos enfoques hoy en día tienen relevancia debido a las necesidades de la población con referencia. (Hernández 2014). Actualmente, según escuelas europeas y francesas se habla de geomorfología climática, también desde la última mitad del siglo XX se ha enfocado en encontrar relaciones entre procesos y formas, denominado como geomorfología dinámica. En este proceso intervienen los factores: geográficos, bióticos, geológicos, antrópicos. Este último factor revela que la acción del hombre sobre el relieve es muy variable, dependiendo de la actividad que se realice, pudiendo incidir a favor o en contra de los procesos erosivos. (Pedraza 1996).

La cuenca de Tolomosa es un paisaje de montaña estructural alta con orientación norte-sur con un relieve muy disectado<sup>11</sup>, presenta además paisajes de serranías y colinas bajas denudativas<sup>12</sup> moderadamente disectadas a muy disectadas, llanura de pie de monte con valles estrechos, abanicos<sup>13</sup> y terrazas ligeramente inclinadas a muy inclinadas. Conformando el 25% de la cuenca por la llanura fluvio - lacustre por terrazas moderadamente disectadas a muy disectadas. (INIBREH, 2007).

<sup>11</sup> Disectado, cortado o erosionado verticalmente por el agua en épocas de lluvia.

<sup>12</sup> Denudativas, es aquel proceso en el que separa la parte superficial del terreno.

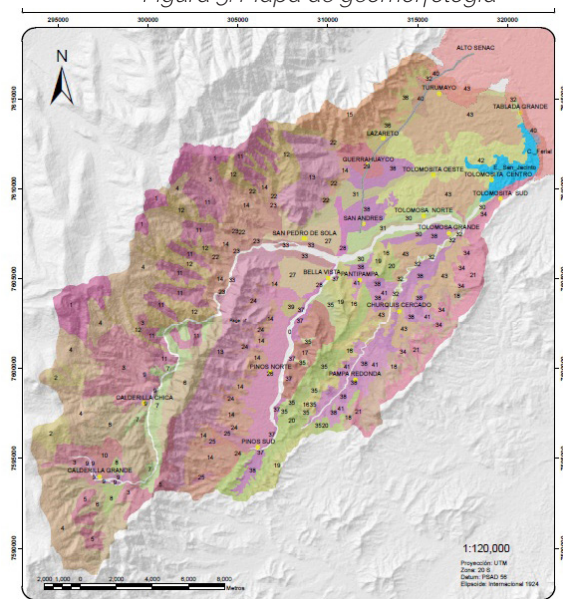
<sup>13</sup> Abanico, (siguiente subtítulo). Glosario de Términos Relativos a Movimientos en Masa (2007).



Chavarría (2011), señala que la geomorfología es la base de los estudios vinculados a las relaciones ambientales entre el paisaje, el clima, la litología, el relieve, vegetación y el suelo. Cada unidad geomorfológica es el resultado de los procesos de degradación ocurridos. El paisaje geomorfológico es una de las unidades ambientales para evaluar los procesos de erosión que existen en el suelo, entendiendo que esta erosión puede ser en surcos, cárcavas y laminar. Sin embargo existe una relación directa con el factor tiempo, donde interactúan los procesos para la evolución y dinámica de los fenómenos creadores de las formas del relieve y así se establecen los patrones de paisaje o geoformas. (Hernández 2014)

En la zona de estudio, el paisaje geomorfológico comprende abanicos y pequeños valles sobre depósitos fluvio-lacustres<sup>14</sup>, cubiertos con vegetación de matorral denso a semidenso, alto, xeromórfico<sup>15</sup>, deciduo<sup>16</sup> por sequía, montano<sup>17</sup>.

Figura 5: Mapa de geomorfología



Fuente: INIBREH 2007

### ABANICOS MODERAMENTE DISECTADOS

- 14 Fluvio-lacustre, en la geografía y en ciencias de la tierra, para referirse a los procesos asociados a los lagos, ríos, arroyos, a los depósitos y relieves creados por ellos.
- 15 Xeromórfico, Relativo a los lugares donde existen condiciones de aridez.
- 16 Deciduo, bosque seco.
- 17 Montano, es un término biogeográfico referido a áreas de montaña localizadas por debajo de la línea arbolada.

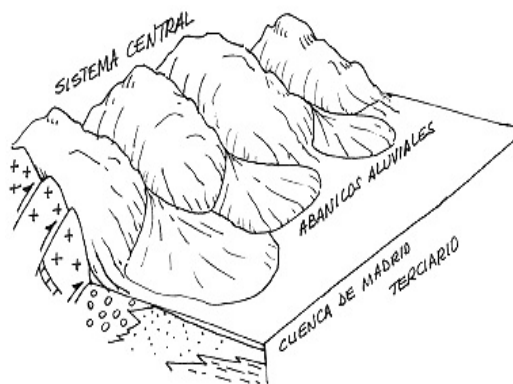
Se entiende por abanico al depósito de sedimentos en esa forma, que normalmente se forma al pie de una ladera en la zona donde una corriente de agua emerge de un frente montañoso. (Pedraza, 1996).

Esta forma suele obedecer al cambio de pendiente entre la superficie a lo largo de la cual se desplaza el material y la del terreno en la que se deposita o al cambio donde un valle confinado se ensancha. Cuando esta geoforma obedece al depósito de material removido por gravedad, toma el nombre de abanico coluvial<sup>18</sup> o cono y cuando lo es por la depósito de material transportado por una corriente fluvial se denomina abanico aluvial<sup>19</sup>. (Ver Figura 6)

Estos abanicos, se localizan en zonas donde existe una ruptura de pendiente importante durante su periodo sedimentario y corresponden a un reajuste, producto de la variación de las condiciones de equilibrio, relacionándose entonces en muchos casos a controles tectónicos<sup>20</sup>. (Pedraza, 1996).

Entonces en ese contexto, Carenas (2014) refiere que los abanicos aluviales corresponden a unos cuerpos sedimentarios de acumulación, y se hallan caracterizadas por tener una morfología conoidal muy característica. La forma general de un abanico aluvial individual es muy parecida a la de un cono en el vértice en el ápice.

Figura 6: Abanico aluvial



- 18 Coluvial, Que cubre el fondo de un valle, arrastrado hasta allí desde las vertientes.
- 19 Aluvial, Que se ha formado a partir de materiales arrastrados y depositados por corrientes de agua.
- 20 Tectónico, especialidad de la geología que estudia las estructuras geológicas producidas por deformación de la corteza terrestre, las que las rocas adquieren después de haberse formado, así como los procesos que las originan.

Una sucesión de abanicos aluviales con influencia coluvial también pueden estar formados por sedimentación aluvial de las quebradas; con procesos de erosión hídrica, en cárcavas y erosión laminar extensa. (Carenas 2014).

Geoes-truc-tura	Ambiente Morfogé-nico	PAISAJE	UNIDAD GEOMOR-FOLÓGICA	SUP. (Ha.)
Cordi-llera Oriental	Llanura fluvio - Lacustre	Abanicos y pequeños valles sobre depósitos flu-vio lacustres	Valles disectados a muy disectados	298
			Valles disectados	259
			Abanicos mode-radamente disec-tados	639

Tabla 2: Características de la geomorfología en Lazareto  
Fuente: INIBREH 2007

La comunidad de Lazareto está comprendida por abanicos moderadamente disectados, esto significa “pie de monte diluvial<sup>21</sup>” (INIBREH, 2007).

Figura 7: Vista, geomorfología en la comunidad de Lazareto donde se identifican los abanicos.



## EVOLUCIÓN DEL PAISAJE

Para comprender como es que se caracteriza el principio de desarrollo del paisaje, se debe tomar en cuenta que generalmente los paisajes con mayor relieve topográfico son más jóvenes que los de menor relieve. Así, la determinación de la intensidad del relieve que existe en cada región permite inferir en cierta medida la antigüedad relativa del mismo (Carenas F. 2014).

21 Diluvial, Que se ha formado con un conjunto de materiales sedimentarios arrastrados por una corriente violenta de agua.

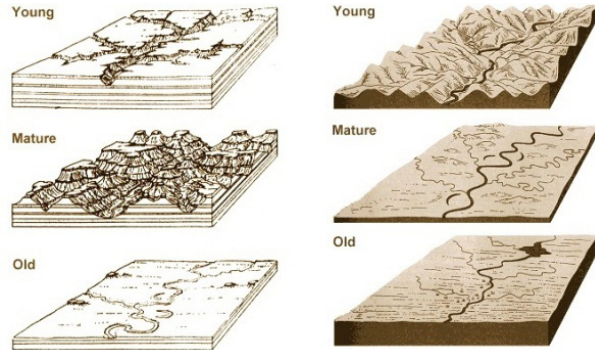
Según Willam Morris Davis (1850 - 1934), que determina el primer método de análisis geomorfológico, en el que se explica la génesis y forma del relieve del modelado de superficie terrestre, citado por Chavarría (2011), se considera tres momentos:

a) Juventud (Young), paisaje muy joven con zonas relativamente elevadas y con pocas zonas planas. La acción de los diferentes agentes externos (en este caso la dinámica del curso fluvial que atraviesa la zona), empieza a erosionar, reduciendo progresivamente la topografía.

b) Madurez (Mature), cuando el paisaje adquiere un aspecto accidentado, montañoso, con el paso del tiempo los relieves disminuyen de altura y las pendientes se hacen más suaves, ya ese paisaje es mucho más evolucionado.

c) Senectud (Old), el relieve disminuye hasta un punto en el que solo queda una superficie rebajada, casi plana, presenta menos topografía.

Figura 8: Primer método de análisis geomorfológico del paisaje según Willam Morris Davis (1850 - 1934).



Para considerar este principio de desarrollo del paisaje, es necesario conocer la dinámica de los procesos que actúan en una unidad de paisaje. Busquets (2007).

Se considera una interpretación más actualizada sobre el paisaje y se puede señalar que las condicionantes bioclimáticas, geomorfológicas, hidrogeológicas y ecosistémicas conforman la “matriz biofísica” de un espacio determinado. (Folch R. 2017). Éste autor también señala que el resultado de las interrelaciones entre la matriz biofísica y las transformaciones fruto de la actividad humana es

la “matriz ambiental”, siendo el paisaje una de las principales expresiones de estas interrelaciones y de las que no son permanentes ni inmutables. En ese sentido conviene concluir que el paisaje corresponde a la imagen o fisonomía de un fragmento de territorio.

Folch (2017), también clasifica una primera diferenciación entre paisajes naturales y paisajes construidos.

- a). Los paisajes naturales o espontáneos coincidirían sensiblemente con la matriz biofísica.
- b). Los paisajes construidos son el resultado de la alteración antrópica de la matriz biofísica.

Adicionalmente realiza una clasificación paraurbano: paisaje periurbano<sup>22</sup>, rururbano<sup>23</sup>, vorurbano<sup>24</sup>.

Si el paisaje refleja la realidad ambiental de cada lugar, y compendia la historia del proceso antrópico que en él se haya podido desarrollar, se hace prevalente redefinir la denominación de “paisaje cultural”, un reflejo de como el ser humano acuñó al paisaje natural y viceversa en el transcurso del tiempo, permitiéndonos así, una visión amplia y holística de un contexto y espacio cultural – natural – histórico. (Kaiser M. 2016). Así está demostrado que cualquier desequilibrio provocado por el ser humano

o la naturaleza misma, tiene como consecuencia el decaimiento de una cultura. En ese marco, se debe tomar en cuenta al paisaje como un indicador excelente para valorar el nivel de cultura, de civilidad y de urbanidad de un territorio, a cualquier escala. Y aún más, como un indicador idóneo para captar la estima de una sociedad por su territorio y el nivel de identificación que con él mantiene.

Otro autor filósofo, Del Pozo (2009), afirma que el paisaje, aunque se relacione prioritariamente con los valores racionales y estéticos, involucra también los otros dos grupos de valores, los éticos y los sociales, por lo que se configura como un ámbito de la realidad en el que se proyectan las diversas dimensiones de la experiencia humana.

Con todo esto, el Paisaje Cultural de Lazareto, guarda la memoria histórica de las misiones católicas franciscanas que ordenaron la construcción del Hospital para leproso (hoy en ruinas), y la Capilla de los Lazarios que con el paso de los años reúne a visitantes y peregrinos en la festividad religiosa, novena de San Roque<sup>25</sup>, en torno a la naturaleza.

Figura 9: Festividad Religiosa en la vieja Capilla de Lazareto (Fotografía: Gabriela Jerez)



22 Paisaje Periurbano, espacio urbano incipiente y poco estructurado, ubicado precisamente en la periferia urbana de geometría diversa y escasa calidad urbana.

23 Paisaje Rururbano, presencia de elementos de origen o tipología urbanos en pleno ambiente rural.

24 Paisaje Vorurbano, ámbito marginal de ínsulas intersticias de tamaño insuficiente, muy extendido en la periferia urbana.

Figura 10: Paisaje cultural, relieve montañoso y cementerio próximo al Hospital - Leprosario de Lazareto



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo principal de esta investigación es visibilizar los efectos ambientales sobre el suelo y paisaje en un espacio determinado que cuenta con atributos naturales y paisajísticos.

Para ello se ha tomado en cuenta el método exploratorio de un estudio de caso: Monte - Isla del abanico aluvial de Lazareto, y del que se realizó una descripción narrativa con las gráficas respectivas.

Si bien se tienen caracterizados los componentes del medio biofísico del paisaje de la Cuenca de Tolomosa, a través del Sistema de Información Geográfica (ArcGIS)<sup>26</sup>, Modelos Digitales de Elevación (MDE), para la elaboración de mapas; con el uso de la Fotogrametría, se modela un área de terreno que representa la afectación del suelo por movimiento de tierras, sobre un Monte – isla del abanico aluvial de Lazareto. El vuelo Pix4Dmapper Pro versión 4.1.22, modela el volumen de 30.445 m<sup>3</sup>.

Adicionalmente se ha tomado en cuenta un estudio de suelos practicado en la comunidad de Lazareto, que busca establecer el tipo de suelo para determinar la cimentación de una estructura proyectada en el mismo lugar, como una propuesta de grado (Flores J. 2015), y se obtiene como resultado: propiedades líquidas y plásticas, que se clasifican en grupos y subgrupos basados en su comportamiento ingenieril, el ensayo se realizó a una profundidad de 1,5 mt. y

<sup>26</sup> Sistema computarizado compuesto por hardware, software, datos y aplicaciones que es usado para registrar digitalmente, editar, modelar y analizar datos espaciales y presentados en forma alfanumérica gráfica y geográficamente referenciados (Packard H. 1993)

en el que se identifica una capacidad admisible del terreno de 1,28Kg/cm<sup>2</sup> manteniendo el estrato uniforme hasta una profundidad de 2,5 mt.



Vista lateral: Monte - isla del abanico aluvial de Lazareto

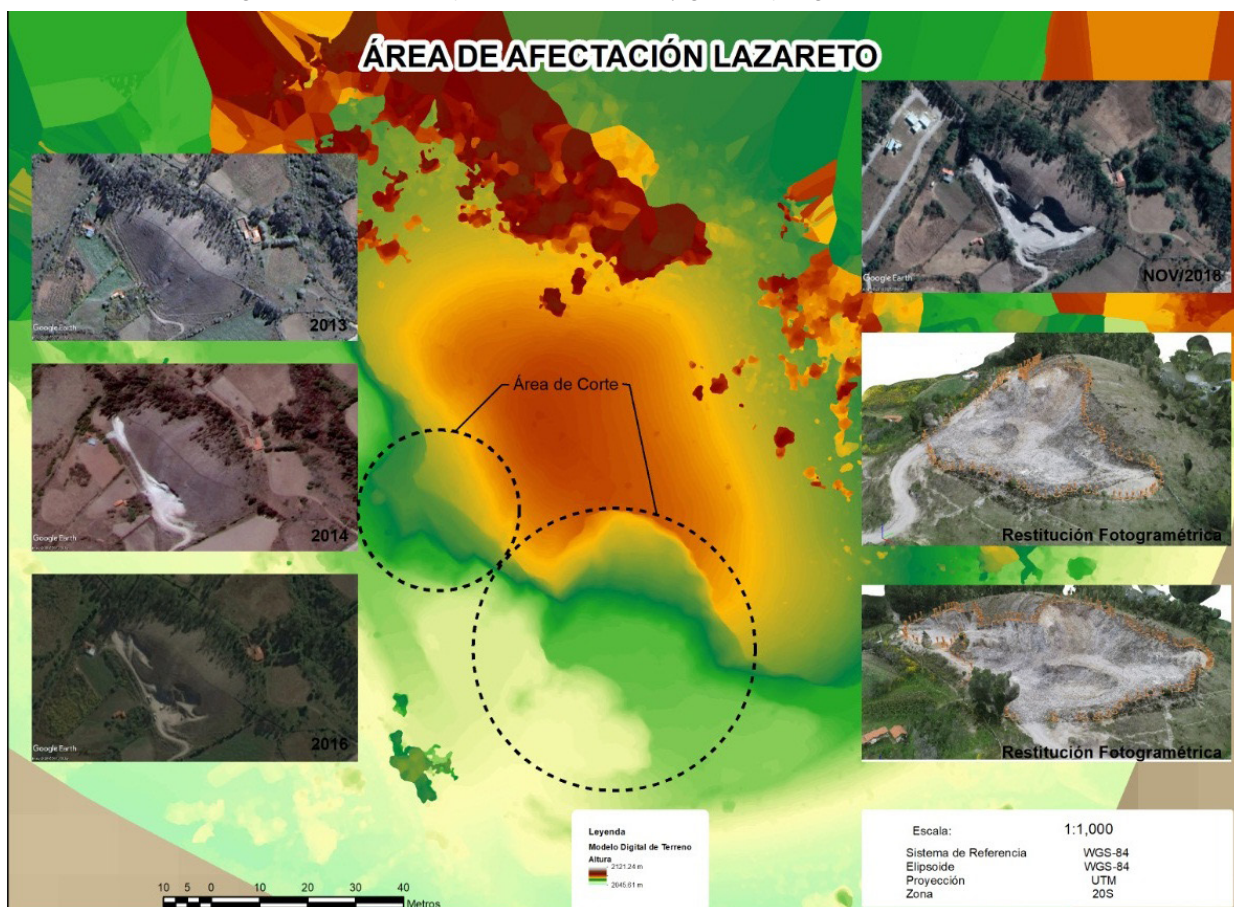
Figura 11: Fotogrametría de la afectación Monte - isla del abanico aluvial de Lazareto.



(Vuelo Drone Pix4Dmapper Pro versión 4.1.22)

A este efecto, la tendencia y probabilidad de dañar el ecosistema se repite a lo largo de la vía a San Andrés, y alcanza un efecto multiplicador negativo, sin comprender qué sentido tiene tal intervención, respondiendo únicamente a un interés particular y de asentamiento irregular. El efecto ambiental sobre el suelo repercute en todas las características antes descritas en el este artículo.

Figura 12: Área de afectación del relieve y geomorfología en Lazareto



Fuente: Elaboración propia

#### 4. RESULTADOS

La Figura 12 refleja como una línea de tiempo, hace 5 años atrás, cómo gradualmente se ha ido degradando el relieve en Lazareto.

De igual manera en la figura 13, de emplazamiento, se distingue la proximidad de la afectación del suelo (al margen derecho) respecto al Leprosario de Lazareto (al margen izquierdo), que cuenta con Ley Municipal N°036<sup>27</sup>. Esta distancia en la imagen de sobre vuelo, es de 830 mt. y respecto a la vía de San Andrés es de 350 mt.

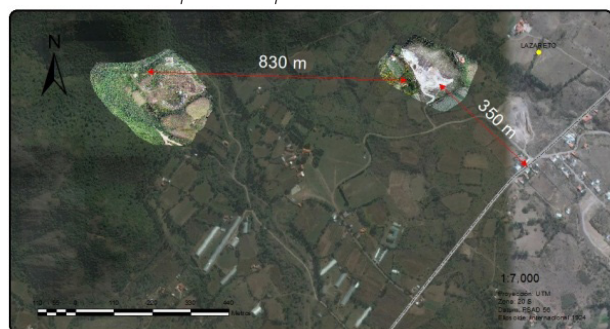
Así mismo, al rumbo sur oeste, se advierte la presencia de grandes tinglados<sup>28</sup> precisamente sobre el acceso a éste Santuario, presumiendo el vertido

de aguas residuales al afluente que desciende con las “aguas milagrosas” de Lazareto, sin descartar también la suspensión de partículas y malos olores que esa actividad provocaría en el medio ambiente, efectos ambientales a considerar en otras investigaciones futuras.

27 Ley Municipal N°036, Ley de Declaratoria de Prioridad Municipal la Construcción del “Complejo Turístico: Lazareto, Historia y Futuro” del 07 de mayo de 2014.

28 Granjas y criaderos de pollos.

Figura 13: Emplazamiento de la afectación próxima al Hospital - Leprosario de Lazareto<sup>29</sup>



Fuente: Imagen Satelital Catastro

## 5. CONCLUSIONES

La alteración del relieve, una de las cinco propiedades del suelo, modifica y afecta el ecosistema. La transformación artificial del relieve en un determinado espacio, altera el proceso natural de envejecimiento que define por sí mismo un paisaje. Es una lógica consecuencia que degrada la matriz biofísica y provoca efectos ambientales.

Cuando se destruye un paisaje, se destruye la identidad de aquel lugar y esto no es ético, es un tema de fondo entre la evolución y destrucción de un paisaje.

El resultado de una dispersa consolidación de asentamientos humanos sin considerar el paisaje, implica entre otros factores, una tendencia de soluciones isotrópicas<sup>30</sup> además de conflictos y disfunciones ambientales.

Finalmente, la forma de los elementos naturales configura para el hombre un espacio de vida, historia e identidad, entonces no le quitemos su espíritu.

<sup>29</sup> El Lazareto, *Un tugurio, con el nombre de Lazareto, existía a dos leguas de Tarija, en donde, desterrados para siempre de la sociedad y esperando entre congojas y crueles sufrimientos la muerte, gemían los heridos por el terrible y asqueroso mal de la lepra... Concluido el Hospital, no olvidaron nuestros frailes a los amigos del buen Dios...La fábrica del Lazareto se ejecutó en 1858.* "Ampliación del templo [ampliación del Lazareto]. Documento 24, Tomo II – Presencia Franciscana y Formación Intercultural en el Sudeste de Bolivia, según documentos del Archivo Franciscano de Tarija 1606-1936.

<sup>30</sup> Isotrópicas, Se dice de un espacio que es isotrópico cuando no presenta variaciones sensibles, se recorra en la dirección que se recorra, es decir con propiedades físicas idénticas en todas las direcciones.

## 6. RECOMENDACIONES

1. - Conocer y reconocer las capacidades y limitaciones de la matriz biofísica, es una premisa a la planificación concurrente del territorio, con un carácter sensible, ético y estético para redignificar el paisaje cultural.
2. - Promover una cultura territorial para "urbanizar" con conciencia social a partir de imaginarios urbanos con la ciudadanía.
3. - Definir un catálogo de buenas prácticas de paisaje, como instrumento de una política territorial para su valorización a través de unidades de paisaje cultural, agrario, de infraestructura viaria, industrial o algún otro.
4. - Orientar todas las acciones al cumplimiento de los ODS<sup>31</sup>, con énfasis en el ODS11, para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.
5. - Promover la "Pedagogía del paisaje"<sup>32</sup> parte del Programa: Ciudad Educadora, para fomentar valores, aprender a leer el paisaje, escucharlo y actuar en consecuencia para la sostenibilidad, desde una percepción individual hasta un imaginario colectivo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Borselli, L. (2017). Geotecnia I. instituto de Geología, UASLP.
2. Busquets, J. (2007). Buenas prácticas de Paisaje: Líneas guía. Biblioteca de Catalunya, Barcelona – España.
3. Carenas, Giner, Gonzales Pozo (2014). Geología. Ediciones Paraninfo, España.
4. Calzavarini, L. (2004). Presencia Franciscana y formación intercultural en el sudeste de Bolivia

<sup>31</sup> ODS, Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS) son fruto del acuerdo alcanzado por los Estados Miembros de las Naciones Unidas y se componen de una Declaración, 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas. Los Estados Miembros han convenido en tratar de alcanzarlos para 2030.

<sup>32</sup> Pedagogía del Paisaje, La geógrafa y pedagoga italiana Benedetta Castiglioni, tiene una amplia trayectoria en la reflexión sobre la pedagogía del paisaje. Citado por Folch (2017).

- según documentos del Archivo Franciscano de Tarija 1606-1936. Época Republicana Tomo IV. Centro Eclesial de Documentación. Tarija
5. Chavarría, F. (2011). Edafología. Espacio Gráfico Comunicaciones S.A. Caldas, Colombia.
  6. Flores, J. (2015). Diseño Estructural Clínica Naturista AMENAT- Lazareto. Tesis (Ingeniería Civil) Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias y Tecnología. Tarija, Bolivia.
  7. Folch, R., Bru, J. (2017). Ambiente, Territorio y Paisaje. Editorial Barcino, Barcelona – Madrid.
  8. INIBREH (2007). Atlas Ecotemático de la cuenca del río Tolomosa. 1º Edición. Tarija.
  9. Hernández, S. (2014). Caracterización morfológica y morfométrica de la Carta de Toluca. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía.
  10. Kaiser, M. (2016). Paisaje Cultural y Patrimonio Arquitectónico. Ediciones Patchworld, Tarija.
  11. Pedraza, J. (1996). Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones. Editorial Rueda, S.L. Madrid.
  12. PMOT (2010). Plan Municipal de Ordenamiento Territorial. Municipio de Tarija.
  13. ZONISIG (2001). Zonificación agroecológica y socioeconómica del departamento de Tarija. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación - Bolivia

## TABLAS

Tabla 1: Características del relieve en Lazareto

Tabla 2: Características de la geomorfología en Lazareto

## FIGURAS

Figura 1: Vía San Andrés y Contexto

Figura 2: Mapa de ubicación de la cuenca Tolomosa - Lazareto

Figura 3: Mapa de suelos

Figura 4: Mapa de aptitud del suelo

Figura 5: Mapa de geomorfología

Figura 6 Abanico aluvial

Figura 7: Vista, geomorfología en la comunidad de Lazareto

Figura 8: Primer método de análisis geomorfológico del paisaje según Willam Morris Davis (1850 – 1934).

Figura 9: Festividad religiosa en la vieja capilla de Lazareto.

Figura 10: Paisaje cultural, relieve montañoso y cementerio próximo al Leprosario de Lazareto.

Figura 11: Fotogrametría de la afectación- Isla del abanico aluvial de Lazareto. Vuelo Drone Pix4Dmapper Pro versión 4.1.22

Figura 12: Área de afectación del relieve y geomorfología en Lazareto

Figura 13: Emplazamiento de la afectación próxima al Leprosario de Lazareto

## ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

### ELABORATION OF GOUDA TYPE CHEESE AT EXPERIMENTAL LEVEL

Méndez Acosta Carla Jasmine<sup>1</sup>, Ramírez Ruiz Erick<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante. Carrera de Ingeniería de alimentos. Facultad Ciencias y Tecnología, UAJMS

<sup>2</sup>Docente. Carrera de Ingeniería de alimentos. Facultad Ciencias y Tecnología, UAJMS

**Dirección para la correspondencia:** Carla Jasmine Méndez Acosta, Barrio Avaroa, Calle Miraflores Tarija-Boliviana.

**Correo Electrónico:** asmin.mendez.acosta@gmail.com, erickramirezruiz@yahoo.com.ar

#### RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, se utilizó como materia prima leche de vaca. Los insumos utilizados fueron; cultivo láctico, cloruro de calcio, cuajo enzimático, colorante achiote y sal. Así mismo, se realizó análisis físicoquímico y microbiológico de la leche en el laboratorio (CEANID), dando como resultado: acidez de 0,18%; calcio total 111 mg/100g; cenizas 0,70%; fósforo 91,48mg/100g; materia grasa 3,6%; hierro total 0,08mg/100g; proteína 3,02%; sólidos totales 12,14%; bacterias aerobias mesófilas 2,5x10<sup>5</sup> UFC/g; coliformes totales 1,3x10<sup>3</sup> UFC/g; coliformes fecales 2,6x10<sup>2</sup> UFC/g y ausencia de salmonella P/A/25g.

Se realizó una evaluación sensorial para determinar muestra patrón entre GPA y GMÑ, donde se consideró los atributos; sabor, textura, color, aroma y consistencia; quedando elegida la muestra GPA; Así mismo se realizó la evaluación sensorial con cinco muestras preliminares para determinar muestra prototipo donde se consideró los atributos; sabor, textura, aroma y consistencia; quedando elegida la muestra QG5.

El proceso de obtención de queso Gouda comprende las etapas; recepción, higienización, pasteurización, coagulación, tratamiento de la cuajada, desuerado, moldeado, prensado, desmoldado, salado, maduración y envasado. En la etapa de coagulación se

ha planteado un diseño factorial 2<sup>3</sup> donde los factores analizados fueron “cultivo (60-40; 50-50)%” “cuajo (0,003-0,002)%” y “temperatura de coagulación (36-33)°C”. Tomando como variable respuesta acidez expresando como ácido láctico. Estadísticamente, se pudo establecer que ningún factor es significativo sobre la variable respuesta para  $p < 0,01$ . Por tanto los factores no influyen directamente en el proceso de fermentación.

Para determinar la dosificación de insumos se realizó la evaluación sensorial de ocho muestras; realizando variación en el porcentaje de cultivo, cuajo y temperatura de coagulación. Así mismo las muestras QG05, Q06 y Q08 fueron elegidas para la caracterización de atributos sensoriales del producto final donde se consideró los atributos sabor, textura, consistencia, adherencia, granulosis y acidez.

Realizada la evaluación sensorial en la caracterización de atributos sensoriales se obtuvo que la muestra QG01; temperatura de coagulación (36°C), cultivo láctico (50-50)%, cuajo (0,03%) tiene mayor aceptación por los jueces. Así mismo, se realizó evaluación sensorial para el ajuste de color y porcentaje de sal en el producto final quedando la muestra QG101 (3,10) para el atributo color y QG301 (3,55) en porcentaje de sal con mayor aceptación por los jueces.

Realizado en seguimiento de acidez, pH y sólidos solubles (oBrix) en el proceso de elaboración de queso Gouda. Se pudo observar que el tratamiento



en la formación de cuajada existe una disminución en la acidez, incremento en el pH y disminución de sólidos solubles (oBrix).

Realizado el análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final en el laboratorio (CEANID), dio como resultado: cenizas 3,3%; materia grasa 24,66%; calcio 563 mg/100g; Fósforo 303,50 mg/100g; hierro 1,08 mg/100g; humedad 47,13%; acidez 1,74% bacterias aerobias mesófilas  $1,3 \times 10^4$  UFC/g; coliformes totales  $<1,0 \times 10^1$  UFC/g; coliformes fecales  $<1,0 \times 10^1$  UFC/g y ausencia de salmonella P/A/25g.

### SUMMARY:

The present research work was developed in the Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) belonging to the Juan Misael Saracho Autonomous University, cow milk was used as raw material. The inputs used were; lactic culture, calcium chloride, enzymatic rennet, annatto dye and salt. Likewise, physicochemical and microbiological analysis of milk in the laboratory (CEANID) was carried out, resulting in: acidity of 0.18%; total calcium 111 mg/100g; ashes 0.70%; phosphorus 91.48mg /100g; 3.6% fat; total iron 0.08mg / 100g; 3.02% protein; total solids 12.14%; aerobic mesophilic bacteria  $2.5 \times 10^5$  CFU/g; total coliforms  $1.3 \times 10^3$  CFU/g; Fecal coliforms  $2.6 \times 10^2$  CFU/g and absence of salmonella P/A/25g.

A sensory evaluation was carried out to determine the standard sample between GPA and GMÑ, where the attributes were considered; flavor, texture, color, aroma and consistency; the GPA sample being chosen; Likewise, the sensory evaluation was carried out with five preliminary samples to determine the prototype sample where the attributes were considered; flavor, texture, aroma and consistency; the sample QG5 being chosen.

The process of obtaining Gouda cheese comprises the stages; reception, sanitation, pasteurization, coagulation, curd treatment, draining, molding, pressing, unmolding, salting, ripening and packaging. In the coagulation stage, a factorial design 23 was proposed, where the factors analyzed were” culture (60-40, 50-50)%” “rennet (0.003-0.002)%” and “coagulation temperature (36-33).oC”. Taking

as response variable acidity expressing as lactic acid. Statistically, it was established that no factor is significant over the response variable for  $p < 0.01$ . Therefore the factors do not directly influence the fermentation process.

To determine the dosage of supplies, the sensory evaluation of eight samples was performed; making variation in the percentage of culture, rennet and coagulation temperature. Likewise, samples QG05, Q06 and Q08 were chosen for the characterization of sensory attributes of the final product where the attributes of flavor, texture, consistency, adherence, granularity and acidity were considered.

After the sensory evaluation in the characterization of sensory attributes, it was obtained that the sample QG01; coagulation temperature (36oC), lactic culture (50-50)%, rennet (0.03%) has greater acceptance by the judges. Likewise, a sensory evaluation was performed to adjust the color and percentage of salt in the final product, leaving the sample QG101 (3.10) for the color attribute and QG301 (3.55) as the percentage of salt with greater acceptance by the judges.

Carried out in monitoring of acidity, pH and soluble solids (oBrix) in the Gouda cheese making process. It was observed that the treatment in curd formation there is a decrease in acidity, increase in pH and decrease in soluble solids (oBrix).

The physicochemical and microbiological analysis of the final product in the laboratory (CEANID) resulted in: ash 3.3%; fat 24.66%; Calcium 563 mg/100g; Phosphorus 303.50 mg/100g; iron 1.08 mg/100g; humidity 47.13%; acidity 1.74% mesophilic aerobic bacteria  $1.3 \times 10^4$  CFU/ g; total coliforms  $<1.0 \times 10^1$ CFU/g; Fecal coliforms  $<1.0 \times 10^1$  CFU/g and absence of salmonella P/A/25g.

## I. INTRODUCCIÓN

El queso es una de las formas de transformación de la leche que permite conservar su valor nutritivo, mejorando sus características organolépticas y aumentar su vida útil (Gómez, 2005). Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente

por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, el cual por coagulación, engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche (Ramírez y Vélez, 2012).

El Gouda es un queso firme/semiduro, cuyo color varía de casi blanco a amarillo, y presenta agujeros de hasta 10 mm de diámetro distribuidos de forma regular. Para desarrollar sus características de sabor y textura requiere una maduración de 3 semanas a 10°C-17°C. Como materia prima se utiliza leche de vaca o de búfala o una combinación de ellas (CODEX, 2013).

De acuerdo al Codex Alimentarius de la FAO/OMS (2008), el queso es el producto sólido o semisólido, madurado o fresco, en el que el valor de la relación suero proteínas/caseína no supera al de la leche, y que es obtenido por coagulación (total o parcial) de la leche por medio de la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lactosuero (Scott et al., 1998).

Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, el cual por coagulación, engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales permanecen adsorbidas en el sistema o se mantienen en la fase acuosa retenida (Walstra et al., 2006).

En términos generales, se habla de que existen dos fenómenos opuestos que controlan la firmeza del queso. El primero consiste en la acción de las diferentes enzimas proteolíticas sobre la matriz proteica, principalmente sobre la  $\alpha$ s1-caseína, que da como resultado una disminución de la firmeza y en consecuencia, modificaciones en algunas propiedades como el color, la elasticidad y textura del queso (Lawrence et al., 1987; Lucey et al., 2003). El segundo es el efecto de pérdida de humedad, que al provocar una disminución de la hidratación de las proteínas conduce a una mayor interacción de las mismas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica (Adda et al.1982; Walstra, 1990).

Otro de los cambios bioquímicos que ocurren en el queso es la lipólisis. En la estructura del queso, la grasa se encuentra distribuida como material de relleno en la matriz proteica, por lo tanto si se incrementa su contenido en la formulación, el queso presentará menor firmeza y mayor elasticidad, mientras que cuando su contenido se reduzca (ya sea por acción lipolítica o intencional para fines de obtener un producto con bajo contenido en grasa) se obtendrán quesos más duros y rígidos (Theophilou y Wilbey, 2007).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

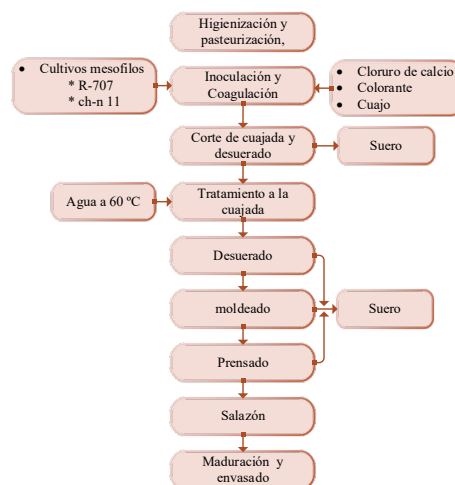
### MATERIALES

Se utilizó como materia prima leche de vaca proveniente de la granja “Luján” de la provincia Cercado del departamento de Tarija. Los insumos alimentarios: cultivo láctico, cloruro de calcio, cuajo enzimático, colorante achiote, sorbato de potasio y sal. En cuanto a maquinaria y equipos de laboratorio se utilizó una prensa manual, cocina industrial, moldes para queso (250-500)g, termómetro de alcohol (rango:-10°C a 100°C), balanza analítica (Marca: KERN; Capacidad 220g), envasadora a vacío (Marca: Ehrlich; Potencia:220V; Material: Acero inoxidable), entre otros.

### METODOLOGÍA

En la Figura 1, se describe el proceso experimental para la obtención de queso Gouda

Figura 1. Diagrama para el proceso de obtención de queso Gouda



## Higienización y pasteurización

La leche es filtrada con la finalidad de eliminar partículas extrañas (pelos, tierra y otros); posteriormente se pasa al proceso de pasteurización utilizando baño maría haciendo elevar la temperatura hasta 65°C y manteniendo constante durante 20 minutos; con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos e inactivar enzimas presente en la leche.

## Inoculación y coagulación

La leche pasteurizada es atemperada a 36 °C, y se realiza la inoculación (Alamanza y Pardo, 2003) de cultivo (0,001 %), cuajo (0,003%) y cloruro de calcio (0,02 %). Agregados los insumos, la leche se deja a temperatura constante por un tiempo de 30 minutos hasta la formación del gel (cuajada)

## Corte de cuajada y desuerado

Se procede al corte de cuajada de manera manual con una lira horizontal y con un cuchillo de acero inoxidable de manera vertical en cubos entre (0,5-1) cm. de cada lado para dar inicio al proceso de sinéresis (desuerado), la cuajada es cortada y debe permanecer en reposo durante 5 minutos para que libere suero, y compacten los granos. Posteriormente se agita suavemente de manera manual con una paleta de madera, hasta obtener un tamaño de grano homogéneo. Finalmente, se deja reposar por un tiempo de 5 minutos hasta que los granos se depositen en el fondo del recipiente. Una vez que la cuajada se deposita en el fondo del recipiente, se procede a eliminar el 30% del suero. En la Figura 2, se observa el proceso de agitación y desuerado de la cuajada.

Figura 2. Proceso de agitación y desuerado de la cuajada



## Tratamiento de la cuajada

Esta etapa contribuye a reducir la acidez como así también a la eliminación y/o disminución de lactosa de la cuajada. En esta etapa del proceso se realizan dos lavados. Para el primer lavado de la cuajada se

utilizó agua filtrada a 60°C, y se le agrega sorbato de potasio al 15%, el agua es agregada lentamente sobre la cuajada hasta alcanzar los 37°C, reponiendo el 30% de suero que se elimina durante el desuerado; Se agita constantemente con una paleta por un tiempo de 10 minutos; evitando que esta se plastifique (aglomere) transcurridos los 10 minutos de agitación se drena el 50% de suero, en relación de leche utilizada. Una vez eliminado el 50% del suero, se procede con el segundo lavado de la cuajada, que consiste en la adición de agua filtrada a 60°C, con 10% de sorbato de sodio. Agregando lentamente sobre la cuajada hasta alcanzar una temperatura de 39°C, reponiendo la misma cantidad del volumen de suero extraído y se continua con agitación constante por un tiempo de 10 minutos. Con el fin de conseguir la formación de granos del tamaño de un trigo o de maíz. En la Figura 3, se muestra el proceso de tratamiento de la cuajada.

Figura 3. Tratamiento de la cuajada



## Desuerado y moldeado

Realizado el tratamiento de la cuajada; se procede al desuerado de la misma, de forma manual eliminando todo el suero con la ayuda de un colador plástico para retener los finos de la cuajada. Posteriormente se cortó la cuajada en trozos (1,5-2,0) cm. para facilitar la eliminación del suero. Finalizado el proceso de desuerado, se procede al moldeado utilizando moldes plásticos circulares de 250g de capacidad, los cuales tienen una tela filtrante internamente para eliminar el suero restante, la cuajada es colocada en los moldes y tapado con la misma tela filtrante para pasar al prensado.

## Prensado

Este proceso se realiza colocando los moldes de plástico, uno sobre otro de manera vertical en la prensa manual. Para esto se utilizó un peso de 10 kg

por un tiempo de 17 horas, luego se procede a retirar los moldes de la prensa y separar los quesos de la tela filtrante.

### Salazón

Los quesos retirados de los moldes se pasan al proceso de salazón el cual se hace mediante inmersión en salmuera (Mantallana, 1952) al 16% en un recipiente de acero inoxidable a 15°C y tiempo de 10 horas. Para lo cual los quesos son volteados cada 5 horas con el fin de tener una mejor salazón. Posteriormente de la salazón los quesos son llevados a oreado y maduración por un tiempo entre 15 a 20 días aproximadamente.

### Maduración

Los quesos son madurados en cámara de maduración a temperatura entre (10-20)°C. Durante la maduración los quesos permanecen 14 días en cámara de maduración, volteándolos diariamente durante 4 días hasta que formen una ligera corteza y luego cada 2 días hasta completar los 14 días de maduración, concluidos los 14 días los quesos son envasados. En la figura 4, se observan quesos en proceso de maduración.

Figura 4. Quesos en proceso de maduración



### Envasado

El envasado se lleva a cabo en bolsas termo contraíbles, utilizando una envasadora a vacío para luego ser introducidos en un recipiente de acero inoxidable con agua a temperatura de ebullición, para hacer que las bolsas se contraigan según la forma del queso.

## Metodología utilizada para la obtención de resultados

### Análisis fisicoquímico

En la Tabla 1, se muestran los análisis fisicoquímicos (Kirg y Egan, 1996) de la materia prima y producto terminado en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la U.A.J.M.S.

Tabla 1. Análisis fisicoquímicos en materia prima y producto final

Parámetros	Técnica	Unidad
Humedad	Gravimetría	%
Cenizas	Gravimetría	%
Grasa	Gravimetría	%
Proteína	Volumetría	%
Fibra	Gravimetría	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g
pH	Potenciometría	-
Acidez titulable	Volumetría	%

### Análisis microbiológico

En la Tabla 2, se muestran los análisis microbiológicos de la materia prima y producto terminado en el “CEANID”; perteneciente a la U.A.J.M.S.

Tabla 2. Análisis microbiológicos en materia prima y producto final

Parámetros	Técnica	Unidad
Bacterias aerobias mesofílicas	NB 32003:05	UFC/g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g

### Características organolépticas

Se realizó el análisis organoléptico (Tabla 3) durante el proceso de elaboración y producto terminado. Así mismo, se procedió a utilizar las pruebas estadísticas (Ureña et al, 1999) de Duncan para valorar los atributos sensoriales.

Tabla 3. Análisis organolépticos en caracterización de variables de proceso

Evaluación sensorial para elegir muestra patrón			
Muestras	Atributos	Jueces	Escala
GPA GMÑ	Sabor	20	hedónica 5 puntos
	Textura		
	Color		
	Aroma		
	Consistencia		
Evaluación sensorial para elegir muestra prototipo			
QG01	QG04	20	hedónica 5 puntos
QG02			
QG03	QG05		
Evaluación sensorial en la dosificación de insumos			
QG01	QG05	21	hedónica 5 puntos
QG02	QG06		
QG03	QG07		
QG04	QG08		
	Adherencia		
	Acidez		
Evaluación sensorial para elegir producto final			
Muestras	Atributos	Jueces	Escala
QG01 QG02 QG03	Textura	21	hedónica 5 puntos
	Sabor		
	Aroma		
	Firmeza		
	Granulosidad		
	Adherencia		
Evaluación sensorial para el atributo color			
QG101	Color	20	hedónica 7 puntos
QG102			
Evaluación sensorial para porcentaje de sal			
QG201	% sal	20	hedónica 5 puntos
QG202			

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial (Ramírez, 2017) de tres niveles 23 en la etapa de coagulación, realizando variación de los factores: cultivo láctico; cuajo y temperatura de coagulación. Manejando dos niveles de variación para cada factor (Tabla 4), teniendo como variable respuesta la acidez expresado como porcentaje de ácido láctico.

Tabla 4. Diseño experimental en la etapa de coagulación

Corridos	Variables			Interacciones				Variable respuesta	
	Ci	Cu	T	CiCu	CiT	CuT	CiCuT	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
Ci	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
Cu	-	+	-	-	+	-	+	Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
CiCu	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
T	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>
CiT	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>
CuT	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>
CiCuT	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>8</sub>	Y <sub>8</sub>

### III. RESULTADOS

En base a la propuesta metodológica, se procede a realizar la caracterización de los resultados a nivel experimental.

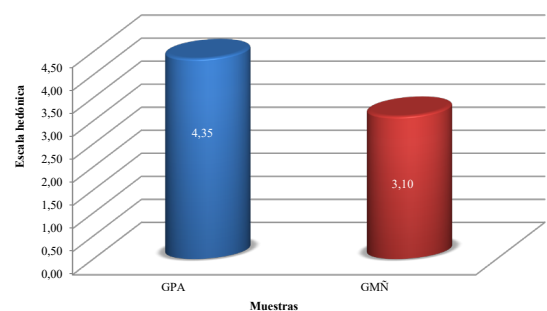
#### Elección de muestra patrón de queso Gouda

Para la elección de muestra patrón se consideró dos muestras de queso Gouda existentes en el mercado local; GPA (queso Gouda PIL Andina) y GMÑ (queso Gouda de quesos la Muña).

#### Evaluación sensorial del atributo sabor en elección de muestra patrón

En la Figura 5, se observa que la muestra GPA (4,35); tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor en comparación con la muestra GMÑ en escala hedónica de 5 puntos, según (Ureña et al, 1999).

Figura 5. Atributo sabor para elegir muestra patrón



Así mismo realizado el análisis estadístico Duncan, (Tabla 5) se observa que existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se considera la preferencia de los jueces por la muestra GPA (4,35); como la mejor opción para el atributo sabor.

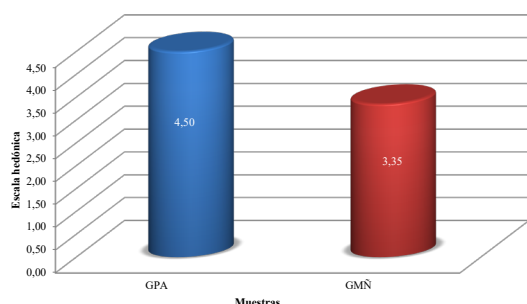
Tabla 5. Prueba Duncan para el atributo sabor

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
GPA-GMÑ	1,25	>	0,93	Si existe diferencia significativa

### Evaluación sensorial del atributo textura en elección de muestra patrón

En la Figura 6, se observa que la muestra GPA (4,50); tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura en comparación con la muestra GMÑ en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 6. Atributo textura para elegir muestra patrón



Así mismo realizado el análisis estadístico Duncan, (Tabla 6) se observa que existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se considera la preferencia de los jueces por la muestra GPA (4,50); como la mejor opción para el atributo textura.

Tabla 6. Prueba Duncan para el atributo textura

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
GPA-GMÑ	1,15	>	0,81	Si existe diferencia significativa

### Elaboración de muestra prototipo de queso Gouda

Para la elaboración de muestra prototipo se elaboró cinco muestras (Tabla 7). Realizando variación en el porcentaje de insumos

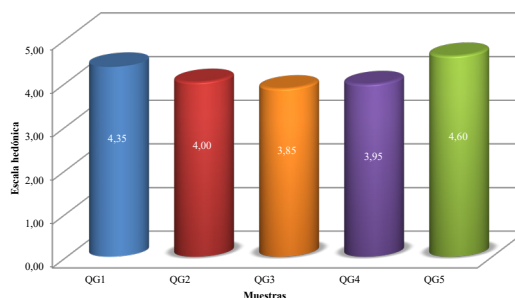
Tabla 7. Variación porcentual en dosificación de insumos

Muestras	Variación en porcentaje de insumos				
	Leche entera (%)	Cultivo láctico (%)	Cloruro de calcio (%)	Cuajo (%)	
QG1	99,976	0,001	R-707 (40)	0,020	0,003
			CNH-11 (60)		
QG2	99,967	0,001	R-707 (60)	0,030	0,002
QG3	99,977	0,001	R-707 (50)	0,020	0,002
QG4	99,966	0,001	R-707 (300)	0,030	0,003
QG5	99,982	0,001	R-707 (50)	0,015	0,003

### Evaluación sensorial del atributo sabor en elección de muestra prototipo

En la Figura 7, se observa que la muestra QG5 (4,60) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor, seguido de QG1, QG2, QG3, QG4 en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 7. Atributo sabor en elección de muestra prototipo

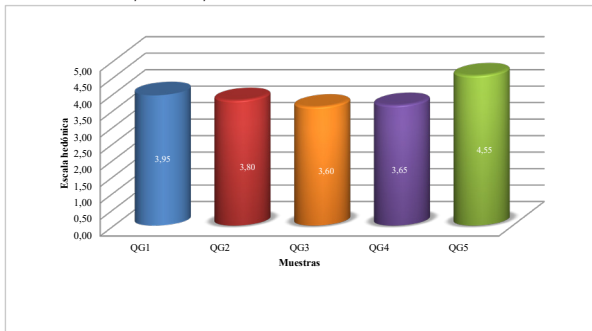


Así mismo realizado el análisis estadístico Duncan para  $p < 0,01$ , se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG5 (4,60); como la mejor opción para el atributo sabor para muestra prototipo.

### Evaluación sensorial del atributo textura en elección de muestra prototipo

En la Figura 8, se observa que la muestra QG5 (4,55) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura, seguido de QG2, QG4 y QG3, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 8. Atributo textura en elección de muestra prototipo



Así mismo realizado el análisis estadístico Duncan para  $p < 0,01$ , se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG5 (4,55); como la mejor opción del atributo textura para muestra prototipo.

### Caracterización de atributos sensoriales en la dosificación de insumos para la elaboración de queso Gouda

A nivel experimental se procedió a realizar la elaboración de ocho muestras de queso Gouda con la finalidad de determinar la dosificación de insumos realizando variación de componente (Tabla 8). Dichas muestras fueron sometidas a evaluación sensorial donde se consideran los atributos textura, aroma y sabor.

Tabla 8. Variación porcentual de cuajo, cultivo y temperatura de coagulación

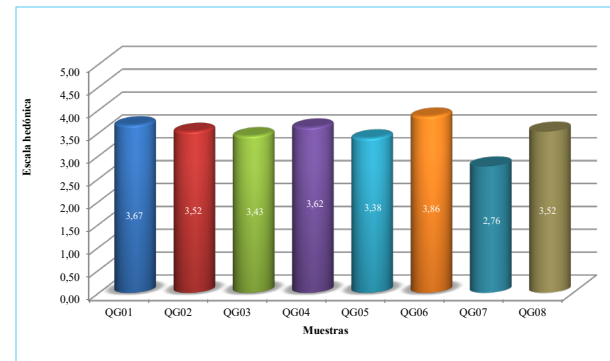
Muestras	Variación porcentual		
	Cultivo (%)	Cuajo (%)	Temperatura de coagulación (°C)
QG01	50-50	0,002	33
QG02	60-40	0,002	33
QG03	50-50	0,003	33
QG04	60-40	0,003	33
QG05	50-50	0,002	36
QG06	60-40	0,002	36
QG07	50-50	0,003	36
QG08	60-40	0,003	36

### Evaluación sensorial del atributo textura

En la Figura 9, se observa que la muestra QG06 (3,86), tiene mayor aceptación por los jueces para

el atributo textura, seguido de las muestras QG01, QG04, QG02, QG03, QG05, QG07 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 9. Atributo textura en dosificación de insumos

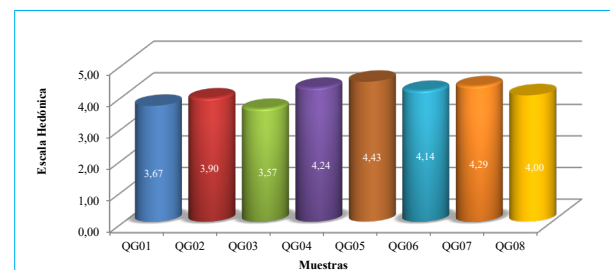


Así mismo realizado el análisis estadístico Duncan para  $p < 0,01$ , se considera la preferencia de los jueces por la muestra QG06 (3,86) como la mejor opción para el atributo textura.

### Evaluación sensorial del atributo sabor

En la Figura 10, se observa que la muestra QG05 (4,43), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor, seguido de las muestras QG07, QG04, QG02, QG03, QG5, QG07 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 10. Atributo sabor en dosificación de insumos

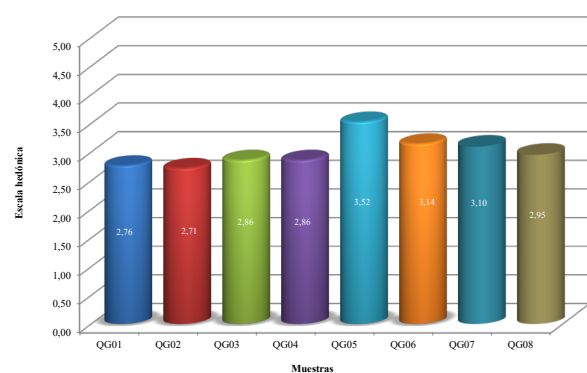


Así mismo realizado el análisis estadístico Duncan para  $p < 0,01$ , se considera la preferencia de los jueces por la muestra QG05 (4,43) como la mejor opción para el atributo sabor.

### Evaluación sensorial del atributo aroma

En la Figura 11, se observa que la muestra QG05 (3,52), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma seguido de las muestras QG06, QG07, QG01, QG02, QG03, QG04 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 11. Atributo aroma en dosificación de insumos



Así mismo realizado el análisis estadístico Duncan para  $p < 0,01$ , se considera la preferencia de los jueces por la muestra QG05 (3,52) como la mejor opción para el atributo aroma.

Las muestras QG05, Q06 y Q08 fueron elegidas para la caracterización de atributos sensoriales para el producto final por obtener los valores para los atributos: textura QG05 (3,38); QG06 (3,86); QG08 (3,52); sabor QG05 (4,43), QG06 (4,14), QG08 (4,00); aroma QG05 (3,52), QG06 (3,14), QG08 (2,95).

### Diseño experimental en la etapa de coagulación de queso Gouda

En la Tabla 9, se muestra la matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de coagulación para la obtención de queso Gouda, el diseño experimental que se aplicó corresponde al tipo  $2^3$

Tabla 9. Matriz de resultados de la variable respuesta acidez (ácido láctico)

Combinaciones	Factores			Réplica I	Réplica II	Yi
	Ci	Cu	T			
(1)	-	-	-	0,72	0,63	1,35
Ci	+	-	-	0,63	0,63	1,26
Cu	-	+	-	0,54	0,54	1,08
CiCu	+	+	-	0,63	0,63	1,26
T	-	-	+	0,72	0,72	1,44
CiT	+	-	+	0,63	0,72	1,35
CuT	-	+	+	0,81	0,63	1,44
CiCuT	+	+	+	0,63	0,72	1,35

Análisis estadístico del diseño experimental en la etapa de coagulación de queso Gouda

En la Tabla 10, se observa las variables: cultivo (Ci); cuajo (Cu); temperatura de coagulación (I); y

las interacciones; (CiCu); (CiT); (CuTe); (CiCuT); no existe evidencia significativa para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, ninguna de las variables incide en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico) durante el proceso de coagulación.

Tabla 10. Cuadro análisis de varianza para los factores del proceso de coagulación de queso Gouda

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fcal	Ftab
SS(total)	0,076	15			
SS(Ci)	0,001	1	0,001	0,123	11,26
SS(Cu)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(T)	0,025	1	0,025	6,031	11,26
SS(CiCu)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(CiT)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(CuT)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(CiCuT)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
Error	0,033	8	0,004		

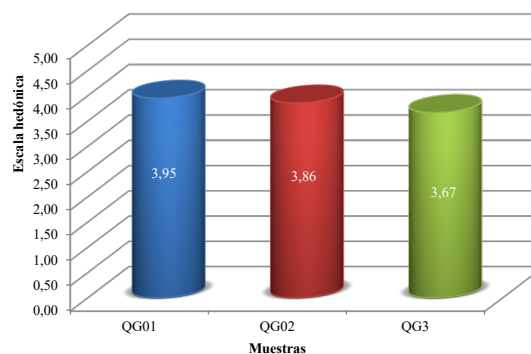
### Caracterización de atributos sensoriales en la dosificación de insumos para la elaboración de queso Gouda

Para la caracterización de los atributos sensoriales en la determinación de producto final se realizó evaluación sensorial con tres muestras.

#### Evaluación sensorial del atributo textura

En la Figura 12, se observa que la muestra QG01 (3,95), es la más blanda seguida de la muestra QG02 y QG05 con una textura semiblanda, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 12. Atributo textura en caracterización de atributos para el producto final



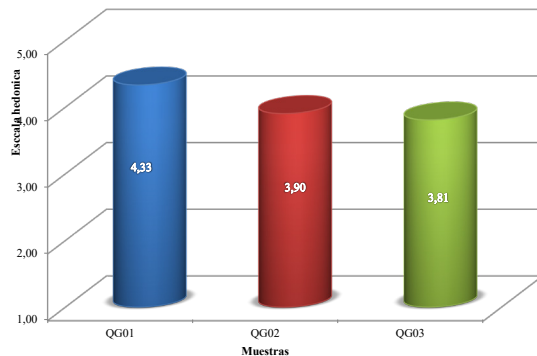


Así mismo realizado el análisis estadístico ANVA, se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,08 < 5,18$ ), se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser tomada en cuenta. Sin embargo se considera la preferencia de los jueces por la muestra QG01 como la mejor opción para el atributo textura para producto final.

### Evaluación sensorial del atributo sabor

En la Figura 13, se observa que la muestra QG01 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor, seguida de la muestra QG02 y QG03, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 13. Atributo sabor en caracterización de atributos para el producto final

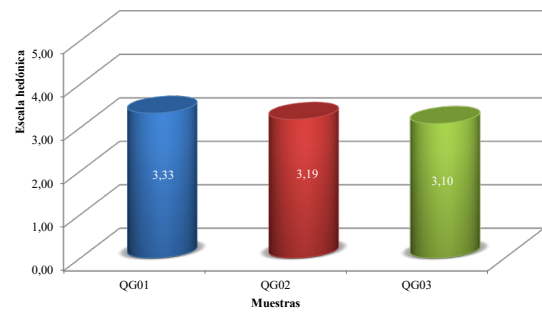


Así mismo realizado el análisis estadístico ANVA, se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $2,51 < 5,18$ ), se puede decir que no hay evidencia estadística significativa; por lo tanto cualquiera de las muestras pueden ser tomada en cuenta. Sin embargo, se considera la preferencia de los jueces por la muestra QG01 como la mejor opción para el atributo sabor.

### Evaluación sensorial del atributo aroma

En la Figura 14, se observa que la muestra QG01 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma, seguida de la muestra QG02 y QG03, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 14. Atributo aroma en caracterización de atributos para el producto final



Así mismo realizado el análisis estadístico ANVA, se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,45 < 5,18$ ), se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser tomada en cuenta. Sin embargo se considera la preferencia de los jueces por la muestra QG01 (3,33), como la mejor opción para el atributo aroma.

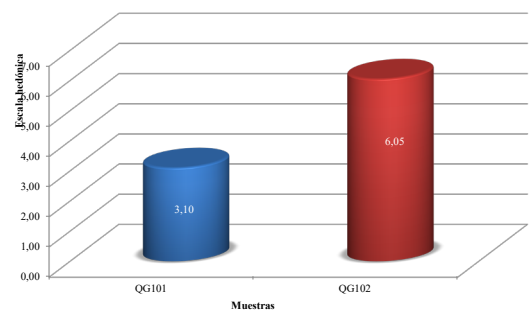
### Ajuste del atributo color y porcentaje de sal en el producto final

Para ajustar el atributo color del producto final se realizó evaluación sensorial con la muestra (QG01) elegida por los jueces en la caracterización de atributos sensoriales para elegir producto final de queso Gouda. Para la evaluación sensorial, se utilizó 20 jueces no

### Evaluación sensorial del atributo color

En la Figura 15, se observa que la muestra QG01 (3,10), es la que tiene color más próximo a la muestra patrón por tanto mayor aceptación por los jueces en escala hedónica de 7 puntos.

Figura 15. Atributo color en caracterización de atributos para el producto final



Así mismo realizado el análisis estadístico (Tabla 14), se observa existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG101 (3,10), como la mejor opción para el atributo color.

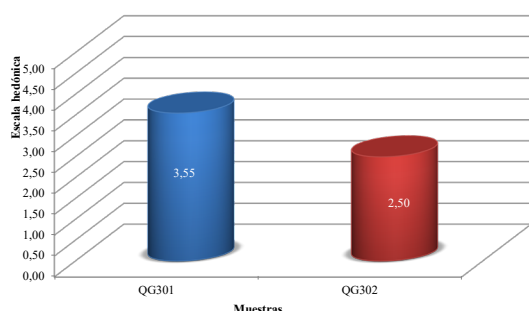
Tabla 14. Prueba Duncan para el atributo color

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG0102-QG101	2,95	<	0,61	Si existe diferencia significativa

### Evaluación sensorial en la determinación de porcentaje de sal

En la Figura 16, se observa que la muestra QG301 (3,55), es la que tiene mayor aceptación por los jueces seguido de la muestra QG302, en escala hedónica de 5 puntos.

Figura 16. Atributo porcentaje de sal en caracterización de atributos para el producto final



Así mismo realizado el análisis estadístico (Tabla 15), se observa existe evidencia estadística significativa. Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG301 con un promedio (3,55), como la mejor opción para porcentaje de sal en el producto final.

Tabla 15. Prueba Duncan para el porcentaje de sal

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG301-QG302	1,05	>	0,63	Si existe diferencia significativa

### Control de acidez, pH y sólidos solubles en la etapa de coagulación de la leche para la elaboración de queso gouda

Una vez definida las variables en la etapa de coagulación (cantidad de cultivo láctico, cantidad de

cuajo y temperatura de coagulación), se procedió a controlar la variable acidez, pH y sólidos solubles en la etapa de coagulación, tratamiento de la cuajada y desuerado en el proceso de elaboración de queso Gouda.

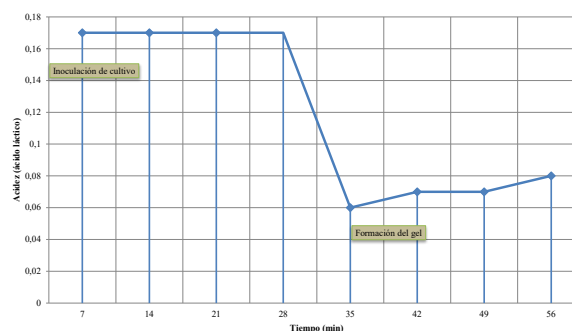
### Control de acidez y pH en la atapa de coagulación de la leche durante el proceso de elaboración de queso gouda

En la Tabla 16, se muestran los resultados obtenidos de los valores de acidez, expresados en ácido láctico y pH tomados en un intervalo de tiempo de 7 minutos.

Tabla 16. Valores de acidez y pH en la etapa de coagulación de la cuajada

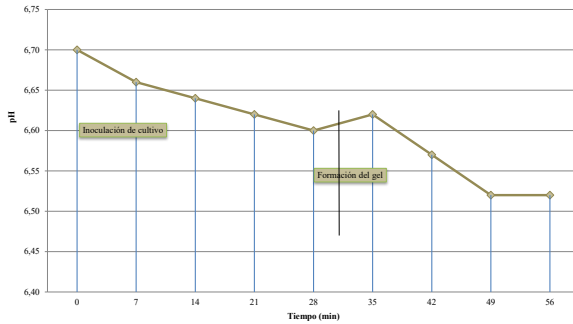
Tiempo (min)	Acidez (ácido láctico)	pH
7	0,17	6,66
14	0,17	6,64
21	0,17	6,62
28	0,17	6,60
35	0,06	6,62
42	0,07	6,57
49	0,07	6,52
56	0,08	6,52

Figura 17. Variación de acidez vs tiempo en la etapa de coagulación de la cuajada



En la Figura 17, se puede observar que la acidez se mantiene constante desde los 0 minutos con un valor de 0,17(ácido láctico), hasta los 28 minutos la cual desciende a 0,06(ácido láctico). En el minuto 35 donde inicia la formación del gel y la acidez va aumentando gradualmente hasta el minuto 56 de proceso.

Figura 18. Variación pH vs tiempo en la etapa de coagulación de la cuajada



En la figura 18, se puede observar que el pH va descendiendo gradualmente desde el minuto cero de inoculación de cultivo hasta el minuto 28, donde se realiza la adición de calcio, cuajo y colorante se presenta un aumento de pH 6,60 a 6,63 en el minuto 35, al iniciar la formación de gel el pH va disminuyendo hasta pH 6,52 donde se procede al lirado.

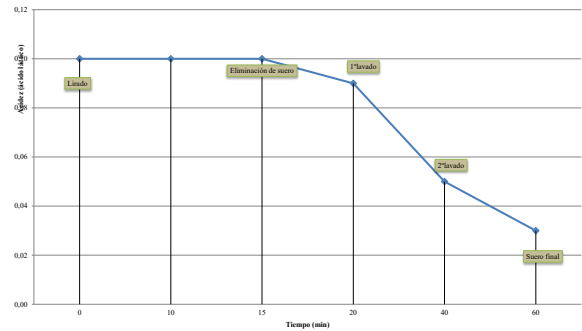
**Control de acidez y pH en la etapa de desuerado y tratamiento de la cuajada durante la elaboración de queso Gouda**

En el Tabla 17, se muestran los resultados obtenidos de los valores de acidez expresados en ácido láctico y pH tomados en la etapa de desuerado y tratamiento de la cuajada.

Tabla 17. Valores de acidez y pH en el proceso de desuerado y tratamiento de la cuajada

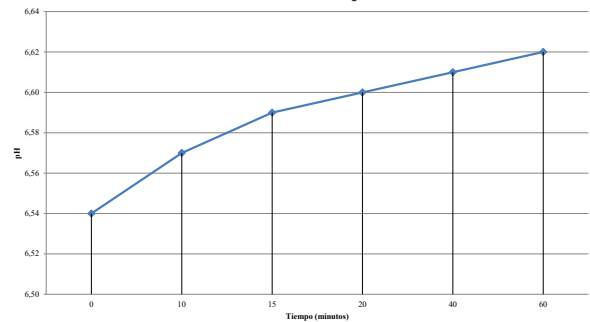
Tiempo (min)	Acidez (ácido láctico)	pH
0	0,10	6,54
10	0,10	6,57
15	0,10	6,59
20	0,09	6,60
40	0,05	6,61
60	0,03	6,62

Figura 19. Variación de acidez vs tiempo en el desuerado y tratamiento de la cuajada



En la Figura 19, se puede observar que la acidez se mantiene constante desde los 0 minutos con un valor de 0,10 (ácido láctico) hasta los 15 minutos donde comienza la etapa de tratamiento de la cuaja la misma que va disminuyendo gradualmente hasta el minuto 60 de proceso finalizando con un valor de 0,03 (ácido láctico).

Figura 20. Variación de pH vs tiempo en el desuerado y tratamiento de la cuajada



En la Figura 20, se puede observar que el pH aumenta gradualmente de 6,54 o 6,62 desde los 0 minutos hasta los 6 minutos en el proceso de tratamiento y desuerado de la cuajada.

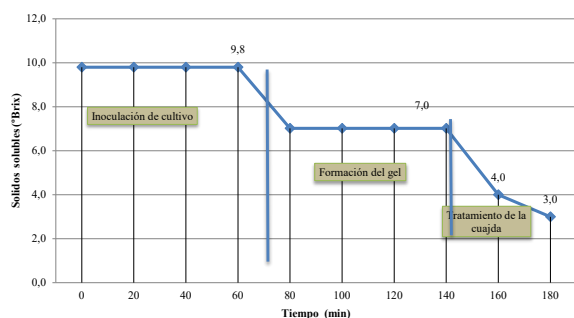
**Control de sólidos solubles en la etapa de coagulación y desuerado de la cuajada durante la elaboración de queso gouda**

En el Tabla 18, se muestran los resultados obtenidos de los valores de sólidos solubles en °Brix presentes en la leche y en suero tomados en el proceso de elaboración de queso Gouda.

Tabla 18. Valores de sólidos solubles en el proceso de coagulación y desuerado de la cuajada

Etapa	Tiempo (Min)	Sólidos solubles (°Brix)
Leche cruda	0	9,8
Leche pasteurizada	20	9,8
Leche inoculada	40	9,8
Leche inoculada	60	9,8
Inicio formación del gel	80	7,0
Formación del gel	100	7,0
Lirado	120	7,0
1º lavado	140	7,0
2º lavado	160	4,0
Suero final	180	3,0

Figura 21. Variación de sólidos solubles (°Brix) vs tiempo el proceso de coagulación y desuerado de la cuajada



En la Figura 21; se puede observar que desde los 0 minutos estos se mantienen constantes con 9,8 °Brix medidos en la leche cruda y leche con cultivo; hasta los 60 min. donde desciende hasta los 7,0° Brix mismos que fueron medidos en el suero durante la formación del gel; durante el tratamiento de la cuajada estos descienden hasta los 3,0 °Brix, medidos en el suero eliminado del tratamiento.

### Caracterización del producto final

Para la caracterización del producto final se consideraron dos parámetros importantes:

### Análisis fisicoquímico del producto final queso Gouda

En la Tabla 19. Se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de queso Gouda para un tiempo de maduración entre (15-20) días de maduración.

Tabla 19. Análisis fisicoquímico del producto final queso Gouda

Parámetros	Resultados	Unidad
Acidez (Ácido láctico )	1,74	%
Calcio total	563	mg/100g
Fibra	n.d.	%
Cenizas	2,37	%
Fósforo	303,50	mg/100g
Materia grasa	24,66	%
Hierro total	1,08	mg/100g
pH	4,68	
Proteína total (Nx6,38)	22,27	%
Hidratos de carbono	3,57	%
Humedad	47,13	%
Valor energético	325,3	Kcal/100g

En la Tabla 19, se observa que el producto final queso Gouda tiene: acidez de 1,74%; calcio total 563 mg/100g; fibra n.d.; cenizas 2,37%; fósforo 303,5 mg/100g; materia grasa 24,66%; hierro total 1,08 mg/100g; proteína 22,27%; hidratos de carbono 3,57%; humedad 47,13%; y valor energético 325,3 kcal/100g.

### Análisis microbiológicos del producto final queso Gouda

En la Tabla 20, se muestran los resultados de los análisis microbiológicos del queso Gouda.

Tabla 20. Análisis microbiológico del producto final queso Gouda

Parámetros	Resultados	Unidad
Bacterias aerobias mesófilas	1,3x10 <sup>4</sup>	UFC/g
Coliformes totales	<1,0x10 <sup>4</sup> (*)	UFC/g
Coliformes fecales	<1,0x10 <sup>4</sup> (*)	UFC/g
Salmonella	Ausencia	P/A/25g

Dónde: \*no se observa desarrollo de colonias

En la Tabla 20, se observa que el queso Gouda tiene: 1,3x10<sup>4</sup> UFC/g de bacterias aerobias mesófilas; <1,0x10<sup>4</sup>(\*) UFC/g coliformes totales; <1,0x10<sup>4</sup>(\*) UFC/g coliformes fecales y Ausencia de salmonella P/A/25g.

### IV. DISCUSIÓN

Realizado los análisis fisicoquímicos en la materia prima muestra que la leche de vaca tiene: calcio total 111 mg/100g; cenizas 0,70%; materia grasa 3,6%;

proteína 3,02%; sólidos totales 12,14%; humedad 87,86%; y valor energético 63,76 kcal/100g. Los resultados están dentro de los parámetros citados para leche de vaca (Meyer, 1988); siendo los parámetros de calidad para este tipo de materia prima, que son materia grasa 3,75%, humedad de 87%, proteína de 3,7% estando dentro de los rangos establecidos (IBNORCA, 2010).

Los análisis microbiológicos de la leche de vaca presenta  $2,5 \times 10^5$  UFC/g de bacterias aerobias mesófilas;  $1,3 \times 10^3$  UFC/g coliformes totales;  $2,6 \times 10^2$  UFC/g coliformes fecales y ausencia de salmonella P/A/25g. Los datos estarían dentro del rango de la Norma Bolivia (NB 33013) para productos lácteos.

Realizada la evaluación sensorial para elegir muestra patrón se eligió la muestra GPA (Gouda PIL Andina) por obtener los valores en los atributos: aroma (4,25); sabor (4,35); textura (4,50); color (4,75) y consistencia (4,35); así mismo realizando el análisis estadístico para el atributo: aroma  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa; sin embargo para: sabor, textura, color y consistencia tiene  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

La muestra prototipo para el desarrollo del presente trabajo de investigación es la muestra QG-1 por obtener los valores promedio en los atributos: sabor (4,60); textura (4,55); aroma (4,20); así mismo realizando el análisis estadístico para los atributos: sabor y textura;  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa, sin embargo para el atributo aroma  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

Realizada la evaluación sensorial en la dosificación de insumos las muestras QG05, Q06 Y Q08 fueron elegidas para la dosificación en la caracterización de atributos del producto final donde se consideró atributo sabor, textura y acidez.

Según el diseño experimental realizado en la etapa de coagulación del proceso de elaboración de queso Gouda, se puede establecer que para las variables cultivo láctico (Ci); cuajo (Cu); temperatura de inoculación (T); no existe evidencia significativa sobre la variable respuesta acidez (ácido láctico) para  $p < 0,01$ .

La muestra QG01 fue elegida como producto final en la caracterización de los atributos sensoriales por obtener los valores promedio en los atributos: textura (3,95); sabor (4,30); aroma (3,33); firmeza (3,67); granulosis (3,33); adherencia (2,43). Así mismo realizando el análisis estadístico para los atributos: textura, sabor, aroma, firmeza y granulosis  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa, sin embargo para el atributo adherencia  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

En la determinación de color la muestra QG101 fue elegida por tener el color más próximo a la muestra patrón, así en la determinación de porcentaje de sal la muestra QG301 es la elegida por tener valor promedio (3,55), al realizar el análisis estadístico  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa.

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto final muestra que el producto presenta cenizas 3,3%; materia grasa 24,66%; calcio 563 mg/100g; fósforo 303,50 mg/100g; hierro 1,08 mg/100g; humedad 47,13% y acidez 1,74%; proteína 22,27%. Según (Osorio et al, 2004) para este tipo de queso el contenido de materia grasa es (26,84%), para 45 de días de maduración que son muy similares a un queso Edam. El contenido de humedad es 40,80%, siendo más seco en comparación al obtenido que es más húmedo y el contenido de proteína es de 26, 22%, siendo mayor.

Los análisis microbiológicos en el producto final presentan:  $1,3 \times 10^4$  UFC/g de bacterias aerobias mesófilas;  $< 1,0 \times 10^1$  (\*) UFC/g coliformes totales;  $< 1,0 \times 10^1$  (\*) UFC/g coliformes fecales y Ausencia de salmonella P/A/25g. Los datos estarían dentro del rango de la Norma Bolivia (NB 32005) para productos lácteos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adda, J., Gripon, J.C. y Vassal, L. 1982. The chemistry of flavour and texture generation in cheese. *Food Chemistry*.9 (1):115-129.
- Almanza Fabritio y María Elena Pardo. (2003) "Guía de procesos para la elaboración de productos lácteos" Editores Siglo Del Hombre S.A – Bogotá

- CEANID, (2018) Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.
- CODEX ALIMENTARIUS. 2013. Norma del CODEX para el gouda. p.1
- FAO/OMS. 2008. Leche y productos lácteos. 2da edición. Norma general del Codex para el queso. Codex Stan 283-1978. Revisión 1999, Enmienda 2006.
- Gómez de Illera Margarita (2005) “Tecnología de lácteos” disponible en: <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/mtecnologia lacteos.pdf>.
- IBNORCA INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACIÓN Y CALIDAD. 2004. NORMA BOLIVIANA NB 33013, Productos Lácteos–Leche Cruda y Fresca. (Segunda revisión). Requisitos. La Paz, Bolivia.
- Meyer, M. 1988. Elaboración de productos lácteos 6ta edición. México DF. Editorial trillas.
- NORMA BOLIVIANA NB 32005 (2002), Ensayos microbiológicos, recuento de bacterias coliformes. (Primera revisión). La Paz, Bolivia.
- NORMA BOLIVIANA NB33013 (2004), Productos Lácteos–Leche Cruda y Fresca. (Segunda revisión). –Requisitos. La Paz, Bolivia
- Kirk, Ronald, S.; Egan, Harnold (1996) Composición y análisis de alimentos de Pearson. México: compañía editorial continental.
- Lawrence, R.C., Creamer, L.K. y Gilles, J. 1987. Syposium: cheese ripening technology. Texture development during cheese ripening. Journal of Dairy Science.70 (8): 1748-1760.
- Mantallana Ventura Santiago (1952) “La Salazón de los Quesos” Ministerio de Agricultura; MADRID.
- Osorio, T., Felipe, Juan; ; Ciro, Velásquez Héctor José y Mejía, Restrepo, Luis Guillermo. (2004). Caracterización textural y fisicoquímica del queso Edam. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Colombia.
- Ramírez, R., Erick.(2017). “Diseño experimental de 2k”. Asignatura de Trabajo Final II (INA 012). Carrera de Ingeniería de Alimentos-UAJMS de Tarija Bolivia.
- Ramírez, López, C.; Vélez, Ruiz, J.C. “Quesos frescos propiedades métodos de determinación y factores que afectan su calidad” disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>
- Scott, R., Robinson, R.K. y Wilbey, R.A. 1998. Cheese varieties. En: Scott, R., Robinson, R.K. y Wilbey, R.A. (Eds). Cheesemaking Practice, Tercera edición. Kluwer Academic/Plenum Publishers, Nueva York, EE.UU. 449 pp.
- Theophilou, P., y Wilbey, R.A. 2007. Effects of fat on the properties of halloumi cheese. International Journal of Dairy Technology.60(1):1-4.
- Ureña, Peralta, Milber, O.; D Arrigo, Huanpaya, Matilde; (1999) Evaluación sensorial de los alimentos “primera edición”. Lima, Perú: Agraria
- Walstra P., Wouters J.T.M. y Geurts T.J. 2006. Dair y Science and Technology. CRC Press. Nueva York, EE.UU. 140-155 pp.
- Walstra, P. 1990. On the stability of casein micelles. Journal of Dairy Science. 73:1965-1979.

**LIBERTAD ECONÓMICA ¿UN DERECHO FUNDAMENTAL?****ECONOMIC FREEDOM: A FUNDAMENTAL RIGHT?**Shirley Gamboa Alba<sup>1</sup><sup>1</sup>Docente Departamento de Derecho Constitucional UAJMS**Dirección para la correspondencia:****Correo Electrónico:** gamboa1964@gmail.com**RESUMEN**

Dentro de la teoría de los derechos fundamentales, se puede observar cómo éstos han cobrado cada vez mayor importancia en el escenario jurídico de los países que se proclaman democráticos. Entre estos, los derechos económicos, establecidos como mandato implícito dentro de la Constitución Política del Estado (CPE) de Bolivia que encuentran su génesis en los principios de libertad e igualdad proclamados en la Carta Fundamental.

El presente artículo, que es parte de la tesis que se viene desarrollando en el Programa de Doctorado en Derecho Constitucional, se realiza un primer análisis de los principios de libertad e igualdad que nos permite llegar también a una primera aproximación del entendimiento de cómo se concibe la libertad económica como derechos fundamental.

**Palabras clave**

Principio de libertad, Principio de Igualdad. Derechos fundamentales, Derecho a la libertad económica.

**ABSTRACT**

Within the theory of fundamental rights, it can be seen how these have become increasingly important in the legal scenario of countries that proclaim themselves democratic. Among these, the economic rights, established as implicit mandate within the Political Constitution of the State (CPE) of Bolivia that find their genesis in the principles of freedom and equality proclaimed in the Fundamental Charter.

This article, which is part of the thesis that is being developed in the Doctorate Program in Constitutional Law, is a first analysis of the principles of freedom and equality that allows us to also reach a first approximation of the understanding of how it is conceived economic freedom as fundamental rights.

**KEYWORDS**

Principle of freedom, Principle of Equality. Fundamental rights, Right to economic freedom.

**INTRODUCCIÓN**

En el campo de las ciencias sociales, la relación entre derecho y economía o viceversa, es tal vez una de las más indiscutibles. La interdependencia entre una y otra se hace cada vez más evidente y se presenta como una relación dinámica causa-efecto, que conlleva a una serie de interrogantes relativas a: la posibilidad práctica de ejercer un derecho sin la posesión de los recursos mínimos para lograrlo o la pretendida autonomía de la voluntad individual en la producción e intercambio de bienes y servicios, para satisfacer las ilimitadas necesidades de los seres humanos. Incluso la inexistencia de una norma jurídica específica para un hecho económico concreto, gracias al principio general de libertad, se convierte en una norma jurídica en sí misma hasta que aparezca una expresa que lo regule.

Si se toma como eje común, los textos constitucionales, el hecho que su contenido expresa la concepción política general de la sociedad a la que pretende regular; es lógico también que traiga aparejado a su vez, una idea o modelo económico orientado a su pensamiento político en ella definido.

De tal forma, la manera cómo se obtiene y distribuyen los recursos que satisfacen las necesidades de la población, será siempre objeto de la voluntad de los seres humanos y por tanto objeto del derecho.

Ejercer el derecho a desarrollar la actividad económica de la preferencia de cada quien, es un tema de profundas discusiones entre diversas acepciones políticas, unas que van desde el derecho natural de la persona a hacerlo, siempre en todo lugar y sin ningún tipo de limitación y, otras que extraen la posibilidad del individuo y lo reservan a la sociedad en su conjunto.

En Bolivia, la Constitución Política del Estado, sancionada el 2009, consagra la visión del modelo económico plural, reconociendo el derecho individual a la libertad económica con limitaciones regladas en condiciones que no perjudiquen al bien colectivo, tomando conceptos fundamentales del estado social de derecho desarrollado durante el siglo XX.

Sin embargo, a más de nueve años de su implementación se abre un debate en torno a la aplicación del modelo económico que se asienta como posible transgresor al ejercicio de los derechos económicos, en el marco de la libertad económica y el principio de la autonomía de la voluntad, debido a la ambigüedad y contradicción en las definiciones que comprenden los actuales preceptos constitucionales, en un contexto donde la Constitución boliviana pretende situarse en la punta de lanza del neoconstitucionalismo latinoamericano.

Para fundamentar teóricamente la investigación, se reflexiona sobre los conceptos de libertad económica, principio de autonomía de libertad, en su estimación como derecho establecido en la Constitución, sus limitaciones, su relación e implicancia con otros derechos a la hora de su ponderación y su práctica real en Bolivia.

Este artículo expone únicamente lo concerniente a los conceptos de libertad económica en relación con los modelos de Estado en relación a su ejercicio como Derecho fundamental.

## JUSTIFICACIÓN

La historia económica de Bolivia, resumida en el “Plan Nacional de Desarrollo: Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para Vivir Bien”<sup>1</sup>. 2006-2010, señala que la economía de Bolivia se basó en el patrón primario exportador, que se instauró a fines del siglo XIX \_ manteniéndose vigente hasta principios del siglo XXI\_ y la implantación del neoliberalismo en la década de los 80, modelo económico, que había supeditado su desarrollo en manos de las organizaciones multilaterales y a los intereses de las transnacionales. Aspecto que no hizo otra cosa, que acrecentar la desigualdad y la discriminación social y económica de la mayoría de la población boliviana y por ende su exclusión social.

La concentración de la riqueza en un reducido segmento de la población, los índices elevados de desempleo, la extrema pobreza, asociados a la exclusión de los medios productivos y el deterioro de las condiciones laborales, acompañado de un precario sistema de trabajo, inestable y mal remunerado, fueron entre otras, las causantes para el despertar de la sociedad boliviana, en especial de la clase media trabajadora y fundamentalmente de gran parte de la población que no tenía la suerte de acceder a una fuente laboral digna.

Bajo ese contexto nace la actual Constitución boliviana, centrando su objetivo en suprimir las causas de origen de la desigualdad y la exclusión social, instaurando un nuevo modelo económico, Plural, con el cual se pretende cambiar el patrón primario exportador y los fundamentos del colonialismo y neoliberalismo que lo sustentan. Vale decir, “...desmontar, no solo dispositivos económicos, sino también políticos y culturales, coloniales y neoliberales, erigidos por la cultura dominante...”<sup>2</sup>

El cambio del patrón primario exportador, de acuerdo a la política económica del Estado, es condición imprescindible para revertir la desigualdad y la exclusión de la población indígena, urbana y rural, como así también para erradicar la pobreza y

1 Ministerio de Planificación del Desarrollo. Plan Nacional de Desarrollo: Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para Vivir Bien. 2006-2010

2 Ibid. Pag. 12



para desmontar los viejos paradigmas del modelo neoliberal. Para ello, el Estado Plurinacional de Bolivia, en el art. 308 de la CPE de 2009, reconoce un nuevo modelo económico de carácter plural, “orientado a mejorar la calidad de vida y el vivir bien de todas las bolivianas y los bolivianos”. Modelo que está constituido por las formas de organización económica comunitaria, estatal, privada y social cooperativa.

En ese marco constitucional, se analiza la concepción de libertad económica, que asume el Estado Plurinacional de Bolivia, en el entendido que proclama, la igualdad y no discriminación como principios fundamentales.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El nuevo texto constitucional establece un nuevo esquema de ordenamiento económico. Desde el preámbulo se anuncia que mediante estos cambios se deja en el pasado el Estado colonial, republicano y neoliberal; en lo económico ello implica dejar atrás ese modelo para sustituirlo por otro: el modelo económico plural<sup>3</sup>, que está conformado por las formas de organización económica comunitaria, estatal, privada y social cooperativa, tal como se establece en el art. 306.III., de la Constitución Política del Estado (CPE):

La economía plural articula las diferentes formas de organización económica sobre los principios de complementariedad, reciprocidad, redistribución, igualdad, seguridad jurídica, sustentabilidad, equilibrio, justicia y transparencia. La economía social y comunitaria complementará el interés individual con el vivir bien colectivo. (las negrillas nos corresponden)

Por otro lado, en el Capítulo Quinto, de la CPE, Derechos Sociales y Económicos, Sección III, Derecho al Trabajo y al Empleo, art. 47.I. de la CPE establece: “Toda persona tiene derecho a dedicarse al comercio, la industria o a cualquier actividad

económica lícita, en condiciones que no perjudiquen al bien colectivo”. (las negrillas nos corresponden).

Sobre la base de ellos, la pluralidad invocada, se asienta en un conjunto de normas que provienen de diversas escuelas económicas como son: neoliberales, sociales, socialistas, indigenistas, cooperativistas, colectivas y hasta ambientalistas. Esta hibridación económica, que pretende consolidarse como un nuevo modelo económico, está siendo acompañado de una serie de complejidades que al mismo tiempo se traducen en profundas contradicciones, ambigüedad de definiciones, que ocasionan diversas posiciones, análisis e interpretaciones desde diversos puntos de vista, que desvirtúan los auténticos propósitos asumidos por el Estado Plurinacional respecto al modelo económico, que no solo impiden un desarrollo coherente, sino que al parecer vulneran derechos económicos establecidos en la propia Constitución.

Como puede advertirse, se consagra un derecho individual a la libertad económica. Este derecho no es absoluto, está sometido a limitaciones expresas que a su vez solo deben ser impuestas en virtud de los elementos racionales que el propio texto constitucional plantea. Sin embargo, el carácter genérico de la redacción de la norma, puede derivar en un vaciado del contenido esencial del derecho en análisis, en especial cuando se le pondera frente a otros derechos consagrados constitucionalmente.

La categorización de libertad económica como derecho fundamental puede ayudar a precisar las verdaderas dimensiones de su contenido esencial y colocarlo en un justo balance, frente a otros derechos a la hora de su ponderación en casos específicos o en el análisis de la constitucionalidad de diversos textos normativos. Así mismo, se considera que la evaluación del ejercicio del derecho económico como fundamental, debe hacerse en el contexto de la teoría de la constitución económica para darle la organicidad del análisis que requiere el método de interpretación sistemática, en que se sustentan las tendencias constitucionalistas modernas en el Estado Social de Derecho.

<sup>3</sup> La pluralidad económica, está reconocida desde el preámbulo de la Constitución Política del Estado Plurinacional, en el párrafo 4to., en el que señala: Un Estado basado en el respeto e igualdad entre todos, con principios de soberanía, dignidad, complementariedad, solidaridad, armonía y equidad en la distribución y redistribución del producto social, donde predomine la búsqueda del vivir bien; con respeto a la pluralidad económica, social, jurídica, política y cultural de los habitantes de esta tierra...”

## MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### 1. Libertad e igualdad: principios como soportes de la actividad interventora del Estado en la esfera privada

#### 1.1. Concepciones del Estado de Derecho.

Como es bien sabido, el modelo de “Estado de Derecho” se crea a partir de las revoluciones burguesas (inglesa y francesa), que buscaba, principalmente, la realización de los derechos hoy llamados derechos de primera generación. Estos derechos pretendían que el Estado no interfiriera en la esfera individual de cada ciudadano, para que éste pueda practicar su autonomía de voluntad, respecto a: comprar y vender, practicar el culto que deseara, expresarse libremente, movilizarse donde quisiera, entre otros. El papel del Estado, en la perspectiva de John Locke, era de poder intervenir, únicamente ante la presencia de la vulneración de derechos a terceros y, para garantizar la vida y la seguridad de la comunidad.

Quienes promovieron el Estado de Derecho, no buscaban que el Estado les proporcione bienes materiales, porque en definitiva, ellos son propietarios, y en más de las veces, individuos acaudalados, que por el contrario, lo que buscaban era protegerse del Estado, para que no les quite sus bienes, ya sea por expropiación o por tema impositivo. De ahí, también nace la reivindicación del derecho a la propiedad privada y la creación de normas, que limiten al Estado la vulneración de los derechos de propiedad. Ahora bien, inmerso en el derecho de propiedad, está la reivindicación de los derechos de libertad, para impedir que el Estado, ejerza control sobre el derecho a la libertad ideológica que cada persona puede optar.

Sin embargo, pese a las conquistas logradas con el modelo de Estado de Derecho, este no fue suficiente, puesto que consecuencia de su implementación, solo “el poder político” tenía real poder, el cual estaba ligado de manera directa al poder económico. Un ejemplo de ello, es que sólo podían votar, quienes contaban con propiedades, y generalmente eran los hombres y no las mujeres.

#### 1.1.1. Estado social de Derecho.

Hoy es una realidad política y jurídica que exista la noción de “Estado Social de Derecho”, y así lo expresan los preámbulos de un buen número de constituciones (Sainz Moreno). Esa referencia a lo social se entiende, desde el punto de vista jurídico, en la obligatoriedad del Estado de ser garante formal y material de un conjunto de Derechos ya sea negativos o positivos, que equivale a decir, de abstención o de prestación, que no es otra que la materialización de los derechos humanos.

En palabras de Andrés Gil Domínguez: *“Los derechos humanos como límite normativo, permiten establecer los parámetros dentro de los cuales las mayorías constituyentes o legislantes pueden actuar...En sede interna, los derechos fundamentales son vínculos normativos impuestos tanto a las decisiones de la mayoría como a libre mercado y dotan a la democracia de sustancialidad* (Bidart Campos y Guido I.).

Para el Estado Social de Derecho, no es suficiente que el Estado se someta al derecho como ente abstracto, sino, que el Estado debe convertirse en el ente que promueva el desarrollo económico y social de la población mediante: la educación, el trabajo, previsión y seguridad social, cultura, bienestar, justicia, para que todos puedan llevar una vida con dignidad.

Lorenz Von Stein<sup>4</sup>, es quien refiere la primera concepción de un Estado Social de Derecho, cuando en su historia del movimiento social (1850) establece: el principio del Estado es la libertad (...) pero la libertad no es real, sino para aquellos que poseen las condiciones, los bienes materiales y espirituales necesarios para la autodeterminación.

#### 1.1.1. Estado Democrático de Derecho.

Para el Estado Democrático de Derecho, el Estado social de derecho, no es más que el Estado de derecho burgués con algunos retoques sociales y a decir de José Luis Aranguren, citado por Elías Díaz, la tendencia actual al socialismo en el plano económico, parece estar inscrita en la realidad misma.

<sup>4</sup> Figures De L'état..., ob.cit.p.211. Citado en Dermizaki, Pablo. Derecho Constitucional. 8va. edición. Cochabamba-Bolivia, Edit. Kipus 2008. Pág. 78.

Elías Díaz<sup>5</sup> sostiene que el socialismo y democracia coinciden en nuestro tiempo para instituir el Estado democrático de derecho y que solo a través de ambos se hará efectivo el ejercicio de los derechos y libertades del hombre.

## 1.2. Modelos de Estado.

### 1.2.1. Modelo Socialista

En este modelo, el Estado puede tener dos roles: por un lado, es dueño de los medios de producción como en el caso de Cuba, por el otro, ejerce un absoluto control sobre los medios de producción, como en China. La ventaja es que el Estado se hace responsable de la prestación de los derechos, pero la deficiencia es que no es obligado a un mínimo por lo que puede ampliar o restringir el margen de prestación de derechos a su arbitrio. Tampoco el ciudadano tiene acciones para obligar al Estado a respetar o materializar derechos de prestación.

### 1.2.2. Modelo de Estado Social de Derecho

En este modelo de Estado, la empresa privada juega un rol fundamental, es decir, los medios de producción son privados; estos pagan impuestos al Estado y éste con esa recaudación, revierte a los ciudadanos servicios en forma de derechos de prestación. En este modelo de Estado, existen algunas acciones jurídicas para hacer efectivos los derechos de prestación, sobre todo en lo que respecta a salud y educación, pero con una pequeña contraprestación por parte del ciudadano, sobre todo en materia de educación.

Es el modelo, que al parecer ha sido más eficiente, porque ha sido capaz de llevar una convivencia de lo público y lo privado en un Estado eficiente, sobre todo en países como Alemania. En España, el modelo también funcionó pero hoy están pasando por una aguda crisis para sostenerlo.

En Bolivia, se siguió este modelo en la década de los 90s, pero no ha tenido los suficientes logros fundamentalmente por la falta de regulación

<sup>5</sup> Díaz, Elías. "Estado de Derecho y Sociedad Democrática". Altea Taurus. Edit. Madrid, 1986. Citado en Dermizaki, Pablo. Derecho Constitucional. 8va. edición. Cochabamba-Bolivia, Edit. Kipus 2008. Pág. 78.

apropiada y por la grave corrupción.

### 1.2.3. Neoliberalismo

Como forma de gobierno, el neoliberalismo cobijó una tendencia de renacimiento y desarrollo de las ideas liberales clásicas, tales como la importancia del individuo, el papel limitado del Estado y el valor del mercado libre.

Afirma además, que si los individuos pueden perseguir libremente sus propios intereses, las consecuencias colectivas serán mucho más beneficiosas que la acción gubernamental. De ahí que se estima que las instituciones estatales deben funcionar bajo los parámetros de competencia, eficiencia y eficacia de las empresas privadas

Es considerado como un movimiento económico globalizante, que se presenta ante una constitucionalización mundial de derechos fundamentales, con garantías jurídicas de protección y aceptación mínima, que los Estados se obligan; sin embargo, por sus características, impide la consolidación de los estados como garante de los derechos de prestación.

En resumen, el neoliberalismo, es una forma de liberalismo económico que considera la economía de mercado como el bien más preciado, cuyo interés es el de regular los monopolios con el poder del mercado y la competencia. Para el funcionamiento de la economía de mercado, el derecho a la competencia es esencial, está estrechamente ligado al principio de la autonomía de la voluntad.

## 2. Libertad: cláusula general y la garantía por parte del Estado en los particulares

Primeramente, es necesario establecer que el concepto de libertad es muy complejo, donde el Estado debe constituirse en una institución que tutele el cumplimiento del bien común y de esta manera garantizar el ejercicio pleno de este derecho. En ese entendido, la libertad, es considerada como la capacidad del hombre para decidir por sí mismo sobre las acciones de su vida, así como sus objetivos y sus metas a alcanzar. Las garantías de libertad, tutelan la capacidad jurídica para el actuar libre del hombre

que vive dentro de una sociedad, respetando la esfera jurídica en que se encuentre, la cual debe garantizar su ejercicio pleno.

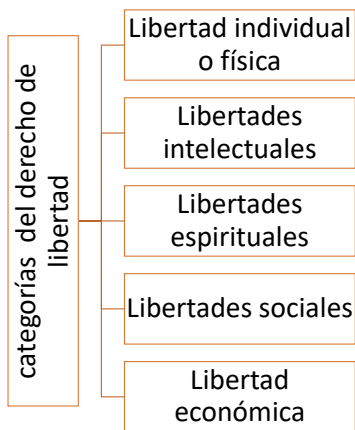
Las garantías de libertad, son un conjunto de derechos públicos subjetivos para ejercer sin vulnerar los derechos de otras personas, libertades específicas que las autoridades del Estado deben respetar, y que no pueden tener más restricciones que las expresamente señaladas en la Constitución.

El Artículo 8° de la Constitución Política del Estado de Bolivia, en su parágrafo II., establece la libertad entre uno de los valores en los que se sustenta el Estado para el vivir bien.

La cláusula general de libertad, nos muestra la clara percepción del hombre y su desarrollo en el medio, clarificando la injerencia que puede tener el Estado, y a su vez, estableciendo su obligada protección a través de los mecanismos pertinentes. Siguiendo a Naranjo Mesa, la Libertad de la persona significa que cada actividad individual se realiza, en principio, sin autorización previa del gobernante, pero con la condición de que no perturbe los derechos de los demás o el orden social, casos en los cuales surge una responsabilidad que acarrea consecuencias jurídicas.

La libertad puede ejercerse en distintas direcciones, siempre en busca de la realización integral del ser humano y de su legítimo desarrollo dentro de la sociedad.

Figura No. 1: Categorías del Derecho a la Libertad



Elaboración propia, en base a Monguí M. Nubia C. (2012)

## 2.2. Restricciones al principio de libertad

En el contexto netamente jurídico, el Digesto indicó con claridad que la libertad es la facultad de hacer lo que place a cada cual, salvo lo prohibido por la fuerza o por la ley: “Libertas est naturales facultas ejus, quodcuique facere libet, nisi si quid vi, aut jure prohibetur”<sup>6</sup>. En el Derecho comparado moderno, el precedente se encuentra en la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano (Francia, 1789), que en su artículo 5° establecía: “La Ley no tiene el derecho de prohibir más que las acciones nocivas a la sociedad. Todo lo que no está por la ley no puede ser impedido, y nadie puede ser obligado a hacer lo que ella no ordena”

De ahí que, el principio de libertad del hombre es ilimitado mientras la ley no se lo prohíba, por el hecho que para los particulares lo que no está prohibido les está permitido y para los funcionarios públicos lo que no les está atribuido les está prohibido.

Borowski, Martin, ha desarrollado a partir de la doctrina jurídica alemana, los derechos absolutos o no absolutos, en lo que se ha denominado la teoría interna o externa. Desde esta perspectiva, la teoría interna se refiere a un derecho imposible de restringir, y por tanto absoluto, y la teoría externa se refiere al derecho como principio restringible, y por tanto no absoluto (Alfonso Vargas, 2011) en este caso en el derecho de libertad.

En general, el ejercicio de los derechos fundamentales se encuentra restringido por determinadas exigencias propias de la vida en sociedad. Ello no se contrapone a la convicción de entender que el Ser Humano ha de ser el centro de toda comunidad organizada, sino, muy por el contrario, se vincula con un reforzamiento de las garantías de una existencia plena, pacífica y respetuosa por los derechos y la dignidad humana.

Reconocer, por tanto, que los derechos están sujetos a limitaciones no significa restar a estas facultades del máximo valor y relevancia en el ordenamiento jurídico.

<sup>6</sup> Florentino: Lib. I, tit. V. Ley 4ª.

### 2.3. Igualdad e Intervención: cláusula general del Estado en el agente privado.

El principio de igualdad es proclamado en el art. 8.II de la CPE, pero además forma parte de los fines y funciones del Estado, ya que en el art. 9.2 de la Carta Fundamental, dispone que uno de los fines y funciones del Estado es: “Garantizar el bienestar, el desarrollo, la seguridad y la protección e igual dignidad de las personas...”, así mismo se encuentra también como postulado de derecho fundamental de las personas, en las normas del art. 14 de la CPE que proclama:

“I. Todo ser humano tiene personalidad y capacidad jurídica con arreglo a las leyes y goza de los derechos reconocidos por esta Constitución, sin distinción alguna.

II. El Estado prohíbe y sanciona toda forma de discriminación fundada en razón de sexo, color, edad, orientación sexual, identidad de género, origen, cultura, nacionalidad, ciudadanía, idioma, credo religioso, ideología, filiación política o filosófica, estado civil, condición económica o social, tipo de ocupación, grado de instrucción, discapacidad, embarazo, u otras que tengan por objetivo o resultado anular o menoscabar el reconocimiento, goce o ejercicio, en condiciones de igualdad, de los derechos de toda persona”. (las negrillas nos corresponden)

Las normas descritas consagran el derecho a la igualdad cuya proclamación constituye la garantía de no discriminación por razones de ‘raza, sexo, idioma, religión, opinión política o de otra índole, origen, condición económica o social, u otra cualquiera.

Rodolfo R. Spisso<sup>7</sup> señala: “Referirse al principio de igualdad es hablar de uno de los principios básicos surgidos de la Revolución Francesa, que impulsó la sustitución de un sistema basado en una sociedad clasista por un ordenamiento jurídico sustentado en la igualdad de todos los hombres ante la ley.

7 Libro “Derecho Constitucional Tributario, Segunda Edición, Argentina-Buenos Aires, Editorial Depalma-Buenos Aires, año 2000, Pág., 323 y ss. Principios Constitucionales del Gasto Público de la Corte Suprema de Justicia de la Nación Argentina”

La igualdad natural de todos los hombres, su igual capacidad jurídica y la imparcial aplicación del derecho a todos los hombres constituye los pilares del nuevo sistema, que nace como reacción a los privilegios y discriminaciones”.

En tal sentido, de manera general igualdad como derecho o valor, identificado a lo intrínseco de nuestro ordenamiento, es una idea que no se argumenta a una sola forma excepto que permite diversos significados ajustables de acuerdo con las peculiaridades de cada caso. En todo proceso es bueno un trato igual compatible con las diversas condiciones del sujeto. Al respecto, el Tribunal Constitucional se ha expresado, estableciendo<sup>8</sup>:

*“...la igualdad, en su genuino sentido, no consiste en la ausencia de toda distinción respecto de situaciones diferentes, sino precisamente en el adecuado trato a los fenómenos que surgen en el seno de la sociedad, diferenciando las hipótesis que exigen una misma respuesta de la ley y de la autoridad, pues respecto de éstas, la norma razonable no debe responder al igualitarismo ciego -lo que quebrantaría la igualdad- sino primordialmente al equilibrio que impone un trato diferente para circunstancias no coincidentes, lo que significa que la igualdad no consiste en la identidad absoluta, sino en la proporcionalidad equivalente entre dos o más entes, es decir, en dar a cada cual lo adecuado según las circunstancias de tiempo, modo y lugar”.*

*“...el principio de igualdad protege a la persona frente a discriminaciones arbitrarias, irracionales; predica la identidad de los iguales y la diferencia entre los desiguales...”*

Así mismo la Corte Constitucional de Colombia al respecto dice<sup>10</sup> “... principio constitucional de la igualdad, en su variante del trato desigual a los desiguales, que incluye la prohibición de tratar igual a los desiguales”.

### 3. Libertad e igualdad, sus limitantes a partir de la intervención del Estado

La supremacía Constitucional es la parte más

8 SC 0083/2000 de 24 de noviembre. Invocada en la Sentencia Constitucional Plurinacional No. 0021/2014. Magistrada relatora: Dra. Ligia Mónica Velásquez Castaños

9 DC 0002/2001, de 8 de mayo. Invocada Sentencia Constitucional Plurinacional No. 0021/2014. Magistrada relatora: Dra. Ligia Mónica Velásquez Castaños

10 Sentencia T-826 de 2005, Magistrado Ponente. Humberto Antonio Sierra.

importante en un Estado Social de Derecho, la cual consagra la idea de cómo debe actuar el particular y el Estado para que exista equilibrio en sus relaciones. El intervencionismo del Estado se origina como un presupuesto lógico para tocar el máximo de bienestar colectivo, y comprende moderar la probabilidad de un ejercicio absoluto de la libertad de los particulares y de la obtención de una igualdad sencillamente desde lo preciso.

En el ejercicio de la intervención del Estado en el ámbito privado debe contenerse de actuar arbitrariamente y por ello también tiene unos límites. Como la dicotomía entre libertad-igualdad, límite, algo difícil porque los principios de libertad e igualdad se chocan y encuentran un eje estupendo, dicho constitucionalmente en abstracto, el empleo del principio de libertad y la apetencia del principio de igualdad un límite para el intervencionismo de Estado. La libertad y la igualdad son menguadas por el Estado, y en esta misma instancia la labor estatal se disminuye por la libertad de los individuos.

#### 4. Derecho a la propiedad privada

La concepción actual sobre la propiedad privada, a decir de varios autores, es solidarista, visión que poco a poco se ha ido imponiendo en la mayoría de los Estados, entre ellos, en el Estado Plurinacional de Bolivia.

León Duguit señala: *“Todo individuo tiene la obligación de cumplir en la sociedad una cierta función en razón directa del lugar que en ella ocupe. Ahora bien, el poseedor de la riqueza, por lo mismo que posee la riqueza, puede realizar un cierto trabajo que solo él puede realizar. Solo él puede aumentar la riqueza social haciendo valer el capital que posee. Está, pues, obligado socialmente a realizar esta tarea, y no será protegido socialmente más que si la cumple y en la medida en que la cumpla. La propiedad no es, pues, el derecho subjetivo del propietario, es la función social del tenedor de la riqueza”* (Duguit León, 1921).

En desarrollo de esta concepción de la propiedad, se han consagrado en los ordenamientos constitucionales y legales de la mayoría de los Estados modernos que siguen el esquema capitalista, instituciones como las que permiten la expropiación por motivos de utilidad pública o interés social.

## 5. Perspectiva de las libertades económicas: Libertad económica, libertad de empresa y libre competencia

### 5.1. Libertad económica. Definición. Contenido esencial

Podría decirse que no hay una definición exacta de libertad económica, ya que ésta se trata de una estipulación abierta e indeterminada, que es acogida de diferentes ópticas de interpretación que dependen del contexto y desarrollo del individuo y de la realidad - sociedad.

Arias (2011), partiendo de una visión liberal la concibe como una suerte de “ausencia de trabas irrazonables” para el ejercicio por parte de los particulares de cualquier actividad económica sin “arbitrarias cortapisas”. Esta concepción se fundamenta en la visión según la cual el ser humano individual, lleno de necesidades, emprende la cobertura de estas generando los bienes y servicios que de manera natural los satisfacen; es decir se entiende que el individuo, sin que nadie o nada –más allá de sus propias limitaciones y las de la tecnología y recursos disponibles- tenga o no que permitírsele, siendo que luego con la existencia del estado moderno su justificada intervención sea la mínima necesaria para garantizar un orden racional.

Hernández (2011), observa a la libertad económica como la posibilidad real –o la expectativa de que ello pueda ocurrir- de los particulares a “acceder a la actividad económica de su preferencia, explotar esta actividad de acuerdo a su autonomía privada y cesar en el ejercicio de la actividad emprendida” de observar que ese concepto se ha mantenido prácticamente inamovible durante toda la historia constitucional boliviana, dejando presente los principios liberales fundamentales que luego derivaron en su evolución en el estado social de derecho.

Se puede aseverar que el concepto de libertad económica puede aparejarse al derecho constitucionalmente reconocido históricamente en Bolivia, implica una visión traída desde la concepción liberal de la política y la economía y que se encuentra indisolublemente atada a la libertad individual y al

desarrollo natural de la actividad económica en sí misma.

En tal sentido, en nuestra opinión, la libertad económica es el ejercicio real por parte de los individuos de todas aquellas actividades de generación, producción y comercialización de bienes y servicios que se desarrollan de manera natural y espontánea y que satisfacen las necesidades individuales y colectivas, en el marco más amplio de posibilidades, donde las limitaciones –distintas a las propias o intrínsecas de la actividad- deben ser una rara excepción en función de mantener un orden racional.

## 5.2. Contenido esencial

De su definición podemos desprender dos elementos que nos permiten definir su contenido esencial: En primer lugar el libre albedrío del individuo en la elección de una actividad económica a la cual dedicarse, el principio general de libertad presente en su máxima expresión, solo cada quien en su fuero interno impulsado por los más diversos motivos, decide emprender una actividad lucrativa que le permita obtener su propio sustento y generar bienes y servicios de valor económico. En segundo término, la posibilidad real de competencia, es decir entrar, permanecer y/o salir de un mercado determinado sin obstáculos indebidos o ilícitos impuestos por terceros ni imponiéndole a los demás condiciones gravosas ilegítimas.

Si podemos desarrollar una actividad económica elegida voluntariamente, desarrollarla según nuestras propias capacidades, sin violentar el derecho legítimo de los terceros y de la sociedad en su conjunto, entrando, permaneciendo o saliendo del mercado sin barreras ilegítimas, entonces podremos hablar de libertad económica.

## 5.3. Caracterización de la libertad económica frente al concepto de derecho fundamental.

A decir de Casal (2010) siguiendo a Peces-Barba, catalogar a un derecho como fundamental no se trata de un esquema de rigidez semántica en procura

de sacralizar su definición, pues encontraremos de las más variadas clasificaciones y teorías que, unas por su parte consideran sinónimos: derechos humanos, derechos constitucionales y derechos fundamentales; y otras que, establecen diferencias entre los tres conceptos en función a su génesis, su positivización, su orden de prelación sistemática o su universalidad; observando además las diferencias y coincidencias lingüísticas típicas de las traducciones o la aplicabilidad de tales distinciones por mandato expreso de la legislación de cada país.

Para establecer un derecho como fundamental, es necesario tomar varios conceptos, en tal sentido nos permitimos invocar a Robert Alexy (1993)<sup>11</sup>, quien en su teoría de los derechos fundamentales plantea un orden esquemático donde resaltan para nuestro análisis los derechos a algo, entre ellos al no impedimento de acciones de los derechos de defensa, coincidiendo con la visión que nos plantea Arias y las llamadas libertades jurídicas protegidas (Hernández).

Así mismo, se trae a colación la definición de los rasgos característicos de los derechos fundamentales que recoge Casal (2010): *“Los derechos fundamentales pueden ser definidos como derechos subjetivos garantizados constitucionalmente a toda persona o todo ciudadano en su condición de tal, por ser considerados primordiales para el pleno desarrollo del individuo”, prosigue Casal: “La fundamentalidad se relaciona con su significación para la persona y para el sistema político-jurídico”*<sup>12</sup>

Por otra parte, tal como se hizo referencia a varios autores, la libertad económica ha estado presente en prácticamente toda la historia constitucional republicana, tanto en el origen liberal de la nación independiente como en su evolución paulatina al estado social de derecho a partir de 1826 hasta nuestros días.

Tomando en consideración el origen liberal que ha estado presente en nuestro sistema constitucional, y comprendiendo que el estado social de derecho asume en parte sus valores para hacerlos evolucionar, es menester traer a colación, que en el origen de los derechos humanos tal como los conocemos hoy

11 Alexy, Robert: “Teoría de los Derechos Fundamentales”, Centro de Estudios Constitucionales, Madrid, 1993, págs. 189 y ss., y 224 y ss.  
12 Casal H., Jesús María: op.cit. (2010), págs. 17 y 18

día, la motivación por una participación libre y sin obstáculos en los asuntos económicos fue uno de sus principales argumentos; señala Schneider (1979):

*“A (los) derechos de protección individual pronto se le sumaron, como su reflejo objetivo, las correspondientes obligaciones de seguridad y protección por parte del Estado. El empuje de la burguesía hacia la participación en la vida política y hacia una actividad económica libre, condujo no sólo a añadir nuevos derechos junto a los viejos derechos de procedencia iusnaturalista (como por ejemplo libertad de prensa, de reunión y de asociación o libertad de comercio y libertad profesional), sino que prestó además a los derechos fundamentales en su conjunto una nueva dimensión: servía a los ciudadanos como prenda de sus posibilidades de influencia en la opinión pública.”* (negrilla es nuestra)<sup>13</sup>

Así mismo, como se señaló anteriormente, la libertad económica ha sido identificada como axiomática a todo el conjunto de derechos y garantías de contenido económico. Sin libertad económica no hay empleo privado y por tanto se vería seriamente afectado el derecho al trabajo y a la libertad de profesión u oficio –y la importantísima red de derechos relacionados al hecho social trabajo–, sin libertad económica no tiene sentido el derecho de propiedad más allá de la propiedad de los objetos personales, sin libertad económica no tendría sentido el sistema tributario, sin libertad económica no habría libertad de elección de los consumidores, sin libertad económica no habría libre competencia.

Otro de los elementos que abonan a la *fundamentalidad* de un derecho, es su pertenencia a las cláusulas generales de libertad. En este sentido advierte Alexy (1994) sobre la importancia práctica del concepto de libertad para determinar la *fundamentalidad* y a la vez como tal concepto es vago y objeto de las más diversas acepciones filosóficas, sociológicas, políticas, religiosas y obviamente jurídicas.

Quizás es menos complejo entender la libertad desde su aspecto negativo, es decir, desde las consecuencias de su ausencia y desde la obligación del estado y los terceros de no hacer, entendida entonces la libertad como la “negación de mandatos

y prohibiciones”<sup>14</sup> en el ejercicio de una actividad positiva, protegida en sus contenidos subjetivos y materiales y en su relación con todo el sistema de libertades en su conjunto. Así, en este sentido, podemos señalar que la libertad económica se presenta como parte integral e interdependiente de ese sistema de libertades.

## METODOLOGÍA

El modelo de investigación que se viene empleando es el teórico dogmático, puesto que las fuentes de investigación empleadas vienen siendo principalmente la bibliográfica, que comprende las fuentes materiales tales como leyes, doctrina y jurisprudencia, para entender los antecedentes históricos de la problemática planteada, respecto a lo que concierne al ejercicio de los derechos económicos, principio de libertad e igualdad, entre otros.

**Métodos teóricos:** Análisis - síntesis, inductivo-deductivo; dogmático jurídico, histórico-lógico y exegético.

**Análisis-síntesis,** se analizará las características, estructura y elementos del modelo económico, el respeto al ejercicio del derecho económico y su relación con el principio libertad, igualdad y de la autonomía de la voluntad. Los resultados alcanzados podrán ser utilizados como referentes de información para estudiantes, abogados y operadores de justicia, aportando de esta manera a la teorización y comprensión de los postulados del modelo económico asumido en la CPE.

**Deductivo-inductivo,** porque se parte del estudio de conceptos generales para luego particularizar en el análisis del modelo económico de Bolivia.

**Dogmático jurídico,** porque el Derecho como ciencia está sustentado en el Derecho positivo y una de las tareas esenciales de la dogmática jurídica es, mediante la aplicación de sus principios y la interpretación de sus postulados básicos, llenar lagunas legales en Derecho y en este caso específico relacionados con la normativa que sustenta y regula el modelo económico de Bolivia.

13 Schneider, Hans-Peter: “Peculiaridad y función de los derechos fundamentales en el Estado democrático” en Revista de Derecho Político, CEC, Número 7, Madrid, 1979, pág 12.

14 Alexy, Robert: op.cit. pág 218



**Histórico-lógico**, porque es necesario remontar al pasado para comprender la evolución de las normas en su búsqueda para cumplir los fines que busca el Derecho. Esto posibilitará entender el comportamiento histórico y explicar su fisonomía actual.

**Exegético**, como método que permitirá el estudio de las normas jurídicas y su interpretación de artículos y palabras que son objeto de estudio para encontrar el significado que le dio el legislador.

### Métodos Empíricos:

El método de análisis documental y de contenido a través de documentos escritos como son: actas de la asamblea constituyente, normas jurídicas, etc., para el análisis textual de estos, hacer valoraciones cualitativas.

### Instrumentos de investigación:

Para concretar el objetivo de la investigación se procederá a la recolección de los datos para lo cual se hará uso de las siguientes herramientas:

Ficha de contenido, que permitirá resumir la información existente en diferentes fuentes documentales escritas, normativa en general, otras (como son las actas de la Asamblea Constituyente y de las Comisiones, Decretos, Leyes, archivos de prensa) y fuentes orales (entrevistas a ex asambleístas, funcionarios del gobierno, empresarios), videos documentales producidos por la Asamblea Nacional Constituyente

### RESULTADOS PRELIMINARES

Vistos los diversos conceptos recogidos se concluye de manera preliminar lo siguiente:

- a) Efectivamente nos encontramos frente a un derecho fundamental cuando nos referimos a la libertad económica prevista en la Constitución.
- b) Se configuran los parámetros generales para estimarlo de esa manera.
- c) Su importancia para el ciudadano boliviano en particular y para el sistema, es de la mayor valía.
- d) Su jerarquía jurídica es de la mayor entidad constitucional pues se encuentra establecida

en el catálogo de los derechos humanos a ser protegidos por todos los órganos del poder público.

- e) Es susceptible de los más importantes medios de protección jurídica.
- f) Forma parte de la cláusula general de libertad del ciudadano y es del eje central de la constitucionalidad actual e históricamente considerada.

*“La libertad económica ha sido concedida en la doctrina como una facultad que tiene toda persona de realizar actividades de carácter económico, según sus preferencias o habilidades, con miras a crear, mantener o incrementar un patrimonio”*

### BIBLIOGRAFÍA

Alexis, Robert. “Teoría de los Derechos Fundamentales”, Centro de Estudios Constitucionales, Madrid, 1993, pags. 189 y ss., y 224 y ss.

Bidart Campos, Germán J. y Guido I. Risso. “Los derechos humanos del siglo XXI, La Revolución inconclusa”. Sociedad Anónima Editora, p. 101.

Borowski, Martin. La estructura de los derechos fundamentales. Pág. 65 .s.s

Casal H., Jesús María: “Los derechos humanos y su protección. Estudios sobre derechos humanos y derechos fundamentales”, 3era. Edición, 1era. Reimpresión, UCAB, Caracas, 2012.

Constitución Política del Estado Plurinacional. (2009). Gaceta oficial

DC 0002/2001, de 8 de mayo. Invocada Sentencia Constitucional Plurinacional No. 0021/2014. Magistrada relatora: Dra. Ligia Mónica Velásquez Castaños

Díaz, Elías. “Estado de Derecho y Sociedad Democrática”. Altea Taurus. Edit. Madrid, 1986. Citado en DERMIZAKI, Pablo. Derecho Constitucional. 8va. edición. Cochabamba-Bolivia, Edit. Kipus 2008. Pág. 78.

Duguit, Léon. Traité de droit constitutionnel, 2éme éd., París, Ancienne LibrairieFontemoing & Cie.. Editeurs, 1921.

Figures De L'étaT..., ob.cit.p.211. Citado en DERMIZAKI, Pablo. Derecho Constitucional. 8va. edición. Cochabamba-Bolivia, Edit. Kipus 2008. Pág. 78.

Hernández G, José Ignacio: "La Libertad Económica en la Constitución de 1999" en "La Libertad Económica en Venezuela, Balance de una década (1999-2009) (Coordinadores: Jesús María Casal y Jorge Luis Suárez), UCAB, Caracas, 2011

Ministerio de Planificación del Desarrollo. Plan Nacional de Desarrollo: Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para Vivir Bien. 2006-2010

Monguí Merchán, Nubia Catalina (2012), Intervención del Estado en la Libertad Económica, la Libertad de Empresa y las Garantías Constitucionales, en Revista Ius Ad Veritatem 10. Universidad Santo Tomás. Tunja.

Naranjo Mesa, Vladimiro. Teoría Constitucional e Instituciones Políticas, Editorial Temis, Santa Fe de Bogotá, año 2000.

SAINZ Moreno, Fernando. "La Constitución como Norma Jurídica en el Tribunal Constitucional" de Eduardo García de Enterría. Revista Española de Derecho Constitucional p. 339

Schneider, Hans-Peter: "Peculiaridad y función de los derechos fundamentales en el Estado democrático" en Revista de Derecho Político, CEC, Número 7, Madrid, 1979, pág 12

Sentencias

SC 0083/2000 de 24 de noviembre. Invocada en la Sentencia Constitucional Plurinacional No. 0021/2014. Magistrada relatora: Dra. Ligia Mónica Velásquez Castaños.

Sentencia T-826 de 2005, Magistrado Ponente. Humberto Antonio Sierra.

## **FORTALECIMIENTO DEL CENTRO DE LA PLATAFORMA DE CHAGAS COMO INSTANCIA ACADÉMICO CIENTÍFICA PARA LA ATENCIÓN DE SALUD, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN DE ENFERMEDADES PREVALENTES EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA**

Ortiz Daza Lourdez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Directora Proyecto Plataforma Chagas UAJMS

**Dirección para la correspondencia:**  
**Correo Electrónico:**

### **I. ANTECEDENTES**

Para el país una enfermedad endémica que requiere atención prioritaria es la enfermedad de Chagas, enfermedad de evolución crónica que afecta a población joven en edad productiva; en los últimos 7 años se han venido realizando intervenciones para la prevención y el control de la enfermedad, es así que la tasa promedio de infestación del vector en las viviendas del área endémica ha descendido de 55% en el año 2001 a menos del 3% en el año 2007. Paralelamente a los problemas de infestación, la población infectada por *T. cruzi* demanda un imperativo ético para su incorporación en la atención de salud, por lo que se vienen realizando acciones de diagnóstico y tratamiento de Chagas congénito y Chagas crónico reciente infantil.

El departamento de Tarija, es uno de los seis departamentos endémicos para Chagas en Bolivia, en 10 de sus 11 municipios se ha descrito la presencia de los triatominos (*Triatoma infestans*) principal vector transmisor de *T. cruzi*. Importantes acciones de rociado con insecticidas han permitido en los últimos años, reducir la infestación domiciliar de triatominos de un 72.6% (región de Valles) a menos de 3.2% a nivel departamental para el año 2008.

La puesta en marcha de la Plataforma de Atención Integral a Pacientes adultos con Enfermedad de Chagas (Plataforma de Chagas) ha supuesto un nuevo modelo de atención sanitaria e integración entre asistencia e investigación en Bolivia, adaptado a las políticas y estrategias nacionales. Este modelo ha tenido una buena acogida institucional y se ha desarrollado en estrecha coordinación con el

Programa Nacional de Chagas y las universidades de los departamentos en los que se ha desarrollado (UMSS en Cochabamba y UAJMS en Tarija).

### **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto consistió en el fortalecimiento del Centro de la Plataforma de Chagas como instancia académico científica para apoyar la coordinación de actividades de transferencia del modelo asistencial, reforzando las actividades de tamizaje y tratamiento de la red de salud y fortaleciendo la atención a pacientes con enfermedad de Chagas en el departamento de Tarija.

Por otro lado, se buscó responder a las necesidades de investigación en enfermedades prevalentes y endémicas del departamento, reforzando la capacidad de respuesta a problemas de salud tanto nacional como regional, a través del desarrollo y evaluación de alternativas de prevención, tratamiento y control de enfermedades prevalentes.

### **III. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Existe la necesidad de dar respuesta a los interrogantes que existen actualmente en la temática de enfermedad de Chagas, fundamentalmente en cuanto a nuevos medicamentos y marcadores de respuesta terapéutica se refiere. La mejora en el conocimiento de los aspectos relacionados con enfermedad de Chagas ayuda no solo a una mejora en el manejo de las personas que presentan la infección por *T. cruzi*/ enfermedad de Chagas y otras enfermedades endémicas, sino que facilita el establecimiento de políticas de salud pública como resultado de una información de calidad y actualizada

acerca de este problema.

Por lo tanto, de un lado con el presente proyecto se contribuyó a fortalecer la atención a pacientes con enfermedad de Chagas en el departamento de Tarija, mediante la atención continua de pacientes en el Centro de la Plataforma de Tarija y por otro lado el mantenimiento de las actividades asistenciales protocolizadas, aseguraron un sustento institucional para la implementación de proyectos de investigación concretos, y una instancia de formación en investigación directamente asociada a la Universidad.

#### IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

##### Objetivo General

“Consolidar una instancia técnico científica que, sobre la base de los avances alcanzados en el Centro de la Plataforma de Chagas, brinde la evidencia científica para orientar las políticas departamentales tendientes a lograr una salud óptima de la población, enfocada en la temática de enfermedades prevalentes del departamento”.

##### Objetivos específicos

1. Formular e implementar protocolos de investigación que mejoren el conocimiento sobre los condicionantes y determinantes de los problemas prioritarios de salud y especialmente de las enfermedades endémicas del departamento.
2. Realizar actividades de atención integral, investigación y capacitación para contribuir a la adquisición de nuevos conocimientos científicos y atención protocolizada de pacientes con enfermedad de Chagas.
3. Promover la formulación y aplicación de políticas de salud pública basadas en la investigación y el uso de tecnologías apropiadas, como respuesta a los problemas de salud en el departamento.
4. Apoyar la capacitación y actualización de profesionales de salud para el desempeño adecuado e intervenciones efectivas en el perfil epidemiológico del departamento.
5. Brindar servicios y asesoramiento técnico a la red de prestadores de salud e instituciones de investigación.

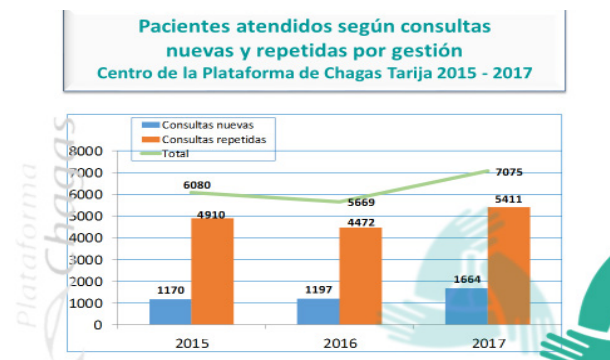
#### V. RESULTADOS PROPUESTOS / ALCANZADOS

##### 5.1. Centro de la Plataforma como modelo asistencial que sirve de base para la implementación de proyectos de investigación de alto impacto en enfermedades prevalentes y endémicas en el departamento de Tarija.

La Plataforma de Chagas de la UAJMS, ha contribuido al desarrollo de un modelo asistencial aplicado en la Plataforma Nacional e Internacional de Chagas, lo que permitió incorporar en su quehacer importantes investigaciones (ensayos clínicos con apoyo de organizaciones internacionales).

El modelo de atención ha sido reconocido por la Cooperación Internacional AECID y por el Ministerio de Salud para su implementación en la red de servicios de salud a nivel nacional. Se ha elaborado un artículo científico sobre las características del modelo de atención, el mismo se encuentra publicado en la revista PLOS Neglected Tropical Diseases en agosto 2017.

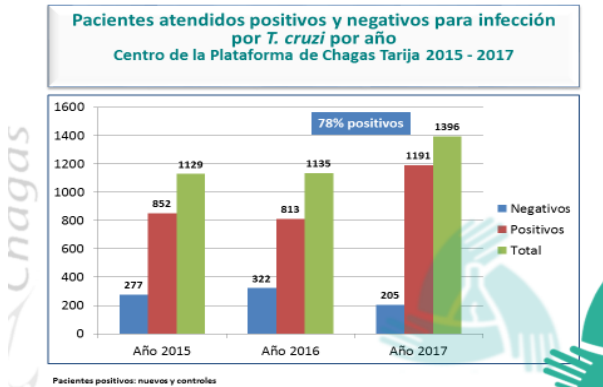
Sobre la base de un modelo protocolizado de atención integral, las actividades de atención de la Plataforma durante el proyecto se resumen en:



En los tres años de ejecución del proyecto, se atendieron un total de 4.031 consultas nuevas y 16.457 consultas repetidas, haciendo un total de 20.488 consultas efectivas, demostrando la consolidación del Centro como instancia de atención de referencia en la temática de Chagas, por la demanda de los pacientes y la referencia de otros establecimientos de salud.

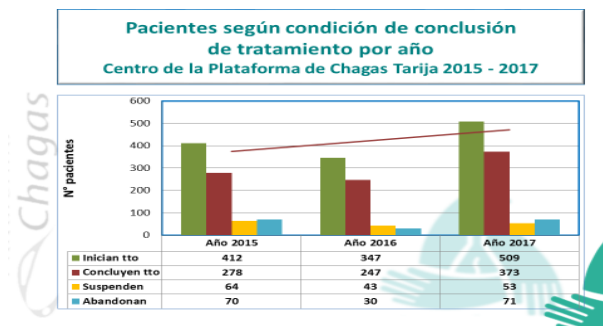
El Centro de la Plataforma de Chagas es parte de la red de servicios públicos de salud, recibiendo aproximadamente un 8% de la demanda total por

referencia de pacientes de los servicios de primer nivel, del Servicio Departamental de Salud, Hospitales y principalmente del Banco de Sangre de Referencia Departamental institución en la que se realiza tamizaje para la donación de sangre y referencia a la Plataforma para confirmación y tratamiento.

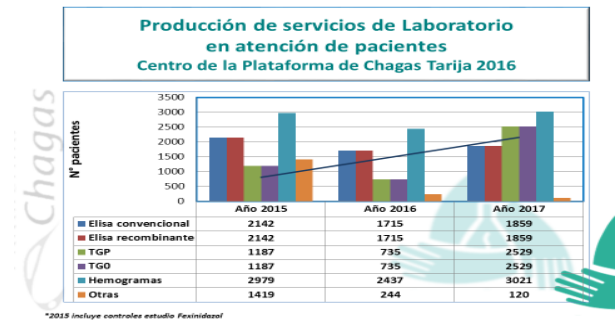


De acuerdo a protocolo establecido, en el Centro de la Plataforma se realizan dos pruebas para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas, ELISA convencional y ELISA recombinante. Durante la ejecución del proyecto, el 78 % (2.856 pacientes nuevos) fueron positivos y solamente 22% (894 pacientes) negativos. Por las características de la enfermedad, los diagnosticados positivos incluyen además pacientes que realizaron tratamiento y acuden a control anual, manteniéndose positivos debido a que la seroconversión se estima en un periodo mayor a 10 años.

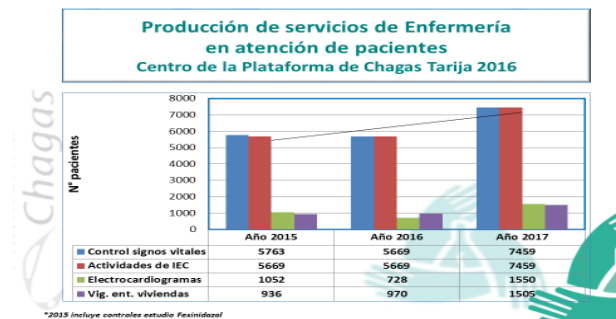
Los pacientes con afectación cardiológica, digestiva o mixta según la evolución recibieron atención integral en el Centro y se programaron controles periódicos, además de la referencia a especialidades en caso necesario. En el período, cinco pacientes con afectación cardiológica fueron referidos a la ciudad de Cochabamba para colocación gratuita de marcapaso, con un importante apoyo de donación para estas personas.



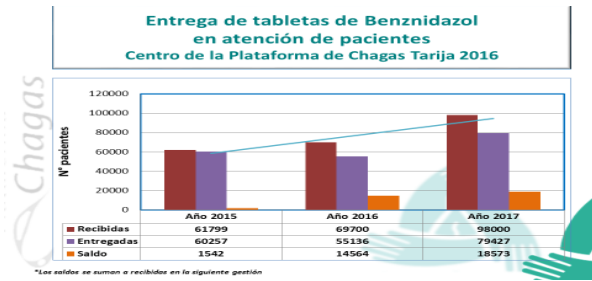
La incorporación de pacientes al tratamiento tuvo una tendencia de crecimiento importante en los años de ejecución del proyecto, el seguimiento del tratamiento demostró que del total de incorporados (1.268), el 71% (898) concluyeron el tratamiento, 13% (160) suspendieron el mismo por indicación médica debido a reacción adversa al benznidazol y 13% (171) abandonaron el tratamiento por diferentes razones pese al seguimiento, citas telefónicas, búsqueda en domicilio y otras alternativas de convocatoria empleadas por el personal del Centro.



La producción de servicios de laboratorio, es bastante importante ya que se procesan pruebas de diagnóstico de la enfermedad, pruebas hematológicas y hepáticas para incorporación al tratamiento, dos controles hematológicos y de funcionalidad hepática durante el tratamiento y otras solicitudes de emergencia en cuadros de reacciones adversas.



La producción de servicios en enfermería apoya de manera integral todas las áreas de la Plataforma, con control de signos vitales, actividades de información, educación y comunicación con cada paciente y en todas las consultas de seguimiento al tratamiento, apoyo a la realización de electrocardiogramas y una contribución importante a la vigilancia entomológica comunitaria que todo paciente realiza en su vivienda en el espacio ente la primera consulta de diagnóstico y la segunda consulta de control.



El único proveedor autorizado para la entrega de benznidazol es el Programa Nacional de Chagas, la Plataforma recibe este medicamento mediante el Servicio Departamental de Salud, con un control mediante kardex y registro en farmacia. La dotación del medicamento (229,499 tabletas) ha hecho posible el cumplimiento de las actividades del proyecto, complementando los esfuerzos de la Universidad con recursos para la atención, investigación y capacitación.

**RESULTADO 1. ALCANZADO.** El Centro de la Plataforma de Chagas cuenta con un modelo asistencial protocolizado reconocido a nivel nacional e internacional, que ha permitido brindar atención integral de salud a la población del departamento de Tarija, favoreciendo de esa manera la implementación de proyectos de investigación (estudios clínicos) de alta complejidad para la atención de problemas de salud prevalentes.

## 5.2. Plataforma científica creada en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho en consorcio con instituciones nacionales e internacionales, realizando proyectos de capacitación e investigación de excelencia.

El Centro de la Plataforma de Chagas, ha desarrollado importantes investigaciones en consorcio con instituciones nacionales e internacionales:

“Estudio de eficacia y seguridad de fase II aleatorizado, multicéntrico, controlado con placebo para la evaluación de tres esquemas de dosis orales de E1224 y Benznidazol para el tratamiento de pacientes adultos con enfermedad de Chagas crónica indeterminada”. Con patrocinio de DNDi ejecutado desde el 1 de julio de 2011 al 31 de diciembre de 2012. Estudio publicado en diciembre 2017 en la revista internacional *The Lancet*.

Subestudio “Hemocultivo y susceptibilidad a las drogas”, se realizó a partir del 2 de enero de 2013 al 31 de marzo de 2013, complementando el anterior estudio, con patrocinio de DNDi. Concluido, en fase de publicación.

“Estudio de eficacia y seguridad de fase II aleatorizado, multicéntrico, controlado con placebo para la evaluación de seis esquemas de dosis orales de Fexinidazol para el tratamiento de pacientes adultos con enfermedad de Chagas crónica indeterminada” Realizado con patrocinio de DNDi Iniciativa de Medicamentos para Enfermedades Olvidadas en convenio con CEADES y Cresib ISGlobal. Iniciado el 21 de abril de 2014, con suspensión de tratamiento por eventos adversos no esperados, con conclusión del seguimiento a febrero de 2016. Con seguimiento durante la ejecución del proyecto y la realización de un nuevo estudio de fase II sobre la base de los resultados obtenidos en Bolivia en Barcelona – España, se espera que al concluir este estudio se realice un estudio de fase III en Bolivia y otros países de la región.

“Estudio prospectivo con control retrospectivo para evaluar la eficacia y seguridad de una nueva formulación pediátrica de Nifurtimox en pacientes de 0 a 17 años con enfermedad de Chagas”. Con patrocinio de Bayer desde marzo 2016 hasta diciembre 2017. De acuerdo a información del patrocinador, se está desarrollando una enmienda al protocolo para el seguimiento de los niños incorporados al estudio durante cinco años.

Estudio de fase 2 de seguridad y eficacia, doble ciego, de doble simulación, aleatorizado, multicéntrico, de prueba de concepto, para evaluar diferentes regímenes de combinación de Benznidazol/E1224 y monoterapia de Benznidazol por vía oral para el tratamiento de sujetos adultos con enfermedad de Chagas crónica indeterminada. Con patrocinio de DNDi, desde noviembre 2016 en ejecución hasta diciembre 2018. Este estudio concluyó la inclusión de pacientes (68 Cochabamba, 70 Sucre y 72 Tarija), se realizaron tratamiento doble ciego y se encuentra en fase de seguimiento hasta completar el año post tratamiento.

**RESULTADO 2. ALCANZADO.** El Centro de la Plataforma de Chagas ha consolidado el apoyo de instituciones nacionales (Ministerio de Salud-Programa Nacional de Chagas, Servicios Departamental de Salud Tarija- Programa Departamental de Chagas, Fundación CEADES, Municipio de Uriondo, Municipio de Cercado y la ciudad de Tarija) e internacionales (IsGlobal Instituto de Salud Internacional, DNDi Iniciativa de Medicamentos para Enfermedades Olvidadas), lo que permitió ejecutar proyectos de investigación de excelencia, capacitando de manera permanente al recurso humano con certificación internacional en BUENAS Prácticas Clínicas.

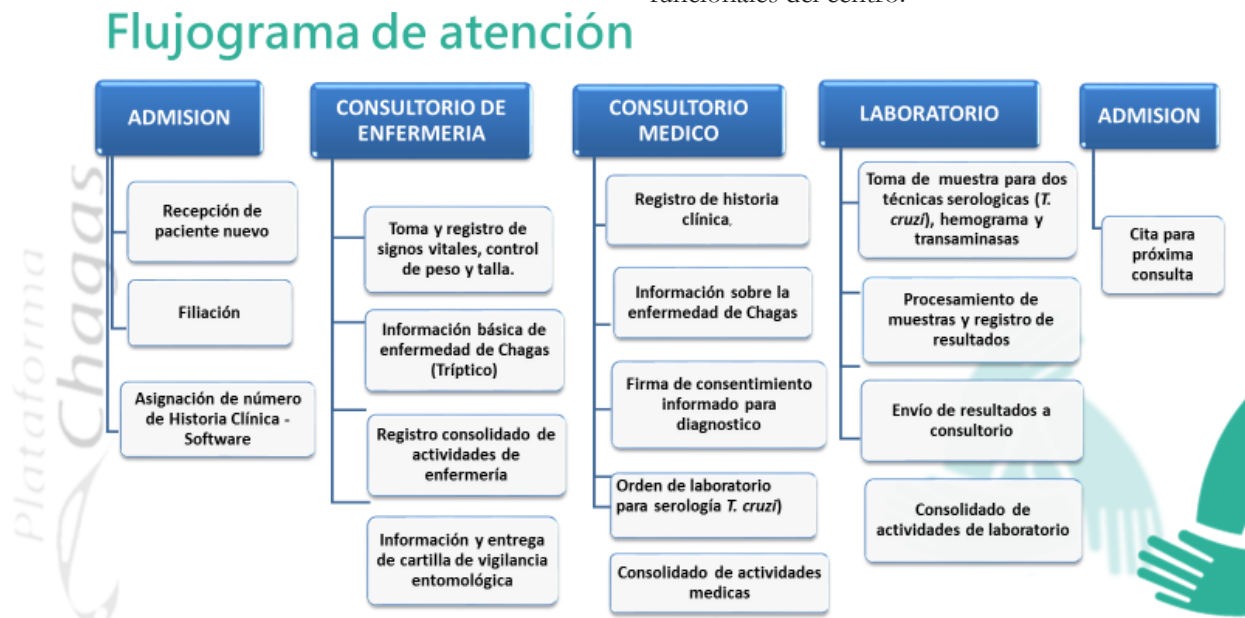
### 5.3. Procesos de atención integral de pacientes con enfermedad de Chagas y otras enfermedades prevalentes basados en protocolos científicamente validados e implementados en el departamento de Tarija.

El Centro de la Plataforma de Chagas ha participado en diferentes reuniones y talleres nacionales y departamentales aportando a la elaboración del Manual de Atención Integral de la

Enfermedad de Chagas del Ministerio de Salud. Documento concluido en la gestión 2016, en fase de publicación a cargo del Ministerio de Salud.

De igual manera cuenta con guías de atención integral de la enfermedad de Chagas en los centros de la Plataforma de Chagas, elaboradas sobre la base de los protocolos vigentes.

La atención protocolizada permitió estructurar un flujograma de atención, adecuado a las características funcionales del centro:



### 5.4. Protocolos de investigación ejecutados cuyos resultados contribuyen a mejorar el conocimiento y el manejo de enfermedades prevalentes y endémicas en el departamento de Tarija, y en Bolivia.

Además de los estudios multicéntricos el Centro de la Plataforma de la UAJMS elaboró los siguientes protocolos de investigación locales:

Investigación “Vigilancia entomológica con participación comunitaria Barrio el Constructor – ciudad de Tarija - Bolivia”. Publicado en revista Ventana Científica. UAJMS.

Investigación “Caracterización de reacciones adversas al Benznidazol en pacientes adultos con enfermedad de Chagas crónico indeterminado incorporados al tratamiento en el Centro de la Plataforma de Chagas Tarija 2012-2014”. Publicado en revista Ventana Científica UAJMS, en proceso de elaboración como texto de consulta para publicación internacional.

Investigación “Caracterización de transaminasas GOT-GPT en pacientes con infección por t. cruzi en pacientes del Centro de la Plataforma de Chagas”. Concluida, en fase de publicación.

Investigación “Seguimiento hematológico de pacientes con tratamiento específico para la infección por *T. cruzi*”. Tesis de la Maestría en Medicina Transfusional y Hematología. En proceso de defensa.

Investigación cuantitativa y cualitativa de “Adherencia al tratamiento específico de la enfermedad de Chagas en pacientes que acuden al Centro de la Plataforma”. Concluida.

Investigación en “Desarrollo de protocolos y herramientas para mejorar el manejo de enfermedades prevalentes en el departamento”. El personal de laboratorio del Centro de la Plataforma ha participado en la elaboración y ejecución del proyecto de investigación de identificación del vector *Phlebotomus* en el área de frontera de Argentina, Bolivia y Brasil para la búsqueda de probables casos de leishmaniasis visceral. El estudio se realizó en colaboración con el Servicio Departamental de Salud Tarija, FIOCRUZ y la Universidad Mayor de San Simón. En fase de informe final.

**RESULTADO 4. ALCANZADO.** Se han ejecutado las investigaciones locales comprometidas, las mismas que han sido publicadas o están en fase de publicación, contribuyendo de esta manera a mejorar el conocimiento y el manejo de las enfermedades prevalentes en el departamento de Tarija y en Bolivia.

#### **5.5. Profesionales de la salud con conocimientos, habilidades y competencias en la investigación y el manejo de enfermedades prevalentes del departamento de Tarija.**

El Centro de la Plataforma de Chagas promueve la capacitación permanente de su personal con la realización de sesiones clínicas mensuales, habiendo realizado y documentado un total 32 sesiones de actualización con un total de 370 participantes. De igual manera se asiste anualmente a reuniones técnicas de las Plataforma Científica de Investigación, con un total de 8 reuniones nacionales y 20 participantes y 4 reuniones internacionales con 18 participantes, las mismas que se realizaron en Brasil, México y Argentina.

El Centro de la Plataforma de Chagas en un Centro de capacitación tanto para estudiantes como para profesionales del área de la salud, la capacitación se realiza mediante pasantías de 10 días para el desarrollo de un programa académico basado en competencias. Bajo esta modalidad se han realizado 30 pasantías con 45 participantes médicos, enfermeras, bioquímicos y estudiantes del área de la salud.

Las actividades de capacitación institucional a la conclusión del proyecto, permiten contar con equipos multidisciplinarios para la atención integral protocolizada de la enfermedad en la Provincia Gran Chaco, en los municipios de Yacuiba, Villamontes y Caraparí, como fase inicial de un proyecto de AECID para fortalecer las redes de atención en esa región incorporando al Centro de la Plataforma como centro capacitador.

Además de la temática de Chagas, se participó en una reunión internacional para la elaboración del protocolo de investigación de identificación del vector *Phlebotomus* en el área de frontera de Argentina, Bolivia y Brasil para la búsqueda de probables casos de leishmaniasis visceral. Se cuenta con un profesional médico y bioquímico capacitados para el desarrollo de la misma, habiéndose extendido esta actividad al personal técnico entomólogo del SEDES Tarija.

Las actividades de proyección a la comunidad permitieron la realización de 12 ferias educativas con 3.600 participantes, vigilancia entomológica en 3.426 viviendas de barrios periféricos y municipios vecinos, se realizaron 12 tamizajes laboratoriales en comunidad con 2.378 personas que se realizaron la prueba y se apoyaron 3 reuniones de la Asociación de Lucha contra el Chagas con 70 participantes.

**RESULTADO 5. ALCANZADO.** Se han cumplido las actividades de capacitación institucional comprometidas en el proyecto, incorporando además actividades de capacitación a la comunidad, si bien no contempladas inicialmente en el proyecto, muy importantes para el logro de los objetivos de difusión de la Plataforma de Chagas de la Universidad y su vinculación con la sociedad.



### 5.6. Resultados de investigación difundidos que permiten fortalecer y asesorar a instituciones locales responsables en salud en la toma de decisiones en cuanto a políticas de salud pública.

Se ha realizado la difusión de actividades del Centro de la Plataforma mediante publicaciones internacionales, nacionales y departamentales. Se cuenta con el apoyo de la Revista Ventana Científica de la Universidad. Otros estudios se han publicado en la revista The Lancet y PLOS, reconocidas internacionalmente por su alto nivel de exigencia científica.

También se han difundido las actividades del Centro mediante la emisión de informes anuales, boletines, entrevistas y otros medios de comunicación y difusión, siendo actualmente una institución claramente reconocida.

Se cuenta con la página web: [www.plataformachagastarija.org](http://www.plataformachagastarija.org) y la página Facebook **Plataforma de Chagas Tarija - UAJMS**, con un record importante de visitas y seguimiento.

**Resultado 6. ALCANZADO.** Se ha realizado la difusión de resultados de investigación del Centro de la Plataforma de Chagas, contando con artículos científicos publicados en revistas internacionales y nacionales además de la difusión de otros documentos técnicos. Se cuenta también con página web y página Facebook, logrando un mayor número de usuarios y visibilizando de esta manera el proyecto de la Universidad.

## VI. OTROS RESULTADOS O METAS ALCANZADOS

El Centro de la Plataforma de Chagas se ha incorporado a la red departamental de servicios de salud, con la asignación de un código de establecimiento público registrado en el Sistema Nacional de Información en Salud.

Además de ser reconocido como establecimiento de la red de servicios de salud, contribuye con información oficial a las estadísticas de salud del país. (SNIS – INE).

También es reconocido como un Puesto de

Información Vectorial del Programa Nacional y Departamental de Chagas (PIV) formando parte de la red de Vigilancia Entomológica institucional y Comunitaria.

El Centro de la Plataforma de Chagas ha promovido el reconocimiento de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, como parte del consorcio internacional de instituciones de apoyo a las enfermedades desatendidas.

Ha generado una amplia participación social alrededor de las actividades del Centro, contando el apoyo de la Asociación de Lucha contra el Chagas, organización civil sin fines de lucro de apoyo a la Plataforma y los pacientes.

Se ha incorporado como Centro de referencia para la atención de pacientes con enfermedad de Chagas con afectación cardiológica, habiendo contribuido a la referencia de pacientes para la colocación de marcapaso, en instituciones sin fines de lucro.

Cuenta con un laboratorio con certificación externa de cumplimiento de estándares de calidad, con evaluaciones anuales.

Mediante las actividades de diagnóstico y tratamiento de Chagas ha brindado atención integral a docentes, administrativos y estudiantes de la UAJMS, además de población en general.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Plataforma de Chagas como proyecto de investigación de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho en consorcio con instituciones de apoyo, luego de una primera etapa de funcionamiento con recursos de cooperación internacional, a partir de septiembre de 2014 se financia con recursos I.D.H. de la Universidad asignados a investigación, manteniendo sin embargo la contraparte de instituciones locales como los municipios de Uriondo y Cercado y el apoyo de organizaciones como Fundación CEADES (Colectivo de Estudios Aplicados para el Desarrollo Salud y Medio Ambiente), Is GLOBAL, Instituto de Salud Global Barcelona, DNDi (Drugs for Neglected Diseases initiative), lo que permite la realización de investigaciones clínicas de alto costo y complejidad.

El apoyo de las organizaciones internacionales para investigación, ha posibilitado la dotación de equipamiento, insumos, contratación de laboratorios externos para procesamiento de muestras de alta complejidad, controles de calidad externos, seguro de vida y atención de salud de pacientes con complicaciones atribuibles a la medicación en estudio, comunicaciones y otros.

El proyecto, se constituye en un proyecto de inversión social responsable, en beneficio de la salud de la población del departamento de Tarija. El alcance de los resultados planteados y el logro de los objetivos en función de la ejecución presupuestaria, demuestra que el proyecto se ha ejecutado en un marco óptimo de eficacia y eficiencia

Es necesario considerar la experiencia adquirida en el proyecto, como una base sólida para la formulación de un nuevo proyecto de investigación sostenible, a cargo de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, precautelando el recurso humano capacitado y certificado internacionalmente como un valor adicional disponible, además de la infraestructura y equipamiento.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A las instituciones participantes:

- Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
- Servicio Departamental de Salud Tarija
- Municipio de Uriondo

- Municipio de Cercado y la ciudad de Tarija
- Fundación CEADES
- Instituto de Salud Global Barcelona IsGLOBAL
- Iniciativa de Medicamentos para Enfermedades Olvidadas DNDi

Al personal del Centro de la Plataforma de Chagas

- Dra. Lourdes Ortiz
- Dr. Alejandro Palacios
- Dra. Yalú Gallardo
- Dr. Diego Moreno
- Dr. Never Aguilera
- Dra. Carmiña Guzmán
- Lic. Rudy Vasco
- Lic. Salomé Mendoza
- Lic. Isabel Gonzáles
- Lic. Laura Vallejos
- Lic. Gabriela Cuellar
- Ing. Eduardo Romero
- Dra. María Eugenia Flores
- Sra. Erika Fernández

## NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA VENTANA CIENTÍFICA

### MISIÓN Y POLÍTICA EDITORIAL

La Revista VENTANA CIENTÍFICA, es una publicación semestral que realiza la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho que tiene como misión, difundir la producción de conocimientos de la comunidad universitaria, académica y científica del ámbito local, nacional e internacional, provenientes de investigaciones que se realiza en las distintas áreas del conocimiento, para contribuir a lograr una apropiación social del conocimiento por parte de la sociedad.

VENTANA CIENTÍFICA es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de revisión por al menos de dos pares expertos (académicos internos y externos) de reconocido prestigio, pudiendo ser nacionales y/o internacionales, que en función de las normas de publicación establecidas procederán a la aprobación de los trabajos presentados. Asimismo, la revista se rige por principios de ética y pluralidad, para garantizar la mayor difusión de los trabajos publicados.

La revista VENTANA CIENTÍFICA publica artículos en castellano, buscando fomentar la apropiación social del conocimiento por parte de la población en general.

Tanto los autores, revisores, editores, personal de la revista y académicos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, tienen la obligación de declarar cualquier tipo de conflicto de intereses que pudieran sesgar el trabajo.

### TIPO DE ARTÍCULOS Y PUBLICACIÓN

La Revista Ventana Científica, realiza la publicación de distintos artículos de acuerdo a las siguientes características:

Artículos de investigación científica y tecnológica: Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de investigaciones concluidas. La estructura generalmente utilizada es la siguiente: introducción, metodología, resultados, Discusión, pudiendo también si así lo desean presentar conclusiones.

Artículo de reflexión: Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Artículo de revisión: Documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematiza e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

Artículos académicos: Documentos que muestren los resultados de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, o también versan sobre la parte académica de la actividad docente. Son comunicaciones concretas sobre el asunto a tratar por lo cual su extensión mínima es de 5 páginas.

Cartas al editor: Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

### NORMAS DE ENVÍO Y PRESENTACIÓN

- a. La Revista VENTANA CIENTÍFICA, recibe trabajos originales en idioma español. Los mismos deberán ser remitidos en formato electrónico en un archivo de tipo Word compatible con el sistema Windows y también en forma impresa.
- b. Los textos deben ser enviados en formato de hoja tamaño carta (ancho 21,59 cm.; alto 27,94 cm.) en dos columnas. El tipo de letra debe ser Arial, 10 dpi interlineado simple. Los márgenes de la página deben ser, para el superior, interior e inferior 2 cm. y el exterior de 1 cm.
- c. La extensión total de los trabajos para los artículos de investigación, científica y tecnológica tendrán una extensión máxima de 15 páginas, incluyendo la bibliografía consultada.
- d. Para su publicación los artículos originales de investigación no deben tener una antigüedad mayor a los 5 años, desde la finalización del trabajo de investigación.

- e. Para los artículos de reflexión y revisión se tiene una extensión de 10 páginas. En el caso de los textos para los artículos académicos se tiene un mínimo de 5 páginas.
- f. Los trabajos de investigación (artículos originales) deben incluir un resumen en idioma español y en inglés, de 250 palabras.
- g. En cuanto a los autores, deben figurar en el trabajo todas las personas que han contribuido sustancialmente en la investigación. El orden de aparición debe corresponderse con el orden de contribución al trabajo, reconociéndose al primero como autor principal. Los nombres y apellidos de todos los autores se deben identificar apropiadamente, así como las instituciones de adscripción (nombre completo, organismo, ciudad y país), dirección y correo electrónico.
- h. La Revista VENTANA CIENTIFICA, solo recibe trabajos originales e inéditos, que no hayan sido publicados anteriormente y que no estén siendo simultáneamente considerados en otras publicaciones nacionales e internacionales. Por lo tanto, los artículos deberán estar acompañados de una Carta de Originalidad, firmada por todos los autores, donde certifiquen la originalidad del escrito presentado.

## **DIRECCIÓN DE ENVÍO DE ARTÍCULOS**

Los artículos para su publicación deberán ser presentados en el Departamento de Investigación Ciencia y Tecnología, ubicado en la Av. Víctor Paz Estensoro N° 0149, (oficinas Ex Yacimientos), Casilla N° 51. Telf./Fax: 6650787, o podrán ser enviados a las siguientes direcciones electrónicas: revista@uajms.edu.bo y revista.uajms@gmail.com. También se debe adjuntar una carta de originalidad impresa y firmada o escaneada en formato pdf.

## **FORMATO DE PRESENTACIÓN**

Para la presentación de los trabajos se debe tomar en cuenta el siguiente formato para los artículos científicos:

## **TÍTULO DEL ARTÍCULO**

El título del artículo debe ser claro, preciso y sintético, con un texto de 20 palabras como máximo.

## **AUTORES**

Un aspecto muy importante en la preparación de un artículo científico, es decidir, acerca de los nombres que deben ser incluidos como autores, y en qué orden. Generalmente, está claro que quién aparece en primer lugar es el autor principal, además es quien asume la responsabilidad intelectual del trabajo. Por este motivo, los artículos para ser publicados en la Revista Ventana Científica, adoptarán el siguiente formato para mencionar las autorías de los trabajos.

Se debe colocar en primer lugar el nombre del autor principal, investigadores, e investigadores junior, posteriormente los asesores y colaboradores si los hubiera. La forma de indicar los nombres es la siguiente: en primer lugar debe ir los apellidos y posteriormente los nombres, finalmente se escribirá la dirección del Centro o Instituto, Carrera a la que pertenece el autor principal. En el caso de que sean más de seis autores, incluir solamente el autor principal, seguido de la palabra latina “et al”, que significa “y otros” y finalmente debe indicarse la dirección electrónica (correo electrónico).

## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE**

El resumen debe dar una idea clara y precisa de la totalidad del trabajo, incluirá los resultados más destacados y las principales conclusiones, asimismo, debe ser lo más informativo posible, de manera que permita al lector identificar el contenido básico del artículo y la relevancia, pertinencia y calidad del trabajo realizado.

Se recomienda elaborar el resumen con un máximo de 250 palabras, el mismo que debe expresar de manera clara los objetivos y el alcance del estudio, justificación, metodología y los principales resultados obtenidos.

En el caso de los artículos originales, tanto el título, el resumen y las palabras clave deben también presentarse en idioma inglés.

## **INTRODUCCIÓN**

La introducción del artículo está destinada a expresar con toda claridad el propósito de la comunicación, además resume el fundamento lógico del estudio. Se debe mencionar las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema investigado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Debe mostrar, en forma organizada y precisa, cómo fueron alcanzados cada uno de los objetivos propuestos.

La metodología debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico que ha seguido el proceso de investigación desde la elección de un enfoque metodológico específico (preguntas con hipótesis fundamentadas correspondientes, diseños muestrales o experimentales, etc.), hasta la forma como se analizaron, interpretaron y se presentan los resultados. Deben detallarse, los procedimientos, técnicas, actividades y demás estrategias metodológicas utilizadas para la investigación. Deberá indicarse el proceso que se siguió en la recolección de la información, así como en la organización, sistematización y análisis de los datos. Una metodología vaga o imprecisa no brinda elementos necesarios para corroborar la pertinencia y el impacto de los resultados obtenidos.

## RESULTADOS

Los resultados son la expresión precisa y concreta de lo que se ha obtenido efectivamente al finalizar el proyecto, y son coherentes con la metodología empleada. Debe mostrarse claramente los resultados alcanzados, pudiendo emplear para ello cuadros, figuras, etc.

Los resultados relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y métodos empleados. No deben repetirse en el texto datos expuestos en tablas o gráficos, resumir o recalcar sólo las observaciones más importantes.

## DISCUSIÓN

El autor debe ofrecer sus propias opiniones sobre el tema, se dará énfasis en los aspectos novedosos e importantes del estudio y en las conclusiones que pueden extraerse del mismo. No se repetirán aspectos incluidos en las secciones de Introducción o de Resultados. En esta sección se abordarán las repercusiones de los resultados y sus limitaciones, además de las consecuencias para la investigación en el futuro. Se compararán las observaciones con otros estudios pertinentes. Se relacionarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones poco fundamentadas y conclusiones avaladas insuficientemente por los datos.

## BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

La bibliografía utilizada, es aquella a la que se hace referencia en el texto, debe ordenarse en orden alfabético y de acuerdo a las normas establecidas para las referencias bibliográficas (Punto 5).

## TABLAS Y FIGURAS

Todas las tablas o figuras deben ser referidas en el texto y numeradas consecutivamente con números arábigos, por ejemplo: Figura 1, Figura 2, Tabla 1 y Tabla 2. No se debe utilizar la abreviatura (Tab. o Fig.) para las palabras tabla o figura y no las cite entre paréntesis. De ser posible, ubíquelas en el orden mencionado en el texto, lo más cercano posible a la referencia en el mismo y asegúrese que no repitan los datos que se proporcionen en algún otro lugar del artículo.

El texto y los símbolos deben ser claros, legibles y de dimensiones razonables de acuerdo al tamaño de la tabla o figura. En caso de emplearse en el artículo fotografías y figuras de escala gris, estas deben ser preparadas con una resolución de 250 dpi. Las figuras a color deben ser diseñadas con una resolución de 450 dpi. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para identificar partes de la figura, se debe identificar y explicar claramente el significado de todos ellos en la leyenda.

## DERECHOS DE AUTOR

Los conceptos y opiniones de los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores. Dicha responsabilidad se asume con la sola publicación del artículo enviado por los autores. La concesión de Derechos de autor significa la autorización para que la Revista VENTANA CIENTÍFICA, pueda hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica.

En ningún caso, dichos derechos afectan la propiedad intelectual que es propia de los(as) autores(as). Los autores cuyos artículos se publiquen recibirán un certificado y 1 ejemplar de la revista donde se publica su trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las referencias bibliográficas que se utilicen en la redacción del trabajo; aparecerán al final del documento y se incluirán por orden alfabético. Debiendo adoptar las modalidades que se indican a

continuación:

## REFERENCIA DE LIBRO

Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Editorial y lugar de edición.

Tamayo y Tamayo, M. (1999). El Proceso de la Investigación Científica, incluye Glosario y Manual de Evaluación de Proyecto. Editorial Limusa. México.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). Metodología de la Investigación Cualitativa. Ediciones Aljibe. España.

Referencia de Capítulos, Partes y Secciones de Libro

Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del capítulo de libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Colocar la palabra, en, luego el nombre del editor (es), título del libro, páginas. Editorial y lugar de edición.

Reyes, C. (2009). Aspectos Epidemiológicos del Delirium. En M. Felipe, y Odun. José (eds). Delirium: un gigante de la geriatría (pp. 37-42). Manizales: Universidad de Caldas

## REFERENCIA DE REVISTA

Autor (es), año de publicación (entre paréntesis), título del artículo, en: Nombre de la revista, número, volumen, páginas, fecha y editorial.

López, J.H. (2002). Autoformación de Docentes a Tiempo Completo en Ejercicio. En Ventana Científica, N° 2. Volumen 1. pp 26 – 35. Abril de 2002, Editorial Universitaria.

## REFERENCIA DE TESIS

Autor (es). Año de publicación (entre paréntesis). Título de la tesis en cursiva y en mayúsculas las palabras más relevantes. Mención de la tesis (indicar el grado al que opta entre paréntesis). Nombre de la Universidad, Facultad o Instituto. Lugar.

Salinas, C. (2003). Revalorización Técnica Parcial de Activos Fijos de la Universidad Autónoma Juan Misael

Saracho. Tesis (Licenciado en Auditoría). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. Tarija – Bolivia.

## PÁGINA WEB (WORLD WIDE WEB)

Autor (es) de la página. (Fecha de publicación o revisión de la página, si está disponible). Título de la página o lugar (en cursiva). Fecha de consulta (Fecha de acceso), de (URL – dirección).

Puente, W. (2001, marzo 3). Técnicas de Investigación. Fecha de consulta, 15 de febrero de 2005, de <http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

Durán, D. (2004). Educación Ambiental como Contenido Transversal. Fecha de consulta, 18 de febrero de 2005, de <http://www.ecoport.net/content/view/full/37878>

## LIBROS ELECTRÓNICOS

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Fecha de publicación. Título (palabras más relevantes en cursiva). Tipo de medio [entre corchetes]. Edición. Nombre la institución patrocinante (si lo hubiera) Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.

Ortiz, V. (2001). La Evaluación de la Investigación como Función Sustantiva. [Libro en línea]. Serie Investigaciones (ANUIES). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (1998). Manual Práctico sobre la Vinculación Universidad – Empresa. [Libro en línea]. ANUIES 1998. Agencia Española de Cooperación (AECI). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>

## REVISTAS ELECTRÓNICAS

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Título del artículo en cursiva. Nombre la revista. Tipo de medio [entre corchetes]. Volumen. Número. Edición. Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.

Montobbio, M. La cultura y los Nuevos Espacios Multilaterales. Pensar Iberoamericano. [en línea]. N° 7. Septiembre – diciembre 2004. Fecha de consulta: 12 enero 2005. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/pensariberoamerica/index.html>

## **REFERENCIAS DE CITAS BIBLIOGRÁFICAS EN EL TEXTO**

Para todas las citas bibliográficas que se utilicen y que aparezcan en el texto se podrán asumir las siguientes formas:

- a) De acuerdo a Martínez, C. (2010), la capacitación de docentes en investigación es tarea prioritaria para la Universidad.
- b) En los cursos de capacitación realizados se pudo constatar que existe una actitud positiva de los docentes hacia la investigación (Fernandez, R. 2012).
- c) En el año 2014, Salinas, M. indica que la de capacitación en investigación es fundamental para despertar en los docentes universitarios, la actitud por investigar.