

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUPROGRAMA BIOLOGÍA

*INFORME FINAL*  
*LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA APLICADA A PLAGAS FACULTAD DE AGRONOMIA,*  
*Museo de Historia Natural*  
*ENERO 2016-ENERO 2017*

SILVIA CAROLINA DUARTE MORALES  
PROFESOR SUPERVISOR: LICDA EUNICE ENRIQUEZ  
VoBo. Asesor Institucional :Lucia Prado

## INDICE

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
LISTA DE ACTIVIDADES .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>A. Docencia</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 1:</b> Recorridos por el Museo de Historia Natural ..	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 2:</b> Realización de Exposiciones Temporales en el parque Nacional Naciones Unidas .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 3:</b> invitación y Convocatoria a Formar Grupo de Voluntarios ...	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 4</b> Busca de Imágenes y de Materiales para Futura Exposicion Temporal .	¡Error! Marcador no definido.
<b>B. Servicio</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 1:</b> Ordenamiento, revisión, montaje y etiquetado de la colección de referencia de Abejas de.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 2:</b> Revisión del estado de muestras de maiz y elaboracion de base de datos. ....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 3:</b> Elaboracion y corte de Etiquetas para especimenes .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 4:</b> Ordenamiento de los especimenes por Ordenes . ....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Actividad No. 5:</b> Colocacion de Cajas de especimenes en Gabinetes.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>C. Investigación</b> .....	¡Error! Marcador no definido.

## INTRODUCCION

El Programa de Experiencias docentes con la comunidad es un acercamiento al trabajo que se desarrollara más adelante como profesionales, lo cual es como una ventana a diversos aprendizajes y una forma de retribuirle a las diferentes unidades académicas de la USAC el aporte que tienen con la Sociedad Guatemalteca. Entre estas unidades se encuentra el Museo de Historia Natural de La Escuela de Biología de La USAC y el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la USAC, las cuales se describen a continuación:

**El Aporte del Museo de Historia Natural a la sociedad es a través de educación ambiental e investigaciones científica, cuenta con 8 salones educativos donde los visitantes pueden aprender desde que es una Roca y un mineral hasta los diferentes ecosistemas que se encuentran en nuestro país , y una colección de Referencia en el que Profesionales pueden visitarlo.**

**El Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía cuenta con más de 50,000 especímenes de diferentes órdenes , y de diferentes lugares de Guatemala , los cuales están disponibles para referencia, además imparte talleres de colecta de Insectos.**

**Al finalizar esta práctica se tiene un panorama más amplio sobre las diferentes instituciones que se dedican al estudio y preservación de la Biología guatemalteca .**

### **Lista de Actividades**

Programa Universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC Ejecutadas
A. Docencia	Búsqueda de Literatura sobre Pinturas Mayas.  Promoción para invitar a personas a que se unan al voluntariado del Museo de Historia Natural.  Solicitud de Apoyo a facilitadores.  Visitas Guiadas a Estudiantes.  Exposición itinerante en el parque Naciones Unidas.  Exposición itinerante en el Zoológico La Aurora	Febrero 2016  Mayo/junio 2016  Junio 2016  Junio 2016  Junio 2016	110.horas
B. Servicio	Elaboración de números para la colección de abejas .  Contribución en la base de datos de la colección	Febrero 2016  Marzo 2016	

	<p>entomológica de la unidad para el conocimiento, uso y valoración de la Biodiversidad.</p> <p>Montaje y etiquetado de Especímenes</p> <p>Montaje y etiquetado de Especímenes de la colección del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la USAC</p> <p>Elaboración de una base de datos con proyecto Maíz, Facultad de Agronomía USAC</p>	<p>Marzo /Abril 2016</p> <p>Abril –Agosto2016</p> <p>Mayo 2016</p>	<p>264. horas</p>
--	--	--	-------------------

#### ACTIVIDADES DE DOCENCIA

- NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Búsqueda de Literatura sobre Pinturas Mayas

**OBJETIVOS:** Encontrar literatura relacionada con pinturas mayas para que en base a eso se pueda realizar la exhibición Temporal

**DESCRIPCION:** para poder realizar el montaje de la exhibición en el museo de Historia Natural se esta recopilando literatura y otros artículos., como el art " Las técnicas de la pintura mural de los mayas " de Vásquez Agredo (2007) y el "Pigmento Azul a través de productos de la Naturaleza de Thompson (2014)

**RESULTADOS:** Art científicos como por ejemplo

**LIMITACIONES:** No se tuvo limitaciones
- Nombre de La Actividad :** Promoción para invitar a personas a que se unan al voluntariado del Museo de Historia Natural

**Objetivos :** Animar a la gente que participe como voluntario

**Descripción ;** Se utilizaron las redes sociales, para promover el voluntariado para que colaboren con las guías dirigidas a los visitantes

**Resultados:** Asistencia a las capacitaciones por parte de 15 personas

**Limitaciones :** Disponibilidad de las personas para asistir en los horarios dispuestos

- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Solicitud de Apoyo a facilitadores  
**OBJETIVOS:** Conseguir al menos diez facilitadores para que puedan darle charlas inductivas al grupo de voluntarios del Museo de Historia –Natural  
**DESCRIPCION:** En la actividad se pretende involucrar a los voluntarios con diferentes tareas del Museo pero al mismo tiempo se pretende capacitarlos  
**RESULTADOS** La aceptación y Charla de los facilitadores
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Visitas Guiadas a Estudiantes  
**OBJETIVOS:** Transmitir el contenido de cada salón del Museo de Historia –Natural  
**DESCRIPCION:** Se lleva a los visitantes por todos los salones y se les explica el contenido de los mismos  
**RESULTADOS ;** Aumento de conocimiento de los visitantes, y una mejor atención  
**LIMITACIONES ;** Muchos niños por persona
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Exposición itinerante en el parque Naciones Unidas  
**OBJETIVOS;** Dar a conocer a las personas las actividades del Museo de Historia Natural  
**DESCRIPCION:** Se llevo Material del Museo de Historia Natural al Parque Naciones Unidas y se les explicaba a los visitantes.  
**RESULTADOS** Personas Interesadas en visitar el Museo de Historia Natural  
**LIMITACIONES:** El Clima fue un factor determinante, ya que nos tuvimos que retirar por que empezó a llover .
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Exposición itinerante en el zoológico La Aurora  
**OBJETIVOS;** Dar a conocer a las personas las actividades del Museo de Historia Natural  
**DESCRIPCION:** Se llevó Material del Museo de Historia Natural al zoológico la Aurora para celebrar el día mundial de los océanos y se les explico a los visitantes sobre Moluscos  
**RESULTADOS** Personas Interesadas en visitar el Museo de Historia Natural  
**LIMITACIONES:** no hubieron
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Gestión para un logo en unas cajas de Crayones  
**OBJETIVOS;** Contar con material didáctico con el logo del Museo  
**DESCRIPCION:** Se solicitó a estudiantes colaboración para elaborar una cajita de crayones con el logo del museo .  
**RESULTADOS** Varias propuestas de diseño de cajita de crayones  
**LIMITACIONES;** Los recursos económicos para tener la caja física

## ACTIVIDADES DE SERVICIO

- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Elaboración de números para la colección de abejas  
**OBJETIVOS:** Que todas las cajas de la colección entomológica de la unidad para el conocimiento, uso y valoración de la Biodiversidad estén identificados con un número de caja

**DESCRIPCION:** Por el movimiento que tiene los especímenes de la colección es importante que estén debidamente identificados, ya que en algunos casos se tiene la visita de Expertos y para ellos es más fácil la manipulación de dichos especímenes

**RESULTADOS :** diez cajas de la colección de abejas identificados con un número para su mejor ubicación

**LIMITACIONES:** Determinar que efectivamente todos los especímenes pertenezcan a la caja numerada.

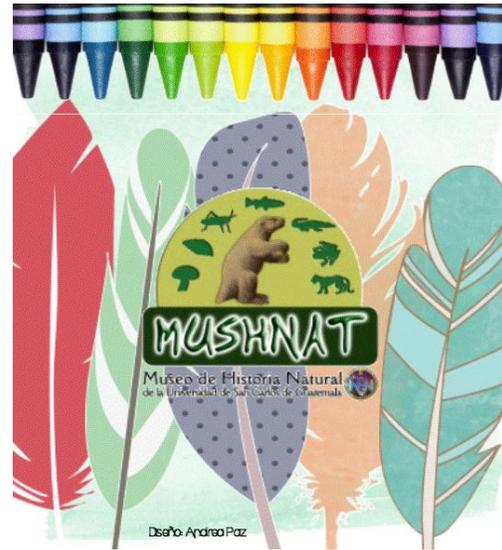
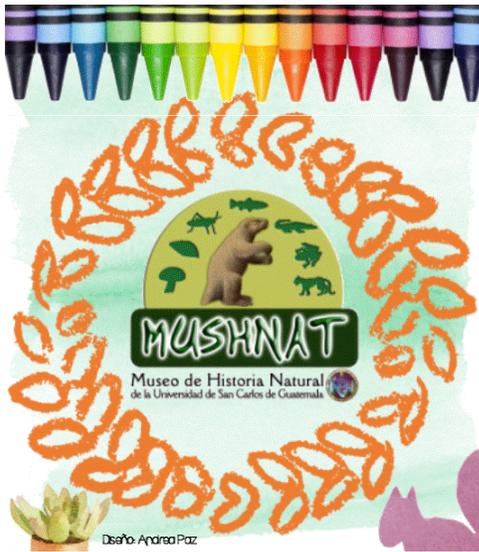
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Contribución en la base de datos de la colección entomológica de la unidad para el conocimiento, uso y valoración de la Biodiversidad  
**OBJETIVOS:** Colocarles a altura algunas colectas para completar los datos  
**DESCRIPCION:** Se está implementando un programa para actualizar la base de datos el cual requiere que se agregue la altitud de dichos lugares para completarla.  
**RESULTADOS :** datos cambiados en la base que no tenían altura y ahora ya.  
**LIMITACIONES:** Que se pierde un poco de tiempo al buscar la altitud.
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Montaje y etiquetado de Especímenes  
**OBJETIVOS:** Montar los especímenes para ingresarlos en la colección de referencia. así como arreglar las etiquetas de especímenes ya ingresados  
**DESCRIPCION:** Algunos especímenes se encontraban en alcohol los cuales se ingresaron a la colección, para lo cual se etiquetaron y se montaron, y a otros especímenes solo se compuso la etiqueta.  
**RESULTADOS :** Quince especímenes ingresados en la colección, así como dos cajas entomológicas revisadas las etiquetas  
**LIMITACIONES:** No se presentó ninguna.
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Montaje y etiquetado de Especímenes de la colección del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la USAC  
**OBJETIVOS:** Montar los especímenes para ingresarlos en la colección de referencia. así como arreglar las etiquetas de especímenes ya ingresados  
**DESCRIPCION:** especímenes se encontraban sin identificación los cuales se ingresaron a la colección, para lo cual se etiquetaron y se montaron, y a otros especímenes solo se compuso la etiqueta.  
**RESULTADOS:** especímenes con etiqueta y ordenados  
**LIMITACIONES:** No se presentó ninguna
- **NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Elaboración de una base de datos con proyecto Maíz, Facultad de Agronomía USAC  
**OBJETIVOS:** Trasladar los datos electrónicamente para determinar en que tratamiento se conserva mejor el Maíz  
**DESCRIPCION:** Se revisó las muestras enviadas de diferentes lugares (silo, tapanco, costal )  
**RESULTADOS:** Base de datos con los diferentes datos  
**LIMITACIONES:** No se presentó ninguna

## Referencias Bibliográficas

Vásquez Agredo (2007) Los colores y las técnicas de la pintura mural maya. Mexico Los anales del museo de américa pag 55-66

Thompson V.(2014) Pigmento azul a partir de la Naturaleza. Vol 74(1) Univesidad de Costa Rica .

ANEXOS



# **Geomorfología del Rio Xacbal y su relación con procesos geológicos y de uso del suelo actual en las tierras bajas de la Cuenca Sedimentaria Chapayal, El Quiche, Guatemala.**

Silvia Duarte, Carlos Avendaño y Nora Machuca

Escuela de Biología, CCQQFar, Universidad de San Carlos de Guatemala

Edificio T-10 2do. Nivel Ciudad Universitaria Zona 12, Ciudad de Guatemala, Guatemala 01012

## **Resumen**

En este estudio se estableció la línea base para explicar que factores ambientales explican la adaptación hidrológica del Rio Xacbal en las tierras bajas de la Cuenca Sedimentaria de Chapayal (Cuenca Sedimentaria Sur de El Peten), en función de procesos geológicos, primariamente la deformación tectónica, de forma secundaria la deformación litológica, y de forma terciaria el uso del suelo en las márgenes del cauce fluvial. En este sentido, se esperó que la adaptación hidrológica (medida en sub-tramos del rio según su orientación geográfica, longitud y gradiente altitudinal), y la distribución de meandros activos en el Rio Xacbal, se relacionaron primariamente con procesos de deformación tectónica (Mardones et al. 2007). De forma complementaria, se exploró la relación de la adaptación hidrológica con la deformación litológica y el uso del suelo.

La investigación buscó explorar qué factores ambientales explican la adaptación hidrológica y la formación de meandros en el Rio Xacbal en la sección de su recorrido que atraviesa la Cuenca Sedimentaria Chapayal, en el Departamento de El Quiche. Basados en estudios geomorfológicos fluviales, el factor físico que se seleccionó para explicar de forma principal la adaptación hidrológica, fue el de deformación tectónica.

**Palabras clave:** Cuenca sedimentaria, Adaptación Hidrológica, Rio Xacbal, deformación tectónica, deformación litológica .

## **Introducción**

La geomorfología fluvial es la disciplina que trata del estudio de las formas de ríos, y de las interrelaciones con factores físicos, bióticos y antrópicos que determinan su variabilidad espacial y temporal (Whitfield and Harvey, 2012). Las implicaciones teórico-prácticas de la geomorfología fluvial, abarcan desde conocer el papel de procesos climatológicos, geológicos, biológicos y antrópicos en la determinación de la morfología del cauce de ríos o fluvial (Merritts et al., 1994); hasta plantear procesos de ordenamiento territorial y reducción de desastres, en localidades afectadas por inundaciones y cambios estocásticos fluviales.

A pesar de la importancia teórico-práctica de la geomorfología fluvial, aún existen vacíos de conocimiento en relación a la comprensión de la interacción de factores físicos y bióticos en la determinación de las formas de cauces fluviales (Ziyad, 2014).

Según la adaptación hidrológica, los factores físicos de tipo geológico pueden ser claves para explicar cómo la morfología fluvial se define al seguir el trazado de fallas tectónicas, o deformación tectónica; y/o la existencia de sustratos geológicos de baja resistencia, o deformación litológica. Ambos procesos de deformación no son mutuamente excluyentes a lo largo del cauce de un río, y así también cuando ninguna explica la geomorfología fluvial, se afirma que se observa una inadaptación hidrológica, posiblemente como una respuesta al seguimiento fluvial de paleocauces que eventualmente son expuestos por procesos de erosión (Pickering 2016).

De igual forma, el papel de bosques riparios se ha estudiado como un posible factor que influye en la geomorfología fluvial (Hupp and Osterkamp 1996), como un elemento paisajístico que controla la entrada de sedimentos al cuerpo de agua fluvial; y también como esta función se ve modificada

por perturbaciones de tipo antrópico, al alterar dicha interfaz biótico-fluvial (Cohen 2016).

En este estudio se estableció la línea base para explicar que factores ambientales explican la adaptación hidrológica del Río Xacbal en las tierras bajas de la Cuenca Sedimentaria de Chapayal (Cuenca Sedimentaria Sur de El Peten), en función de procesos geológicos, primariamente la deformación tectónica, de forma secundaria la deformación litológica, y de forma terciaria el uso del suelo en las márgenes del cauce fluvial. En este sentido, se esperó que la adaptación hidrológica (medida en sub-tramos del río según su orientación geográfica, longitud y gradiente altitudinal), y la distribución de meandros activos en el Río Xacbal, se relacionaron primariamente con procesos de deformación tectónica (Mardones et al. 2007). De forma complementaria, se exploró la relación de la adaptación hidrológica con la deformación

litológica y el uso del suelo. Las implicaciones de este estudio son relevantes en el desarrollo de estudios de geomorfología fluvial y sus relaciones actuales e históricas con factores físicos, bióticos y culturales, principalmente ante amenazas de índole regional y global (Rockström and Klum, 2015), como lo son perturbaciones climatológicas (e.g. incremento de efecto fenómeno del Niño) que aumentan la vulnerabilidad de poblaciones humanas establecidas en las márgenes de ríos en Guatemala.

## **Materiales y Métodos**

### Área de estudio

El Río Xacbal se encuentra entre las coordenadas Lat 15.404167 y Long - 91.147778. La cuenca del Xacbal desciende desde las montañas que la separan del área Kanjobal en el departamento de Huehuetenango a más de 2500 msnm por un cañón en dirección a las Tierras Bajas del

Ixcán, a 600 msnm donde inicia el encajonamiento del Río en la sub región norte (Velásquez 2012).

La cuenca de Río Xacbal en las tierras bajas del Ixcán, atraviesa la Cuenca Sedimentaria Sur de El Petén, conocida como de Chapayal (Ortega-Obregón et al., 2008), la cual se encuentra en el centro y norte de Guatemala, hacia el este hasta Belice, hacia el oeste hasta la provincia de Chiapas en México, y hacia el norte al sur de la Plataforma de Yucatán. Recibe este nombre porque la mayor parte de la cuenca se encuentra en el Departamento de El Petén, aunque cubre el norte del Huehuetenango, El Quiché, Alta Verapaz, e Izabal. Esta cuenca sedimentaria se localiza a 16-18 ° norte en latitud, sobre el Terreno Maya (entre 100 y 300 m de altitud) en el sur parte de la Placa Norteamericana, y se limita en el sur por el Polochic, Motagua y Jocotán (Avendaño 2008).

## Diseño experimental

La investigación buscó explorar qué factores ambientales explican la adaptación hidrológica y la formación de meandros en el Río Xacbal en la sección de su recorrido que atraviesa la Cuenca Sedimentaria Chapayal, en el Departamento de El Quiché. Basados en estudios geomorfológicos fluviales, el factor físico que se seleccionó para explicar de forma principal la adaptación hidrológica, fue el de deformación tectónica. Se diferenciaron dos tratamientos en función de la deformación tectónica relacionada al Plegamiento de Las Verapaces: Orientación paralela (existencia de fallas paralelas) y perpendicular (inadaptación hidrológica, o posible existencia de fallas perpendiculares). En este sentido las unidades experimentales (UE) las constituyeron sub-tramos del Río Xacbal con orientaciones ya sea paralelas (133°N rumbo SE, y 315°N rumbo NO) o perpendiculares (38°N rumbo NE, y 222 °N

rumbo SO) al Plegamiento de Las Verapaces (en este caso las UE son iguales a las Unidades de Muestreo). Ya que el estudio se realizó sólo en el Río Xacbal, no se esperó contar con un diseño balanceado con el mismo número de UE en ambos tratamientos. Las variables de respuesta de adaptación hidrológica medidas en las UE (sub-tramos) son la orientación (grados norte), la longitud (metros), y el gradiente altitudinal (metros de elevación por metro recorrido). En cada UE se identificaron los tipos de roca existentes por los que atraviesa los sub-tramos del Río Xacbal.

De forma complementaria se exploró la relación entre la deformación tectónica y la distribución de meandros activos. Se cuantificó el número de meandros por cada UE, y se realizaron mediciones de radio y dirección de cada meandro. Para explorar la relación con la adaptación hidrológica, el número de meandros se contrastó con la orientación, longitud y gradiente altitudinal

medidos en cada UE. Por último, se contrastó el número de meandros con la frecuencia de usos de suelo reportados a lo largo de cada UE.

## Digitalización del Río Xacbal

### Análisis de datos

Para contrastar la hipótesis de investigación, se utilizó estadística circular para analizar el rumbo geográfico de los sub-tramos (Fisher 1993), ya sea paralelo o perpendicular al Plegamiento de Alta Verapaz. La U de Rao (Rao 1972) se utilizó para contrastar la existencia de uniformidad de las orientaciones de los sub-tramos del Río Xacbal, en donde un valor de  $p < 0.05$  indica lo contrario. Con la prueba de Mardia-Watson-Wheeler se contrastó la existencia de orientaciones iguales entre el tratamiento de UE paralelas y perpendiculares; al igual que la dirección de los meandros en cada UE por tratamiento. La longitud y gradiente altitudinal por tratamiento se compararon por medio de cajas de Tuckey y por la

prueba estadística de t de Student. La comparación de número de meandros y de radio de meandros por tratamiento, se realizó con una prueba de t de Student. La relación entre el número de meandros y la frecuencia de uso de suelo por sub-tramo se analizó por medio de una correlación no paramétrica (Spearman) (Legendre and Legendre, 1998).

## **Resultados**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la medición del rumbo de los sub-tramos del Rio Xacbal (Tabla 1). Se observa como los sub-tramos Rx2, Rx4, Rx7, Rx9, Rx11 y Rx13, presentan una disposición paralela al Plegamiento de las Verapaces (variabilidad entre  $94.76^\circ$  y  $325.65^\circ$  N); mientras que los sub-tramos Rx1, Rx3, Rx5, Rx6, Rx8, Rx10 y Rx12 presentan una disposición perpendicular (variabilidad entre  $4.92^\circ$  y  $38.84^\circ$  N) al

Plegamiento de las Verapaces. Según la prueba de la U de Rao ( $U=211.2$ ,  $p<0.001$ ), no hay uniformidad en las orientaciones de los sub-tramos del Rio Xacbal, es decir, existen diferentes tendencias (e.g. paralelos y perpendiculares). La prueba de Mardia-Watson-Wheeler confirmo que existen dos grupos de sub-tramos con orientaciones distintas ( $W= 10.652$ ,  $p<0.001$ ) En la figura 1 se observa el mapa con los sub-tramos identificados a lo largo del Rio Xacbal en el área de estudio.

En la figura 2, se representan las frecuencias de las orientaciones de los sub-tramos, siendo en total 7 perpendiculares, y 6 paralelos, y los grados al norte entre el rango de rumbo  $270-330^\circ$  N y  $92-133^\circ$  N, indican los valores de rumbo que se toman como paralelos al Plegamiento de Alta Verapaz.

En la figura 3, se observa que los sub-tramos que tienen una mayor longitud y mayor variabilidad, tienen una orientación perpendicular con respecto al Plegamiento

de las Verapaces, sin embargo, no hay diferencia de longitud ( $F= 14.178$ ,  $p<0.05$ ;  $t= -1.7$ ,  $gl = 7.08$ ,  $p>0.05$ ). En la figura 4, se observa que de acuerdo al índice SL (*Stream Length*), no hay diferencia entre la elevación en el recorrido con respecto al rumbo de los dos tratamientos ( $t = -0.806$ ,  $gl=11$ ,  $p>0.05$ ). En la figura 5 se observa que hay un mayor número de meandros en la orientación perpendicular al plegamiento, pero igualmente tienen una mayor variabilidad sin existir una diferencia significativa ( $F= 18.310$ ,  $p<0.05$ ;  $t= -1.168$ ,  $gl = 8.048$ ,  $p>0.05$ ). En la figura 6 se observa un radio mayor en los meandros con orientación perpendicular al plegamiento ( $t = 2.455$ ,  $gl=11$ ,  $p<0.05$ ). En la figura 7 se observa que los meandros con orientación paralela, tienen una dirección variable ( $33-298^\circ$  N), mientras la orientación perpendicular es menos variable ( $37-187^\circ$  N) ( $W=4.9127$ ,  $p=0.08$ ). En la figura 8, se compara la frecuencia de meandros y el uso de suelo de

pastizal y bosque, y según una correlación no paramétrica de Spearman, el uso de suelo de bosque se correlaciona en un 58% con el número de meandros ( $r=0.58$ ,  $p < 0.05$ ), y el pastizal en un 92% ( $r=0.92$ ,  $p< 0.01$ ).

## **Discusión**

En la figura 1 con respecto al rumbo, la tectónica es la que está indicando una adaptación hidrológica en algunos sub-tramos y una inadaptación hidrológica en otros, mientras que la litológica no tiene una influencia significativa ya que no hay un cambio en el tipo de roca, con respecto al rumbo.

La orientación de los sub-tramos coincide con los valores del Plegamiento de Alta Verapaz que se orienta paralelamente a  $314.99^\circ$  NO y  $133.99^\circ$  SE; y de forma perpendicular a  $38.73^\circ$  NE y  $221.89^\circ$  SO.

Las zonas excepcionalmente permeables se desarrollan a lo largo de fallas, tal vez generadas por los movimientos de la placa

eocena del Caribe en el este y en el noroeste, por la relajación de la corteza y/o a la carga de la cuenca causado por el impacto de un gran meteorito (Kenkmann et al 2005)

### **Agradecimientos**

Se Agradece el apoyo a esta investigación al proyecto Fodecyt 2016-006, por el financiamiento para la obtención de los datos, al Ing. Agrónomo Daunno Chew, por la digitalización de los mapas y obtención de los resultados a Nora Machuca por las observaciones y aportes y al Ph.d Carlos Avendaño por toda la asesoría y colaboración en la realización de esta investigación .

### **Referencias**

Cohen, L. J. (2016). Influences of Hardwood Riparian Vegetation on Stream Channel Geometry in Eastern Forested Environments (Doctoral dissertation, Vanderbilt University).

Fisher, N. I. (1993). Statistical analysis of circular data. Cambridge: Cambridge University Press.

Hupp, C. R., & Osterkamp, W. R. (1996). Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. *Geomorphology*, 14(4), 277-295.

Kenkmann, T et al. (2005) Large Meteorite Impacts III, The Geological Society of America, 384

Mardones, M., Jara, J., & Vargas, J. (2007). El patrón hidrográfico de la cuenca del río Blanco: control tectónico y geomorfológico. *Revista de Geografía Norte Grande*, (38), 79-98.

Legendre, P., Legendre, L., 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier B.V., Amsterdam.

Merritts, D.J., Vincent, K.R., Wohl, E.E., 1994. Long river profiles, tectonism, and eustasy: A guide to interpreting fluvial terraces. *J. Geophys. Res.* 99, 14031–14050.

Ortega-Obregón, C., Solari, L.A., Keppie, J.D., Ortega-Gutiérrez, F., Solé, J., Morán-Ical, S., 2008. Middle-Late Ordovician magmatism and Late Cretaceous collision in the southern Maya block, Rabinal-Salamá area, central Guatemala: Implications for North America - Caribbean plate tectonics. *Bull. Geol. Soc. Am.* 120, 556–570. doi:10.1130/B26238.1

Rockström, J., Klum, M., 2015. Big World. Small Planet. Abundance with Planetary Boundaries. Yale University Press, USA.

Whitfield, E., Harvey, A.M., 2012. Interaction between the controls on fluvial system development: Tectonics, climate, base level and river capture - Rio Alias, Southeast Spain. Earth Surf.

Process. Landforms 37, 1387–1397. doi:10.1002/esp.3247

Ziyad, E., 2014. Relationship between tectonic activity , fluvial system and river morphology in the Dohuk catchment , Iraqi Kurdistan. Géomorphologie Reli. , Process. Environ. 20, 91–100.

### Tablas y figuras

Tabla 1. Relación entre el rumbo y el plegamiento del Rio Xacbal. UExp = Unidad Experimental que son los sub-tramos del Rio Xacbal; Geomod = Moda estadística de tipo de roca por UExp; “n” meandros = cantidad de meandros en un sub-tramo.

UExp	Plegamiento	Rumbo °	GEOMOD	Longitud (m)	Dif.Elevacion (m)	"n" meandros
RX2	Paralelo	101.71	Qa	1028.14	7	1
RX4		325.65		2177.02	16	3
RX7		94.76		1449.95	2	2
RX9		321.4		1571.69	5	4
RX11		299.95		2879.48	3	4
RX5	Perpendicular	5.08	Qa	6134.86	27	7
RX6		38.84		4379.14	21	7
RX10		14.44		1929.07	12	3
RX13	Paralelo	306.69	KTs	1327.55	8	2
RX8	Perpendicular	4.92		1109.14	1	1
RX12		27.12	6735.21	12	8	
RX3		13.84	Qa-KTs	2399.85	12	2
RX1		16.94	Ksd	821.52	30	1

Figura 1. Rumbo del Rio Xacbal con respecto al Plegamiento de Alta Verapaz

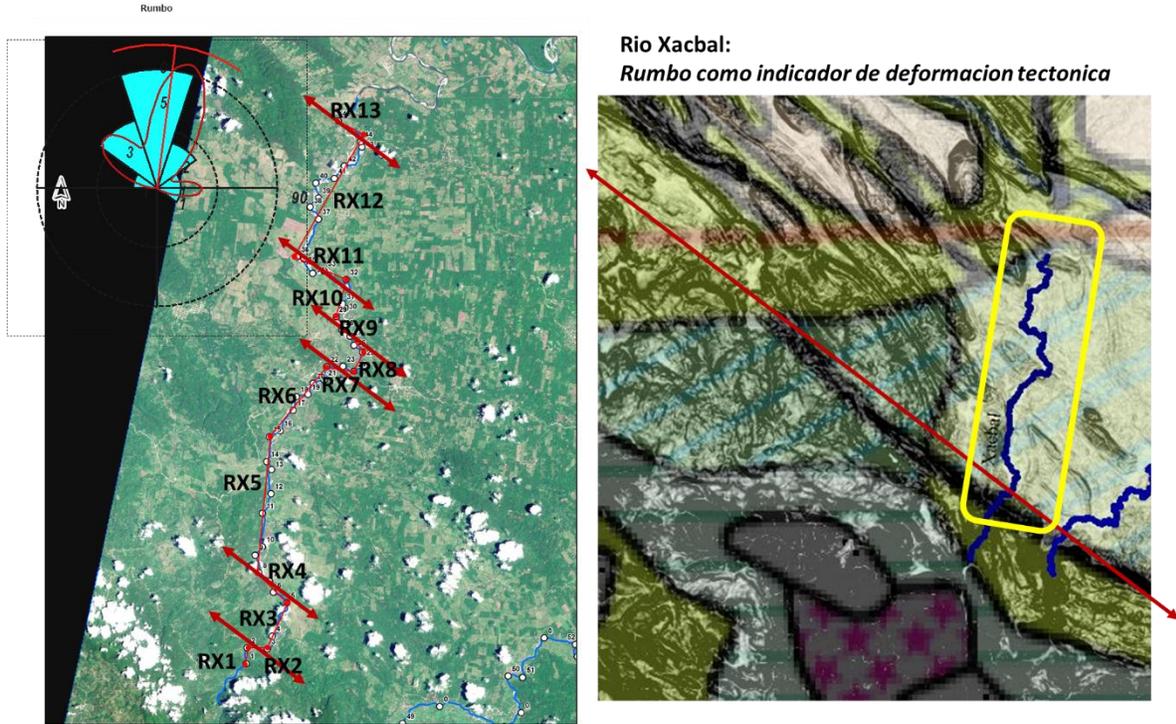


Figura 2. Diagrama Circular, muestra el número de sub-tramos paralelos y perpendiculares

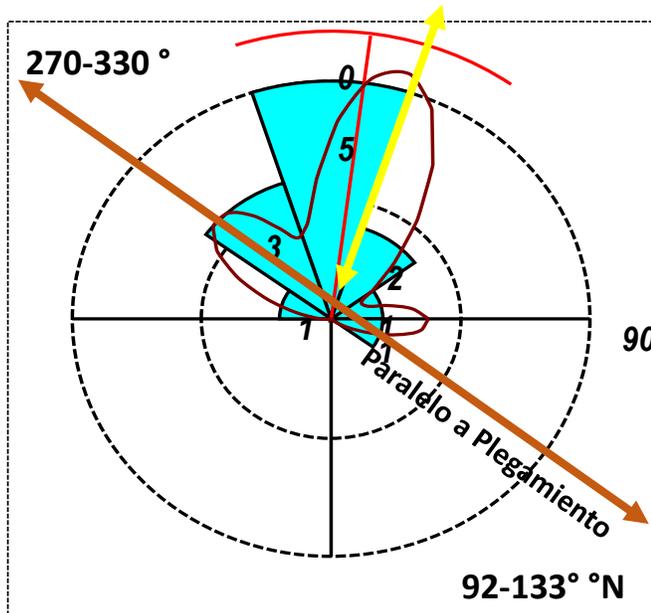


Figura 3. Longitud del meandro con respecto al rumbo

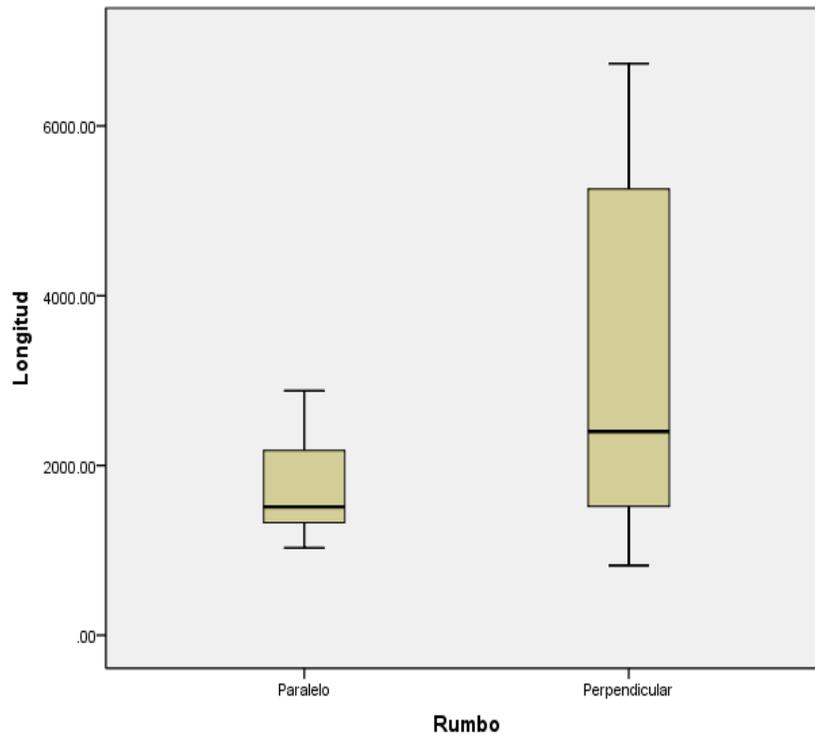


Figura 4. Índice SL (Stream Length) = metros de diferencia en elevación por metro recorrido

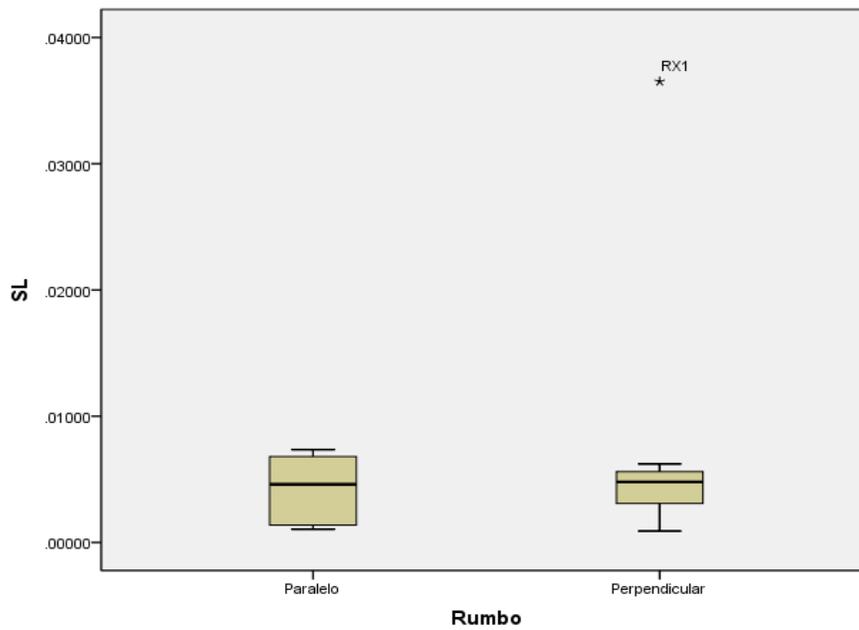


Figura 5. Rumbo con relación al número de meandros

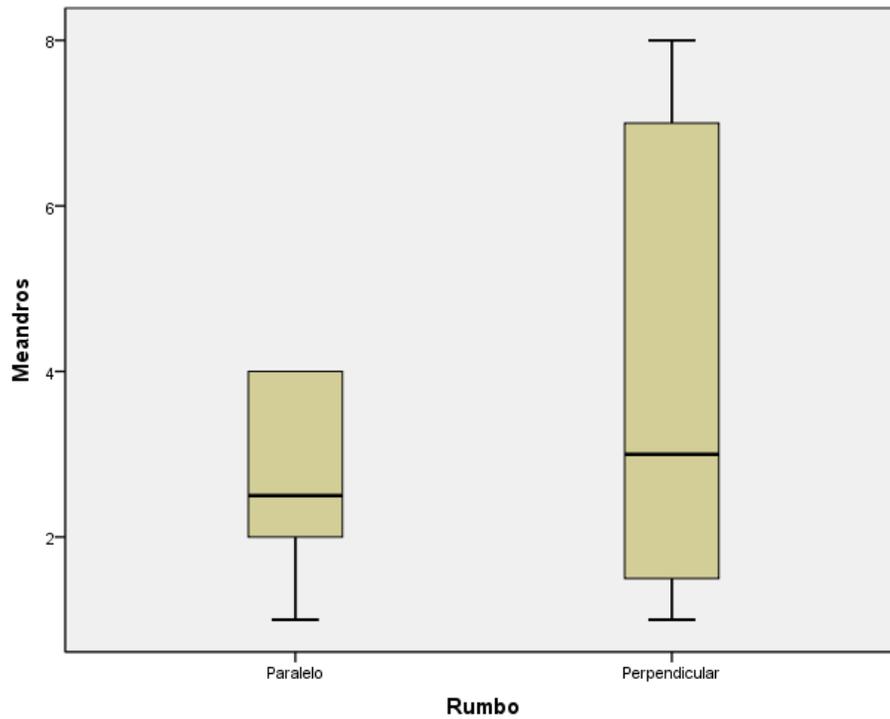


Figura 6. Promedio de radio de meandros (RadioX) con relación al rumbo de los sub-tramos con respecto al Plegamiento de las Verapaces.

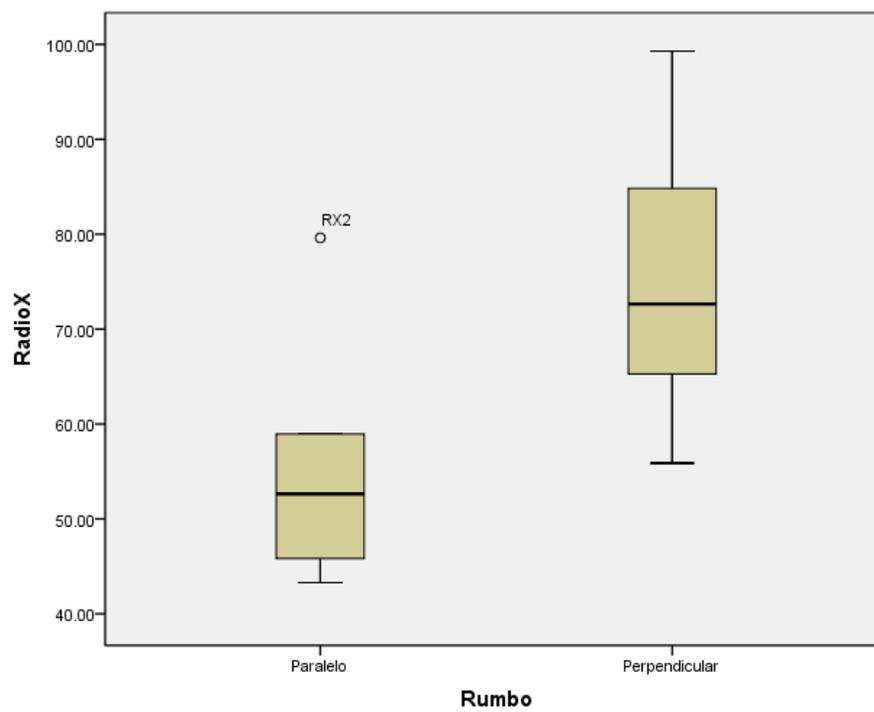


Figura 7. Promedio de la dirección (DirX) de meandros con relación al rumbo de los sub-tramos con respecto al Plegamiento de las Verapaces.

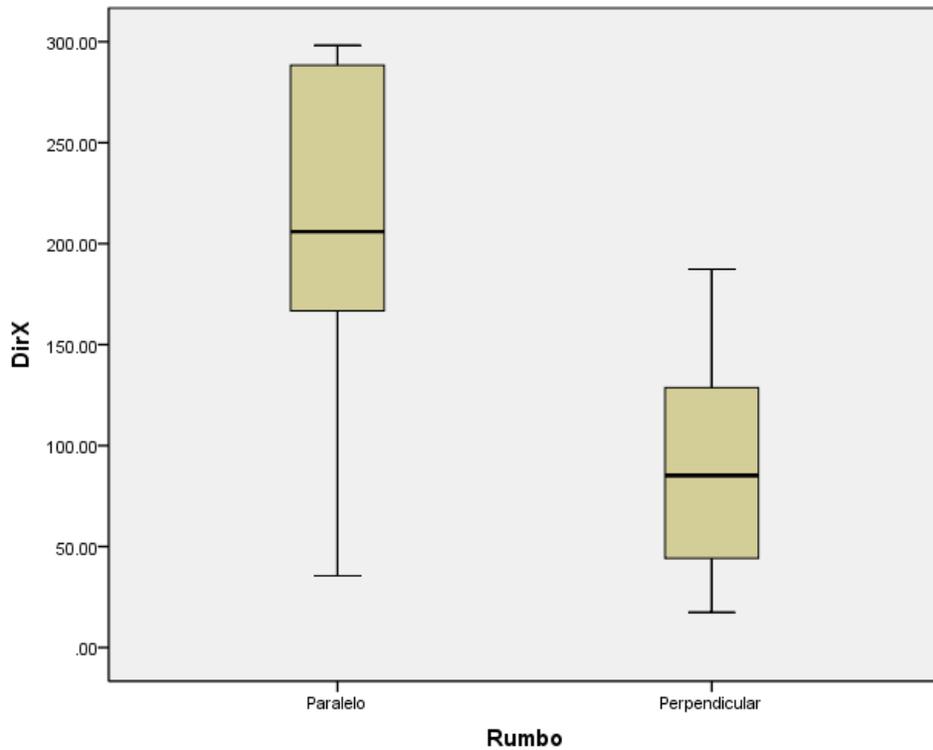


Figura 8. Relación del número (n) de meandros por sub-tramo y el uso de suelo de pastizal (P) y bosque (B).

