

CONSERVACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LAS MICROCUENCAS MEDIANTE LA PLANIFICACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

CONSERVATION AND INTEGRAL MANAGEMENT OF MICROBASINS THROUGH PLANNING AND COMMUNITY PARTICIPATION

Leguizamo-Hernández, Miriam, Mora-Castañeda, Emanuel, Luna - González, Guillermo Melardo, Díaz-Merchant, Guadalupe Aney, Barron-Sevilla, Juan Antonio

¹Maestría en Dirección Escolar. Instituto Tecnológico superior de la sierra Norte de Puebla. División de Ingeniería Informática. miriam.lh@zacatlan.tecnm.mx. Tel. 7971074923. Calle Juan N. Méndez Colonia El Nogal Zacatlán Puebla.

²Maestría en Educación Ambiental. Instituto Tecnológico superior de la sierra Norte de Puebla. División de Ingeniería forestal. emanuel.mc@zacatlan.tecnm.mx. Tel. 7979768306. Calle Hidalgo S/N . Jicolapa Zacatlan, Puebla.

³Ingeniería forestal. Instituto Tecnológico superior de la sierra Norte de Puebla. División de Ingeniería Forestal. guillermo.lg@zacatlan.tecnm.mx. Tel. 7971074923. Calle Juan N. Méndez Colonia El Nogal Zacatlán Puebla.

⁴Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico Superior de la sierra Norte de Puebla. Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. diazanmer@gmail.com. Tel. 2484888697. Hidalgo, S/N, Jicilapa, Puebla

⁵Ingeniero Biólogo. Instituto Tecnológico superior de la sierra Norte de Puebla. División de Ingeniería Forestal. juan.bs@zacatlan.tecnm.mx. Tel. 7971094805. Calle Juan N. Méndez Colonia El Nogal Zacatlán Puebla.

Resumen -- Las cuencas hidrológicas y los ecosistemas conformados en ellas, son esenciales en la protección y equilibrio ecológico. La microcuenca del río San Pedro se encuentra ubicada en la comunidad de La Gloria Primera sección en Chignahuapan Puebla. El objetivo de esta investigación es evaluar el estado actual de la microcuenca del río San Pedro para implementar un manejo integral de recursos naturales mediante las metodologías Participación Comunitaria y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Se realizó el Ordenamiento Territorial comunitario con propuestas de uso y distribución de suelo. Se detectó que los principales contaminantes son la basura y aguas residuales que se vierten en zonas de recarga de la micro cuenca o en el río. Los terrenos de cultivo que conforman la microcuenca son tratados con herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos. Estas comprobaciones indican que hay un grado de contaminación en los cuerpos de agua y modificaciones del hábitat de flora y fauna. Se capacitó a los lugareños para realizar compostas. Se hicieron estudios de suelo y agua; para el suelo se recomienda la aplicación de materia orgánica y yeso agrícola para modificar el pH según los requerimientos nutricionales del cultivo. El agua es de buena calidad, pero con exceso de Mn (Manganeso) y Fe (Hierro); se recomienda instalar filtros. Se construyeron dos biofiltros domiciliarios y un módulo de lombricomposta. Se implementó el monitoreo BIOCOMUNI que permitió identificar tres familias del estrato arbóreo, ocho del arbustivo, trece de aves, cinco de mamíferos, una de anfibios y cuatro de reptiles. Se instruyó a los pobladores en la germinación de especies forestales con semillas (20, 000) de Pino prieto (*Pinus greggii*). Se experimentó germinando Sabino (*Júniperos deppeanea*) en cuatro sustratos; cada uno con 1485 semillas para determinar el mejor. Se monitoreó 980 árboles en cuatro sustratos para determinar la curva de crecimiento.

Palabras Clave: Contaminación, Cuenca Hidrológica, Medio Ambiente, Participación Comunitaria, Sustentabilidad.

Abstract -- The hydrological basins and the ecosystems formed in them are essential in the protection and ecological balance. The micro-basin of the San Pedro river is located in the community of La Gloria First section in Chignahuapan Puebla. The objective of this research is to evaluate the current state of the San Pedro river micro-basin to implement an integral management of natural resources through the Community Participation and Hydrographic Basin Management methodologies. The community Territorial Planning was carried out with proposals for the use and distribution of land. It was detected that the main pollutants are garbage and wastewater that is dumped in recharge areas of the micro basin or in the river. The cultivated lands that make up the micro-basin are treated with herbicides, pesticides and chemical fertilizers. These verifications indicate that there is a degree of contamination in the bodies of water and modifications to the habitat of flora and fauna. Locals were trained to make compost. Soil and water studies were made; For the soil, the application of organic matter and agricultural gypsum is recommended to modify the pH according to the nutritional requirements of the crop. The water is of good quality, but with excess Mn (Manganese) and Fe (Iron); it is recommended to install filters. Two home biofilters and a vermicompost module were built. BIOCOMUNI monitoring was implemented, which allowed the identification of three families of the tree stratum, eight of the shrub, thirteen of birds, five of mammals, one of amphibians and four of reptiles. Residents were instructed in the germination of forest species with seeds (20,000) of Black Pine (*Pinus greggii*). It was experimented with germinating Sabino (*Júniperos deppeanea*) in four substrates; each with 1485 seeds to determine the best. 980 trees were monitored in four substrates to determine the growth curve.

Key words – Pollution, Hydrological Basin, Environment, Community Participation, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema de las cuencas hidrológicas, mediante el manejo responsable. Particularmente a la micro cuenca del río San Pedro ubicada en la comunidad La Gloria Primera Sección Chignahuapan, Puebla. La microcuenca San Pedro de la comunidad La Gloria 1a sección está compuesta por un conjunto de zonas de recarga (resumideros naturales); los cuales captan el agua en el periodo de lluvia para filtrarla y llevarla a los mantos acuíferos subterráneos. Así mismo existen cuatro manantiales; de los cuales tres tienen escurrimiento al río de La Gloria. Las zonas de recarga están en las partes más altas, ubicadas en terrenos donde se cultiva maíz, avena, frijol, cebada y trigo o cerca de las viviendas. Los problemas que enfrenta esta microcuenca es que las zonas de recarga y el río reciben aguas residuales (jabón, heces, orina y estiércol). Los terrenos que se ubican en la microcuenca son manejados con herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos. El tratamiento de estos predios se realiza con el herbicida: 2,4-D, FITO-AMINA 40; para las plagas utilizan clorpirifos etil y permetrina. Como abono utilizan urea [CO(NH₂)₂] y nitrato de amonio [NH₄NO₃]. El abono orgánico que emplean es estiércol de vaca, borrego, caballo y gallina. Al cauce principal desemboca el drenaje de las casas aledañas. Hay presencia de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) con mayor concentración en la represa denominada La Perla; los pobladores comentan que esta planta acuática llegó a este río a principios del año 2000. Abundaba la lentejilla verde (*Lemna minor L.*) y fue desplazada por el lirio mencionado anteriormente. Las aguas residuales representan un potencial contaminador de la fuente de agua, lo que aumenta el riesgo de contraer enfermedades infecciosas, el deterioro de aguas subterráneas y del resto de los ecosistemas locales [1]. Los pobladores se alimentan de ajolotes, tortugas, acociles (camarón de agua dulce), pixques (larva de libélula), charales, carpas y plantas como el berro; sin embargo, la presencia de estos animales acuáticos ha disminuido considerablemente. Esta microcuenca hidrológica es base fundamental del ecosistema de esta comunidad. Este sistema en conjunto incluye no solo al complejo de organismos, sino también al entero complejo de factores físicos; es decir el ambiente [2]. Uno de los manantiales está destinado para el suministro de agua potable para las sesenta viviendas de la comunidad. La población paga una cuota mínima para el bombeo. El agua la utilizan en servicios domésticos, para llenar piletas donde el ganado bebe agua. A lo largo del río hay represas con compuertas y bombas para regar cultivos. Los pobladores de extrema pobreza siguen llevando su ganado al río para que puedan beber. Un segundo manantial fue donado para suministrar agua potable a la comunidad de Dos Cerritos, población de alta marginación; con 343 personas y 88 viviendas; y para el municipio de Tomatlán de nivel de marginación

media, con 1744 pobladores y 425 viviendas[3]. El manantial fue destinado directamente para la comunidad de Dos Cerritos y el sobrante se suministra a la comunidad de Tomatlán. El cauce principal de este río atraviesa comunidades de La Gloria 2 a Sección y Ayotla, La Gloria 1.ª Sección, Amoltepec, Dos Cerritos Tomatlán y San Pedro; en todo ese trayecto el agua se utiliza en consumo humano, riego de cultivos y para el ganado. La comunidad La Gloria está considerada como de alta marginación[4]. Se han dedicado a la agricultura y en los últimos años a la ganadería y salen de la comunidad para conseguir algún empleo mejorando su calidad de vida.

Fig. 1. Fotografía del territorio de la micro cuenca del río San Pedro.



El objetivo de este trabajo es el de evaluar el estado actual de la micro cuenca para implementar un manejo integral de los recursos naturales mediante la metodología Manejo Integral de Cuencas (Ciclo: Fase 1 Diagnóstico, Fase 2 Planeación, Fase 3 Implementación y Fase 5 Evaluación) [5], promoviendo la Participación Comunitaria. Es fundamental llevar a cabo esta investigación que es relevante por los impactos que tiene en la comunidad; los cuales son: Social: Mayor participación y organización de hombres y mujeres. Los locatarios contribuyen en el plan de acción para la protección, conservación y manejo integral de la micro cuenca del río San Pedro. Contribuye en el desarrollo social y sustentable de la comunidad La Gloria y de las de más comunidades. Se disminuye el riesgo de contraer enfermedades humanas al participar e intervenir en la conservación y el aprovechamiento integral de los Recursos Naturales e impacto en las generaciones presentes y futuras. Se preserva el paisaje y el espacio vital, desde el punto de vista material y en segundo lugar desde el punto de vista emocional [6]. Asegura la vida digna de las personas mediante uso de agua de calidad. Establecimiento de una cultura, de conciencia, valores, acciones de conservación y el aprovechamiento integral de los Recursos Naturales. Impacto económico: Reducir los costos de planificación y producción de cultivos en terrenos preferentemente agrícolas y forestales. Mediante la planificación e implementación de estrategias sustentables se disminuirá la mano de obra y se incrementará la productividad. Aumento de la calidad y Fito-sanidad de los productos o subproductos; a su vez la demanda de los productos o subproductos se incrementará, beneficiando a los campesinos que se dedican a alguna actividad de cultivo. Se logra un crecimiento económico mediante la venta de los productos generados. Permitirá el acceso a el agua en buenas condiciones, fortaleciendo la Seguridad Alimentaria para los habitantes de la comunidad. Se

contribuye a asegurar la alimentación saludable mediante el consumo de animales acuáticos sanos. Impacto ambiental: Garantizar el mantenimiento y evolución de los ecosistemas y la biodiversidad de la micro cuenca. Se disminuye la contaminación de los recursos naturales al optar por estrategias que son armónicas con el medio ambiente. Almacenamiento de nutrientes en forma orgánica como nitrógeno y carbono. Menor contaminación orgánica y química del suelo y el agua. Mayor almacenamiento de agua en el suelo. Reducción de la erosión. Preservación de la biodiversidad. En la actualidad se hace necesario contar con nuevas estrategias y acciones para entender y mitigar problemas ambientales, particularmente sobre la degradación de los ecosistemas naturales, desde diferentes dimensiones, individuos, comunidad (ejido), sociedad, profesionistas, instituciones, organizaciones, entre otros. De no afrontarse dicha problemática a corto plazo, se pueden tener dificultades de escasez de los mismos. La manera de conocer y evaluar el uso de los recursos naturales en una micro cuenca es a través de la participación de la sociedad, buscando promover nuevas técnicas de aprovechamiento de los recursos naturales. Por lo tanto, la habilidad de una sociedad para usar y proteger racionalmente sus recursos naturales es la base para lograr un desarrollo sustentable [7]. El reto en el presente es que las diferentes profesiones e instituciones educativas tomen conciencia sobre los problemas ambientales y sus soluciones, generando nuevos conocimientos teóricos y prácticos que aseguren su incorporación a los procesos de formación, investigación y extensión [8].

DESARROLLO

El proyecto se llevó a cabo en la comunidad de La Gloria primera sección en el municipio de Chignahuapan Puebla, ubicado a 2430 msnm con las coordenadas: 14.5428° N y 98.0557°W.

Ordenamiento Territorial Comunitario

Para aplicar el ordenamiento territorial comunitario se considero el Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en materia de Ordenamiento Ecológico. Los materiales y métodos aplicados son: recorridos de campo, encuestas, talleres, entrevistas. Las actividades realizadas son la delimitación del polígono de la comunidad, Talleres comunitarios, Encuestas y entrevistas, Elaboración de mapas de vegetación, hidrología, clima, precipitación, edafología, humedad, uso de suelo [9].

Estudios de Suelo y de Agua

Levantamiento de muestras de agua.

Para la toma de muestras de agua, se pidió apoyo al Jefe de paz de la comunidad, para que apoyara como guía para establecer los puntos hídricos. Las muestras se obtuvieron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ECOL_1997, se extrajeron tres muestras representativas, se tomó el envase sumergiéndose en el agua a contra

corriente, se coloco en un lugar fresco y sin luz y a cada muestra se le adhirió una etiqueta de identificación, y se enviaron al laboratorio Fertilab para el análisis[10].

Levantamiento de muestras de suelo

El levantamiento de las muestras de suelo se efectuó con ayuda de los habitantes de la comunidad, se obtuvieron tres muestras representativas de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-021 RECNAT 2000, que consistió en la localización los puntos, para obtención de muestras se optó por el método zigzag, se adquirieron diecisiete submuestras para integrar la muestra representativa. En el primer paso se retira la materia orgánica o restos de cultivo, se introdujo la barrena aproximadamente unos 30 cm de profundidad, se saco y con un cuchillo se retiró los sobrantes. Las submuestras se depositó en una cubeta, se colocaron en un nailon donde se mezclaron homogéneamente formando un círculo, se trazó una cruz retirando los extremos contrarios, dejando un kilo de suelo que será la muestra representativa La muestra se deposita en una bolsa de plástico que fue identificada con una etiqueta donde se mencionan los datos del productor, cultivo establecido, cultivo a establecer y se hace mención de que se realiza con los restos de cultivo. Se selo la muestra y se envió al laboratorio Fertilab para análisis [10][11].

Biofiltros

En reunión con los habitantes se propuso la instalación de biofiltros en las viviendas, con la finalidad del cuidado del medio ambiente. La problemática dentro de la comunidad; algunas viviendas estan ubicadas a la orilla del río y lo utilizan de desague de las aguas grises que resultan de sus actividades diarias, dos de los habitantes de esta comunidad se interesaron [10].

El Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad (BIOCOMUNI)

Es un protocolo de investigación orientado a ejidos y comunidades con el proposito de favorecer la participación social para recoger información que permite estimar el estado sobre la dinámica de los ecosistemas. Los habitantes poseen un incalculable conocimiento tradicional en el manejo del territorio [12]. El monitoreo contempla componentes como Aves, Mamíferos terrestres, Arbustos, Herbáceas, Arbolado y Vegetación mayor e Impactos ambientales [13].

Para realizar el monitoreo, se recorrió los límites de la comunidad La Gloria Primera Sección, guiados por personas que contaban con conocimientos acerca de los límites del área de estudio. Se utilizó El Sistema de Posicionamiento Global (GPS), instrumento de medición satelital, para la captura de coordenadas para realizar la cartografía correspondiente. Otras herramientas y materiales utilizados fueron binoculares, clinometro, una guía de mamíferos y de aves. Para realizar el monitoreo se delimito, para flora determino muestrear estratos arbóreos y arbustivos y para la fauna los grupos de mamíferos y aves [13].

Se determinaron Unidades de Muestreo (UM) de 1000 metros cuadrados con forma circular. En el área de estudio se eligieron seis puntos como áreas de muestreo del estrato arboreo con un radio de 17.84 metros, se establecieron las coordenadas. De igual forma se establecieron seis puntos para servir como referencia los seis puntos para el muestreo de flora y aves considerando un radio de 30 metros [13].

Para la identificación de mamíferos se aplicó método indirecto y directo; para el primer tipo se aplicó por conteo de huellas y excretas a través del establecimiento de transectos, aplicados durante las dos temporadas de lluvia y seca, en las orillas del río de la comunidad La Gloria Primera Sección. La cámara trampa (método indirecto) fue instalada en la temporada también en ambas temporadas debido a que en zonas boscosas y en condiciones naturales es difícil la visualización de animales por ser nocturnas y debido a la presencia de los seres humanos que se encuentran en constante movimiento y en contacto con la naturaleza ahuyentan a la fauna [13].

Producción de Sabino (*Juniperus deppeana*)

El experimento se estableció en el vivero forestal, perteneciente a la División de Ingeniería Forestal, ubicado en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, en Zacatlán, Puebla cuyas coordenadas son 19°57'27.72" de latitud Norte y 19°57'59.97" de longitud Oeste a una altitud aproximada de 2095 m. s. n.

Fase de Germinación

Los materiales utilizados en este experimento son: semilla de *Juniperus deppeana*, S1 (aserrín, tierra negra, hojarasca), S2 (aserrín), S3 (tierra testigo), S4 (peat moss, agrolita, vermiculita). El marco muestral consiste en la especie nativas de la región "La Gloria Primera Sección, Chignahuapan, Puebla donde se propaga la especie de *Juniperus deppeana*. La muestra es homogénea y accesible, la que correspondió a dos mil ochocientos (2800) semillas que fueron sembradas en diferentes sustratos [14].

Procesamiento del fruto

Se realizó la extracción de la semilla con un "Molino Manual Nixtamal Cuerpo Hierro Acabado Estañado Sanbar" se coloca la semilla, se activa el molino mediante la palanca y se logra la separación de la semilla de la pulpa. Se cierne la semilla para remover las impurezas, se aplica el método de flotación el cual permite separar la semilla llena y la vacía; la llena se va al fondo del recipiente y la vacía emerge, una vez separada se pone a secar [14].

Preparación de Sustratos

Se prepararon los sustratos, en el sustrato uno se realizó una mezcla de aserrín con un 60%, tierra negra con el 20% y hojarasca con otro 20% [14].

Análisis estadístico

Se realizó mediante un método descriptivo en el cual se grafica la capacidad mediante el número total de semillas o porcentajes de germinación en cada tratamiento, para comparar la capacidad germinativa [14].

Fase de Crecimiento

Manejo de experimento

El experimento se efectuó durante los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre de 2021, enero y febrero marzo del 2022, las mediciones del crecimiento de las plántulas se realizó cada 8 días. El experimento se aplicó mediante de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 24 plántulas, haciendo un total de 96 individuos por tratamiento. En total, el experimento requirió 384 plántulas para su medición [13].

Modelo estadístico

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ en donde

Y_{ij} = Variable de respuesta observada

τ_i = Efecto del tratamiento i

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental que se presenta

1 Sustratos evaluados

- 1.- Sustrato uno: aserrín, tierra negra, hojarasca (60%, 20%, 20%)
- 2.- Sustrato dos: aserrín (100%)
- 3.- Sustrato tres: tierra testigo (100%)
- 4.- Sustrato cuatro: testigo con aserrín (50%, 50%)

El llenado de los Tubetes en charola de plástico rígido se realizó de manera manual con los tratamientos respectivos. Para afectar el trasplante Sabino (*Juniperus deppeana*) se aplica riego abundante en las camas germinadoras para facilitar la extracción. Se colocan las plantas extraídas un recipiente con agua, en el que previamente se aplicó una dosis de enraizador para favorecer el aumento radicular en la planta. Posteriormente se trasplantan en los tubetes y se aplica y Tecto® 60 para prevenir enfermedades. Durante quince días se aplicó riego ininterrumpido en horario de la mañana y tarde para mantener la plántula hidratada; transcurrido el tiempo establecido se procedió a regar abundantemente cada tres días en la mañana [14].

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El desarrollo rural desde una configuración sustancialmente territorial es fundamental. Por lo que para caracterizar los territorios se consideran variables de densidad de población, situación socioeconómica, tipos de vegetación y uso de suelo, distancia a centros urbanos, servicios básicos [15].

Los resultados del Ordenamiento Territorial comunitario de la comunidad son:

- **Polígono de la comunidad.**

Se programaron dos visitas para realizar los recorridos en el territorio de la comunidad; con el apoyo de los habitantes quienes desde haceres y saberes conocen las

colindancias con otras comunidades, y quienes aceptaron ser los guías en la actividad. Actividad que permitio georeferencia el área que comprende la comunidad La Gloria Primera Sección [9][16].

Diagnostico ambiental.

Fisiografía.

La comunidad La Gloria Primera Sección queda comprendida dentro de la provincia fisiográfica “Eje Neovolcánico” el cual se distribuye en la zona central del país. Se extiende de oeste a este desde el océano Pacifico hasta el Golfo de México y se considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lavas y otras manifestaciones ígneas. Aquí se encuentran los grandes volcanes de México. Así mismo la comunidad queda comprendida por dos subprovincias, las cuales son “Karst Huasteco” y “Lagos y Volcanes de Anáhuac”. Esta provincia junto con la Sierra Madre Oriental forma una cadena montañosa conocida como la Sierra Norte de Puebla (INEGI 2007).

Diagnóstico socio-económico:

En la comunidad de la Gloria Primera Sección habitan aproximadamente 147 personas, 72 mujere y 75 hombres, las viviendas de los pobladores se encuentran dispersas por todo el territorio de la comunidad.

La comunidad se cuenta con la Escuela comunitaria rural “Benito Juárez” con clave 21EPR06355 y se imparten los niveles de preescolar, primaria y secundaria en horario matutino. Los maestros refieren que llega a ser difícil impartir las clases multigrado. El 75% de las personas cuenta con vivienda propia, el resto renta o le prestan algún inmueble, el material de construcción de la mayoría de las viviendas es de adobe o de tabique/tabicón con techo de loza, lámina y algunas con teja, las casas que están construidas con madera son mínimas, cuentan con al menos dos cuartos y los servicios se consideran como regulares. En promedio las familias están integradas por cuatro miembros y máximo ocho facilitando. La población reciben atención médica y medicamento de forma gratuita mediante el seguro popular actualmente denominado por el poder Ejecutivo Federal, Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi), disponen de un pequeño centro de salud (clínica) local, que esta deshabilitado. Como medio de transporte publico cuentan con una ruta local de La Gloria a Chignahuapan; circula tres días a la semana (lunes, martes y viernes) con dos corridas diarias. El porcentaje de los distintos servicios básicos que poseen, se detallan en el siguiente cuadro (Tabla 1. Servicios con los que se cuenta en La Gloria Primera Sección). El diagnóstico socioeconómico facilita la toma de decisiones para la puesta en marcha de nuevas acciones, y promoviendo la medición y/o el rediseño de acciones o intervenciones que ya estén funcionando para mejorar las consdicones de salud y bienestar de los ciudadanos [9][17].

Tabla 4.7. Servicios con los que se cuenta en La Gloria Primera Sección

Servicio	Porcentaje de Población
----------	-------------------------

Agua potable	93
Alumbrado público	57
Drenaje	7
Teléfono	36
Internet	4
Vigilancia Energía eléctrica	0
Energía eléctrica	93
TV	57

Fuente: Tesis Ordenamiento Territorial comunitario de la Gloria Primera Sección.

La religión que profesa la mayoría de los pobladores es la católica, el día 9 de diciembre se reúnen como comunidad y celebran a San Juan Diego. La intervención de los ciudadanos en las decisiones públicas enuncia la interrelación con otras elementos de la realidad, como la religión[9] [18].

La actividad económico - productivas en el área de estudio, es la agricultura y es de temporal convencional, esta práctica tiene su base en la labor del suelo. La superficie designada para la agricultura es de 846.528 hectáreas (ha) y se cultivan cereales como maíz, avena, trigo, cebada, y algunas leguminosas como frijol, alverjón y haba. Los productores destinan la mayor cantidad de superficie al cultivo de cereales debido a que de ello depende su alimentación y del ganado que poseen [9].

Pronóstico de la comunidad

La situación general del estado de su suelo y los recursos naturales de la comunidad es preocupante para los pobladores, y saben que de seguir con prácticas inadecuadas la comunidad inducirá el deterioro y perdida, por lo que urge tomar conciencia del manejo responsable de los recursos naturales. El periodo de precipitación es de junio a septiembre [9] [19].

Resultados de estudios de agua y suelo

pH y salinidad efectiva del agua

pH

Para determinar la calidad de agua se tomaron en cuenta los criterios e índices de clasificación de agua de riego, en los resultados de análisis de agua de las muestras tomadas en tres diferentes puntos de la comunidad (manantial y río) tenemos lo siguiente (Tabla 2):

Tabla 2 . pH de las muestras de agua.

Análisis	1	2	3
pH	7.60	7.75	7.73

Fuente: Fertilab, 2021 y 2022. Análisis 1 Manantial: anexo 7.2, análisis 2 Río: anexo 7.3, análisis 3 Río.

El pH del agua presentan un grado de acidez ligeramente alcalino de acuerdo al laboratorio de Fertilab, (2021 y 2022), pero la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 SEMARNAT [20] menciona que el pH que se tiene es neutro, considerando que el agua se utilizara para riego agrícola. Es importante bajar el pH de 5.5 a 6.5 siendo el parámetro ideal para evitar que las plantas problemas de absorción de nutrientes y se formen precipitados; para el consumo humano no repercute [10][21].

Salinidad Efectiva

Tabla 3. Salinidad efectiva de los análisis de agua.

Análisis	1	2	3
Salinidad efectiva	0.47	0.72	0.03

Fuente: Análisis de laboratorio Fertilab, 2021 y 2022. Análisis 1 Manantial: anexo 1, análisis 2 Río: anexo 2, análisis 3 Río: anexo 3. SE: Salinidad Efectiva.

La salinidad efectiva (Tabla 3) de acuerdo a los resultados obtenidos en las tres muestras, se determina que el agua es de buena calidad, ya que se puede utilizar para riego y consumo humano, al usar el agua para riego, no se presentarían problemas al pasar a formar parte de la solución de suelo y formen precipitados por un alto contenido de CO_3 y HCO_3 , esto de acuerdo a los parámetros de INTAGRI (2011-2014), el agua se apta para consumo humano con un valores menores de 3.0.

Densidad aparente y conductividad hidráulica del suelo

Tabla 4. Densidad aparente de los análisis de suelo. ($\text{g}\cdot\text{l}^{-1}\text{cm}^3$.)

Análisis	1	2	3
Densidad aparte	1.04	1.10	1.09

Fuente: Fertilab, 2021 y 2022. Análisis 1: anexo 4, análisis 2: anexo 5, análisis 3: anexo 6. DA: Densidad Aparente

En la densidad aparente de los suelos de Chignahuapan se observa que se tienen suelos compactados, en la Tabla 4 podemos observar que se tienen valores arriba del valor 1 g cm^3 ; se considera suelo de textura arcillosa. Fertilab (2021,2022), menciona que en los resultados de análisis de suelos de las tres muestras se tiene suelos de textura franco, la Norma Oficial Mexicana NOM-021 RENACYT-2000 [22] establece las clasificaciones de fertilidad, salinidad, maneja la misma clasificación de suelos con los mismos parámetros. De acuerdo a las referencias se tienen suelos arcillosos tomando en cuenta la densidad aparente.

Conductividad Hidráulica.

Tabla 5. Conductividad hidráulica de los resultados de suelo.

Muestra	1	2	3
Conductividad hidráulica ($\text{g}\cdot\text{l}^{-1}\text{cm}^3$.)	5.0	2.50	5.0

Fuente: Fertilab, 2021 y 2022. Análisis 1: anexo 4, análisis 2: anexo 5, análisis 3.

La conductividad hidráulica (Tabla 5) habla sobre la capacidad que tiene el suelo para filtrar agua en este medio, los parámetros que maneja se les considera suelos francos, franco limoso y franco arenosos, las muestras 1,3 tienen una capacidad moderadamente alta para la filtración de agua, mientras que la muestra numero 2 presenta dificultades para la filtración de agua o soluciones [23].

Biofiltros.

Se instalaron dos biofiltros busca darles un segundo uso a las aguas grises, quitando así elementos que puedan afectar la salud de los cultivos que serán regados con esta agua, el pasto vetiver nos brinda diferentes beneficios al instalarlo dentro del biofiltro; ayuda a purificar el agua, sirve de alimento para el ganado, acolchado para cultivo de hortalizas, y funciona como barrera verde o simplemente como decoración [10].

Tabla 6. Elementos presentes en las aguas grises.

Elemento	Valor (mgL^{-1})
Arsénico	0.0054
Cadmio	<0.05
Aluminio	0.21
Cobre	<0.25
Mercurio	0.0043
Plomo	0.014
Cromo total	<0.3
Hierro	3.33
Manganeso	1.17
Zinc	0.26

Fuente: Fertilab 2022.

De acuerdo al análisis realizado a la muestra de agua procedente del biofiltro, se observa (Tabla 6) que hay presencia de metales en el agua pero no presentan riesgo al ser utilizada en algún cultivo, ya que los valores son menores a los parámetros que establece la Norma Oficial Mexicana-AA-051-CSFI-2016 [24], esto se debe a que la muestra fue tomada a unos días de empezar a funcionar el biofiltro, una vez que este funcione completamente el vetiver empezará a absorber todos estos elementos que serán liberados durante la fotosíntesis de esta manera el agua quedara libre de metales y se podrá utilizar para el riego de los cultivos sin restricción alguna [25].

Lombricomposta.

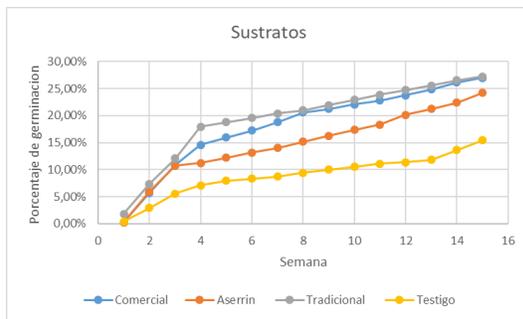
La lombricomposta brinda beneficios para los cultivos, dándole los nutrientes necesarios (nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio entre otros) para su desarrollo, además de que ayuda a mejorar la estructura del suelo; se construyo un módulo y se habilito junto con el módulo con el que ya contaban. La la puesta en marcha de los módulos se realizó con la intención de obtener humus que ayudará a los cultivos establecidos por los productores dentro de sus parcelas, al igual el lixiviado dará aportes nutrimentales a los cultivos para obtener mejores rendimientos [10][26].

Resultados del monitoreo BIOCOMUNI

De acuerdo con los registros obtenidos en campo dentro de las unidades de muestro se tuvo un registro correspondiente al estrato arbóreo de tres familias con un total de ocho especies, y para el estrato arbustivo once familias con un total de dieciséis especies, cabe resaltar que hubo coincidencia en algunas familias por la presencia de determinadas especies. La familia con mayor riqueza en especies fue *Pinaceae*, con cinco especies: *Pinus leiophylla*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P.*

pseudostrobis, *P. teocote*. para el caso de las especies arbustivas destacaron las familias Asteraceae y Pinaceae, con tres especies cada una [11].

Se contó con un registro total de 51 especies de fauna silvestre, en anfibios hubo presencia de dos especies de los cuales una se presentó en la temporada de lluvia y una en la temporada de seca, para el grupo de los reptiles de las siete especies registradas, cuatro se encontraron en la temporada de lluvia, una se visualizó en la temporada de seca mientras que las otras dos especies se presentaron en ambas temporadas. En el grupo de aves un total de treinta y cinco especies vistas, trece correspondieron a la temporada de lluvia, diez registradas en temporada de seca y doce se presentaron en ambas temporadas. En el grupo de mamíferos de las siete especies registradas, cinco se observaron en ambas temporadas mientras que dos especies solo se presentaron en temporada de sequía y ante la NOM-059-SEMARNAT-2010[15] se registro que cinco especies están sujetas a Protección Especial (*Accipiter cooperii*, *Barisia imbricata*, *Buteo platypterus*, *Kinosternon hirtipes*, *Myadestes occidentalis*,) y cuatro en categoría de Amenaza (*Thamnophis proximus*, *T. scaliger*, *Prynosoma orbiculare*, *Crotalus ravus*)[11].



Resultados de germinación de Sabino (*Juniperus deppeana*)

En la gráfica (Gráfica No.1) se observa el porcentaje de germinación más alto y es el de sustrato tradicional con 27.22% de germinación, el comercial con un 26.94% de Germinación, el aserrín con un 24.17% de germinación y el testigo con 15.42% de germinación a las 15 semanas que se realizó la toma de datos.

Gráfica 1. Porcentajes de los cuatro sustratos

Fuente: Tesis en desarrollo Propagación de *Juniperus deppeana* en sustratos diferentes.

Se Aplicó el método de Tukey (Tabla 7) y no todas las medias de los grupos son iguales al menos una de las medias es distinta. Las medias con una letra común no son significativamente diferentes[12].

Se concluyó que los resultados del análisis de varianza para el crecimiento fueron: las medias generales (\bar{x}) fueron de: (S1) 9.66 cm; (S2) 4.56 cm; (S3) 10.20 cm y (S4) 5.78 cm lo que da como resultados que el S3 y S1 fueron los mejores para favorecer el crecimiento en crecimiento[12].

Tabla 7. Aplicación de Tukey, en el cuadro se aplicó Tukey para todos los tratamientos; S1, S2, S3, S4.

Tratamiento	Medias	N	Agrupacion
S3	10,208	98	A
S1	9,66	98	A
S4	5,784	98	B
S2	4,566	98	B

Fuente: Tesis en desarrollo Propagación de *Juniperus deppeana* en sustratos diferentes.

CONCLUSIONES

El agua es vital para los seres vivos, contribuye al cuidado del planeta ya que regula el clima. Todo esto hace que el agua sea un elemento insustituible y valioso que debemos proteger [28]. Al implementar este proyecto se observa el grado de importancia del cuidado del agua. De como la humanidad se ha asentado cerca de este vital líquido; sin embargo, no hay una conciencia de como las actividades cotidianas y económica contaminan ríos y lagunas, sino también las reservas subterráneas generando un desequilibrio hidrológico [29]. Esto último es aún más preocupante ya que el agua es consumida como potable sin ningún tratamiento.

Los resultados del presente estudio evidencian que la comunidad La Gloria Primera Sección es marginada; la mayoría de la población es adulta dedicada a la agricultura con ingresos mínimos y los menores de edad asisten a la escuela, aunque hay quienes también trabajan. La escuela cuenta tres niveles educativos (kínder, primaria y secundaria) donde asisten treinta estudiantes y tres docentes. Cuentan con los servicios básicos (energía eléctrica, agua y drenaje), sin embargo, son deficientes. El centro de salud con el que cuentan no está en funcionamiento. Los problemas que afecta el desarrollo de la comunidad La Gloria Primera Sección fueron divididos en dos rubros. El primero es en lo socioeconómico; que abarca la deficiencia de los servicios básicos, los bajos ingresos económicos, la falta de organización colectiva, el desinterés en actividades que conllevan beneficios a largo plazo y carecen de asesoría técnica agropecuaria, limitando que puedan procesar algunos productos. Y el segundo rubro es lo ambiental; donde se tiene la afectación al suelo, al recurso hídrico y a la diversidad de flora y fauna.

Partiendo del diagnóstico realizado y de la identificación de los problemas se detalló el Modelo de Ordenamiento Territorial (MOT), en éste se zonificó el territorio con Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), dentro de cada una de ellas fueron propuestos proyectos y/o actividades a corto, mediano y largo plazo.

En el resultado de análisis de agua las tres muestras presentan aguas de buena calidad de acuerdo a los parámetros (SE, CE), pero se tiene un exceso de Mn y Fe, por lo cual se recomienda realizar la instalación un filtro [30]. También se recomienda el bajar el pH a una acidez de 5.5 a 6 es el parámetro ideal para la absorción de nutrientes en los cultivos.

Al establecer un cultivo, se debe realizar una solución nutritiva (orgánica y sintética) para la aportación de nutrientes ausentes y la planta tenga un buen desarrollo y complete su ciclo vegetativo. Se recomienda la aplicación de materia orgánica, estiércol o restos de otros cultivos para ayudar al suelo [31]. Aplicar yeso agrícola para modificar el pH de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo a establecer [32].

Para el biofiltro se recomienda dar mantenimiento por lo menos tres veces al año para evitar acumulación de grasas. Se deben colocar las capas de manera adecuada para evitar taponamientos en las tuberías. Colocar mallas de diferentes tamaños dentro de las mismas tuberías para evitar el paso de partículas grandes.

Para el manejo de la lombricomposta se debe tener cuidado con la humedad, si hay la humedad adecuada se producirán depredadores (hormigas), provocando así la ausencia de la lombriz. Para bajar el pH del lixiviado se recomienda aplicar cuatro gotas de vinagre por 1.5 litros de lixiviado. Para bajar el pH de la lombricomposta se recomienda la aplicación de restos de cítricos para que las lombrices trabajen con la descomposición; requiere aireación una vez a la semana.

En el monitoreo BIOCUMUNI; se detectó que el Bosque Natural registro una mayor diversidad y riqueza de especies. El método directo con transectos dirigidos dio a conocer resultados significativos en diversidad y riqueza de especies faunísticas. En la estación de otoño se registro un total de 37 especies y en primavera fueron 32. Se identificaron, 2 anfibios, 7 reptiles, 7 mamíferos, 35 aves. En cuanto a la germinación; el tipo de sustrato influye en la germinación y en el desarrollo morfológico del crecimiento inicial de las plántulas de *Juniperus deppeana* en vivero.

Por las características del proyecto los objetivos específicos aún no se alcanza en su totalidad, por lo que se requiere avanzar con los objetivos que falta por alcanzar.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de estudiantes, hoy egresados de las Divisiones de Ingeniería Forestal, Innovación Agrícola Sustentable e Informática del ITSSNP por su contribución para el logro de este proyecto mediante créditos complementarios, servicio social y residencia profesional.

Al Mtro. Guillermo Pérez Esteban por las asesorías para efectuar el experimento de reproducción de Sabino (*Juniperus deppeana*).

Al ITSSNP, al Honorable Ayuntamiento de Chignahuapan Puebla vigente en el periodo 2021 y al Tecnológico Nacional de México (Registro:) por el financiamiento.

A la comunidad La Gloria Chignahuapan Puebla por las facilidades para llevar a cabo el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Guerrero Alcívar, María Shirlendy, Vázquez Pérez Antonio, Rodríguez María Gámez. (2019). La Zeolita en

la descontaminación de aguas residuales. Consultado en: <https://www.uctunexpo.autanabooks>

[2] Michelle Vásquez, Andrea Mancheno, César Álvarez, Claudia Prehn, Carina Cevallos y Liliana Ortiz (2019). *Cuencas Hidrográficas*. Consultado en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf>

[3] Nuestro México (S/F). Localización de Tomatlán Consultado en: <http://www.nuestro-mexico.com/Puebla/Zacatlan/Tomatlan/>

[4] Honorable Ayuntamiento de Municipio de Chignahuapan (2018). Plan de Desarrollo Municipal 2018-2019. Consultado en: <https://chignahuapan.gob.mx/wp-content/uploads/2019/05/Plan-Municipal-de-Desarrollo-2018-2022-Chignahuapan-Puebla.pdf>

[5] Ríos, E; Cotler, H; González, I; Pineda, R. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Consultado en: https://www.researchgate.net/publication/280938710_Cuencas_hidrograficas_Fundamentos_y_perspectivas_para_su_manejo_y_gestion. Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021

[6] Muñárriz, A, L. (2011). La categoría de paisaje cultural. Consultado en: <https://www.redalyc.org/pdf/623/62321332004.pdf>

[7] Guevara Romero, María Lourdes; Téllez Morales, María Blanca Rosa; Flores Lucero, María de Lourdes. 2015. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales desde la visión de las comunidades indígenas: Sierra Norte del Estado de Puebla. Consultado en: <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203338783027.pdf>

[8] López, R. P., Cortazar, M. Á. D., Quintanar, E. Q., del Carmen Gilio, M., Medina, P. R. G., Fonseca, A. L., & Guevara, J. R. Hacia una gestión integrada de cuencas en el estado de Querétaro, México.

[9] Muñoz, R.M.A, Vázquez, H, G. (2023). Ordenamiento Territorial comunitario de la Gloria Primera Sección [Tesis de Licenciatura].

[10] Mota, M, D. (2022). Técnicas de restauración de suelos e implementación de biofiltros en la comunidad la gloria primera sección Chignahuapan Puebla. [Tesis de Licenciatura].

[11] Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). Guía técnica para muestreo de suelos. Consultado en: <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3613>

[12] FONNOR. (2017). BIOCUMUNI da los primeros pasos para un monitoreo comunitario de la biodiversidad en México. Disponible de <https://fonnor.org/noticias/biocomuni-da-los-primeros-pasos-para-un-monitoreo-comunitario-de-la-biodiversidad-en-mexico>.

[13] Juárez, A, L.; Silva, R, R. (2022). Monitoreo BIOCUMUNI en la Comunidad La Gloria. [Tesis de Licenciatura]

- [14] Sánchez B. J.A. (2023). Propagación de Juníperus deppeana en sustratos diferentes. [Tesis de Licenciatura en desarrollo]
- [15] Dirven, M., & Candia Baeza, D. (2020). Medición de lo rural para el diseño e implementación de políticas de desarrollo rural. Consultado en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45317>
- [16] Soliz Torres, M. F., & Maldonado, A. (2012). Guía de metodologías comunitarias participativas: Guía No. 5. Consultado en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/3997>
- [17] Cassetti, V., López-Ruiz, V., Paredes-Carbonell, J. J., & del Proyecto AdaptA, G. D. T. (2018). Participación comunitaria: mejorando la salud y el bienestar y reduciendo desigualdades en salud. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social—Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud: Zaragoza, Spain. Consultado en: https://portal.guiasalud.es/wp-content/uploads/2019/01/GPC_579_Guia_Adapta_Participacion_-Comunitaria.pdf
- [18]. Sandoval, H. E. Participación ciudadana y democracia. Consultado en: https://portalanterior.ieepcnl.mx/educacion/certamen_en_sayo/tercero/Efr%C3%A9n_Sandoval_Hern%C3%A1ndez.pdf.
- [19] Monzón, C.M. (2018). La importancia de la participación ciudadana en la protección del medio ambiente. Consultado en: <http://www.saij.gob.ar/margarita-monzon-capdevila-importancia-participacion-ciudadana-proteccion-medio-ambiente-dacfl80085-2018-05-04/123456789-0abc-defg5800-81fcantircod?&o=0&f=Total%7CFecha/2018%5B20%2C1%5D%7CEstado%20de%20Vigencia%5B5%2C1%5D%7CTema%5B5%2C1%5D%7COrganismo%5B5%2C1%5D%7CAutor%5B5%2C1%5D%7CJuridicci%F3n%5B5%2C1%5D%7CTribunal%5B5%2C1%5D%7CPublicaci%F3n%5B5%2C1%5D%7CColecci%F3n%20tem%El%5B5%2C1%5D%7CTipo%20de%20Documento/Doctrina&t=85>
- [20] Secretaría de Medio Ambiente de Recursos Naturales y Pesca. Norma oficial mexicana NOM-033-ECOL-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminación para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos. Consultado en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69207.pdf>
- [21] INTAGRI, (2018). Disponibilidad de nutrimentos y el pH del suelo. Consultado en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrientos-y-el-ph-del-suelo#:~:text=El%20pH%20es%20un%20par%C3%A1metro,valores%20de%200.0%20a%2014.0.>
- [22] NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (2002). Consultado en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002#gsc.tab=0
- [23] Cervantes, R., Sánchez, J. M., Alegre, J., Rendón, E., Baiker, J. R., Locatelli, B., & Bonnesoeur, V. (2021). Contribución de los ecosistemas altoandinos en la provisión del servicio ecosistémico de regulación hídrica. *Ecología Aplicada*, 20(2), 137-146.
- [24] Norma Mexicana NMX-AA-051-SCFI 2016. Consultado en: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6280/seeco3a12_C/seeco3a12_C.html#:~:text=Esta%20norma%20mexicana%20establece%20el,potables%2C%20residuales%20y%20residuales%20tratadas.
- [25] Truong, P., & Thai Danh, L. (2015). El sistema vetiver para mejorar la calidad del agua: prevención y tratamiento de aguas y suelos contaminados. *Links*, 1. Consultado en: <https://www.vetiver.org/Water%20quality%20Spanish%20web%202.pdf>
- [26] Ruiz Morales, M. (2011). Taller de elaboración de lombricomposta: porque tener lombrices nos beneficia a todos. Consultado en: https://ri.iberomx/bitstream/handle/iberomx/2501/RMR_Lib_01.pdf?sequence=1
- [27] Conoce las categorías de riesgo de la NOM 059 SEMARNAT-2010 para especies de flora y fauna. Consultado en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/conoce-las-categorias-de-riesgo-de-la-nom-059-semarnat-2010-para-especies-de-flora-y-fauna#:~:text=La%20NOM%20059%20SEMARNAT%202010%20es%20una%20Norma%20mexicana%20que,integraci%C3%B3n%20de%20las%20listas%20correspondientes.>
- [28] Watchyourplanet (S/F). Importancia y preservación del agua. Consultado en: <http://watchyourplanet.weebly.com/tu-planeta.html>
- [29] Santillan, M. (2013). Manejo integral de cuencas hidrográficas para evitar problemas de agua. Consultado en: http://ciencia.unam.mx/leer/267/Manejo_integral_de_cuencas_hidrograficas_para_evitar_problemas_de_agua
- [30] Mark L. McFarland, Monty C. Dozier,. Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso. Consultado en: https://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/15451si_ronandman.pdf
- [31] Tapia Jiménez (2019). Abonos orgánicos como mejoradores de suelo. Consultado en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/111722/Tesis%20KGTJ-FinalOKOK%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [32] INTAGRI, (2021). Manual de uso del yeso agrícola como mejorador de suelos. Consultado en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manual-de-uso-del-yeso->

agricula#:~:~:~:Es%20decir%2C%20que%20se%20ne
 cesita,severamente%20afectados%20por%20el%20sodi
 o. [fecha de consulta 26 de junio de 2022].

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de agua muestra 1.

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO										FOLIO: AG-18932			
Cliente:		Elias Sanchez Hernandez								Cultivo:		Ninguno (Cultivos de Demanda Medía)	
Localización:		Na, Chignahuapan, Puebla								Fuente de Agua:		Manantial	
Coordenadas:		ND, ND											
Predio / ID:		La gloria / M-1											
Emisión:		2021/11/20											
Características Generales de Salinidad / Sodicidad													
Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto			
Cond. Eléctrica	CE	dSm	0.27										
pH	pH		7.60										
Rel. Ads Sodio	RAS		0.81										
Rel. Ads Sodio Aj	RASaj		0.59										
Dureza*	°f		9.79										
Cationes													
Determinación	Abreviatura	me / L	Unidades	ppm	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto		
Calcio	Ca	0.73		14.6									
Magnesio	Mg	1.24		15.1									
Sodio	Na	0.61		14.0									
Potasio	K	0.14		5.47									
Suma de Cationes	-	-	-	272									
Aniones													
Determinación	Abreviatura	me / L	Unidades	ppm	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto		
Sulfatos	S-SO ₄	0.05		1.60									
Bicarbonatos	HCO ₃	2.20		134									
Cloruros	Cl	0.22		7.70									
Carbonatos	CO ₃	0.00		0.00									
Nitratos	N-NO ₃	0.27		3.78									
Suma de Aniones	-	-	-	274									
Determinaciones Especiales													
Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto			
Boro	B	ppm	0.00										
Hierro	Fe	ppm	0.4760										
Manganeso	Mn	ppm	0.1420										
Cobre	Cu	ppm	0.0010										
Zinc	Zn	ppm	0.0020										
Arsénico	As	ppm	0.0010										
Determinación	Amonio (N-NH ₄)	Fosfatos (P-PO ₄)	Sólidos Totales	Sólidos Disueltos	Níquel	Molibdeno	Fluoruro						
Resultado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm						

Fuente: Fertilab 2022.

Anexo 2. Análisis de agua muestra 2.

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO										FOLIO: AG-18933			
Cliente:		Elias Sanchez Hernandez								Cultivo:		Ninguno (Cultivos de Demanda Medía)	
Localización:		Na, Chignahuapan, Puebla								Fuente de Agua:		Rio	
Coordenadas:		ND, ND											
Predio / ID:		La gloria / M-2											
Emisión:		2021/11/20											
Características Generales de Salinidad / Sodicidad													
Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto			
Cond. Eléctrica	CE	dSm	0.15										
pH	pH		7.75										
Rel. Ads Sodio	RAS		0.44										
Rel. Ads Sodio Aj	RASaj		0.36										
Dureza*	°f		5.57										
Cationes													
Determinación	Abreviatura	me / L	Unidades	ppm	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto		
Calcio	Ca	0.52		10.4									
Magnesio	Mg	0.60		7.29									
Sodio	Na	0.33		7.59									
Potasio	K	0.08		3.13									
Suma de Cationes	-	-	-	1.53									
Aniones													
Determinación	Abreviatura	me / L	Unidades	ppm	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto		
Sulfatos	S-SO ₄	0.13		4.16									
Bicarbonatos	HCO ₃	1.30		79.3									
Cloruros	Cl	0.10		3.50									
Carbonatos	CO ₃	0.00		0.00									
Nitratos	N-NO ₃	0.02		0.28									
Suma de Aniones	-	-	-	1.55									
Determinaciones Especiales													
Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto			
Boro	B	ppm	0.13										
Hierro	Fe	ppm	1.5020										
Manganeso	Mn	ppm	0.1520										
Cobre	Cu	ppm	0.0010										
Zinc	Zn	ppm	0.0020										
Arsénico	As	ppm	0.0020										
Determinación	Amonio (N-NH ₄)	Fosfatos (P-PO ₄)	Sólidos Totales	Sólidos Disueltos	Níquel	Molibdeno	Fluoruro						
Resultado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm						

Fuente: Fertilab 2022.

Anexo 3. Análisis de agua muestra 3.

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO										FOLIO: AG-19451			
Cliente:		Instituto Tecnológico Superior De La Sierra Norte De Puebla								Cultivo:		Fresa	
Localización:		La Gloria, Chignahuapan, Puebla								Fuente de Agua:		Rio	
Coordenadas:		ND, ND											
Predio / ID:		RANCHO M3 / Rancho M3											
Emisión:		2022/02/25											
Características Generales de Salinidad / Sodicidad													
Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto			
Cond. Eléctrica	CE	dSm	0.23										
pH	pH		7.73										
Rel. Ads Sodio	RAS		0.58										
Rel. Ads Sodio Aj	RASaj		0.53										
Dureza*	°f		8.15										
Cationes													
Determinación	Abreviatura	me / L	Unidades	ppm	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto		
Calcio	Ca	1.57		31.5									
Magnesio	Mg	0.06		0.73									
Sodio	Na	0.52		12.0									
Potasio	K	0.19		7.43									
Suma de Cationes	-	-	-	2.34									
Aniones													
Determinación	Abreviatura	me / L	Unidades	ppm	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto		
Sulfatos	S-SO ₄	0.01		0.32									
Bicarbonatos	HCO ₃	2.30		140									
Cloruros	Cl	0.11		3.65									
Carbonatos	CO ₃	0.00		0.00									
Nitratos	N-NO ₃	0.01		0.14									
Suma de Aniones	-	-	-	2.43									
Determinaciones Especiales													
Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto			
Boro	B	ppm	0.00										
Hierro	Fe	ppm	0.0020										
Manganeso	Mn	ppm	0.0010										
Cobre	Cu	ppm	0.0030										
Zinc	Zn	ppm	0.0010										
Arsénico	As	ppm	0.0010										
Determinación	Amonio (N-NH ₄)	Fosfatos (P-PO ₄)	Sólidos Totales	Sólidos Disueltos	Níquel	Molibdeno	Fluoruro						
Resultado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm						

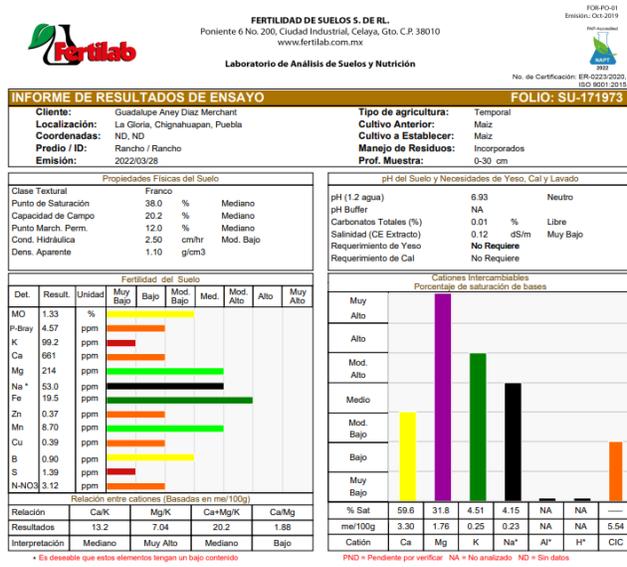
Fuente: Fertilab 2022.

Anexo 4. Análisis de suelo 1.

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO										FOLIO: SU-163310					
Cliente:		Iisasp								Tipo de agricultura:		Temporal			
Localización:		Na, Chignahuapan, Puebla								Cultivo anterior:		Maíz			
Coordenadas:		ND, ND								Cultivo a establecer:		Haba			
Predio / ID:		Rancho el Tipizil / Rancho El Tipizil								Manejo de Residuos:		Incorporados			
Emisión:		2022/01/05								Prof. Muestra:		0-30 cm			
Propiedades Físicas del Suelo										pH del Suelo y Necesidades de Yeso, Cal y Lavado					
Clase Textural	Franco									pH (1.2 agua)	7.22			Mod. alcalino	
Punto de Saturación	40.0 %									pH Buffer	NA				
Capacidad de Campo	21.3 %									Carbonatos Totales (%)	1.07 %			Muy Bajo	
Punto March. Perm.	12.7 %									Salinidad (CE Extracdo)	0.43 dSm			Muy Bajo	
Cond. Hidráulica	5.00 cm/hr									Requerimiento de Yeso	No Requiere				
Dens. Aparente	1.04 g/cm3									Requerimiento de Cal	No Requiere				
Fertilidad del Suelo										Cationes Intercambiables					
Det.	Result.	Unidad	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Med.	Mod. Alto	Alto	Muy Alto	Porcentaje de saturación de bases					
MO	3.12	%								Muy Alto					
P-Stray	63.8	ppm								Alto					
K	125	ppm													
Ca	187	ppm													
Mg	1268	ppm													
Na*	52.1	ppm													
Fe	27.4	ppm													
Zn	0.10	ppm													
Mn	4.07	ppm													
Cu	0.37	ppm													
B	0.21	ppm													
S	5.79	ppm													
N-NO3	33.3	ppm													
Relación entre cationes (Basadas en me/100g)										Cationes Intercambiables					
Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg					% Sat	7.82	87.4	2.69	1.93	NA	NA
Resultados	2.91	32.5	35.4	0.09					me/100g	0.93	10.4	0.32	0.23	NA	NA
Interpretación	Muy Bajo	Muy Alto	Alto	Muy Bajo					Cation	Ca	Mg	K	Na*	Al*	H*

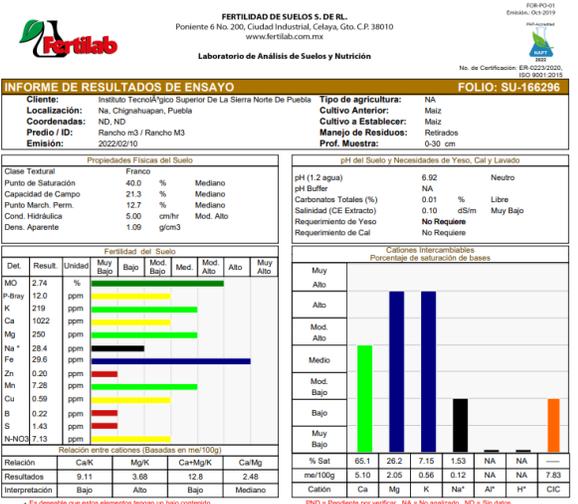
Fuente: Fertilab 2022.

Anexo 5. Análisis de suelo 2.



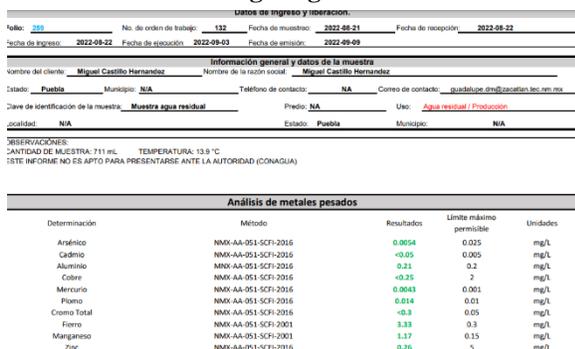
Fuente: Fertilab 2022.

Anexo 6. Análisis de suelo 3.



Fuente: Fertilab 2022.

Anexo 7 Análisis de aguas grises.



Fuente: Fertilab 2022.

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Miriam Leguizamo Hernández
Curación de datos	Emanuel Mora Castañeda, Guillermo Melardo Luna González, Guadalupe Aney Díaz Merchant, Juan Antonio Barrón Sevilla
Metodología	Emanuel Mora Castañeda, Guillermo Melardo Luna González, Guadalupe Aney Díaz Merchant, Juan Antonio Barrón Sevilla
Administración del proyecto	Miriam Leguizamo Hernández
Recursos	Miriam Leguizamo Hernández, Emanuel Mora Castañeda, Guillermo Melardo Luna González, Guadalupe Aney Díaz Merchant, Juan Antonio Barrón Sevilla
Software	No aplica por la naturaleza del proyecto
Supervisión	Miriam Leguizamo Hernández, Emanuel Mora Castañeda, Guillermo Melardo Luna González, Guadalupe Aney Díaz Merchant, Juan Antonio Barrón Sevilla
Validación	Emanuel Mora Castañeda, Guillermo Melardo Luna González, Guadalupe Aney Díaz Merchant, Juan Antonio Barrón Sevilla
Visualización	Miriam Leguizamo Hernández
Redacción	Miriam Leguizamo Hernández, Emanuel
Redacción	Miriam Leguizamo Hernández, Emanuel Mora Castañeda, Guillermo Melardo Luna González, Guadalupe Aney Díaz Merchant, Juan Antonio Barrón Sevilla



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.