



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**  
**División Académica de Ciencias Biológicas**



---

---

**“INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE  
FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN,  
TACOTALPA, TABASCO”**

**Trabajo recepcional, en la modalidad de:**

Tesis

**Para obtener el título en:**

Licenciatura en Ingeniería Ambiental

**Presenta:**

Geni Rubí Mecías López

**Director:**

M. en C. Jesús Manuel Ascencio Rivera

Villahermosa, Tabasco, México

Septiembre, 2019.



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

SEPTIEMBRE 11 DE 2019

**C. GENI RUBÍ MECÍAS LÓPEZ  
PAS. DE LA LIC. EN ING. AMBIENTAL  
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se les autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO"**, asesorado por M. en C. Jesús Manuel Ascencio Rivera sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el M. en C. Demetrio Montiel Flores, M. en C. Karla Cámara Moguel, M. en C. Jesús Manuel Ascencio Rivera, Dr. Jorge Alerto Goñi Arévalo y M. en C. Ernesto Rodríguez Rodríguez.

**A T E N T A M E N T E  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCION EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR**

UJAT  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
Archivo.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

### CARTA AUTORIZACIÓN

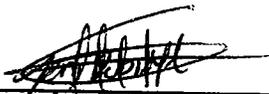
El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis denominado: **"INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO"**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 11 de septiembre de 2019

AUTORIZO



---

GENI RUBÍ MECÍAS LÓPEZ



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## AGRADECIMIENTOS

“Hay momentos que las palabras no alcanzan para decirte lo que siento, bendito Salvador. Yo te agradezco por todo lo que has hecho, por todo lo que haces y todo lo que harás, Señor.” Juan. 21:25

Agradezco a Dios por todas sus bondades y bendiciones en mi vida, por darme las fuerzas en todo momento, por guiarme y cuidarme durante la carrera; por permitir concluir mi carrera universitaria que sin su ayuda no hubiera sido posible.

Agradezco mi Alma Mater la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, a mi División Académica de Ciencias Biológicas, por darme la oportunidad tan grande de formar parte de su Comunidad estudiantil y formarme como profesional, a todos mis queridos profesores que pusieron un granito de arena en conocimiento para mi formación, por sus consejos, alientos y motivos para seguir y concluir mi carrera.

A mi papito Miguel Ángel, por su apoyo incondicional, por apoyarme hasta lo último; por ser el mejor padre y por el amor tan grande que me ha reflejado, por su confianza ¡Te amo!

A mi mamita bella Martha Patricia, gracias mamá por estar conmigo siempre, por tus consejos y palabras de aliento para que yo llegará a la meta; por tenerme siempre en tus oraciones, por el amor tan grande que nos tienes, por ser quien eres: ¡Te amo!... eres la mejor mamá.

Agradezco a mi hermano Erick Omar por todo su apoyo, durante el transcurso de mi carrera y por su ayuda en los recorridos para realizar este trabajo. Te quiero.

Agradezco a Jairo, mi compañero de vida, por ser mi brazo derecho y por estar siempre que lo he necesitado; por tu apoyo moral y afectivo. Gracias amor por tu paciencia e interés hacia mí.

Agradezco a mi asesor Jesús Manuel Ascencio Rivera, por su apoyo e interés para la realización de este trabajo; por prestar su vehículo para transportarnos, por su ayuda y enseñanza, por la paciencia y por todo su entusiasmo y su buen humor que hacía que las largas caminatas por los pueblos y horas en el laboratorio fueran llevaderas. Por su característica manera de ser que lo identifica ¡Muchas Gracias Profesor! Que Dios lo siga bendiciendo.

A mis sinodales, M. en C. Demetrio Montiel Flores, M. en C. Karla Cristhel Cámara Moguel, M. en C. Jesús Manuel Ascencio Rivera, Dr. Jorge Alberto Goñi Arévalo y M. en C. Ernesto Rodríguez Rodríguez. A todos ellos les agradezco el tiempo que invirtieron en la revisión de este trabajo, por sus observaciones y sugerencias para el mejoramiento de esta tesis.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Doy gracias a los técnicos del laboratorio de la DACBiol: Don Silvestre, Don Moisés, Doña Mary, Christian, Miguel, Doña Ana, Román. Gracias por su apoyo, por apoyarme durante la etapa de los análisis de agua; por ser tan amables y pacientes conmigo, por invitarme de sus alimentos cuando me quedaba por largas horas en el laboratorio por verme como una amiga. Muchas Gracias por su cariño y por su linda amistad. Por siempre en mi memoria estarán.

Le doy gracias a la Ecol. Carmen Julia, por su agradable compañía y ayuda en los momentos necesarios, por esas largas pláticas que hacen sentir cómoda. Gracias.

Agradezco a mi amigo Gustavo Alexis por su amable apoyo en el laboratorio y campo, gracias por tu amistad.

Mis más sinceros y cariñosos agradecimientos a todas las personas que conocí durante los muestreos, compañeros que no conocía y se volvieron grandes amigos; a las personas que conocí en las diferentes localidades recorridas, por su amabilidad y por la bondad de sus corazones, por compartir de sus ricos alimentos y cada detalle humilde y grandioso, Muchas gracias a cada representante de las localidades estudiadas por su amabilidad. En mis recuerdos siempre estarán por hacerme sentir en casa y recibirnos tan amablemente.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## DEDICATORIA

A ti oh Dios por permitir llegar a concluir lo que siempre quise, por tu bondad y fortaleza tan infinita.

A mis padres Miguel y Martha mis motores de vida, gracias por inculcarme por el buen camino, por sus alegrías y tristezas, porque por ustedes he llegado hasta aquí, porque sin su amor tan grande y su apoyo incondicional no lo hubiera logrado, les amo con toda las fuerzas de mi corazón.

A mis abuelos y abuelas, los que están con vida gracias por sus oraciones a mi abuela Lucila por apoyarme, especialmente le dedico con todo mi amor a mis abuelitas que ya no se encuentran con nosotros pero en nuestros corazones siempre Clotilde y Elvia les extraño, por ti mi motor Elvia porque desde mis inicios en el preescolar estuviste acompañándome y querías verme en estos momentos y por asares del destino no pudiste estar conmigo Te amo tanto abuelita mía.

A mi querido hermano Erick Omar por su amor y apoyo siempre que lo necesite estuvo ahí.

A Jairo, parte muy importante en mi vida por motivarme a seguir con mis estudios y por estar en todo momento y en los más difíciles siempre conté contigo y siempre dándome aliento, eres el mejor esposo y mejor padre ¡TE AMO!.

A mi hija Melanie parte muy importante en mi vida, ahora mi motor de vida para seguir adelante, luchando para darte lo mejor, llegaste en el momento justo para darle más sentido a mi vida mi pequeña, TE AMO CON TODA MI ALMA.

A todos mis familiares que siempre estuvieron apoyándome emocionalmente. Para mi son la mejor familia, con altos y bajos, pero siempre sobresaliendo.

A Leydi, mi amiga y compañera de la carrera, por todos los momentos vividos, alegrías y tristezas, por sus consejos y aliento ¡Te quiero!

A todos mis compañero y amigos que conocí durante mi carrera por las porras y ánimo, en especial a mi gran amiga Jazmín.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



		CONTENIDO	PÁG
I.		INTRODUCCIÓN	1
II.		JUSTIFICACIÓN	2
III.		OBJETIVO	3
IV.		ANTECEDENTES	4
V.		ÁREA DE ESTUDIO	6
	5.1.	Clima	6
	5.2.	Orografía	8
	5.3.	Hidrografía	9
	5.3.1	Subcuenca RH30Dn	10
	5.4	Plantas de tratamiento de aguas residuales	12
VI.		METODOLOGÍA	14
	6.1	Toma de muestra	14
	6.1.2	Recolección de muestra de agua	16
	6.2	Análisis generales de la muestra de agua	17
	6.2.1	Potencial de Hidrógeno (pH) (Método: Electrométrico) (Manual de Técnicas LASPA)	18
	6.2.2	Conductividad Eléctrica (CE) Método electrométrico (Manual de Técnica, LASPA)	18
	6.2.3	Carbonatos y bicarbonatos (Manual de Técnicas LASPA)	19
	6.2.4	Oxígeno disuelto (OD) (Método: Yodométrico) (NMX-AA-012-SCFI-2001)	20
	6.2.5	Determinación del contenido de fósforo total (NMX-AA-029-SCFI-2010)	22
	6.2.6	Identificación de la presencia de Nitrógeno (NMX-AA-026-SCFI-2001)	23
	6.2.7	Determinación de clorofila "a" *(Método Lorenze)	23
VII		RESULTADOS	25
	7.1	Resultado de las encuestas realizadas a las comunidades cerca del río.	25
	7.2	CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL AGUA	30
	7.2.1	Características básicas del agua	30
	7.2.2	Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en temporada de lluvias 2018	32
	7.2.3	Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en temporada de secas 2019	35
	7.3	Fósforo en agua	38
	7.4	Nitrógeno en agua	40
	7.5	Clorofila "a"	42
VII		DISCUSIÓN	43
I.			
IX.		CONCLUSIÓN	46



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



X.	RECOMENDACIONES	47
XI.	BIBLIOGRAFÍA	48
	ANEXO	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁG
Figura 1	Corrientes de agua de Tacotalpa, Tabasco.	10
Figura 2	Ubicación del área de estudio en la subcuenca RH30Dn, Tabasco	11
Figura 3	Mapa de ubicación de toma de muestra	16
Figura 4	Formato de registro de campo para cada una de la muestras de agua	17
Figura 5	Niveles de pH en agua	18

## ÍNDICE DE TABLAS

		PÁG
Tabla 1	Listado de las Estaciones Meteorológicas dentro de la R30Dn.	7
Tabla 2	Relación de municipios que abarca la RH30Dn	10
Tabla 3	Plantas de tratamiento de aguas residuales en las localidades del área de estudio	13
Tabla 4	Relación de Salidas al campo y actividades realizadas.	14
Tabla 5	Comunidades evaluadas en relación con la influencia sobre el río	14
Tabla 6	Distancias entre salida y entrada de cada punto de muestreo del río Puxcatán.	15
Tabla 7	Relación de las coordenadas de los sitios de muestreo de Agua en el río Puxcatán, Tacotalpa, Tab.	15
Tabla 8	Clasificación de aguas salinas	19
Tabla 9	Rango de concentración de OD y consecuencias ecosistémicas frecuentes.	21
Tabla 10	Dependencia de la concentración de oxígeno disuelto (OD) respecto a la temperatura (T °C) del agua (Bain y Stevanson 1999).	21
Tabla 11	Localidades encuestas de la RH30Dn.	25
Tabla 12	Promedio de las características generales en los 3 muestreos.	31
Tabla 13	Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en Secas- 2018.	31
Tabla 14	Porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto vs Temperatura en el río Puxcatán temporada de secas	35.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Tabla 15	Porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto vs Temperatura en el río Puxcatán temporada de Lluvias.	37
Tabla 16	Resultado de Fósforo de las muestras de agua en temporada Lluvias 2018.	38
Tabla 17	Resultados de Fósforo de las muestras de agua en temporada Seca 2019.	39
Tabla 18	Resultados de Nitrógeno en agua temporada Lluvias 2018	40
Tabla 19	Resultados de Nitrógeno en agua en temporada Secas 2019.	41
Tabla 20	Resultados de clorofila obtenido en temporada de Lluvias 2018	42
Tabla 21	Resultados de clorofila obtenido en Temporada de seca 2019	42
Tabla 22	Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán lluvias 2018	52
Tabla 23	Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en temporada de secas 2019	52
Tabla 24	Comunidades totales que abarca la RH30D Sabanilla municipio de Chiapas	54
Tabla 25	Comunidades que abarca la RH30Dn Tila municipio de Chiapas.	54
Tabla 26	Localidades que abarca RH30Dn del municipio de Tacotalpa Tabasco.	56
Tabla 27	Localidad que abarca la RH30Dn del municipio de Macuspana Tabasco.	56
Tabla 28	Localidad que abarca la RH30Dn del municipio de Huitiupan de Chiapas.	56
Tabla 29	Localidades por las que atraviesa el río La Palma.	56

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

		PÁG
Gráfico 1	Temperatura media por mes de la estación meteorológica de Tapijulapa.	7
Gráfico 2	Climatogramas de la estación meteorológica de Tapijulapa.	8
Gráfico 3	Relación del tiempo habitando en la localidad.	26
Gráfico 4	Relación del número de personas habitando los hogares.	26
Gráfico 5	Relación de predios por hogar.	27
Gráfico 6	Relación del número de reses y caballos.	27
Gráfico 7	Relación de productos utilizados para cuidado del ganado.	27
Gráfico 8	Relación de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable.	28
Gráfico 9	Relación de las descargas de los baños.	28
Gráfico 10	Relación del tipo de detergente que utilizan las personas.	29
Gráfico 11	Relación de la cantidad de detergente que utilizan las personas semanalmente.	29



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Gráfico 12	Relación de los diferentes productos de limpieza que utilizan las personas.	29
Gráfico 13	Nivel de Turbidez Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	32
Gráfico 14	Nivel de pH Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	33
Gráfico 15	Nivel de C.E Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	33
Gráfico 16	Nivel de O.D Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán	34
Gráfico 17	Nivel de Turbidez Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	35
Gráfico 18	Nivel de pH Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	36
Gráfico 19	Nivel de C.E Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	36
Gráfico 20	Nivel de OD Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	37
Gráfico 21	Nivel de Fósforo (P) Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	38
Gráfico 22	Nivel de Fósforo (P) Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	39
Gráfico 23	Nivel de Nitrógeno (N) Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	40
Gráfico 24	Nivel de Nitrógeno (N) Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.	41



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## I. INTRODUCCIÓN

La región hidrológica de los ríos Grijalva y Usumacinta (RH30) en el sureste de México, es una de las zonas ecológicas de más alta diversidad biológica y cultural del territorio mexicano. Tiene una superficie de 102,465 Km<sup>2</sup> esto constituye un 5.23% de la superficie de la República Mexicana (CONAGUA, 2015).

En esta región, los ecosistemas presentes albergan el 64% de la biodiversidad nacional conocida. Dotada de las más amplias plataformas continentales carbonatadas de los mares mexicanos, de un rico conjunto de arrecifes coralinos, de grandes extensiones de pastos marinos, del sistema de lagunas costeras más extenso de México, de los mayores planicies costeras del litoral mexicano, de las más amplias extensiones de bosques de manglar que bordean la porción mexicana del Golfo de México, de las mayores reservas de aguas dulces del país, de masas forestales que albergan la más alta diversidad biológica conocida de Mesoamérica (Toledo, 2003).

En Tabasco, la RH-30 se ubica en el centro y este de su territorio y está representada en la entidad por tres cuencas: (RH30A) Río Usumacinta, (RH30C) Laguna de Términos y (RH30D) Río Grijalva-Villahermosa, comprende 75.22% de la superficie total del estado (INEGI, 2001).

La subcuenca del río Puxcatán (RH30Dn), con una superficie de 674.35 km<sup>2</sup>, abarca cuatro municipios del Estado de Chiapas (Sabanilla, Tila, Huituipan y Simojovel) y dos del Estado de Tabasco (Macuspana y Tacotalpa). La principal problemática que tienen los ríos de esta subcuenca son las descargas de aguas residuales. Esencialmente es el agua que la comunidad desecha después de haberla utilizado; son aguas domésticas no tratadas.

Por tal razón es común encontrar en el agua de estos ríos compuestos inorgánicos de Nitrógeno (N) y Fósforo (P), donde su presencia es relevante puesto que constituyen nutrientes esenciales para los organismos vivos. Sin embargo, la presencia de ambos elementos en excesiva cantidad en estas aguas pueden provocar un crecimiento de algas y otras plantas verdes, que recubren la superficie de las aguas e impiden el paso de luz solar a las capas inferiores. Además, la descomposición de la biomasa generada consume oxígeno, empobreciendo el medio en este elemento, a este fenómeno se denomina eutrofización (Doménech, 2000).

El Río Puxcatán en su recorrido por el municipio de Tacotalpa, Tabasco, recibe la influencia de actividades antropogénicas a través de diferentes escurrimientos de aguas residuales, lo cual propicia el aporte de nutrientes como Nitrógeno (N) y Fósforo (P) que pueden eutrofizar sus aguas.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



En este trabajo se determinaron los aportes de Fósforo, Nitrógeno y Clorofila en las aguas del río Puxcatán. Se efectuaron muestreos en las temporadas de lluvias y secas. Además, se realizaron encuestas en las localidades aledañas al cauce de este río, con la finalidad de conocer los hábitos de uso de productos de limpieza (detergentes, desinfectantes, aromatizantes, etc.) y actividades potenciales que podrían estar afectando las descargas residuales.

## II. JUSTIFICACIÓN

Una cuenca es una unidad territorial delimitada por un parte aguas, esta delimitación nos facilita el entendimiento espacial del ciclo hidrológico, así como las alteraciones provocadas por las acciones humanas. En un ecosistema funcionalmente sano podemos tener precipitación y captación de aguas por la vegetación lavada por hojas y troncos hasta llegar al suelo. Dependiendo de la calidad de este suelo podemos tener filtración o percolación para la alimentación de los mantos freáticos; el líquido que llegue hasta los cuerpos de agua debe tener un balance y una dinámica de temperatura, calidad, concentración de nutrientes y pH para que pueda mantener el funcionamiento de los ecosistemas semiacuáticos (Alcocer, 2007)

Cuando es tiempo de siembra muchos agricultores fertilizan los suelos para cultivar con productos que en su mayoría contienen nitrógeno, fósforo, potasio y más nutrientes, estos fertilizantes son preparados de manera comercial o estiércoles. Pero en ambos casos los efectos son los mismos las plantas obtienen de ellos sus necesidades para crecer adecuadamente. La contaminación por nutrientes es el resultado de su exceso en el aire, agua y suelo.

El Nitrógeno es el elemento más abundante en el aire y junto al fósforo constituyen los nutrientes naturales presentes en los ecosistemas acuáticos; ayudando al crecimiento de algas y plantas, que brindan alimento y un hábitat a peces, moluscos y otros organismos. Sin embargo, cuando demasiado nitrógeno y fósforo ingresan a un medio, generalmente provenientes de diversas actividades humanas el aire, el agua y el suelo pueden contaminarse.

Los fertilizantes, los desechos de jardinería, mascotas, ciertos jabones y detergentes contienen nitrógeno (N) y fósforo (P) que pueden contribuir a la contaminación de nutrientes si no se usan o se desechan apropiadamente (FUSADES, 1983).

El río evaluado se encuentra en la región sierra siendo una región muy productora en agricultura y ganadería, debido al uso de fertilizantes que propician a una eutrofización teniendo como principales causas externas de su evaluación el uso excesivo de detergentes y abonos nitrogenados y fosfatados procedentes de los cultivos agrícolas.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Estas aguas recogidas de la comunidad son arrastradas por último lugar a cuerpos de aguas receptores o filtrados en el mismo terreno. Por ello se realizaron análisis, que respeten la legislación y las normas que regulan la calidad del agua en nuestro país. Por último, es necesario aplicar conocimientos para determinar los factores que pueden provocar daños a la cuenca y por lo tanto al río así como las medidas para su restauración o prevención a los daños.

### III. OBJETIVO

Determinar la influencia de los asentamientos humanos por el contenido de fósforo y nitrógeno en relación a la eutrofización del agua en el Río Puxcatán Tacotalpa, Tabasco.

#### 3.1 Objetivos particulares

- Determinar el contenido de fósforo en localidades aledañas al río Puxcatán, por medio del método: Cloruro estanoso, para la determinación de Fósforo total (P).
- Identificar la presencia de nitrógeno en el agua del río Puxcatán, con el método: Nitrógeno total khjendal (Nt).
- Determinar clorofila "a" presente en los sitios de muestreo. Por el método de Lorenze, para determinar clorofila "a".



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### IV. ANTECEDENTES

Dentro de los trabajos de investigación que se han realizado en Tabasco se encuentra el de Calzada Falcón (1997) quien estudió los factores sociales y ecológicos del Estado, mencionando que la conservación de los recursos naturales debe traducirse en su aprovechamiento y promover mejoras en las condiciones económicas de las familias, que favorezcan la superación de la pobreza y promuevan el desarrollo social. La sociedad y sus organizaciones deben participar activamente como apoyo a las labores de inspección y vigilancia e intensificar la protección, cuidado y conservación de los recursos naturales en la entidad. Si consideramos como propios los recursos naturales y se generará una fuerte conciencia sobre las implicaciones que representa su conservación y se reforzará ampliamente la actividad. Debe incrementarse la productividad a través del desarrollo y aplicación de mejores técnicas, fomentar la participación de los productores para analizar la viabilidad de los programas, así como integrar sistemas productivos regionales que propicien un beneficio compartido y equilibrado. Se necesita adecuar el marco regulatorio de la explotación de los recursos naturales para que se cumpla con la legislación vigente y se promueva el acatamiento de las disposiciones en materia de impacto ambiental.

También es importante citar el “Uso y manejo de flora y fauna en tres comunidades aledañas a la reserva ecológica Villa Luz Tacotalpa, Tabasco” de Chablé-Pascual (2006) quien se enfoca en describir y mostrar el aprovechamiento y uso que se les da tanto a la vegetación como fauna.

Feria en 2009 analiza los contenidos de la clorofila *a*, durante la temporada de mínima inundación en los sistemas fluviales, donde se registró desde aguas mesotróficas (5.34 mg/L) en el río Puxcatán IV hasta aguas eutróficas (21.36 mg/L) en el río Chilapilla. El porcentaje de variación de la clorofila *a* fue de 59.3 %. En los sistemas lagunares los niveles de la clorofila *a* se reportaron como aguas hipertróficas que fluctuó de 32.04 mg/L en Ismate-Chilapilla a 133.5 mg/L en San José. La clorofila *a*, presentó un coeficiente heterogéneo de variación (56.1 %).

En el “Estudio comparativo de la valoración y aprovechamiento de los recursos naturales renovables por los choles de Tacotalpa y los Chontales de Nacajuca, Tabasco”, Presentado por Sosa-Cabrera (2010), compara la forma, en que de acuerdo a su cultura los choles del ejido Libertad en el municipio de Tacotalpa y los chontales de Tucta en el municipio de Nacajuca, perciben y aprovechan los recursos naturales renovables existentes en su territorio.

Conociendo, las condiciones culturales de la población étnica tabasqueña, sus formas de aprovechar los Recursos Naturales Renovables y la influencia que



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



dichos recursos tienen sobre la forma de vida de la población de Libertad y de Tuca.

La alta diversidad de recursos acuáticos distribuidos en las subregiones de Tabasco, las condiciones ecológicas y el grado de conservación de éstos influyen sobre la distribución y abundancia de los organismos acuáticos; por otra parte, se encuentran los factores dependientes del régimen de precipitación, el grado y la amplitud de la inundación. No obstante la importancia de los sistemas acuáticos en general, los ambientes estuarinos han recibido mayor atención de investigación por ser zonas de reproducción, crianza y refugio de una gran cantidad de organismos acuáticos estuarino-marinos de importancia ecológica y comercial (Barba, 2010.)

Zavala y Palma (2011) evalúan la degradación y conservación de los suelos en la cuenca del río Grijalva, Tabasco. En este trabajo se busca aplicar medidas para mitigar los procesos de degradación en las cuencas y subcuenca de los ríos en este caso la cuenca de Grijalva.

En el trabajo realizado por Barba *et al.*, (2011) mencionan que la mayor frecuencia de *Pterygoplichthys pardalis* se presentó en humedales de tipo ribereño. Los valores máximos de densidad correspondieron a los municipios de Teapa, seguidos por Tacotalpa y Centro, mientras que los valores mínimos se registraron en el municipio de Cárdenas, además de los registros visuales. Cabe destacar la presencia de esta especie en los sistemas de tipo estuarino (Cárdenas y Huimanguillo).

Un problema que puede afectar la calidad del agua en la región es la descarga de grandes volúmenes de aguas residuales no tratadas, que pueden disminuir la capacidad de dilución y autodepuración (Ramos *et al.*, 2012).

El hablar del agua, es precisamente hablar de más de la mitad de un “todo”, en los organismos vivos y su medio ambiente, es necesaria la presencia del agua, y que esta sea de calidad, para la vida humana, animal o vegetal. El artículo se enfoca en el estudio de donde explica la calidad de agua del Estado de Tabasco basada en parámetros medidos al agua potable proveniente de los diferentes ríos de Tabasco (Borbolla, 2013).

Paz *et al.* (2018) contemplan puntos como Origen, Manejo, Usos, Cambios del clima en el mundo. Además, la contaminación que enfrentan las redes hidrológicas de la entidad, el río Grijalva y el Usumacinta, afluentes y cuerpos de agua, algunas propuestas para producir en las actividades de la entidad. La investigación busca despertar conciencia entre lo que pensamos y escribimos para que comuniquemos la importancia de preservar este bien que Dios nos ha dado generosamente, el agua de Tabasco, que es el recurso natural que lo beneficia y es vida.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### V. AREA DE ESTUDIO

Esta investigación se realiza dentro de la subcuenca del río Puxcatán (RH30Dn), la cual presenta una superficie de 674.35 km<sup>2</sup>, abarcando cuatro municipios del Estado de Chiapas (Sabanilla, Tila, Huituipan y Simojovel) y dos del Estado de Tabasco (Macuspana y Tacotalpa). Los muestreos se realizaron dentro de la RH30Dn correspondiente al municipio de Tacotalpa, Tabasco.

#### 5.1. Clima

El Estado de Tabasco está definido por tres tipos de clima, dos de ellos cubren más del 95 % del territorio: Af, Am y Aw, cálido húmedo con lluvias todo el año, cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano respectivamente. El primero de ellos Af (w) está distribuido en las áreas montañosas correspondientes a la provincia Sierra de Chiapas y Guatemala. Esto permite la distribución de especies de selva húmeda o selva alta perennifolia. El segundo tipo de clima Am (w) está distribuido en la gran planicie de la llanura del Golfo y al igual que el clima anterior presenta periodos marcados de precipitación y sequía definidos por las características del Temporal, los Nortes y Sequías (SEDESPA, 2006).

Tacotalpa se caracteriza por tener un clima cálido húmedo (Af) con abundantes lluvias todo el año, presenta cambios térmicos en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Se aprecia una temperatura media anual de 25.6°C, siendo la máxima media mensual de 29.2°C en el mes de mayo, la mínima media mensual de 22°C en los meses de diciembre y enero.

El régimen de precipitación se caracteriza por un total de caída de agua de 4,014 mm con un promedio máximo mensual de 588 mm en el mes de octubre y un mínimo mensual de 132 mm en el mes de abril. Las mayores velocidades del viento se concentran en los meses de octubre y noviembre, con velocidades que alcanzan los 31 km/h presentándose en junio y julio las menores, con velocidad de 30 km/h (Sosa, 2010).

Para la caracterización del clima fue necesaria la información de las normales climatológicas de las estaciones cercanas a la subcuenca RH30Dn los cuales se muestran a continuación (Tabla 1).



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.

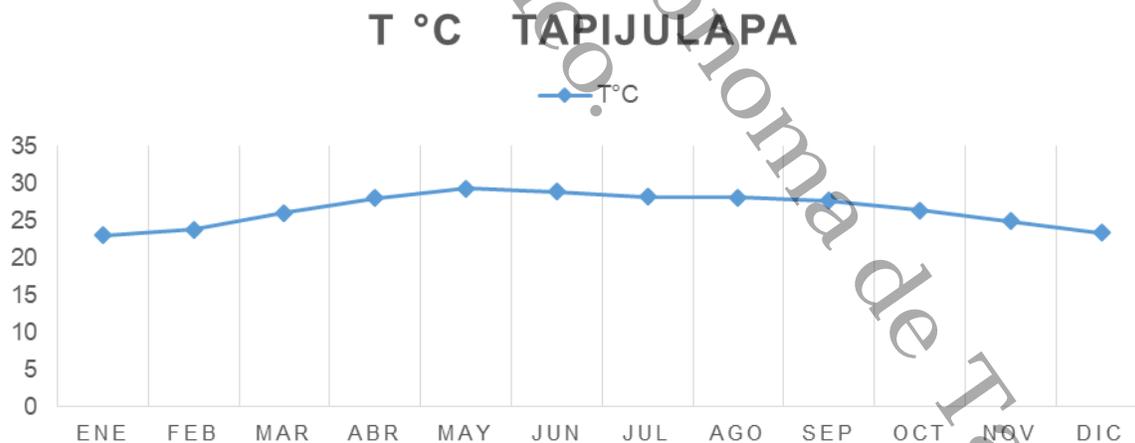


**Tabla 1.** Listado de las Estaciones Meteorológicas dentro de la R30Dn.

Clave	Estación Meteorológica	Estado	Coordenadas	
			X	Y
27030	Macuspana	Tabasco	17°45'24"	92°36'18"
27070	Oxolotán	Tabasco	17°22'40"	92°45'00"
27042	Tapijulapa	Tabasco	17°27'40"	92°46'39"
27027	Lomas Alegres	Tabasco	17°35'20"	92°42'05"
7160	Simojovel	Chiapas	17°08'24"	92°42'51"
7105	Las Nubes	Chiapas	17°32'24"	92°20'48"
7071	Guaquitepec	Chiapas	17°08'41"	92°17'25"
7005	Almandro	Chiapas	17°17'00"	92°41'00"
7064	Finca Morelia	Chiapas	17°23'00"	92°33'00"
7195	Sabanilla	Chiapas	17°17'09"	92°33'10"

Los valores de las normales climatológicas de cada estación meteorológica fueron analizados para la creación de climatogramas de temperatura media por mes (Gráfico 1) y precipitación mensual.

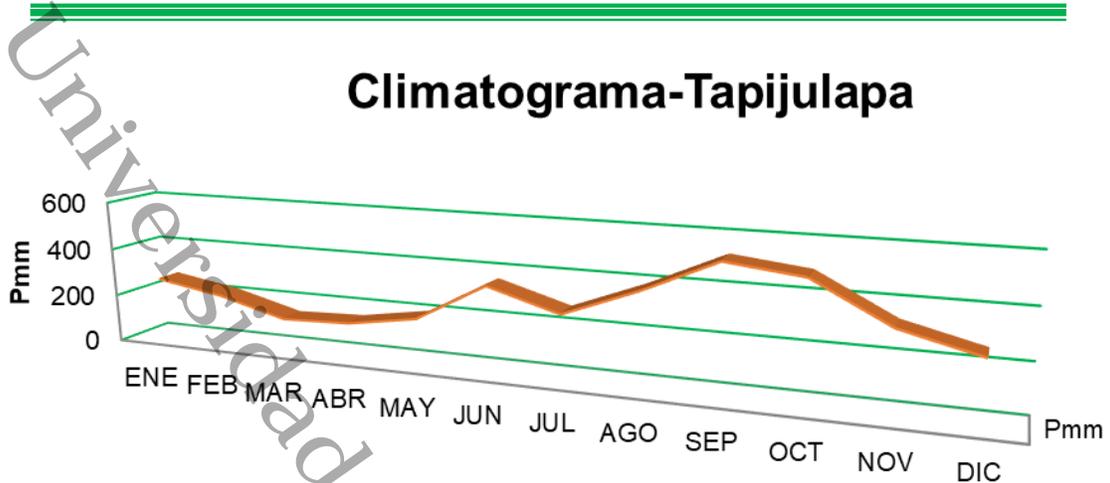
Los datos de las normales climatológicas usadas de referencia en este estudio fue la estación meteorológica de Tapijulapa, Tacotalpa, Tabasco (Gráfico 2). Debido a lo cercano a los puntos de muestreo.



**Gráfico 1.** Temperatura media por mes de la estación meteorológica de Tapijulapa.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
■ Pmm	262.9	215.1	140.4	150.3	196.6	356.5	270.7	385.8	521.4	486.9	331.3	256.2

Gráfico 2. Climatogramas de la estación meteorológica de Tapijulapa.

## 5.2 Orografía

El relieve de Tabasco guarda una estrecha relación con la geología de la región. La mayor parte del territorio queda comprendido dentro de la provincia fisiográfica llamada Planicie Costera del Golfo y, sólo una pequeña porción del sur, en la cual se localizan las poblaciones de Teapa, Tacotalpa, Tapijulapa, Puxcatán y Lomas Tristes, corresponde a la zona de montañas bajas. El límite norte de la planicie lo forma el Golfo de México y el sur lo marca una línea que corresponde al frente de la montaña y que va de Tenosique hacia el poniente pasando por Palenque, Salto de Agua, Tacotalpa, Pichucalco, Sotalito y Dolores, localidades de los estados de Tabasco, Chiapas y el sur de Veracruz. La mayor parte de esta área es una planicie que se extiende a la vista sin obstáculo alguno por todo el horizonte. Sólo algunas lomas de escasa altura se encuentran en las porciones media y norte.

Las llanuras se componen en su mayor parte de materiales de acarreo; contienen enormes pantanos y en la temporada de lluvias se forman lagunas de poca profundidad y gran extensión. Hacia el sur hay algunas elevaciones que constituyen las estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas. En esta zona existe un sistema montañoso formado por sierras de orientación sureste-noroeste, cuyas mayores elevaciones van de los 1,400 a los 1,600 m sobre el nivel del mar. Entre los montes más importantes se encuentran El Madrigal, de mil metros de altitud, que junto con los de La Campana, La Corona y Poaná se hallan en el municipio de Tacotalpa; El Coconá, en Teapa; el cerro del Mono Pelado, en Huimanguillo y el Tortuguero en Macuspana (Mallen, 2006).



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 5.3 Hidrografía

El municipio se encuentra surcado por 16 corrientes de agua con los siguientes nombres: Tacotalpa-La Sierra, La Palma-Puxcatán, Poaná, Chonita, Almandro, San Agustín, Chichilte, Puyacatenco, San Nicolás, Nava, Tacubaya, Libertad, La Cuesta, Noypac, Chinal y Amatán (Figura 1) (SOSA, 2010). El río la sierra al paso por Tacotalpa de sur a norte se convierte en el Río Tacotalpa.

La corriente de agua denominada La palma, con una longitud 40.91 km se forma en la sierra norte de Chiapas y entra a Tabasco por el poblado Raya Zaragoza para convertirse en el Río Puxcatán. En su trayectoria pasa por 85 comunidades en total, 44 pertenecientes al municipio de Sabanilla y 41 de Tila, con una población total de 30,019 habitantes (Tabla 29).

El arroyo Nava con una longitud de 24.5 km<sup>2</sup>, pasa por 4 localidades de Chiapas: 2 del municipio de Tila y 2 de Sabanilla; con una población total de 2050 habitantes. Este arroyo desemboca al río Puxcatán, a 1300 m del poblado Miraflores.

El río Puxcatán con una longitud de 49.86 km en su recorrido por Tabasco pasa por 17 localidades del municipio de Tacotalpa con una población total de 10,837 habitantes y por el municipio de Macuspana pasa por 1 localidad con una población total de 302 habitantes.

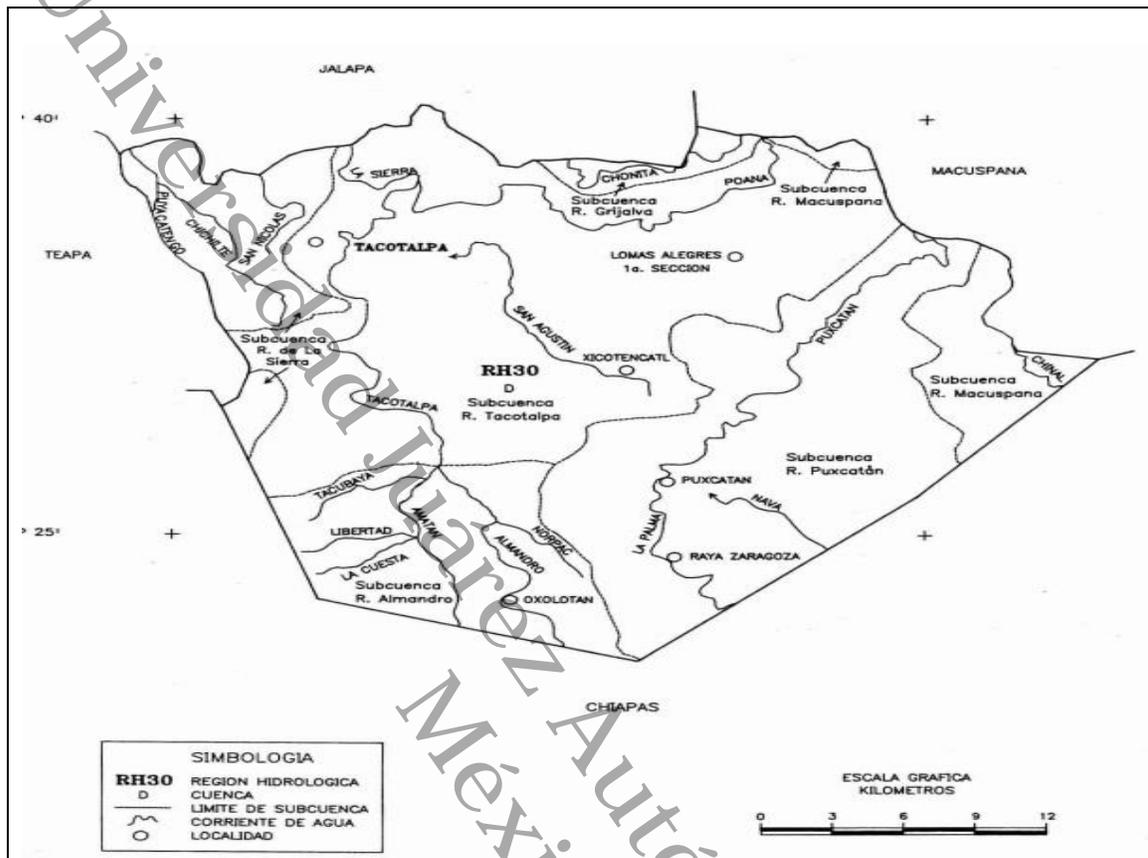
Al río Puxcatán desemboca el escurrimiento proveniente de Ayopac Naylum del Estado de Chiapas con una longitud de 7.90 km, pasa por 2 comunidades 1 del municipio de Sabanilla con una población total de 786 habitantes y 1 del municipio de Tacotalpa con una población total de 1,172 habitantes.

En la localidad de Miraflores Tacotalpa desemboca el escurrimiento proveniente de la comunidad Libertad, con una longitud de 10.29 km, recorre 5 comunidades pertenecientes al municipio de Tacotalpa con una población total de 2,264 habitantes.

A 1.11 km de distancia de la localidad de Gran poder Tacotalpa desemboca el arroyo proveniente de la localidad de Agua Blanca, con una longitud de 7.15 km pasa por la localidad de agua blanca con una población total de 592 habitantes (INEGI 2010).



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Fuente: CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1: 250 000.

**Figura 1.** Corrientes de agua de Tacotalpa, Tabasco.

### 5.3.1 subcuenca RH30Dn

La subcuenca RH30Dn se ubica en el norte-sur de los estados de Chiapas y Tabasco (Figura 2), abarca 6 municipios, 4 y 2 respectivamente, abarcando una superficie de 674.35 km<sup>2</sup>; con una población total de 51,843 habitantes (Tabla 2).

**Tabla 2.** Relación de municipios que abarca la RH30Dn

Estado	Municipios	No. Poblados	Población		% de cambio	Superficie km <sup>2</sup>
			2000	2010		
TABASCO	TACOTALPA	17	9854	10837	9.98%	176.29
	MACUSPANA	1	308	302	-1.94	11.001
CHIAPAS	SABANILLA	59	19061	21812	14.64	237.68
	TILA	54	14282	18327	28.3	232.56
	HUITUIPAN	1	529	565	6.81	9.70
	SIMOJOVEL	0	0	0	0	7.09
TOTAL	6	132	44,034	51,843	17.73	674.35

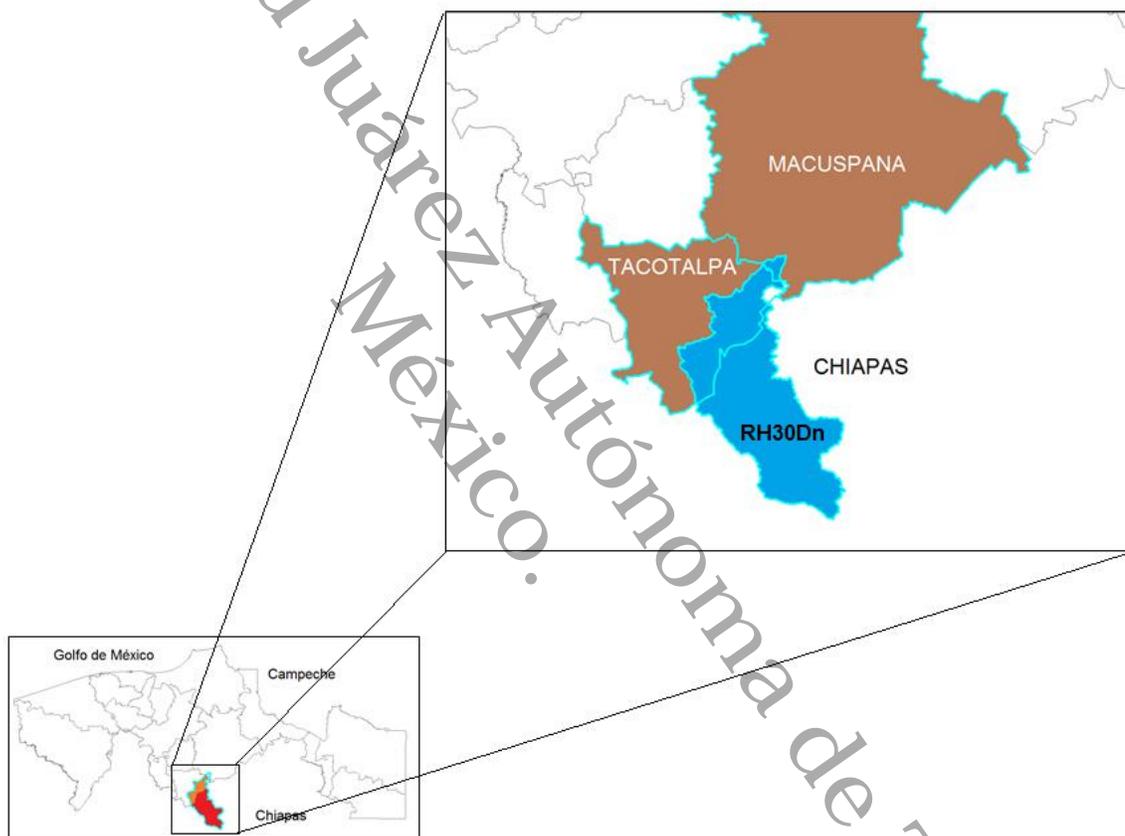


## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



La subcuenca hidrológica Puxcatán aporta su caudal a la cuenca 45, Macuspana. Se ubica en el sureste del país, se inicia cerca de la localidad Tres Picos, municipio de Tila, desemboca en el río Tacotalpa cerca de la localidad Guapacal, municipio de Tila (CONAGUA, 2014).

Esta subcuenca abarca 4 municipios de Chiapas (Sabanilla, Tila, Huituipan, Simojovel) y dos del Estado de Tabasco (Macuspana y Tacotalpa), con un total de 132 localidades, 114 localidades pertenecientes al estado de Chiapas y 18 para el estado de Tabasco (Tabla 2).



**Figura 2.** Ubicación del área de estudio en la subcuenca RH30Dn, Tabasco

Esta subcuenca, se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo sur, en la subprovincia Llanura de pantanos tabasqueños y también de la sierra norte de Chiapas, distribuida en las topo formas de lomeríos, llanuras, lomeríos con llanuras, sierra y valle con llanuras.

El municipio de Tacotalpa, se localiza en la región de la sierra y tiene como cabecera municipio a la ciudad de Tacotalpa, la que se ubicada al sur del estado, entre los paralelos 17°35'05" de latitud norte y 92°49'06" de longitud oeste.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Colinda al norte con los municipios de Jalapa y Macuspana; al sur y al este con el estado de Chiapas; al oeste con el municipio de Teapa.

Tacotalpa es una de las ciudades más antiguas del estado de Tabasco, ha sido muy importante, al ser declarada en tres ocasiones como capital de la entidad. El nombre de Tacotalpa proviene del vocablo náhuatl "Taco-tlal-pan" que significa "Tierra de breñas y malezas".

Su cabecera municipal es la ciudad de Tacotalpa y cuenta con una división constituida, además, por 1 villa, 34 ejidos, 5 secciones ejidales, 21 rancherías, 2 poblados, 1 colonia rural y 4 nuevos centros, cuenta con una población total de 46,302 habitantes (INEGI 2016).

Económicamente se fundamenta principalmente por las actividades agrícolas y ganaderas del municipio. En la actividad agrícola en el municipio está destinado a la producción de granos básicos, plátano y caña de azúcar.

En el área turística su principal atractivo es Villa Tapijulapa, cuyo nombre significa "Lugar donde se rompen cántaros", la cual en el 9 de junio de 2010 fue declarada "Pueblo Mágico" lo que le da acceso a la promoción turística a nivel nacional e internacional. Tacotalpa también cuenta con diversos atractivos turísticos como son: Villa Luz, Kolem – Jaa, Oxolotán.

### 5.4. Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos. El tratamiento de aguas y las plantas de tratamiento de agua son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales. La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

Durante el recorrido por las diferentes localidades que están en el área de estudio se identificaron 5 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el proceso que utilizan es Tanque Imhoff cuyo tratamiento es primario el cual tiene por finalidad la remoción de sólidos suspendidos y una de ellas utiliza Filtro biológico cuya función fundamental es la eliminación de los contaminantes y sustancias tóxicas, por medio de la neutralización y transformación en sustancias no nocivas; sin embargo, todas ellas se encuentran inactivas (Tabla 3).



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



**Tabla 3.** Plantas de tratamiento de aguas residuales en las localidades del área de estudio.

Localidad	Nombre de la Planta de tratamiento	Año de construcción	Año de inicio de operación	Proceso	Observaciones
La Raya Z.	La Raya Zaragoza	1980	1980	Tanque imhoff	Inactiva
Puxcatán	Puxcatán	1999	1999	Tanque imhoff	Inactiva
Arroyo seco Miraflores	Miraflores	2009	2011	Tanque imhoff	Inactiva
Pomoca	---	---	---	---	---
Guayal	Guayal	2009	2011	Tanque imhoff	Inactiva
Pasamonos	---	---	---	---	---
Castañal	---	---	---	---	---
Limón	---	---	---	---	---
Morelos	---	---	---	---	---
Francisco I. Madero 2 sec.	Francisco I. Madero 2 sec.	2005	2006	Tanque imhoff + Filtro Biológico	Inactiva

Fuente: <https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/>



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## VI. METODOLOGÍA

Los muestreos para el análisis de parámetros físico-químicos en el agua se realizaron durante las temporadas de lluvias 2018 y temporada de secas 2019. Para ello, se realizaron 8 visitas y recorridos por las diferentes localidades de estudio (Tabla 4).

**Tabla 4.** Relación de Salidas al campo y actividades realizadas.

Salida	Días	Fecha	Actividad
1	2	10- Nov.- 2017	Visita preliminar a las diferentes localidades de Tacotalpa, La Raya Zaragoza, Puxcatán, Miraflores y Pomoca.
2		11- Nov- 2017	Visita preliminar a las diferentes localidades de Tacotalpa, Pasamonos, Limón, Castañal y Morelos.
2	2	27 - enero- 2018	Se realizó encuestas a las diferentes comunidades aledañas al río Raya Zaragoza, y Puxcatán.
		28 enero 2018	Se realizó encuestas en Miraflores, Yajalón y Pomoca
3	1	2 abril 2018	Se realizó encuesta en Pasamonos.
4	1	5 mayo 2018.	Se realizó encuetas en la comunidad de Francisco I. Madero 2, Castañal.
5	1	9 junio 2018	Se recolectó, muestras de agua en las 8 comunidades.
6	2	8 octubre 2018 (Temporada de lluvia)	Recolección de muestra de agua en limón, Morelos, Castañal, Pomoca y Pasamonos.
		(9 octubre 2018 Temporada de lluvia)	Recolección de muestras de agua en Miraflores, Puxcatán y Raya Zaragoza.
7	2	(11 Mayo 2019 Temporada de seca.)	Recolección de muestras de agua en Limón, Morelos, Castañal, Pomoca y Pasamonos.
8		(12 Mayo 2019 Temporada de seca.)	Recolección de muestra de agua en Miraflores, Puxcatán y Raya Zaragoza

### 6.1. Toma de muestra

Se escogieron siete comunidades cercanas al río Puxcatán en dónde se evaluó su influencia con el río, considerando la distancia al cuerpo de agua, presencia de descargas de aguas residuales y uso de productos para limpieza en sus actividades cotidianas (Tabla 5).

**Tabla 5.** Comunidades evaluadas en relación con la influencia sobre el río.

Localidad	Municipio	Distancia al río	Habitantes INEGI 2010
Fco I. Madero 2 <sup>a</sup> .	Tacotalpa, Tab	170 m	1172
Puxcatán	Tacotalpa, Tab	390 m	1288



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Localidad	Municipio	Distancia al río	Habitantes INEGI 2010
Raya Zaragoza	Tacotalpa, Tab	200 m	1471
Arroyo seco	Tacotalpa, Tab	230 m	759
Pomoca	Tacotalpa, Tab	280 m,	654
Pasamonos	Tacotalpa, Tab	310 m,	496
Castañal	Tacotalpa, Tab	70 m	445
Yajalón	Tacotalpa, Tab	20m.	289
Limón	Tacotalpa, Tab	700 m.	414

El río Puxcatán fue evaluado en 42.400 km en su recorrido por el municipio de Tacotalpa y considerando sus 5 interconexiones de arroyos importantes (Tabla 6).

**Tabla 6.** Distancias entre salida y entrada de cada punto de muestreo del río Puxcatán.

Distancias entre		(m)	Interconexiones de arroyos
E. Raya	S. Raya	1480	Proveniente de Chiapas y Madero 2da (Tabasco)
S. Raya	E. Puxcatán	5200	
E. Puxcatán	S. Puxcatán	2421	
S. Puxcatán	E. Miraflores	1470	Proveniente de Yajalón ( Río seco)
E. Miraflores	S. Miraflores	750	
S. Miraflores	E. Pomoca	5300	Proveniente de Chiapas (Arroyo Nava)
E. Pomoca	S. Pomoca	1220	
S. Pomoca	E. Pasamonos	7310	Proveniente de Agua blanca ( Agua Blanca)
E. Pasamonos	S. Pasamonos	1250	
S. Pasamonos	E. Castañal	3360	Proveniente de Guayal.
E. Castañal	S. Castañal	1284	
S. Castañal	S. Limón	6366	
S. Limón	B2 (S. Morelos)	4960	
Recorrido total del Río Puxcatán		42,400	Área de estudio

Para la recolección de las muestras de agua se escogieron 14 puntos aledaños al río Puxcatán, en sitios de entrada (E) y salida (S) con respecto a los asentamientos (Tabla 7) (Figura 3).

**Tabla 7.** Relación de las coordenadas de los sitios de muestreo de Agua en el río Puxcatán, Tacotalpa, Tab.

Muestra	Sitio de toma de Muestras de Agua	Abreviatura en Mapa	Coordenadas	
			X	Y
M1	E. Raya Zaragoza	E. Raya	533702	1923851
M2	S. Raya Zaragoza	S. Raya	532820	1924741
M3	E. Pomoca	E. Pom	536156	1934280
M4	S. Pomoca	S. Pom	536970	1935244
M5	E. Miraflores	E. Mirf	533422	1930822
M6	S. Miraflores	S. Mirf	534145	1930743
M7	E. Puxcatán	E. Px	533301	1928457
M8	S. Puxcatán	S. Px	533451	1929874





## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 6.2. Análisis generales de la muestra de agua

Los datos referentes a la toma de muestras de agua se anotaron en el formato de campo elaborado para la evaluación del río (Figura 4).

	<b>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco</b> División Académica de Ciencias Biológicas Subcuenca Puxcatán (RH30Dn) HOJA DE CAMPO	
<b>Fecha:</b>		<b>Folio:</b>
<b>Localidad:</b>		<b>Altitud:</b> msnm
<b>Distancia a la Toma de muestra:</b>		<b>Coordenadas:</b>
<b>DATUM</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>No. Referencia</b>
<b>Cuerpo de agua:</b>	<b>Léntico</b>	<b>Lótico</b>
<b>Tipo de vegetación:</b>	<b>Natural</b>	<b>Antrópico</b>
<b>Especies asociadas:</b>		
<b>Parámetros tomados en Campo (AGUA)</b>		
<b>Temperatura ° C</b>		
<b>Luz</b>		
<b>pH:</b>		
<b>Salinidad:</b>		
<b>Oxígeno disuelto:</b>		
<b>Turbidez:</b>		
<b>Fosfatos:</b>		
<b>Nitratos:</b>		
<b>SST:</b>		
<b>Toma de muestras para análisis de laboratorio:</b>		
<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<b>Análisis requeridos:</b>	<b>Registro:</b>	<b>Observaciones:</b>
(DBO <sub>5</sub> )		
(DQO)		
(FÓSFORO)		
OTROS:		
<b>Notas:</b>		

Figura 4. Formato de registro de campo para cada una de la muestras de agua



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 6.2.1 Potencial de Hidrógeno (pH) (Método: Electrométrico) (Manual de Técnicas LASPA)

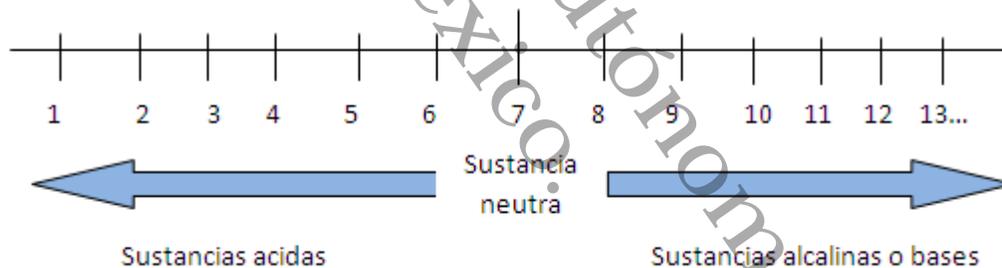
La determinación de pH en agua fue medida por medio del método electrométrico para lo cual fue necesario la calibración del potenciómetro, para después el electrodo ser lavado con agua destilada y secado con toallas de papel, se introdujo el electrodo del potenciómetro en la solución amortiguadora de pH 7.0, para después tomar la lectura.

Para medición del pH de la muestra fue necesario verter en un vaso de precipitado de 50 ml de la muestra de agua, así mismo, se introdujo el electrodo a la muestra para ser tomada la lectura.

Finalmente se retiró el electrodo de la muestra, se enjuagó con agua destilada y se colocó en una solución de KCl.

#### Cálculos

Los valores de pH se obtuvieron directamente a partir de la lectura del multiparamétrico.



Fuente: <https://www.carbotecnica.info/encyclopedia/que-es-el-ph-del-agua/>

Figura 5. Niveles de pH en agua.

### 6.2.2 Conductividad Eléctrica (CE) Método electrométrico (Manual de Técnica, LASPA)

#### Procedimiento

Para la determinación de la conductividad eléctrica (CE) en la muestra fue necesario calibrar el Conductímetro marca HANNA modelo HI-98192, para ello se lavó el electrodo con agua destilada, se secó con toalla de papel y se introdujo a la solución salina, para después tomar la lectura.

Para la medición de la conductividad eléctrica de la muestra, se vertió la muestra en un vaso de precipitado de 50 mL enseguida se introdujo el electrodo en la



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



muestra para tomar la lectura, por último se retiró el electrodo de la muestra y se enjuagó con agua destilada. La Tabla 8 nos da referencia a la clasificación de las aguas.

**Tabla 8.** Clasificación de aguas salinas

Clase de agua	Conductividad eléctrica (CE) (1dS/cm=1000 $\mu$ S/cm)	Concentración salina (mg/L)	Tipo de agua
No salino	<0.7	<500	Agua potable y de riego
Salinidad ligera	0.7 – 2	500-1500	Agua de riego
Salinidad moderada	2- 10	1500-7000	Agua de drenaje primaria y subterránea
Salinidad alta	10 – 25	7000 – 15 000	Agua de drenaje secundaria y subterránea
Salinidad muy alta	25 – 45	15 000 – 35 000	Agua subterránea muy salina
Salmuera	> 45	>35 000	Agua de mar

Fuente: Rhoades *et al.*, 1992

### 6.2.3. Carbonatos y bicarbonatos (Manual de Técnicas LASPA)

#### Procedimiento

Se Vertió en un matraz Erlenmeyer de 250 mL un volumen de la muestra (entre 50 y 100 mL).

En primer lugar se determinó el carbonato, para lo cual, se añadieron 3 gotas de fenolftaleína, si la solución permanece incolora es que no hay carbonato, si aparece un color rosa, es que si lo hay. Se procedió a su valoración mediante la adición con agitación de ácido clorhídrico (HCl) 0.1 N hasta que la solución cambió a incolora.

Después se añadió en el mismo recipiente 3 gotas de naranja de metilo y se procedió a la valoración del bicarbonato con la solución de HCl 0.1N hasta el vire de amarillo a naranja

#### Cálculos

El contenido de carbonato y bicarbonato de una muestra de agua, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

$$mg /L deCO_3 = 2 \frac{V_1 \times N \times 60 \times 1000}{V}$$



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



$$mg/L \text{ de } HCO_3 = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 61 \times 1000}{V}$$

Donde:

$V_1$  = mL de HCl gastado hasta el punto de viraje de la fenolftaleína.

$V_2$  = mL de HCl gastado hasta el punto de viraje del naranja de metilo.

N = Normalidad del ácido.

V = volumen de muestra problema.

Los análisis siguientes fueron realizados dentro de las instalaciones del Laboratorio de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) teniendo como base las normas NMX-AA-012-SCFI-2001 para Oxígeno disuelto, Fósforo Total (Método: Cloruro estanoso) (NMX-AA-029-SCFI-2010), Nitrógeno Kjeldahl (NMX-AA-026-SCFI-2001), clorofila "a" (Método Lorenze), sucesivamente.

### 6.2.4 Oxígeno disuelto (OD) (Método: Yodométrico) (NMX-AA-012-SCFI-2001)

Método Yodométrico

Determinación de OD

Para fijar el oxígeno, se adicionó a la botella tipo Winkler que contiene la muestra (300 mL), 2 mL de sulfato manganoso ( $MnSO_4 \cdot H_2O$ ) con una pipeta de 5 ml, agitándola suavemente. Posteriormente se agregó 2 mL de la disolución alcalina de yoduro (KI) -azida ( $NaN_3$ ) con una pipeta de 5 ml y se tapó la botella tipo Winkler. Después se agitó vigorosamente y se dejó sedimentar el precipitado.

Luego se le añadió con una pipeta de 5 ml, 2 mL de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ), se volvió a tapar y mezcló por inversión hasta completar la disolución del precipitado.

Finalmente se tituló 100 mL de la muestra con la disolución estándar de Tiosulfato de sodio 0,025 M ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ), con una bureta de 25 ml sujeta a un soporte universal con unas pinzas para bureta. Se agregó el almidón hasta el final de la titulación, cuando se alcance un color amarillo pálido. Continuando hasta la primera desaparición del color azul.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Para terminar se calculó la concentración de Oxígeno disuelto y así mismo determinar al rango de concentración de Oxígeno disuelto (Tabla 9).

Finalmente, se determinó el porcentaje de saturación de Oxígeno disuelto vs Temperatura (Tabla 10)

### Cálculos

- $OD \text{ mg/L} = (M \times \text{mL de Tiosulfato} \times 8 \times 1\,000) / 98,7$
- Donde M es la molaridad de Tiosulfato;
- 8 son los gramos/ equivalente de oxígeno, y
- 98,7 es el volumen corregido por el desplazamiento de los reactivos agregados a la botella tipo Winkler.

Reportar los resultados en mg/L. de OD con la precisión correspondiente.

**Tabla 9.** Rango de concentración de OD y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

(OD) mg/L	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios.
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles.
5-8	Aceptable	(OD) adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

Fuente: [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf)

**Tabla 10.** Dependencia de la concentración de oxígeno disuelto (OD) respecto a la temperatura (T °C) del agua (Bain y Stevanson, 1999).

T °C	OD (mg/L)						
0	14.16	9	11.19	18	9.18	27	7.86
1	13.77	10	10.92	19	9.01	28	7.75
2	13.40	11	10.67	20	8.84	29	7.64
3	13.05	12	10.43	21	8.68	30	7.53
4	12.70	13	10.20	22	8.53	31	7.42
5	12.37	14	9.98	23	8.38	32	7.32
6	12.06	15	9.76	24	8.25	33	7.22
7	11.76	16	9.56	25	8.11	34	7.13
8	11.47	17	9.37	26	7.99	35	7.04

Fuente: [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf)



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 6.2.5. Determinación del contenido de fósforo total (NMX-AA-029-SCFI-2010)

#### Procedimiento

Este análisis se dividió en dos procesos en digestión de la muestra y desarrollo del color.

Para la digestión de la muestra se preparó la muestra por medio de la digestión con persulfato de potasio para ello se utilizó 50 mL de la muestra bien mezclada. A la cual se le agregó una gota de fenolftaleína. Posteriormente se le adicionó 1 mL de disolución de ácido fuerte con una pipeta de 1 ml y 0,5 g de persulfato de potasio ( $K_2S_2O_8$ ).

Para después ser calentada hasta romper ebullición y se mantuvo sobre la placa de calentamiento, por 30 min o 40 min o hasta que el volumen final alcanzado sea de 10 mL. Los compuestos organofosforados pueden requerir de 1,5 h a 2 h para su digestión completa. Después se dejó enfriar y en una probeta se diluyó a 30 mL con agua; se aforó a 100 mL en un matraz afora de 100 ml con agua destilada. En algunas muestras puede formarse un precipitado en esta fase, pero no se debe filtrar. Se mezcló bien para cualquier subdivisión de la muestra.

Para el desarrollo del color en la muestra, se le adicionó, agitando fuertemente después de cada adición, 4,0 mL de disolución de Heptamolibdato de amonio tetra hidratado  $[(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$  con una pipeta de 5 ml y 0,5 mL (10 gotas) de disolución de cloruro estano  $(SnCl_2 \cdot 2H_2O)$ . La intensidad del color depende de la temperatura ambiente de la disolución final, incrementándose ésta alrededor de 1 % por cada grado centígrado más de temperatura ambiente. Por lo que es importante realizar las mediciones a la misma temperatura. La medición a la cual se leyó en el espectrofotómetro Thermo Electron Corporation GENESYS 6 fue a 690 nm. Finalmente se llevaron a cabo los cálculos.

NOTA.- Es necesario tener un blanco de agua y un blanco de reactivos. Debido a que el color se desarrolla primero de manera progresiva y posteriormente se desvanece, mantener siempre condiciones iguales de tiempos de desarrollo de color y medición para muestras y estándares. Preparar al menos un estándar por cada lote de muestras o una cada día que se realiza la prueba. La curva de calibración es lineal en un intervalo de concentraciones de 0,3 mg/L a 2,0 mg/L.

#### Cálculos

- Se graficó la absorbencia contra concentración de la curva de calibración.
- Se determinó la pendiente, la ecuación de la recta y la ordenada al origen.
- La cantidad de P en  $mg L^{-1}$  se calculó de acuerdo con la ecuación de la recta de la curva de calibración.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 6.2.6 Identificación de la presencia de Nitrógeno (NMX-AA-026-SCFI-2001)

#### Procedimiento

Para la determinación de Nitrógeno total Kjeldahl se dividió en tres procesos básicos, Digestión, destilación y por último titulación de la muestra.

#### Digestión de la muestra

En esta etapa se vertieron 50 ml de muestra a un matraz Kjeldahl de 100 ml, se le adicionó cuidadosamente 10 mL de reactivo para la digestión al matraz de Kjeldahl con una pipeta de 10 ml y se mezcló perfectamente.

Después de mezclarla se conectó al equipo Kjeldahl; permitiendo la ebullición de la muestra hasta que el volumen de la disolución se redujo aproximadamente a un volumen de 10 mL y se observó desprendimiento de vapores blancos.

Posteriormente se desconectó el matraz del equipo para que se enfriara el matraz, su contenido se diluyó a 30 mL con agua en una probeta de 50 ml después se colocó en un matraz de bola de 100 ml y se mezcló.

Cuidadosamente se le añadieron 10 mL de la disolución de hidróxidotiosulfato de sodio, para formar una capa alcalina en el fondo del matraz.

Para el destilado de la muestra se conectó el matraz Kjeldahl al condensador y se destiló la muestra cuidando que la temperatura del condensador no pasara de 302 K (29 °C).

La muestra destilada se recolectó en un matraz Erlenmeyer de 150 ml que contenía 10 mL de la disolución indicadora de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sumergiendo la punta del condensador o una extensión del mismo por debajo de la superficie del líquido.

Para la titulación de la muestra se retiró el matraz colector y se tituló con disolución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 0,006 mol/L hasta que la disolución viró de color verde esmeralda a morado. Se Registró el volumen gastado de ácido como volumen C.

### 6.2.7 Determinación de clorofila "a" \*(Método Lorenze)

#### Procedimiento

Para la determinación de clorofila contenida en el agua se filtró al vacío un litro de agua, después el filtro fue depositado y triturado en un mortero.

Con ayuda de una pinza se depositaron los filtros en tubos de centrifuga aforados a 5 ml, a cada tubo se le agregaron 3 mL de acetona 90% ,se diluyó el homogenizado con acetona 90% hasta completar 5 ml exactos.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Para después centrifugar los tubos a 4000 rpm durante 10 minutos y se ajustó el volumen a 5 mL con acetona 90%

Con pipeta Pasteur, se transfirió el sobrenadante a la celda espectrofotométrica de 45 mm y se seleccionó la longitud de onda 665 nm, registrando la absorbancia de cada una de las muestras

Luego se seleccionó la longitud de onda 750 nm y se ajustó nuevamente el 0 de absorbancia con la celda de referencia conteniendo acetona 90%

Se registró la absorbancia de cada una de las muestras y se removió la celda de la muestra, con un gotero se adicionaron 2 gotas de la solución de ácido clorhídrico (HCL), tapándole la boca de la celda con aluminio y mezclando el contenido invirtiéndola 5 veces y se registró nuevamente la absorbancia de las muestras, a 665 y 750 nm. Finalmente se calculó la concentración de clorofila con la siguiente ecuación.

### Cálculos

La concentración de Clorofila a en  $\mu\text{g/L}$  se determina por medio de la expresión siguiente:

$$27.63 (665o - 665a) (VA) \text{ Clorofila a} = VM \times L$$

- **665o**: = Absorbancia a 665 antes de acidificar
- **665a** = Absorbancia a 665 después de acidificar
- **VA** = Volumen de acetona para la extracción (ml)
- **VM** = Volumen de agua filtrada (l)
- **L**= Longitud de la celda fotométrica (cm)



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## VII. RESULTADOS

### 7.1 Resultado de las encuestas realizadas a las comunidades cerca del río.

La Tabla 11 muestra el resultado en porcentaje de las encuestas realizadas por cada comunidad aledaña al río.

**Tabla 11.** Localidades encuestas de la RH30Dn.

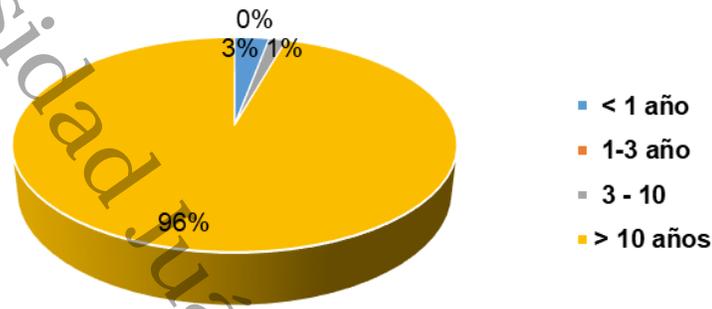
Encuesta realizadas a las diferentes localidades del área de estudio RH30Dn										
Preguntas. Tiene, Realiza o usa.	Guayal	Puxcatán	Miraflores	Pomoca	Yajalón	Madero 2da	Castañal	Pasamono s	Raya Z.	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Tiempo de residencia >10 años	100	86	100	100	100	100	93	94	93	
Personas por hogar 3- 5 personas.	53	53	100	66	47	66	66	86	53	
Chiquero o Corral	35	40	73	21	80	40	22	20	30	
Potrero	13	12	26	22	7	13	21	23	17	
Actividad Ganado	11	10	86	11	46	13	12	12	15	
Bañado de ganado	7	8	86	10	27	13	8	11	12	
Detergente polvo	100	80	100	100	93	100	100	100	100	
Detergente en liquido	4	2	7	7	7	7	9	2	7	
Fuente de abastecimiento.	Tubería	40	67	80	100	80	73	80	40	53
	Río	60	33	13	--	7	26	20	60	10
Descarga de los baños	Drenaje	20	100	93	86	86	26	6	--	93
	Fosa séptica	80	--	6	6	7	73	93	100	6
Cuanto detergente utilizan	>2bolsas de 500g	95	92	73	98	87	93	94	97	95
	< 2bolsas de 500g	7	8	27	5	13	7	6	5	8
Productos químicos de limpieza.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.

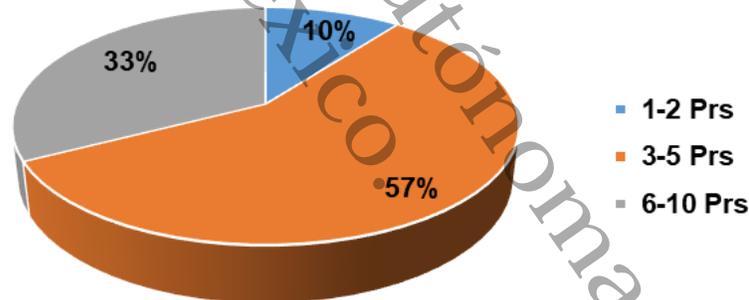


Con base a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas en las comunidades (Tabla 11), se obtuvo de manera general que la mayoría de las personas tiene más de 10 años viviendo en sus comunidades. Aunque se encontraron personas que llegaron con sus abuelos hace más de 60 años (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Relación del tiempo habitando en la localidad.

La mayoría de los habitantes de las comunidades viven entre 3-5 personas por hogar y en segunda instancia habitan entre 6 y 10 personas por casa, sólo el mínimo de los entrevistados, viven de 1 a 2 por casa (Gráfico 4).



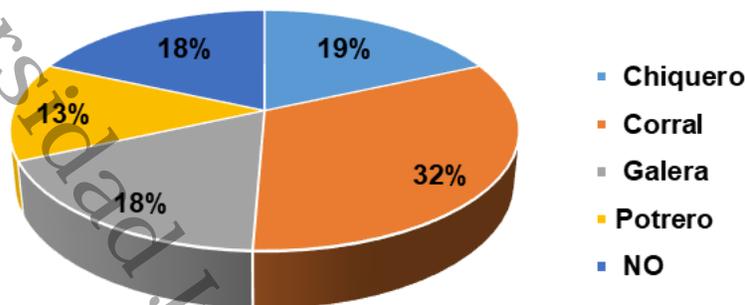
**Gráfico 4.** Relación del número de personas habitando los hogares.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.

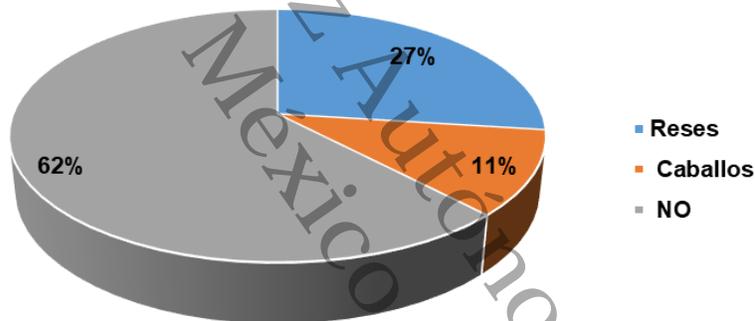


En primer lugar las personas tienen en su predio corrales, seguido de chiqueros, y finalmente tienen galera la mayoría de estos se encuentran cerca del Río (Gráfico 5).



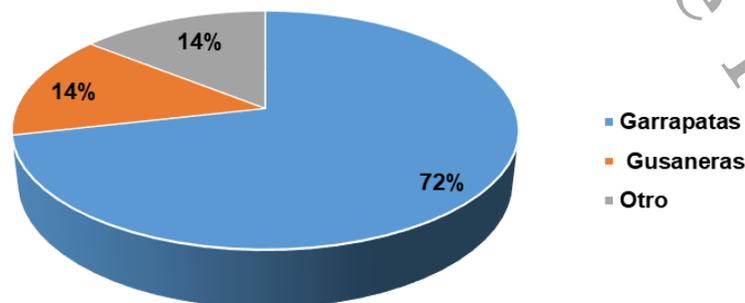
**Gráfico 5.** Relación de predios por hogar.

La mayor parte de la población no realiza actividades ganaderas, en segundo lugar cuenta con reses y la minoría cuenta con caballos (Gráfico 6)



**Gráfico 6.** Relación del número de reses y caballos.

Las personas que cuentan con animales de granja, reses o caballos, para bañarlos utilizan mayormente químicos para controlar las garrapatas y el restante utilizan gusaneras (Gráfico 7).



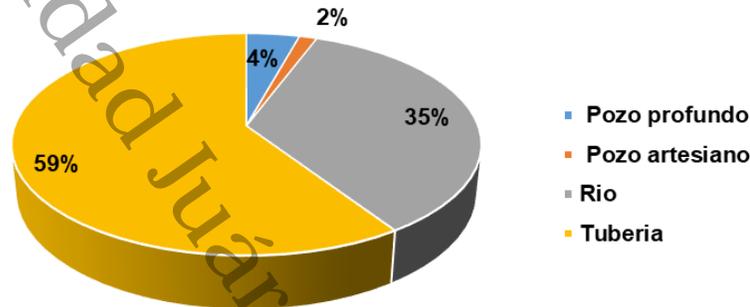
**Gráfico 7.** Relación de productos utilizados para cuidado del ganado.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.

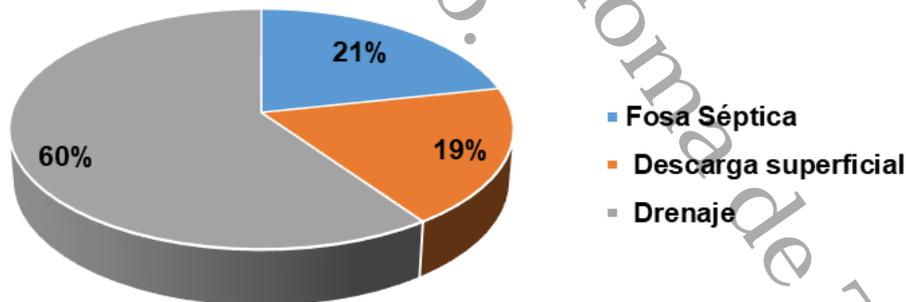


Para la mayoría de los hogares su fuente principal de abastecimiento de agua es por medio de la tubería, el agua viene de un manantial o mejor conocido por la comunidad como “Ojo de Agua” el cual abastece las comunidades. En segundo lugar, se abastecen del Río siendo este su principal fuente de suministro (Gráfico 8) y los demás optan por pozos profundos y pozos artesianos, sucesivamente.



**Gráfico 8.** Relación de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable.

Con respecto a las descargas de los baños para la mayor cantidad de los hogares las descargas son al drenaje, mientras que en segundo lugar cuentan con fosa séptica y resto sus descargas son directas (Gráfico 9).

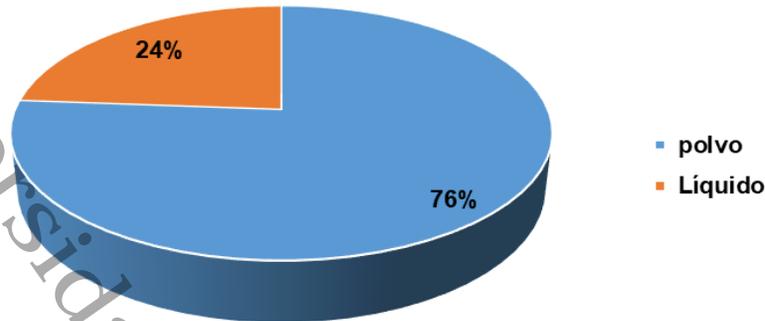


**Gráfico 9.** Relación de las descargas de los baños.

En cuanto a los tipos de detergente las familias de las comunidades utilizan en su mayoría polvo y resto líquido (Gráfico 10).

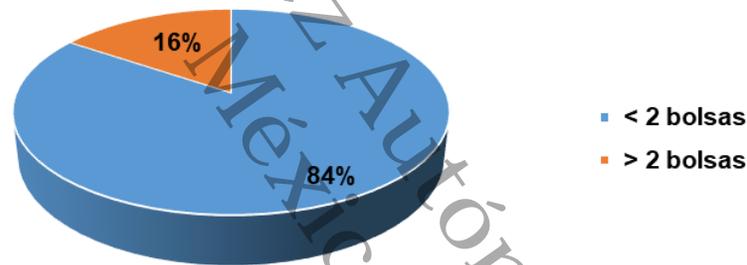


## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



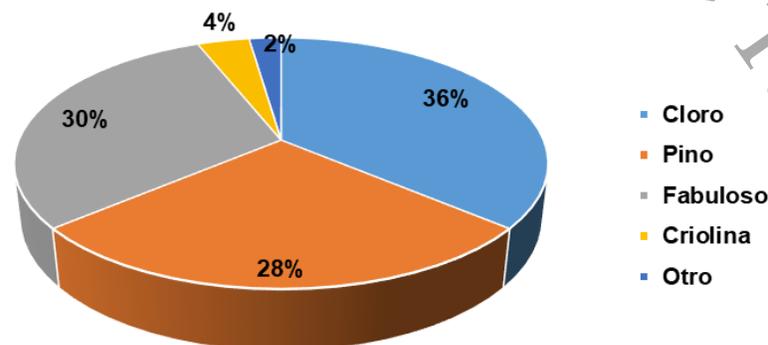
**Gráfico 10.** Relación del tipo de detergente que utilizan las personas.

En relación a la cantidad de detergente que utilizan, el 84 % lo usan menos de 2 bolsas de 500 g y el 16 % cabe mencionar que utilizan menos de 2 bolsas de 500 g semanalmente (Gráfico 11).



**Gráfico 11.** Relación de la cantidad de detergente que utilizan las personas semanalmente.

Los productos de limpieza que con frecuencia utilizan las personas en su mayoría es el cloro, seguido por el fabuloso y los demás utilizan pino, siendo estos 3 los productos más utilizados por los hogares (Gráfico 12).



**Gráfico 12.** Relación de los diferentes productos de limpieza que utilizan las personas.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## 7.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL AGUA

### 7.2.1 Características básicas del agua

A cada muestra recolectada se le midieron parámetros generales: Turbidez, pH, Conductividad Eléctrica, Carbonatos y Oxígeno disuelto.

La Tabla 12 muestra los promedios de las características generales que se obtuvo de las muestras de agua, en los diferentes tiempos de muestreo. Como resultado en Turbidez se obtuvo un 51.67 en el segundo muestreo índice alto debido a que el muestreo se realizó en la temporada de lluvias, donde el río tiene un mayor movimiento y arrastre de materia, el tercer muestreo obtuvo un promedio de 9.34 se puede considerar una turbidez baja ya que el muestreo fue realizado en la temporada de secas donde no hay arrastre de materia y muy poco movimiento del agua.

En el primer muestreo se obtuvo un pH de 7.08 en temporada de seca considerándose que tiene una acidez Neutra, en el segundo muestreo con el valor de 7.13 se considera acidez neutra al igual que el Tercer muestreo con un valor de 7.31.

Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución (Figura 5).

Los resultados de conductividad eléctrica, para los 3 muestreos estuvieron dentro de un promedio entre 299.7 y 377.27  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , tomando como referencia la tabla UQ se puede definir como un agua No salina.

En la medición de carbonatos para los tres muestreos no se obtuvo valores ya que al momento de añadirle el indicador (Fenolftaleína) no se obtuvo color esto quiere decir que la negativa existencia de carbonatos.

En relación a los contenidos de oxígeno disuelto (OD), en el primer muestreo no se obtuvieron datos, en el segundo muestreo se obtuvo un promedio de 6.93 mg/L en temporada de lluvia y en el tercer muestreo un valor de 8.23 mg/L en temporada de seca, como muestra la Tabla 12. El contenido de oxígeno disuelto del agua nos puede dar una idea aproximada de la contaminación del agua. Por otro lado un bajo contenido en oxígeno no permite el desarrollo de las especies acuáticas.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



**Tabla 12.** Promedio de las características generales en los 3 muestreos.

Características generales de las muestras de agua					
Muestreos	Turbidez UNT	pH	C. E ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Carbonatos	OD mg/L
1er Muestreo en secas 2018	---	7.08	299.7	---	---
2do Muestreo en lluvias 2018	51.67	7.13	377.27	---	6.93
3er Muestreo en secas 2019	9.34	7.31	319.28	---	8.23

En el primer muestreo en secas 2018 se midieron dos parámetros conductividad eléctrica y pH, siendo el punto M14 de la comunidad de Morelos identificado como un punto Blanco ya que es la salida del Río Puxcatán por el municipio de Tacotalpa, el cual obtuvo el valor más alto en conductividad eléctrica ( $340.5 \mu\text{S/cm}$ ) mientras que la muestra M3 localizada en la entrada a Puxcatán obtuvo el valor más bajo en conductividad eléctrica ( $246.4 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) (Tabla 13).

Los valores de pH en los 14 puntos de muestreo se obtuvo un valor neutro en rango de 6.95 – 7.39, obteniendo el valor más bajo la muestra M8 que pertenece al punto de entrada a Pasamonos y el valor más alto la muestra M13 que es entrada a Castañal.

**Tabla 13.** Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en Secas- 2018.

Muestras	Localidades	Coordenadas		Parámetros medidos	
		X	Y	C.E. $\mu\text{S cm}^{-1}$	pH
M1	E. Raya Z	533632	1923957	300.4	6.96
M2	S. Raya Z	532820	1924741	262.7	7.03
M3	E. Puxcatán	533301	1928457	246.4	7.05
M4	S. Puxcatán	533451	1929874	252.6	7.12
M5	S. Miraflores	539547	1939511	265.9	7.18
M6	E. Pomoca	536156	1934280	323.1	7.09
M7	S. Pomoca	536970	1935244	316	7.00
M8	E. Pasamonos	539528	1939537	329	6.95
M9	S. Pasamonos	540125	1939987	309	7.05
M11	S. Limón	544945	1943911	323.3	7.00
M12	S. Castañal	542168	1943239	314	7.23
M13	E. Castañal	541620	1942301	313.2	7.39
M14	B2 Morelos	543971	1943911	340.5	7.08

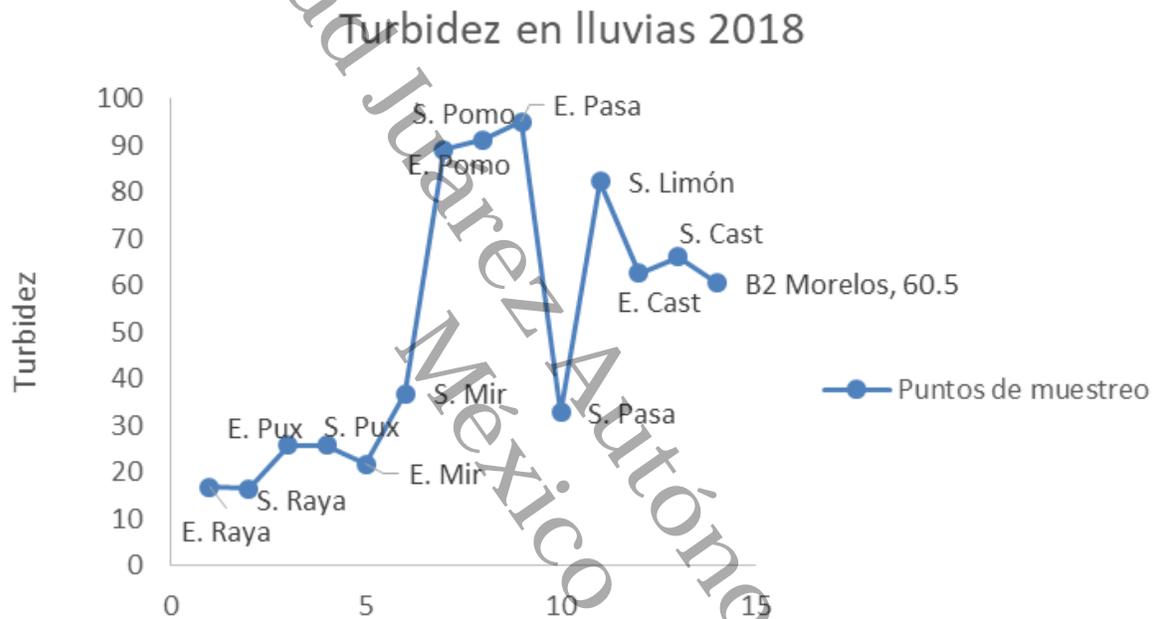


## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 7.2.3 Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en temporada de lluvias 2018

En el segundo muestreo que comprende la temporada de lluvias 2018 se obtuvieron datos como: Turbidez en la cual el M2 que pertenece a la salida de la comunidad de Raya Zaragoza Salida obtuvo el menor valor con un 16.4 UNT y con el valor más alto de 95.2 UNT, el M9 correspondiente a la entrada a Pasamonos (Tabla 22, Anexo I).

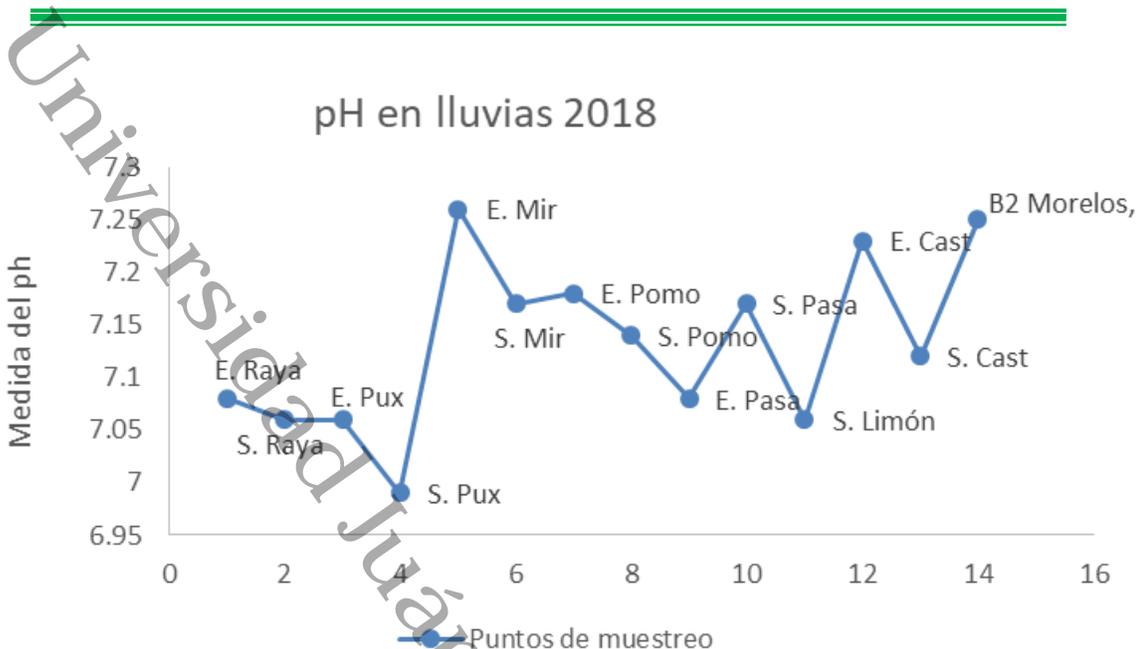


**Gráfico 13.** Nivel de Turbidez Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.

La muestra M4 salida de Puxcatán obtuvo el valor menor en pH con un 6.99, siendo para el M5 Entrada Miraflores con un valor de 7.26

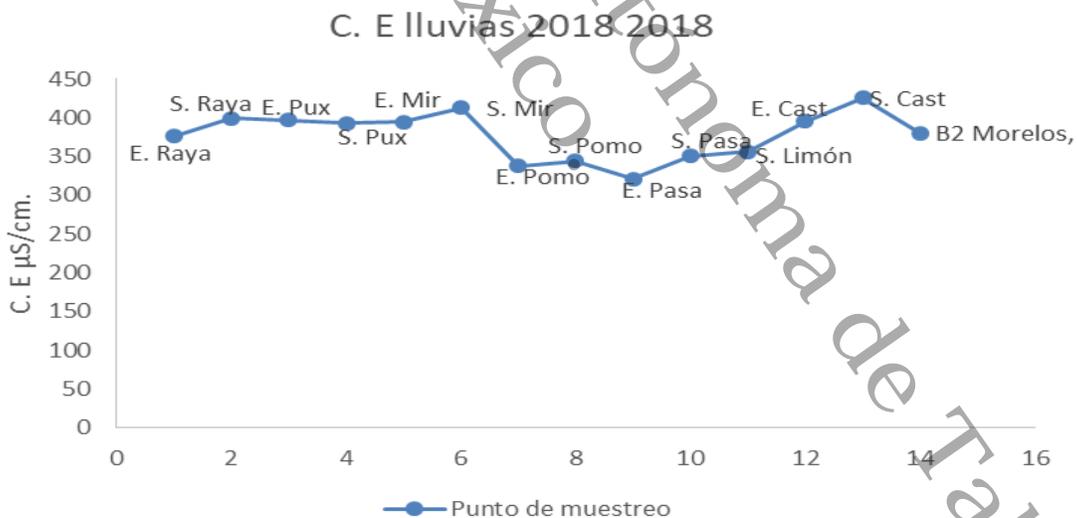


# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



**Gráfico 14.** Nivel de pH Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.

Para C.E el valor más bajo lo obtuvo la M9 Entrada a Pasamonos con un valor de  $320.8 \mu\text{S cm}^{-1}$ . y el valor más alto  $425.4 \mu\text{S cm}^{-1}$ . del M13 salida a Castañal.

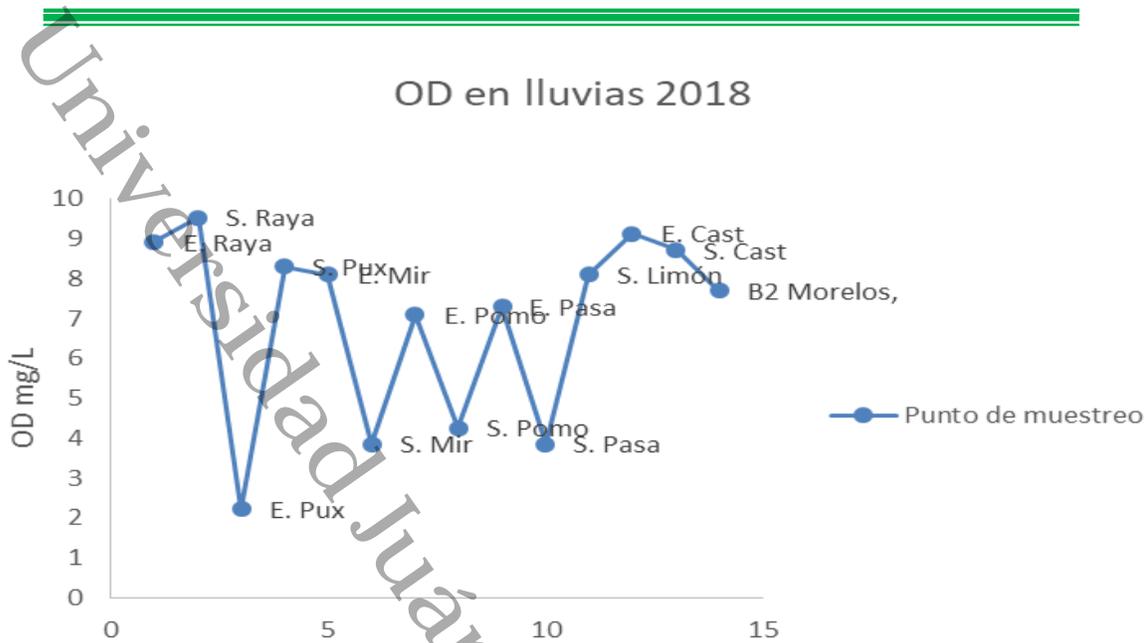


**Gráfico 15.** Nivel de C.E Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.

De los resultados de oxígeno disuelto se encontró con menor valor el M3 entrada a Puxcatán con  $2.23 \text{ mg/L}$  y con valor alto M2 Salida a Raya Zaragoza con un  $9.523 \text{ mg/L}$ .



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



**Gráfico 16.** Nivel de O.D Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.

Se determinó el porcentaje de saturación con relación Oxígeno disuelto vs temperatura, teniendo como resultado la Tabla 14.

**Tabla 14.** Porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto vs Temperatura en el río Puxcatán temporada de lluvias 2018.

Muestras	Coordenadas		Datos tomados en campo en época de lluvias.		% Saturación
	X	Y	Temperatura °C	OD (mg/L)	
E. Raya Zaragoza	533708	1923842	26.0°C	8.91	112
S. Raya Zaragoza	532820	1924741	27.0°C	9.52	121
E. Puxcatán	533271	1928326	27.2 °C	2.23	28
S. Puxcatán	533470	1929918	27.0°C	8.31	106
E. Miraflores	533414	1930824	28.0C°	8.1	105
S. Miraflores	534099	1930750	26.0°C	3.85	48
E. Pomoca	536155	1934290	27.6°C	7.09	91
S. Pomoca	537012	1935246	27.3°C	4.22	54
E. Pasamonos	539558	1939544	27.0°C	7.29	93
S. Pasamonos	540125	1939987	26.0°C	3.85	48
S. Limón	543501	1943693	27.0 °C	8.1	108
E. Castañal	541601	1942297	25.3 °C	9.12	112
S. Castañal	542221	1943145	27.7 °C	8.71	112
B2 Morelos	543980	1946097	25.6 °C	7.7	96

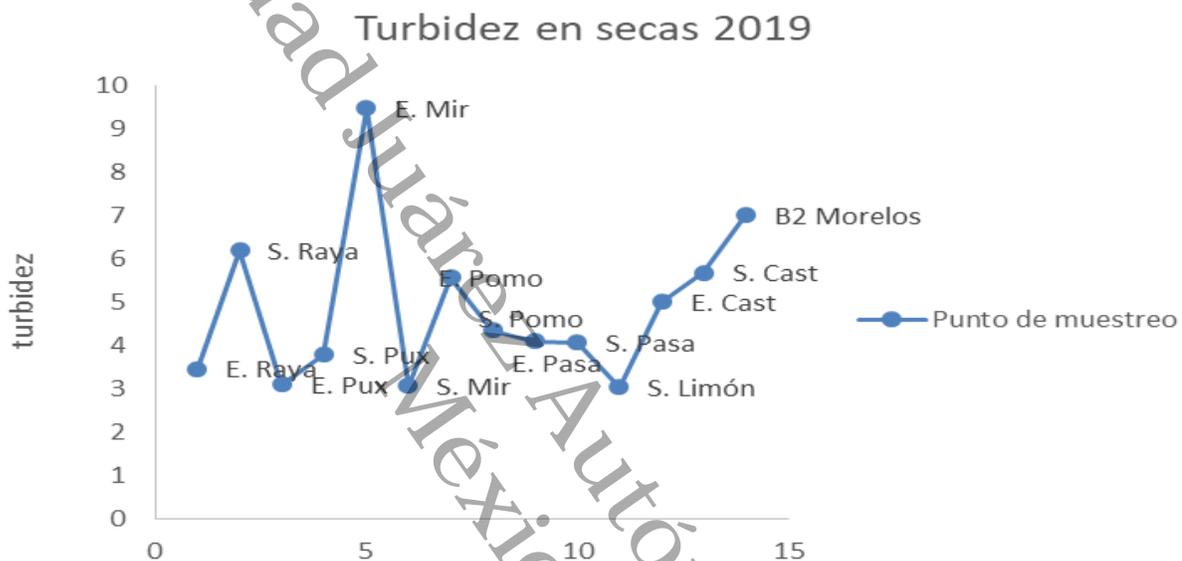


## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 7.2.4 Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en temporada de secas 2019

Como resultado del tercer muestreo en temporada de secas 2019 se tiene que en turbidez el valor más bajo lo obtuvo M6 salida Miraflores con 3.07 UNT y, el más alto, M5 entrada Miraflores con un valor de 9.47 UNT (Tabla 23, Anexo I).

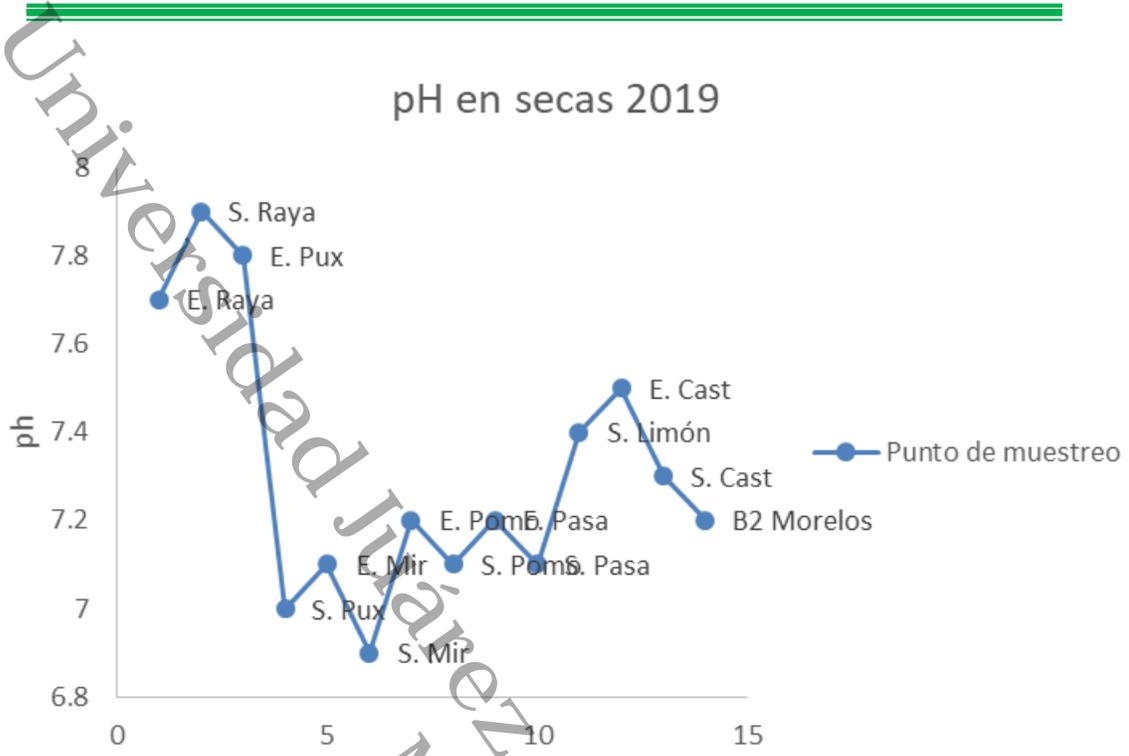


**Gráfico 17.** Nivel de Turbidez Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.

El valor más alto en pH lo obtuvo M6 salida Miraflores con un 6.9 y M2 salida Raya Zaragoza un valor alto de 7.9.

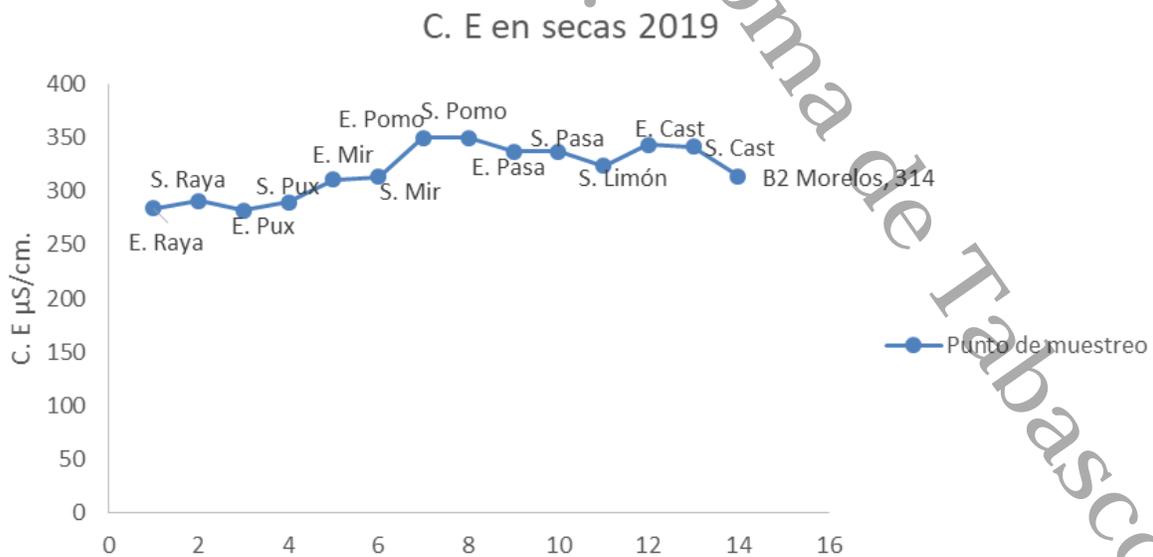


# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



**Gráfico 18.** Nivel de pH Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.

En C.E el valor bajo lo obtuvo M3 entrada Puxcatán con  $282.1 \mu\text{S cm}^{-1}$  y el valor alto M8 salida Pomoca con un  $350.1 \mu\text{S cm}^{-1}$ .



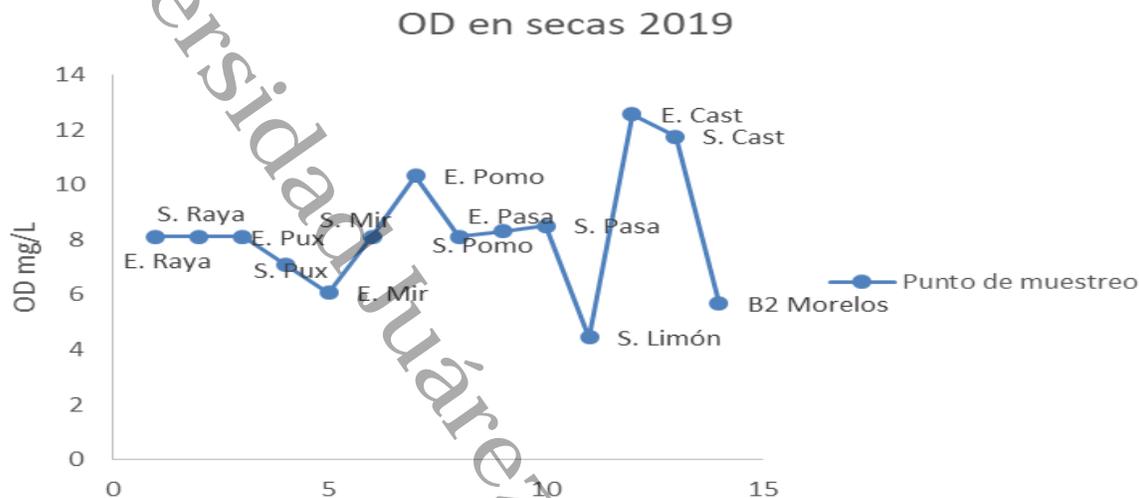
**Gráfico 19.** Nivel de C.E Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



La muestra 11 salida de Limón obtuvo un valor de 4.46 mg/L y M13 salida de Castañal con valor de 11.75 mg/L en Nivel de Oxígeno Disuelto.



**Gráfico 20.** Nivel de OD Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.

Se calculó el porcentaje de saturación de Oxígeno disuelto vs temperatura en el río dando como resultado la siguiente Tabla.

**Tabla 15.** Porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto vs Temperatura en el río Puxcatán temporada de seca 2019.

Muestras	Coordenadas		Datos tomados en campo en época de seca.		% Saturación
	X	Y	Temperatura °C	OD (mg/L)	
E. Raya Zaragoza	533708	1923842	29.4°C	8.105	106
S. Raya Zaragoza	532820	1924741	30.0°C	8.105	108
E. Puxcatán	533271	1928326	31.9 °C	8.105	111
S. Puxcatán	533470	1929918	32.4°C	7.092	97
E. Miraflores	533414	1930824	31.4C°	6.079	82
S. Miraflores	534099	1930750	32.2°C	8.105	111
E. Pomoca	536155	1934290	32.2°C	10.334	141
S. Pomoca	537012	1935246	31.8°C	8.105	111
E. Pasamonos	539558	1939544	30.5°C	8.308	110
S. Pasamonos	540125	1939987	30.2°C	8.511	113
S. Limón	543501	1943693	32.6 °C	4.458	62
E. Castañal	541601	1942297	31.8°C	12.563	172
S. Castañal	542221	1943145	31.8 °C	11.753	161
B2 Morelos	543980	1946097	31.8 °C	5.674	78



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



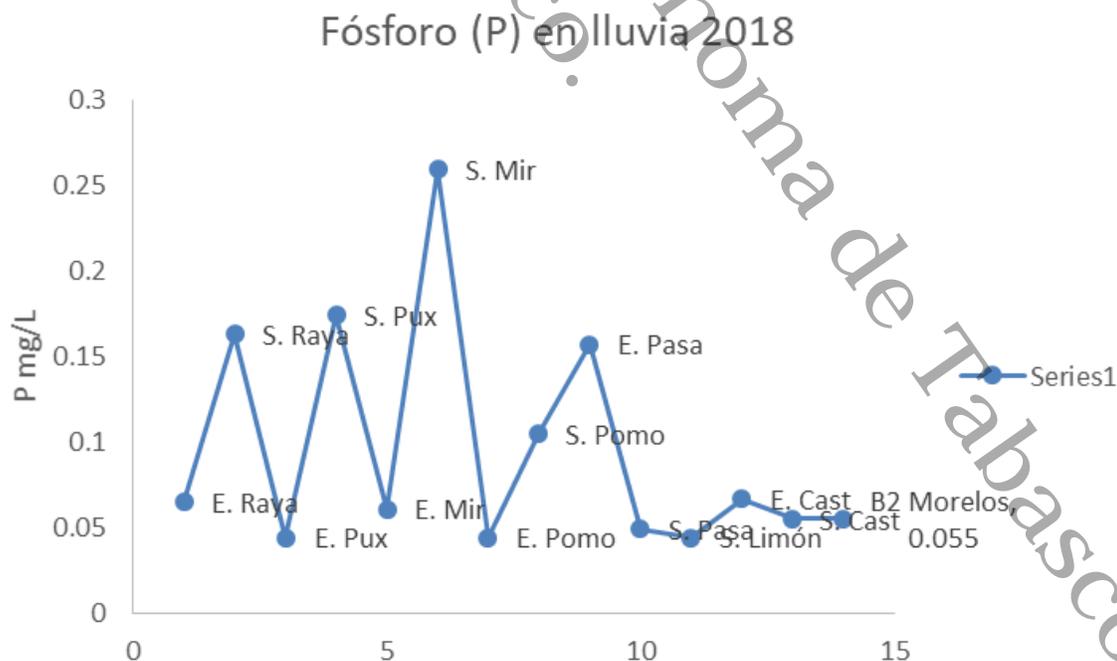
### 7.3 Fósforo en agua

En la medición de Fósforo en las dos temporadas se obtuvo que en tiempos de lluvias la concentración es mayor.

El valor alto se obtuvo de la muestra M6 que corresponde a salida Miraflores con 0.259 mg/l y el valor bajo se encontró en 3 puntos con 0.044 mg/L, M3 entrada a Puxcatán, M7 entrada a Pomoca y M11 salida a Limón (Tabla 16).

**Tabla 16.** Resultado de Fósforo de las muestras de agua en temporada Lluvias 2018.

Muestra	Localidad	Fósforo (P) mg/L	
		Entrada	Salida
M1- M2	Raya Zaragoza	0.065	0.163
M3- M4	Puxcatán	0.044	0.174
M5- M6	Miraflores	0.061	0.259
M7- M8	Pomoca	0.044	0.105
M9-M10	Pasamonos	0.157	0.049
M11	Limón	---	0.044
M12-M13	Castañal	0.067	0.055
M14	Morelos	---	0.055
		=0.073	=0.113



**Gráfico 21.** Nivel de Fósforo (P) Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.



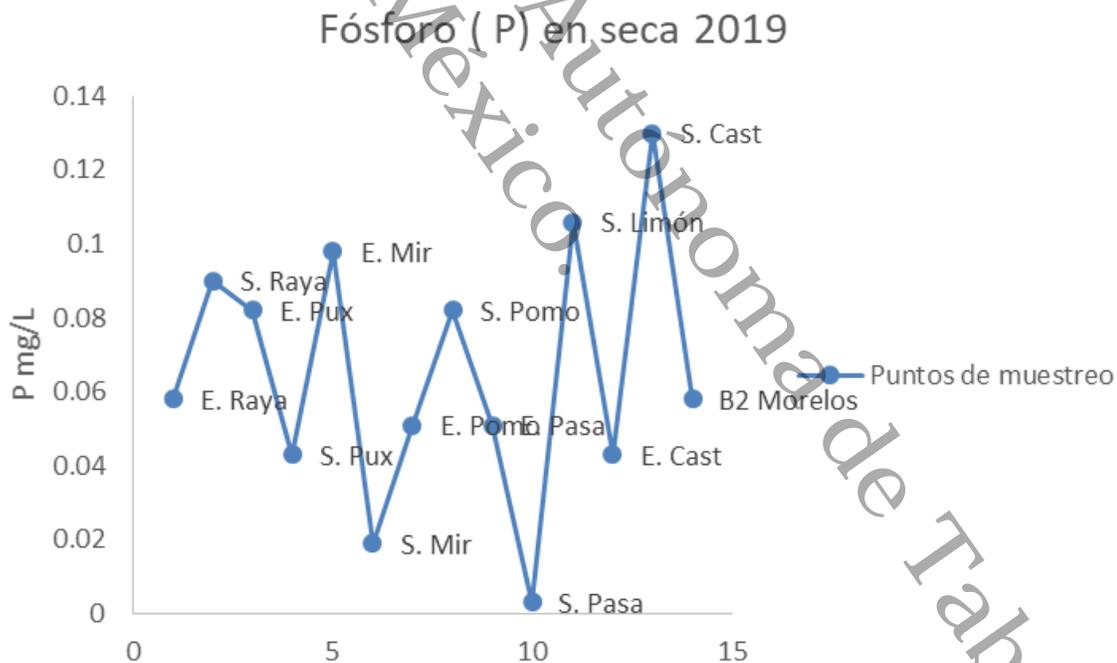
## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



En la temporada de secas 2019, el valor más alto que se obtuvo fue en punto M13 correspondiente a la salida de Castañal con 0.130 mg/L y el M10 con 0.003 mg/L el valor más bajo que pertenece a la salida de Pasamonos (Tabla 17).

**Tabla 17.** Resultados de Fósforo de las muestras de agua en temporada Seca 2019.

Muestra	Localidad	Fósforo (P) mg/L	
		Entrada	Salida
M1 –M2	Raya Zaragoza	0.058	0.090
M3-M4	Puxcatán	0.082	0.043
M5-M6	Miraflores	0.098	0.019
M7-M8	Pomoca	0.051	0.082
M9-10	Pasamonos	0.051	0.003
M11	limón	---	0.106
M12-M13	Castañal	0.043	0.130
M14	Morelos	---	0.058
		= 0.063	=0.66



**Gráfico 22.** Nivel de Fósforo (P) Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.

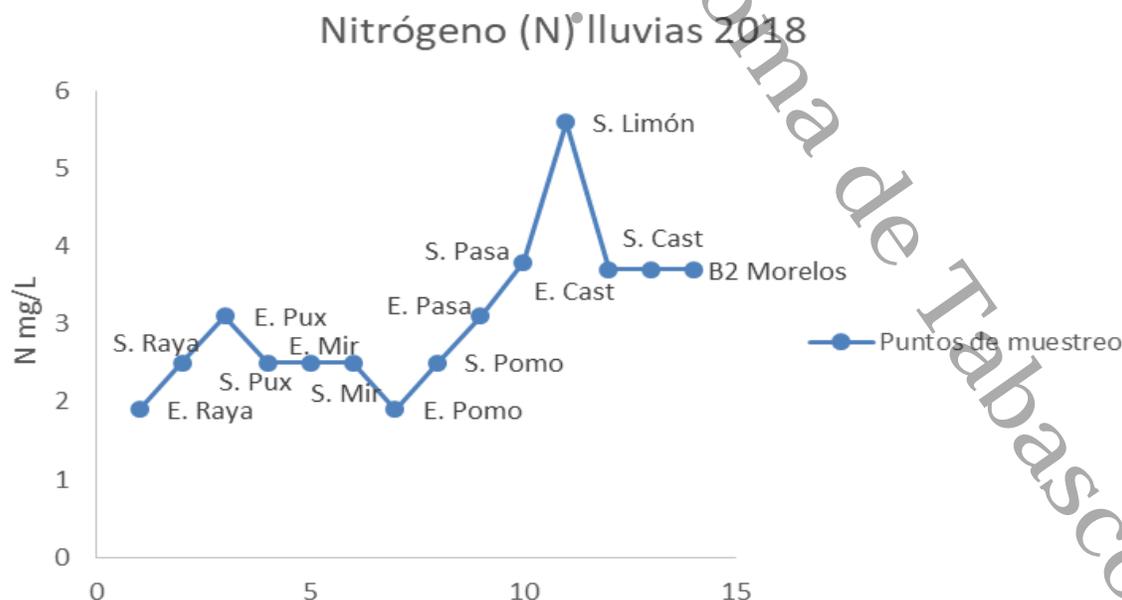


### 7.4 Nitrógeno en agua

Los valores más altos en Nitrógeno total se encontraron en la temporada de lluvias 2018, donde Entrada a Castañal (M12) obtuvo un valor de 3.7 mg/L siendo este el valor más alto en tiempo de lluvias, mientras que el valor bajo lo obtuvo Entrada a Pomoca (M7) y en salida el valor alto lo obtuvo Limón (M11) CON 5.6 mg/L y con 2.5mg/L el valor bajo lo obtuvieron Raya Zaragoza, Puxcatán, Miraflores y Pomoca (Tabla 18).

**Tabla 18.** Resultados de Nitrógeno en agua temporada Lluvias 2018

Muestra	Localidad	Nitrógeno Total mg/L	
		Entrada	Salida
M1.M2	Raya Zaragoza	1.9	2.5
M3-M4	Puxcatán	3.1	2.5
M5-M6	Miraflores	2.5	2.5
M7-M8	Pomoca	1.9	2.5
M9-M10	Pasamonos	3.1	3.8
M11	Limón	---	5.6
M12-M13	Castañal	3.7	3.7
M14	Morelos	---	3.7
		$\bar{X} = 2.7$	$\bar{X} = 3.35$



**Gráfico 23.** Nivel de Nitrógeno (N) Temporada 2018 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.



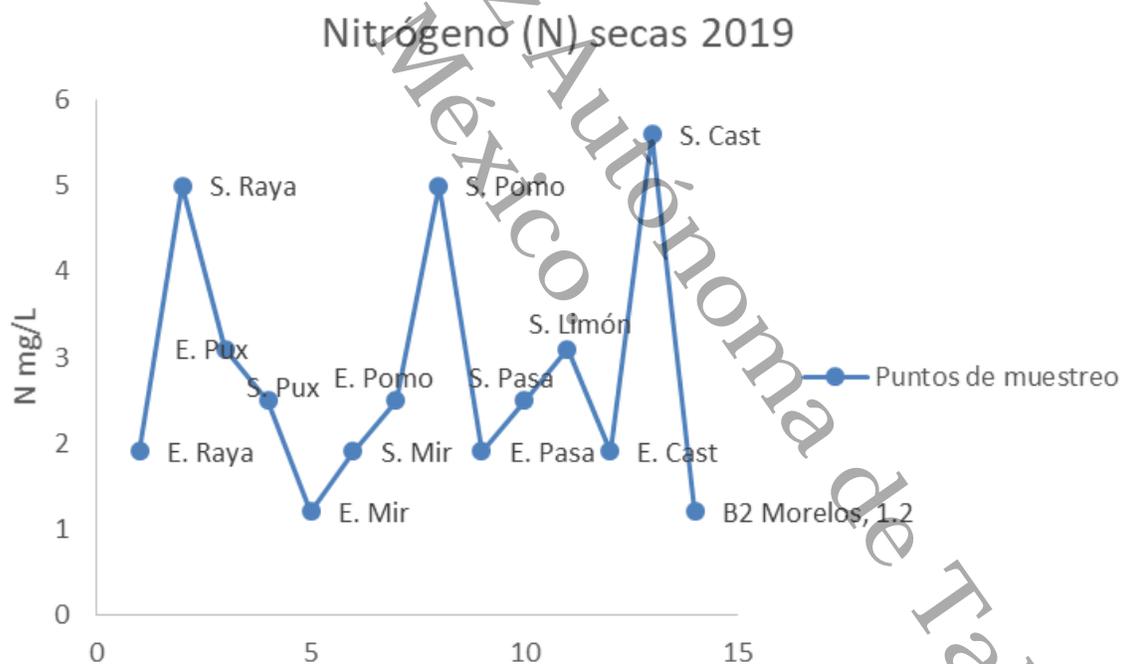
## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



En la temporada de secas 2019 los puntos de entrada el valor alto lo obtuvo Puxcatán (M3) con 3.1 mg/L y el valor bajo Miraflores (M5) con 1.2 mg/L. Mientras que en los puntos de salida el valor más alto estuvo presente en Castañal (M13) con 5.6 mg/L y el valor bajo estuvo en 1.2 para Morelos (M14) (Tabla 19).

**Tabla 19.** Resultados de Nitrógeno en agua en temporada Secas 2019.

Muestra	Localidad	Nitrógeno Total mg/L	
		Entrada	Salida
M1-M2	Raya Zaragoza	1.9	5.0
M3-M4	Puxcatán	3.1	2.5
M5-M6	Miraflores	1.2	1.9
M7-M8	Pomoca	2.5	5.0
M9-M10	Pasamonos	1.9	2.5
M11	Limón	---	3.1
M12-M13	Castañal	1.9	5.6
M14	Morelos	---	1.2
		$\bar{X} = 2.08$	$\bar{X} = 3.35$



**Gráfico 24.** Nivel de Nitrógeno (N) Temporada 2019 en los puntos de muestreo del Río Puxcatán.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### 7.5 Clorofila a

La concentración más alta se obtuvo en salida Pomoca (M8) con un valor de 1.873  $\mu\text{g/L}$  en la temporada de lluvia. (Tabla 20).

**Tabla 20.** Resultados de clorofila obtenido en temporada de lluvias 2018

Muestra	Localidad	Entrada	Salida
M8	Pomoca	---	1.873 $\mu\text{g/L}$

Mientras que en la temporada de secas se encontró un valor de 0.227  $\mu\text{g/L}$  en salida Puxcatán (M4) (Tabla 21).

**Tabla 21.** Resultados de clorofila obtenido en Temporada de seca 2019

Muestra	Localidad	Entrada	Salida
M4	Puxcatán	---	0.227 $\mu\text{g/L}$



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### VIII. DISCUSIÓN

La RH30Dn abarca dos estados del país: Tabasco y Chiapas, con 2 y 4 municipios respectivamente, en su interior se ubican 132 poblados, con una población de 51,843 habitantes, teniendo un porcentaje de cambio de crecimiento poblacional de 17.73% de 2000 al 2010. Los asentamientos humanos dentro del área de estudio mencionaron que tienen más de 10 años viviendo en las localidades, incluso que sus familiares como sus abuelos nacieron en el lugar.

#### pH

En las aguas naturales y residuales el valor del pH está en el rango de 6.0 a 8.0 unidades de pH, y estos valores son los más adecuados para la actividad biológica de los ecosistemas. En lagos y embalses, el pH varía cíclicamente, disminuyendo con la profundidad del agua (Marín, 2011).

Los valores de pH obtenidos fueron neutros en los tres muestreos con promedios de 7.08 a 7.31. Los valores ligeramente altos pero dentro del rango de pH para las aguas naturales se encontraron en las muestras tomadas en tiempo de secas 2018, que van de 6.9 a 7.9.

#### Conductividad Eléctrica

La conductividad es producida por los electrolitos disueltos un agua y en ella influyen: terreno drenado, composición mineralógica, tiempo de contacto, gases disueltos, pH y todo lo que afecte a la solubilidad de sales. Existe una relación entre ella y el residuo seco. Concretamente, en un agua natural no muy contaminada, se cumple que el valor del residuo seco en mg/L oscila entre 0,5 y 1,0 veces el valor de conductividad, expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Marín, 2011).

Los valores más altos en cuanto a conductividad eléctrica se obtuvieron en las muestras tomadas en temporadas de lluvias, que van de 320.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 425  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Si el agua tiene un gran número de iones disueltos su conductividad va ser mayor, esto quiere decir en cuanto la conductividad eléctrica del agua sea mayor, mayor será la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### Turbidez

La presencia de materias en suspensión, arcilla, limos, coloides orgánicos, plancton y organismos microscópicos da lugar a la turbidez en un agua. Estas partículas (de dimensiones variables desde 10 nm hasta 0,1 mm) se pueden asociarse a tres categorías: minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas (Marín, 2011).

Los valores más altos en turbidez se encontraron en las muestras evaluadas en tiempo de lluvias que oscilan de 16.4 a 95.2 UNT, debido al arrastre de diversos materiales por las escorrentías en la temporada de lluvias.

### Carbonatos y bicarbonatos

La concentración de iones carbonatos no fue posible determinarlo dado que el pH del agua de las muestra fluctuó entre 7.08 y 7.31, considerándose un pH neutro. En estas condiciones el ion carbonato no se encuentra presente en el agua o el valor no es detectado por esta técnica analítica.

### Oxígeno disuelto

En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas.

También puede intercambiarse oxígeno con la atmósfera por difusión o mezcla turbulenta. La concentración total de oxígeno disuelto (OD) dependerá del balance entre todos estos fenómenos. Si en el sistema acuático se consume más oxígeno del que se produce y capta, el valor de  $O_2$  disminuirá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos. Los peces son particularmente sensibles a la hipoxia (bajas [OD], Tabla 9) (Gayenola, 2007)

Los valores obtenidos de oxígeno disuelto (OD) en promedio son de 6.93 mg/L y 8.23 mg/L los cuales están en criterios aceptables como se muestra en la Tabla 9.

En la mayor parte de los puntos de muestreo en Salidas la concentración se encuentra alta debido a que se encontró mayor movimiento del agua así como pequeñas cascadas que propician a la oxigenación del agua. Siendo el valor bajo de 6.93 mg/L correspondiente a la temporada de secas y 8.23 mg/L a la temporada de lluvias.

Los valores de saturación de Oxígeno disuelto fluctúan entre 28.4 y 172%; siendo los valores más altos en temporada de secas y los más bajos en temporada de lluvias. Esto se debe a que en las temporadas de lluvias existen mayores



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



escurrimientos de materiales orgánicos que demanda un consumo mayor de Oxígeno disuelto.

### Fósforo y Nitrógeno

En los análisis a las muestras de agua en temporada de secas se obtuvieron valores de Fósforo que oscilan de 0.043 y 0.098 mg/L en los puntos de entrada a las localidades, mientras que en los puntos de salidas se encontraron de 0.003 a 0.130 mg/L. En temporada de lluvias con valores desde 0.044 a 0.157 mg/L en los puntos de entrada a las localidades y en puntos de salidas con valores de 0.044 a 0.259 mg/L.

Los valores encontrados de Nitrógeno total, están entre 1.9 y 3.7 mg/L en los puntos de entrada y en los puntos de salida 2.5 a 5.6 mg/L en temporada de lluvias. Mientras que en la temporada de secas en los puntos de entrada se encuentran entre 1.9 mg/L y 3.1 mg/L y los puntos de salidas de 1.9 mg/L a 5.6 mg/L.

En los puntos de salida se encontró que el valor es ligeramente alto debido a que va acumulando por el paso de la localidad de un punto a otro.

También que en temporada de lluvias el valor fue alto debido al arrastre por los escurrimientos que atraviesan las localidades.

### Clorofila a

La clorofila a es el pigmento común a todos los organismos productores primarios y tiene relación directa con la productividad primaria y el desarrollo vegetal, por lo que es utilizado como un indicador indirecto de la biomasa algal en los sistemas acuáticos. Puede utilizarse como indicador del estado trófico considerando otros parámetros asociados (como nutrientes, composición biológica) (Arocena, 2016).

En los resultados de clorofila "a" se encontró con valor de 0.227  $\mu\text{g}$  /L salida a Puxcatán tomada en temporada de seca, mientras que en salida de Pomoca con valor de 1.873  $\mu\text{g}$  /L tomado en temporada de lluvia.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### IX. CONCLUSIÓN

El agua del río Puxcatán en cuanto a los resultados obtenidos de pH se encuentra neutro y con una baja salinidad, con condición aceptable en cuestión de oxígeno disuelto, adecuada para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.

En el área de estudio se encontraron infraestructuras de plantas de tratamiento de aguas residuales en 5 comunidades; sin embargo, debido al poco o nulo mantenimiento se encuentran inactivas, pasando las aguas directamente a los cuerpos de agua, sin tratamiento alguno.

Lo anterior es un factor importante dado que a pesar que las plantas de tratamiento no funcionan, se puede decir a que no se encontraron índices elevados de nitrógeno y fósforo, esto debe ser a que el río aún funciona como autodepurador natural y por ello no existe indicadores alarmantes de contaminación que pueda propiciar a la eutrofización, pese a que las personas de las comunidades utilizan agroquímicos para el cuidado de sus animales y en labores agrícolas y que al final, por escorrentía, van a parar al río.

El contenido de fósforo en el agua del río se encontró en concentraciones bajas, esto es posible que el río tiene una excelente capacidad de autodepurarse.

La concentración de nitrógeno en el agua tiene valores bajos, esto puede ser que las personas mencionaron durante la entrevista, la actividad ganadera es poca por ende el cuidado de los animales por el uso de químicos para su bañado es bajo.

La concentración de clorofila es baja, debido a que los parámetros que contribuyen a su crecimiento N y P son bajos como se mencionó anteriormente, también a simple vista la coloración del agua es transparente.

Para concluir los valores de nitrógeno, fósforo y clorofila no fueron significativos en promedio para poder explicar la influencia ambiental que tiene el ser humano con el río, ya que en la mayor parte de los puntos no se rebasan los 5 mg/L para nitratos y 0.1 mg/L en fosfatos y para estos valores se consideran como límite máximo para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y controlar la eutrofización acelerada de ríos y arroyos (SEMARNAT, Informe 2008)

Aunque en algunos puntos de muestreo en salida estuvieron ligeramente altos, esto puede ser a la interconexión de arroyos como se muestra en la tabla 6, por otro lado se identificó que la concentración es más alta en temporadas de lluvias tanto de Nitrógeno (N) y Fósforo (P), esto debido a los escurrimientos que ocasiona que todos van directo al río.

Con base a los resultados obtenidos se concluye, de manera general, que se cumplieron con los objetivos previstos al principio del proyecto y con ello, se



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



conoció el estado actual en el que se encuentra el agua del río Puxcatán, así como la influencia que tiene los asentamientos humanos en la interacción con el río.

Con la finalidad de contribuir a que el río siga en las mejores condiciones es necesario informar a las personas los tipos de contaminación y de los riesgos que puede provocar eutrofización en el río, también a las autoridades competentes para que den mantenimiento a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

### X. RECOMENDACIONES

1. Ampliar los parámetros de medición para la calidad de agua como (DBO, DQO, Coliformes fecales y totales.).
2. Incluir muestreos a los municipios que abarca el Estado de Chiapas, para así tener datos de cómo se comporta el río en esa entidad y que influencia tienen los asentamientos humanos en él.
3. Añadir Muestreo en los vertidos de aguas residuales, para obtener datos de la cantidad de contaminantes que se vierten al río si estas, en el futuro, fueran tratadas.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



### XI. BIBLIOGRAFÍA

- Alcócer, G. J. 2007. Recursos Naturales y Sustentabilidad. Fondo Editorial de Nuevo León. México. 81 p
- Análisis de agua - Determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba. Norma Mexicana NMX-AA-036-SCFI-2001. Diario Oficial de la Federación, 01 de Agosto de 2001.
- Análisis de agua - medición de nitrógeno total Kjeldahl en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba. NORMA MEXICANA NMX-AA-026-SCFI-2010. Diario Oficial de la Federación, 03 de Marzo de 2011.
- Análisis de agua - medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba (cancela a la nmx-aa-034-scfi-2001). Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2015. Diario Oficial de la Federación, 01 de Agosto de 2001.
- Análisis de agua- determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (cancela a la nmx-aa-012-1980). Norma Mexicana NMX-AA-012-SCFI-2001 Diario Oficial de la Federación, 13 de Diciembre del 1989
- Análisis de aguas - Determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (cancela a la nmx-aa029-1981) NMX-AA-029-SCFI-2001. Diario Oficial de la Federación, 13 de Diciembre de 1989.
- Arias-Isaza, F. 2003. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y organismos). INVEMAR. Colombia. 148 p
- Arocena, R. 2016. Métodos en ecología de aguas continentales. DI.R.A.C. Facultad de Ciencias-UdelaR. 323 p.
- Atlas del agua en México, 2015. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Mexico.138 p.
- Barba Everardo, Juárez Flores, J, Estrada Loreto, Feliciano, 2010. Distribución y abundancia de crustáceos en humedales de Tabasco, México. Villahermosa, Tabasco, México, 11p.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



- Barba Everardo, Juárez Flores, J, Magaña Vázquez, Mauricio. 2011. Nuevos registros de pecos (*Pterygoplichthys pardalis*) (Siluriformes: Loricariidae) en las cuencas del río Grijalva y Tonalá, Pajonal-Machona, Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 19 p.
- Borbolla-Sala, Manuel E.; Cruz-Vázquez, Lucio de la; Piña-Gutiérrez, Olga E.; Fuente -Gutiérrez, José del C. de la; Garrido-Pérez, Silvia M. G. Calidad del agua en Tabasco Salud en Tabasco, vol. 9, núm. 1, abril, 2003, pp. 170-177 Secretaría de Salud del Estado de Tabasco Villahermosa, México.
- Calzada Falcón Fernando, 1997 Desarrollo sustentable en Tabasco posibilidades.
- Catálogo de localidades. INEGI 2010 SEDESOL. México.
- Chablé pascual, 2006, uso y manejo de flora y fauna en tres comunidades aledañas a la reserva ecológica villa luz, Tacotalpa, Tabasco. México. 116p
- Conant, J. Fadem, P. 2011 Guía comunitaria para la salud ambiental. Hesperian. EE.UU. 9:156- 164. 612 p
- Diagnóstico de la salud comunitaria en Tabasco, Tacotalpa. INEGI 2016
- Doménech, X. 2000. El medio hídrico terrestre. Tercera edición. Ed. Miraguano, Madrid, pp. 17-35
- Estrada, M. 2010. Manual de técnicas del laboratorio de análisis de suelo, plantas y agua (LASPA). México. 182 p
- Feria Díaz, Yedith, 2009. Temporalidad del estado trófico en sistemas lóticos y lénticos de la subcuenca central río Puxcatán – Tulijá en la región de la sierra, del estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 57 p
- Gayenola, Guillermo, 2007. Guía para la utilización de Valijas Viajeras. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. 3 p.
- Informe de la situación del medio ambiente en México, Compendio de estadísticas Ambientales. SEMARNAT 2008
- Inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) (2016). CONAGUA 2017.



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



- La Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social, FUSADES, 1983. Gobernación de la República de El Salvador. El Salvador.
- Mallen Rivera C. 2006. Diagnóstico Ambiental y Forestal del estado de Tabasco. México. 190 p.
- Marín, R. (2011). Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. Emacsa, 1-37. Recuperado a partir de [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:48101/componente48099.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48101/componente48099.pdf)
- Martínez, J.A. 2016. Nitrógeno y Fósforo, vida y muerte de un ecosistema. Universidad Politécnica de Valencia. España. 4 p.
- Paz-Reyes, J.J., Jiménez-Tecillo, F.J., Sánchez-Cruz, B, 2018. Urge un manejo sustentable del agua de Tabasco. Tabasco, México. 21 p
- Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía en el consejo de cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta, 2014, CONAGUA, Tabasco, México. 301 p.
- Ramos-Herrera, S., Broca-Martínez, L. F., Laines-Canepa, J. R., Carrera Velueta, J. M., (2012). Tendencia de la calidad del agua en ríos de Tabasco, México. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 16-3, pp 207-217, ISSN 1665-529-X
- Rhoades J.D.; Kandiah A. and Mashali A.M. (1992). The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and drainage paper. No. 48. Rome
- Secretaría de Desarrollo Social y Protección al Ambiente (SEDESPA). 2006. Programa de ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco. México.
- Síntesis de Información Geográfica del Estado de Tabasco. 2001. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 86 p.
- Sosa Cabrera, 2010, Estudio comparativo de la valoración y aprovechamiento de los recursos renovables por los choles de Tacotalpa y chontales de Nacajuca Tabasco. Chapingo, México. 225 p.
- Toledo, A. 2003. Ríos, costas y mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México. México. INE – SEMARNAT 116 p



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.

---



- Yan, Z., Peñuelas, J., Sardans, J., *et al.* 2016. "Phosphorus accumulates faster than nitrogen globally in freshwater ecosystems under anthropogenic impacts". *Ecology Letters*. 19: 1237–1246.
- Zavala-Cruz J., D.J. Palma-López, C.R. Fernández C., A. López C. y E. Shirma T. 2011. Degradación y conservación de suelos en la cuenca del Río Grijalva, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental y PEMEX. Villahermosa, Tabasco, México. 90 p.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## ANEXO I. Tablas

**Tabla 22.** Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán lluvias 2018

Muestra	Localidad	Coordenadas		Datos tomados en campo en época de lluvias.				
		X	Y	Turbidez	pH	C. E $\mu\text{S/cm}$ .	CBNT	OD (mg/L)
M1	E. Raya Zaragoza	533702	1923851	16.9	7.08	375.9	---	8.915
M2	S. Raya Zaragoza	532820	1924741	16.4	7.06	399	---	9.523
M3	E. Puxcatán	533301	1928457	25.8	7.06	397	---	2.228
M4	S. Puxcatán	533451	1929874	25.7	6.99	393	---	8.308
M5	E. Miraflores	533422	1930822	21.8	7.26	394.1	---	8.105
M6	S. Miraflores	534145	1930743	36.8	7.17	413	---	3.850
M7	E. Pomoca	536156	1934280	89.2	7.18	338	---	7.092
M8	S. Pomoca	536970	1935244	91.3	7.14	344.2	---	4.255
M9	E. Pasamonos	539528	1939537	95.2	7.08	320.8	---	7.294
M10	S. Pasamonos	540125	1939987	32.8	7.17	350.4	---	3.850
M11	S. Limón	545341	1943679	82.3	7.06	356	---	8.105
M12	E. Castañal	541589	1942351	62.6	7.23	395	---	9.118
M13	S. Castañal	542212	1943150	66.1	7.12	425.4	---	8.713
M14	B2 Morelos	543971	1943911	60.5	7.25	380	---	7.700

**Tabla 23.** Parámetros medidos en las muestras de agua del río Puxcatán en temporada de secas 2019

Muestra	Localidad	Coordenadas		Datos tomados en campo en época de seca.				
		X	Y	Turbidez	pH	C. E $\mu\text{S/c m}$ .	CBNT	OD
M1	E. Raya Zaragoza	533708	1923842	3.46	7.7	284	---	8.105
M2	S. Raya Zaragoza	532820	1924741	6.19	7.9	291	---	8.105
M3	E. Puxcatán	533271	1928326	3.10	7.8	282.1	---	8.105
M4	S. Puxcatán	533470	1929918	3.79	7.0	290	---	7.092
M5	E. Miraflores	533414	1930824	9.47	7.1	311	---	6.079
M6	S. Miraflores	534099	1930750	3.07	6.9	313.7	---	8.105
M7	E. Pomoca	536155	1934290	5.56	7.2	350	---	10.334
M8	S. Pomoca	537012	1935246	4.35	7.1	350.1	---	8.105
M9	E. Pasamonos	539558	1939544	4.1	7.2	337	---	8.308
M10	S. Pasamonos	540125	1939987	4.07	7.1	337.4	---	8.511
M11	S. Limón	543501	1943693	3.04	7.4	324	---	4.458



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



M12	E. Castañal	541601	1942297	5.01	7.5	343.7	---	12.563
M13	S. Castañal	542221	1943145	5.67	7.3	342	---	11.753
M14	B2 Morelos	543980	1946097	7.0	7.2	314	---	5.674

**Tabla 24.** Comunidades totales que abarca la RH30D Sabanilla municipio de Chiapas

Entidad	Municipio	Clave	Localidades	Número de habitantes		
				2000	2010	% Cambio
CHIAPAS	SABANILLA	0009	ALVARIO, EL	1272	1262	-0.79
CHIAPAS	SABANILLA	0007	BUENAVISTA	1167	1229	5.31
CHIAPAS	SABANILLA	0095	ASUNCION HUITIUPAN	425	564	32.70
CHIAPAS	SABANILLA	0020	MANGOS, LOS	61	45	-26.23
CHIAPAS	SABANILLA	0041	ADELITA, LA	26	29	11.54
CHIAPAS	SABANILLA	0025	PARAISO, EL	963	1081	12.25
CHIAPAS	SABANILLA	0033	SHUSHUPA	232	269	15.95
CHIAPAS	SABANILLA	0040	EMILIANO ZAPATA	143	196	37.10
CHIAPAS	SABANILLA	0050	FRANCISCO VILLA	298	389	30.54
CHIAPAS	SABANILLA	0026	PASAJA DE MORELOS 1ª. SECCION	115	76	-33.91
CHIAPAS	SABANILLA	0120	DOCE DE OCTUBRE	44	57	29.54
CHIAPAS	SABANILLA	0038	VERGEL, EL	52	45	-13.46
CHIAPAS	SABANILLA	0087	CASTELLANOS DOMINGUEZ	112	116	3.57
CHIAPAS	SABANILLA	0028	PLANADA DE ZARAGOZA	20	22	10
CHIAPAS	SABANILLA	0071	SANTA CATARINA LAS PALMAS	406	474	16.75
CHIAPAS	SABANILLA	0045	COROCIL	20	11	-45
CHIAPAS	SABANILLA	0119	BENITO JUAREZ	81	75	-7.41
CHIAPAS	SABANILLA	0012	CHILINTIEL DE JUAREZ	48	51	6.25
CHIAPAS	SABANILLA	0047	VEINTE DE NOVIEMBRE	345	368	6.67
CHIAPAS	SABANILLA	0089	BASHIJA	60	39	-35
CHIAPAS	SABANILLA	0004	BASHIJA	178	190	6.74
CHIAPAS	SABANILLA	0011	CHEJOPA	51	52	1.96
CHIAPAS	SABANILLA	0022	NUEVO MONTERREY POZA AZUL	49	41	-16.33
CHIAPAS	SABANILLA	0031	QUIOICH	190	221	16.315
CHIAPAS	SABANILLA	0121	FRONTERA EMILIANO ZAPATA	95	112	17.89
CHIAPAS	SABANILLA	0094	FRONTERA, LA	5	1	-80
CHIAPAS	SABANILLA	0001	SABANILLA	2377	3052	28.40
CHIAPAS	SABANILLA	0046	ALEGRIA	89	94	5.62
CHIAPAS	SABANILLA	0049	VILLAFLORES	234	270	15.38
CHIAPAS	SABANILLA	0019	MAJASTIC	1035	1221	17.97
CHIAPAS	SABANILLA	0006	BOCA DE CHULUM	98	111	13.26
CHIAPAS	SABANILLA	0057	NUEVO MEXICO	141	208	47.52
CHIAPAS	SABANILLA	0048	MANUEL VELASCO SUAREZ	257	322	25.29
CHIAPAS	SABANILLA	0091	FLOR DE GUACAMAYA	47	81	72.34
CHIAPAS	SABANILLA	0088	GUADALUPE PORTUGAL	30	58	93.33



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Entidad	Municipio	Clave	Localidades	Número de habitantes		
				2000	2010	% Cambio
CHIAPAS	SABANILLA	0056	PROVIDENCIA, LA	115	145	26.09
CHIAPAS	SABANILLA	0059	CAPUYIL, EL	24	49	104.17
CHIAPAS	SABANILLA	0096	ARROYO OCOTAL	15	1	-93.33
CHIAPAS	SABANILLA	0014	ESPERANZA, LA	320	402	25.62
CHIAPAS	SABANILLA	0080	PRIMOR, EL	15	20	33.33
CHIAPAS	SABANILLA	0017	LAMPARA, LA	1	1	0
CHIAPAS	SABANILLA	0010	CRISTOBAL COLON	800	1000	25
CHIAPAS	SABANILLA	0052	ENCANTO, EL	7	1	-85.71
CHIAPAS	SABANILLA	0030	QUINTANA ROO	714	786	10.08
CHIAPAS	SABANILLA	0023	MOYOS, LOS	1946	1945	-0.05
CHIAPAS	SABANILLA	0079	COLON	55	60	9.10
CHIAPAS	SABANILLA	0078	MIRADOR, EL	437	611	39.87
CHIAPAS	SABANILLA	0036	UNION HIDALGO (CHORO)	759	912	20.16
CHIAPAS	SABANILLA	0065	ATOYAC NAYLUM	308	393	27.60
CHIAPAS	SABANILLA	0073	NUEVO POBLADO SAN RAFAEL	106	83	-21.70
CHIAPAS	SABANILLA	0076	LIMAJOL	42	17	-59.52
CHIAPAS	SABANILLA	0122	NUEVO POBLADO SAKIJA	131	99	-24.43
CHIAPAS	SABANILLA	0037	UNION JUAREZ	609	694	13.96
CHIAPAS	SABANILLA	0061	CERRO BLANCO	105	193	83.81
CHIAPAS	SABANILLA	0074	JUAREZ, LOS (NARANJIL)	31	18	-41.93
CHIAPAS	SABANILLA	0005	BEBEDERO, EL	691	668	-3.33
CHIAPAS	SABANILLA	0063	SAN ANTONIO	220	295	34.10
CHIAPAS	SABANILLA	0016	JESUS GARRANZA	710	816	14.93
CHIAPAS	SABANILLA	0072	CERRO DE NAVA	134	211	57.46
<b>TOTAL</b>				<b>19061</b>	<b>21852</b>	<b>14.64</b>

**Tabla 25.** Comunidades que abarca la RH30Dn Tila municipio de Chiapas.

Entidad	Municipio	Clave	Localidades	Número de habitantes		
				2000	2010	% Cambio
CHIAPAS	TILA	0031	JOLJA	740	1303	76.08
CHIAPAS	TILA	0185	TRES PICOS	50	31	-38.00
CHIAPAS	TILA	0065	SHOCTIC	1305	1717	31.57
CHIAPAS	TILA	0188	ZAPOTAL, EL	60	71	18.33
CHIAPAS	TILA	0092	VICENTE GUERRERO	238	325	36.55
CHIAPAS	TILA	0129	ZAPOTAL, EL	65	63	-3.08
CHIAPAS	TILA	0186	GUAYABIL	57	61	7.02
CHIAPAS	TILA	0017	CHININTIE	493	640	29.82
CHIAPAS	TILA	0176	HEROES, LOS	57	74	29.82
CHIAPAS	TILA	0016	CHEBOPA	253	236	-6.72
CHIAPAS	TILA	0094	TAQUINTENAN	95	160	68.42
CHIAPAS	TILA	0049	OCOTAL, EL	587	750	27.77
CHIAPAS	TILA	0011	COQUIJA	653	561	-14.09
CHIAPAS	TILA	0132	FUGA, LA	35	32	-8.57
CHIAPAS	TILA	0118	PALMAS, LAS	91	105	15.38
CHIAPAS	TILA	0009	CERRO ALTO	7	11	57.14



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Entidad	Municipio	Clave	Localidades	Número de habitantes		
				2000	2010	% Cambio
CHIAPAS	TILA	0093	ROBLES, LOS	22	1	-95.45
CHIAPAS	TILA	0167	MORELIA	625	709	13.44
CHIAPAS	TILA	0059	REFUGIO	69	85	23.19
CHIAPAS	TILA	0095	VILLAFLORES	309	368	19.09
CHIAPAS	TILA	0089	TIONTIEPA BENITO JUAREZ	499	576	15.43
CHIAPAS	TILA	0199	WOWOSLUMIL (JOSLUMIL)	58	108	86.21
CHIAPAS	TILA	0058	PRECIOSA, LA	77	112	45.45
CHIAPAS	TILA	0173	EMILIANO ZAPATA (LOS CACAOS)	37	46	24.32
CHIAPAS	TILA	0127	JOLJA TIONTIEPA	733	863	17.73
CHIAPAS	TILA	0144	JOLHUITZ	145	200	37.93
CHIAPAS	TILA	0054	PARAISO	235	294	25.11
CHIAPAS	TILA	0100	PANSUTZTEOL	260	380	46.15
CHIAPAS	TILA	0200	CHACHALACA	352	437	24.15
CHIAPAS	TILA	0014	CUMBRE DEL CIELO	221	246	11.31
CHIAPAS	TILA	0134	GERRO DE MATAMBA	16	12	-25.00
CHIAPAS	TILA	0192	CRUZ, LA	100	154	54.00
CHIAPAS	TILA	0120	WILIS PRIMERA SECCION	95	156	64.21
CHIAPAS	TILA	0046	MANGOS, LOS	303	554	82.84
CHIAPAS	TILA	0145	INDEPENDENCIA	297	436	46.80
CHIAPAS	TILA	0138	DIÉCIOCHO DE MARZO	157	256	63.06
CHIAPAS	TILA	0099	ZAQUITEL OJO DE AGUA	283	255	-9.89
CHIAPAS	TILA	0172	CHULUM JUAREZ WILIS 2ª. SEC	335	355	5.97
CHIAPAS	TILA	0140	VIOLIN, EL	60	81	35.00
CHIAPAS	TILA	0023	CHULUM JUAREZ	1189	2137	79.73
CHIAPAS	TILA	0175	PORVENIR, EL	122	117	-4.10
CHIAPAS	TILA	0169	SANTA CRUZ	19	17	-10.53
CHIAPAS	TILA	0026	ESPERANZA OCOTAL	99	131	32.32
CHIAPAS	TILA	0136	NUEVO MEXICO	78	100	28.20
CHIAPAS	TILA	0102	OSTELUCUM	443	503	13.54
CHIAPAS	TILA	0174	CIELITO, EL	26	16	-38.46
CHIAPAS	TILA	0024	CHULUM LAS PALMAS	265	269	1.51
CHIAPAS	TILA	0020	CHULUM ITURBIDE	160	75	-53.12
CHIAPAS	TILA	0018	CHULUM CARDENAS	947	1126	18.90
CHIAPAS	TILA	0021	CHULUM HIDALGO	440	418	-5.00
CHIAPAS	TILA	0201	VEINTE DE NOVIEMBRE	80	101	26.25
CHIAPAS	TILA	0159	FRANCISCO JIMBAL	60	69	15.00
CHIAPAS	TILA	0158	VENUSTIANO CARRANZA	218	342	56.88
CHIAPAS	TILA	0165	GUAPACAL	65	82	26.15



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Entidad	Municipio	Clave	Localidades	Número de habitantes		
				2000	2010	% Cambio
TOTALES				14285	18327	28.30

**Tabla 26.** Localidades que abarca RH30Dn del municipio de Tacotalpa Tabasco.

Entidad	Municipio	Clave	Localidad	Número de habitantes		
				2000	2010	%cambio
TABASCO	TACOTALPA	0033	FRANCISCO I. MADERO 2 DA. SEC	1165	1172	0.60
TABASCO	TACOTALPA	0056	RAYA ZARAGOZA, LA	1325	1471	11.09
TABASCO	TACOTALPA	0027	LIBERTAD	701	1042	48.64
TABASCO	TACOTALPA	0006	BARRIAL CUAUHTEMOC	927	917	-1.08
TABASCO	TACOTALPA	0111	ESPERANZA, LA	51	16	-68.63
TABASCO	TACOTALPA	0053	PUXCATAN	1080	1288	19.26
TABASCO	TACOTALPA	0005	YAJALON RIO SECO	243	289	18.93
TABASCO	TACOTALPA	0039	ARROYO SECO MIRAFLORES	645	759	17.67
TABASCO	TACOTALPA	0002	AGUA BLANCA	585	592	1.11
TABASCO	TACOTALPA	0105	PARAISO, EL	21	23	9.52
TABASCO	TACOTALPA	0049	POMOCA	640	654	2.19
TABASCO	TACOTALPA	0083	GRAN PODER	73	79	8.22
TABASCO	TACOTALPA	0026	GUAYAL	896	954	6.47
TABASCO	TACOTALPA	0112	CARLOS A. MADRAZO	176	226	28.41
TABASCO	TACOTALPA	0043	PASAMONOS	484	496	2.48
TABASCO	TACOTALPA	0028	LIMON, EL	480	414	-13.75
TABASCO	TACOTALPA	0030	LOMAS A. 2 DA. SEC (CASTAÑAL)	362	445	22.93
<b>TOTALES</b>				<b>9854</b>	<b>10837</b>	<b>9.97</b>

**Tabla 27.** Localidad que abarca la RH30Dn del municipio de Macuspana Tabasco.

Entidad	Municipio	Clave	Localidad	Número de habitantes		
				2000	2010	%cambio
TABASCO	MACUSPANA	012	PEDRO GONZÁLEZ A.	308	302	-1.94

**Tabla 28.** Localidad que abarca la RH30Dn del municipio de Huitiupan de Chiapas.

Entidad	Municipio	Clave	Localidad	Número de habitantes		
				2000	2010	%cambio
CHIAPAS	HUITUIPAN	0039	LAZARO CARDENAS	529	565	6.81

**Tabla 29.** Localidades por las que atraviesa el rio la palma.

Municipio	Localidad	Nº habitantes
SABANILLA	EL PARAÍSO	1081
	CHILINTIEL DE JUAREZ	51
	GRAL. CASTELLANOS DGUEZ.	116



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Municipio	Localidad	N° habitantes
TILA	ASUNCIÓN HUITIUPAN	564
	EL BEBEDERO	691
	UNIÓN JUÁREZ	609
	SAKIJÁ	99
	ATOYAC NAYLUM	393
	CRISTÓBAL COLÓN	100
	MANANTIAL LOS MOYOS	60
	SAN MARCOS	51
	SAN RAFAEL	83
	LA LÁMPARA	1
	SAN PATRICIO	119
	SABANILLA	3052
	6 DE SEPTIEMBRE	1
	UNIÓN HIDALGO	912
	CERRO BLANCO	193
	LÁZARO CÁRDENAS DEL RÍO	405
	LA PROVIDENCIA	145
	NUEVO MÉXICO	208
	MAJASTIC	1221
	GUADALUPE PORTUGAL	58
	SAN PEDRO	131
	SANTA ANITA	15
	ALEGRIA	94
	QUIOUCH	221
	DR. MANUEL VELASCO ZUARES	322
	20 NOVIEMBRE	368
	LINDAVISTA	63
	LAS PALMAS SANTA CATARINA	474
	BASHIJA	229
	ANEXO BARRIOZABAL	23
	BOCA DE CHULUM	111
	LAS VEGAS	0
	JUAN GONZÁLEZ ESPONDA	66
	12 DE OCTUBRE	57
	FRONTERA E. ZAPATA	112
	PLANADA DE ZARAGOZA	22
	FRANCISCO VILLA	389
	EMILIANO ZAPATA	196
	SHUSHUPA	269
	ASUNCIÓN HUITIUPAN	564
	EL CALVARIO	1262
	EL ZAPOTAL	63
	VICENTE GUERRERO	325
CHININTIE	640	
SHOTIC	1717	
CHACHALACA	437	
LA LIBERTAD	0	
LA PRECIOSA	112	
EL OCOTAL	750	
TAQUINTENAN	160	



## INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Municipio	Localidad	N° habitantes
	CHEBOPA	236
	OSTELOECUM	503
	EL PORVENIR	117
	CHULUM ITURBIDE	74
	ESPERANZA OCOTAL	131
	EL CIELITO	16
	ZAQUITEL OJO DE AGUA	255
	GUAYABIL	61
	JOLJA TONTEPA	863
	WOWOSLUMIL	863
	LA FUGA	32
	CERRO ALTO	11
	VILLAFLORES	368
	TIONIENPA BENITO JUAREZ	576
	CHEBOPA	236
	CHULUM LAS PALMAS	269
	EL VIOLIN	81
	NUEVO MEXICO	100
	CHULUM JUAREZ	2137
	LOS MANGOS	491
	LA CRUZ	154
	EMILIANO ZAPATA	359
	PANTSAJK	40
	EL PARAISO	294
	LA CUMBRE Y LA CUESTA	246
	LA REVOLUCIÓN	709
	TAQUINTENAN	160
	WILIS 2DA SECCION	355
	18 DE MARZO	256
	PANSUTZTEOL	380
	WILIS 1RA SEC.	156
	EL REFUGIO	85



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## ANEXO II. Anexo Fotográfico



**Imagen 1.** Recolección de muestra de agua del río Puxcatán.



**Imagen 2.** Planta de tratamiento de agua residual. Río seco



**Imagen 3.** Muestras protegidas y resguardadas en el enfriador.



**Imagen 4.** Equipo técnico en medición de parámetros del agua.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Imagen 5. Preparación del reactivo cloruro estanoso para Fósforo.



Imagen 6. Digestión de las muestras de agua para Fósforo.



Imagen 7. Lavado de material.



Imagen 8. Curva de calibración para medición de Fósforo.



**Imagen 9.** Muestras de Fósforo de los puntos de muestreo.



**Imagen 10.** Preparación de reactivos para determinación de Nitrógeno.



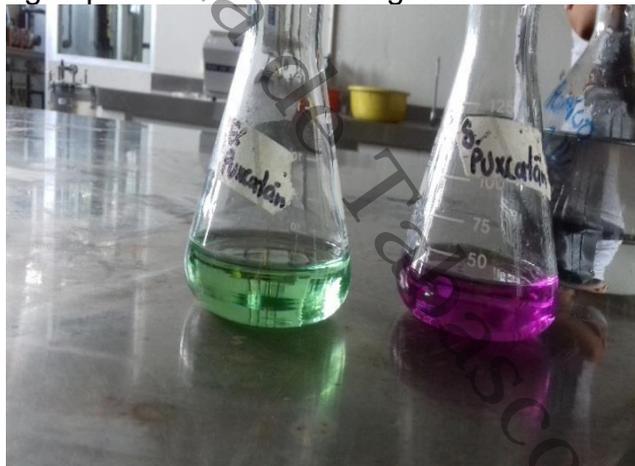
**Imagen 11.** Digestión de las muestras en el Kjendalh



**Imagen 12.** Destilación de las muestras de agua para determinar Nitrógeno.



**Imagen 13.** Titulación de las muestras para determinar Nitrógeno.



**Imagen 14.** Muestra destilada / Muestra Titulada, Nitrógeno.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



Imagen 15. Filtrado para clorofila.



Imagen 16. Equipo técnico en Raya Zaragoza, Tacotalpa, Tabasco.



Imagen 17. Puente colgante que une a Raya Zaragoza y río seco.



# INFLUENCIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SOBRE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RÍO PUXCATÁN, TACOTALPA, TABASCO.



## ANEXO III. Formato de encuesta

	<b>UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO</b> DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS ENCUESTA DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO PUXCATÁN PROYECTO DE TESIS	
<b>1. ¿Cuánto tiempo tiene viviendo en este lugar?</b> a) < 1 año b) 1-3 años c) 3-10 años d) > 10 años	<b>2. ¿Cuántas personas viven con usted?</b> a) 1-2 personas b) 3-5 personas c) 6-10 personas d) Más de 10 personas	
<b>3. ¿Tiene en su predio chiquero, corral o galera de crianza?</b> a) Chiquero b) Corral c) Galera d) Potrero e) NO	<b>4. ¿Tiene ganado?</b> a) Cuántas reses _____ b) Cuántos Caballos _____ c) No _____	
<b>5. ¿Baña su ganado con algún Producto?</b> a) Garrapatas b) Gusaneras c) Otro _____	<b>6. ¿Cuál es su fuente de abastecimiento de agua para su casa?</b> a) Pozo profundo b) Pozo artesiano c) Río d) Tubería	
<b>7. ¿La descarga de los baños es hacia...?</b> a) Fosa séptica b) Descarga superficial Otro _____	<b>8. ¿Qué tipo de detergente usa en casa?</b> a) Polvo b) Líquido	
<b>9. ¿Cuántas bolsas de detergente consume a la semana?</b> a) Menos de 2bolsas _____ gr b) Más de 2 bolsas _____ gr	<b>10. ¿Qué otro producto de limpieza utiliza?</b> a) Cloro b) Pino c) Fabuloso d) Creolina Otro _____	
<b>Observaciones del entrevistador.</b>		