

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS



PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS Y SU RELACION CON
LA RETENCION DE HUMEDAD EN EL PARQUE EL CHAMIZAL

POR

SEBASTIAN LÓPEZ HIDALGO

ANTEPROYECTO

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

CD. JUÁREZ, CHIH.

MAYO 2024

1 Antecedentes

Importancia del suelo

A simple vista, el suelo puede parecer solo un amasijo de tierra y rocas desmenuzadas. Pero en realidad, es un recurso natural no renovable e increíblemente valioso del cual depende prácticamente toda la vida en el planeta (Karlen et al., 1997). Es la delgada capa superior de la corteza terrestre que proporciona el medio óptimo para el crecimiento de plantas y vegetación, actuando como soporte físico y fuente de agua y nutrientes esenciales.

Sin embargo, la importancia del suelo va mucho más allá de servir como simple "sustrato" vegetal. También cumple una función vital al proteger las reservas de agua subterránea al actuar como un filtro natural que purifica el líquido. Asimismo, es un componente clave de los grandes ciclos biogeoquímicos globales como el del carbono, oxígeno, nitrógeno y otros elementos fundamentales para la vida.

De hecho, si no existiera el suelo, la vida en la Tierra sería prácticamente imposible tal como la conocemos. Es la base de nuestra seguridad alimentaria al ser el "sostén" de las actividades agrícolas y ganaderas de las que obtenemos alimentos. Pero, además, también provee fibras, combustibles y diversos otros productos derivados de las plantas que utilizamos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015). Lamentablemente, este recurso estratégico se encuentra gravemente amenazado por procesos de degradación como la erosión, contaminación, urbanización y prácticas agrícolas inadecuadas que comprometen su capacidad para cumplir estas funciones vitales (Lal, 2015).

Factores de formación de los suelos

Contrario a lo que pudiese parecer, el suelo no es algo estático e inerte, sino un cuerpo dinámico en constante proceso de formación y desarrollo por la interacción de cinco factores principales: el material parental o roca madre, el

clima imperante, los organismos vivos presentes, las características del relieve y el transcurso del tiempo (Brady y Weil, 2008).

El tipo de roca madre de la cual deriva el suelo, ya sea ígnea, sedimentaria o metamórfica, determina en buena medida su composición mineral inicial. Por su parte, las condiciones climáticas como temperatura y precipitación regulan la velocidad de los procesos químicos, físicos y biológicos que actúan sobre el material parental para transformarlo.

Los organismos como plantas, animales, hongos, bacterias y otros seres vivos no son meros espectadores, sino que contribuyen activamente al desarrollo del suelo. Las plantas y microbios aportan materia orgánica, mientras que la fauna mayor causa bioturbación al remover y airear el suelo. Algunos microorganismos incluso fijan nitrógeno atmosférico.

El relieve con su pendiente influye en aspectos como el drenaje, la erosión y la exposición solar, moldeando características como la profundidad y desarrollo de horizontes en el suelo. Finalmente, el factor tiempo es indispensable para que los demás actúen y transformen los materiales originales en un suelo desarrollado con sus propiedades distintivas.

Propiedades de los suelos

Las propiedades de los suelos son las características que los definen y se pueden clasificar en tres grandes grupos: físicas, químicas y biológicas (Porta et al., 1994):

Físicas: Engloban aspectos como la textura que se refiere a la proporción de partículas minerales de diferentes tamaños (arena, limo y arcilla) que componen el suelo. También incluye la estructura, que describe cómo se agrupan esas partículas individuales en agregados. Otras propiedades físicas relevantes son el color, la densidad aparente, la porosidad, entre otras. Estas características determinan propiedades funcionales vitales como la capacidad de retención de

agua, aireación, facilidad de enraizamiento y resistencia a la erosión. (Brady y Weil, 2008).

Químicas: Se refieren a la composición y comportamiento químico del suelo, incluyendo el pH o concentración de iones hidrógeno que determina la solubilidad de nutrientes; la capacidad de intercambio catiónico que indica la habilidad del suelo para retener y liberar nutrientes esenciales como calcio, magnesio y potasio; así como la presencia de sales, nutrientes disponibles y sustancias tóxicas. Un desequilibrio químico como un pH muy ácido o alcalino puede dificultar la absorción de nutrientes por las plantas. (Brady y Weil, 2008).

Biológicas: Involucran a todos los organismos vivos que habitan en el suelo, desde los microscópicos como bacterias, hongos, algas y protozoos, hasta la macrofauna como lombrices, insectos, pequeños vertebrados, entre otros. La actividad de esta increíble biodiversidad subterránea es clave para procesos fundamentales como el reciclaje de nutrientes, la formación de humus y el mantenimiento de la estructura del suelo, todo lo cual se traduce en la fertilidad y productividad del mismo. (Brady y Weil, 2008).

En resumen, las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos determinan funciones ecológicas esenciales para la vida en la Tierra, por lo que comprenderlas y preservarlas debe ser una máxima prioridad para la humanidad.

Necesidades de suelos

Cuando pensamos en los suelos, es común imaginarlos simplemente como montículos de tierra arcillosa o arenosa. Pero la realidad es que cada tipo de suelo es un mundo único con características y necesidades muy particulares que debemos comprender para poder manejarlo de forma adecuada.

Por ejemplo, tomemos los suelos de textura gruesa y altamente porosa, formados principalmente por partículas grandes de arena cuarzo. Su estructura les confiere una bajísima capacidad de retención de agua y nutrientes. El agua se filtra con demasiada rapidez arrastrando consigo todos los nutrimentos solubles que apliquemos (Brady y Weil, 2008). Es como tratar de llenar un colador agujereado con agua. Es por ello que estos suelos arenosos requieren riegos sumamente frecuentes, aunque en volúmenes moderados para evitar un desperdicio total por filtración profunda.

En el otro extremo están los suelos arcillosos compuestos por partículas microscópicas de minerales tipo laminares. Al ser mucho más densos y prácticamente impermeables comparados con la arena, estos suelos tienen una enorme capacidad de retención de humedad, tanta que tienden a saturarse e incluso encharcarse con facilidad después de un riego o lluvia intensa. Aquí el problema es el exceso de agua que termina reduciendo drásticamente la aireación del suelo, creando ambientes anóxicos y compactados sumamente desfavorables para el crecimiento radicular sano (Thompson y Troeh, 1988). Es por ello que los suelos arcillosos exigen riegos mucho más espaciados, pero en mayores volúmenes de agua.

Pero como si esto no fuera suficiente, las arcillas tienen una característica adicional que las hace doblemente problemáticas: su tendencia a adherir y "atrapar" fuertemente los nutrimentos añadidos con fertilizantes, limitando enormemente su disponibilidad para ser aprovechados por las plantas. Es lo opuesto a lo que ocurre en los suelos arenosos donde, ante la falta de retención, los nutrimentos se lixivian y filtran fácilmente hacia horizontes mucho más profundos del suelo, lejos del alcance radicular.

Afortunadamente, la naturaleza también nos provee suelos de características intermedias o "medianas" conocidos como francos, que combinan proporciones más o menos equilibradas de las tres partículas básicas: arena, limo y arcilla. En general, los suelos francos tienden a poseer unas propiedades bastante ideales

como buena aireación, facilidad de labranza y capacidades moderadas de retención de agua y nutrientes, haciéndolos mucho más fáciles de manejar (Brady y Weil, 2008). No obstante, incluso dentro de este grupo existen diferencias considerables en cuanto a niveles de fertilidad natural y requerimientos nutricionales específicos de acuerdo a los cultivos.

Es evidente entonces que no existe un solo manejo óptimo aplicable a todos los tipos de suelo por igual. Para poder aprovechar al máximo su productividad y preservar sus cualidades de manera sostenible, implementando los programas de riego, fertilización y demás prácticas idóneas, se requiere un conocimiento profundo de las propiedades físicas, químicas y hasta biológicas particulares de nuestro suelo. De lo contrario, estaremos inevitablemente condenados a batallar una y otra vez con problemas recurrentes de erosión, compactación, deficiencias nutricionales, salinización, filtraciones de agua y contaminantes, entre otros.

El parque El Chamizal (historia)

Difícilmente existe un lugar que represente tanto la esencia histórica y el carácter fronterizo de Ciudad Juárez como el Parque Público Federal El Chamizal. Este emblemático espacio natural ubicado en pleno corazón de la zona urbana juarense es además un símbolo de la soberanía nacional mexicana y la buena vecindad que podemos construir con el pueblo estadounidense.

Todo se remonta a 1864, cuando una gran avenida del Río Bravo modificó drásticamente el curso del caudaloso cause, desviándolo más de dos kilómetros hacia la ribera mexicana. Este brusco cambio dejó una porción del territorio juarense de alrededor de 600 acres (243 hectáreas) en la otra orilla, ubicada ya en terrenos del estado de Texas (Martínez, 1973). Surgía así la famosa controversia territorial del Chamizal cuya disputa entre ambas naciones se prolongaría por casi un siglo.

En 1895 el gobierno mexicano advirtió por primera vez la grave pérdida de ese territorio nacional y comenzaron los reclamos diplomáticos buscando su

devolución. Sin embargo, por varias décadas los Estados Unidos se negaron sistemáticamente a reconocer las legítimas demandas mexicanas e incluso promovieron el establecimiento de asentamientos urbanos en esos terrenos ocupados. No fue sino hasta 1963, después de arduas y pacientes negociaciones, que ambos países lograron finalmente un acuerdo definitivo con la firma del Tratado de Chamizal.

En este histórico tratado, Estados Unidos aceptó devolver a México la porción de 243 hectáreas en disputa, mientras que México cedió una pequeña área de 193 acres ubicada en la región de El Paso, Texas. Cuatro años después, en 1967, el territorio juarense recuperado fue oficialmente decretado como un Parque Público Federal con el nombre de "El Chamizal" bajo administración del municipio fronterizo (Decreto del 18 de mayo de 1967).

De esta manera, El Chamizal representa no sólo un rotundo triunfo de la diplomacia y la resolución pacífica de controversias, sino un recordatorio imperecedero del valor, la perseverancia y la lucha que México ha librado para recobrar lo que por derecho le pertenece. Además de su invaluable significado histórico y cultural, este singular parque enclavado en pleno desierto fronterizo también atesora una enorme riqueza ambiental que lo convierte en un verdadero oasis urbano.

Ecología de El Chamizal

Al recorrer hoy en día las 124 hectáreas que conforman El Chamizal, es difícil imaginar que este parque urbano representa un auténtico relicto de humedales y bosque de galería en pleno Desierto Chihuahuense. Con sus lagunas, canales y fuentes que captan los escurrimientos pluviales de la zona, El Chamizal conforma un ecosistema acuático vital para una enorme biodiversidad de flora y fauna silvestre.

A pesar de estar prácticamente rodeado por la mancha urbana de Ciudad Juárez, el parque alberga una riquísima vegetación predominada por bosques de

mezquite (*Prosopis* spp.), álamos (*Populus* spp.), sauces (*Salix* spp.) y otras especies asociadas a suelos salinos de alto nivel freático como pastos, herbáceas ribereñas e incluso comunidades de pino piñonero (*Pinus cembroides*). También se encuentran diversas cactáceas representativas del matorral desértico chihuahuense (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2016).

Esta exuberante mezcla de vegetación acuática y desértica brinda refugio y alimento a una extraordinaria diversidad de vida silvestre que constituye uno de los principales atractivos ecológicos del Chamizal. Se han registrado más de 200 especies de aves, tanto residentes como migratorias, incluyendo patos, garzas, halcones, palomas, aguilillas, codornices y muchas otras más (CONANP, 2016). Además, El Chamizal es un sitio clave dentro de la ruta migratoria de la icónica monarca, brindando áreas de descanso y alimentación para estas maravillosas mariposas antes de continuar su largo recorrido cada otoño.

La fauna del parque se complementa con la presencia de mamíferos como conejos, ardillas, tlacuaches y varias especies de reptiles, anfibios y peces que encuentran el hábitat ideal en los cuerpos de agua y la densa vegetación ribereña (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [UACJ], 2015). Esta biodiversidad convierte a El Chamizal en un verdadero oasis que no sólo embellece el entorno urbano, sino que además brinda invaluable servicios ambientales al regular los escurrimientos pluviales, fungir como reservorio de agua, producir oxígeno y mitigar los efectos de las temidas "islas de calor" en la ciudad fronteriza.

Deterioro de El Chamizal como problemática

El Parque Público Federal El Chamizal, uno de los principales pulmones verdes de Ciudad Juárez, enfrenta en la actualidad diversas problemáticas que amenazan con deteriorar y dañar este valioso ecosistema urbano. Una de las principales dificultades radica en la elevada afluencia de visitantes, especialmente durante fines de semana y periodos vacacionales.

Si bien la alta afluencia de personas refleja el interés y aprecio de los juarenses por este espacio natural, también implica grandes retos en cuanto al mantenimiento y preservación del área verde. De acuerdo con datos de la Dirección de Parques y Jardines del municipio, en fechas pico se han registrado hasta 30,000 visitantes en un solo día (Enríquez, 2021). Esta masiva concurrencia genera una enorme cantidad de desechos sólidos y residuos que con frecuencia quedan regados por todo el parque, a pesar de los esfuerzos por colocar suficientes depósitos de basura.

Durante un periodo de 6 meses se recolectaron más de 5 toneladas de residuos sólidos en las áreas verdes del Chamizal, incluyendo botellas de plástico, latas, papel, colillas de cigarro y desechos orgánicos. Esta cantidad excesiva de basura no solo afea el paisaje y demerita la experiencia de los visitantes, sino que representa un serio riesgo para la flora y fauna al contaminar los suelos y cuerpos de agua.

Análisis de las necesidades de El Chamizal

Ante el panorama de deterioro ambiental que enfrenta actualmente el Parque El Chamizal, es urgente replantear y reevaluar las estrategias de manejo y preservación que se han implementado hasta ahora en este emblemático espacio natural de Ciudad Juárez. Uno de los aspectos fundamentales que se debe analizar a profundidad es la cuestión de los suelos que conforman el parque y sus particularidades, ya que este es el componente básico que determina en gran medida las necesidades y requerimientos del ecosistema en su conjunto.

Los suelos no son entes homogéneos, sino que exhiben una gran variedad en cuanto a su textura, estructura, capacidad de retención de agua y nutrientes, pH, salinidad y otras propiedades determinadas por factores como el material parental, clima, relieve y organismos durante su formación (Brady y Weil, 2008). Por tanto, es incorrecto asumir que todas las áreas del Chamizal requieren del mismo manejo, cuando en realidad cada zona puede representar un "mundo" distinto en cuanto a necesidades nutricionales, hídricas y de conservación.

Existen también diferencias sustanciales en cuanto a la fertilidad natural y capacidad de retención de nutrientes entre los distintos suelos del Chamizal. Un manejo indiscriminado de fertilizantes puede ocasionar deficiencias en algunas zonas y excesos tóxicos con contaminación en otras.

Es evidente que para revertir el deterioro que aqueja a este valioso parque urbano, se requiere partir de un profundo conocimiento de su base: el suelo. Sólo mediante estudios que caractericen las propiedades de los distintos suelos, se podrán diseñar estrategias integrales acordes a cada ambiente edáfico para optimizar el uso de agua, fertilizantes y reducir el impacto negativo. Esta perspectiva "edafocéntrica" no implica desatender otros aspectos críticos como el control de visitantes, disposición de residuos, educación ambiental y mejora administrativa (González, 2023), pero sin duda es un paso fundamental para la verdadera conservación del Chamizal.

Norma 021 RECNAT, 2000

La Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad para el aprovechamiento no maderable en los ecosistemas forestales. Esta norma, emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el año 2000, tiene como objetivo principal "regular el aprovechamiento de recursos forestales no maderables, para promover su conservación y evitar comprometer su permanencia" (NOM-021-RECNAT-2000).

Dentro de los considerandos que justifican la creación de esta norma, se menciona que los recursos naturales no maderables de los ecosistemas forestales, como frutos, semillas, resinas, hongos, tierra de monte y otros productos, constituyen una importante fuente de ingresos para comunidades rurales y pueden contribuir al desarrollo regional sustentable. Sin embargo, su extracción desmedida sin regulación alguna ha puesto en riesgo la permanencia de estos recursos (NOM-021-RECNAT-2000).

Es por ello que la norma establece una serie de disposiciones y lineamientos que deben cumplirse para un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos forestales no maderables. Algunos de los puntos clave que abarca la NOM-021-RECNAT-2000 son:

- Definición de los tipos de recursos forestales no maderables sujetos a regulación.
- Procedimientos y requisitos para obtener permisos o autorizaciones de aprovechamiento.
- Especificaciones técnicas y épocas óptimas para la recolección de cada recurso.
- Cantidades máximas permisibles a extraer por unidad de superficie.
- Obligaciones de reforestación, conservación de suelos y prevención de incendios.
- Prohibiciones y sanciones por incumplimiento de la norma.

En el caso específico del aprovechamiento de tierra de monte o suelo orgánico superficial de ecosistemas forestales, la NOM-021 establece límites máximos de extracción que van de 2 a 5 cm de profundidad, dependiendo del tipo de vegetación. Además, se indican las épocas y técnicas apropiadas de recolección para evitar el arrastre de materia orgánica por las lluvias (NOM-021-RECNAT-2000).

Esta norma es de observancia obligatoria para todas las personas físicas o morales que pretendan llevar a cabo el aprovechamiento de recursos forestales no maderables en el territorio nacional. "El cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana es obligatorio en todo el territorio nacional para las personas físicas o morales que realicen el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables" (NOM-021-RECNAT-2000).

En resumen, la NOM-021 representa un importante esfuerzo por parte de las autoridades ambientales mexicanas para regular y promover un

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no maderables de los ecosistemas forestales del país. Al establecer requisitos, límites y lineamientos técnicos específicos, esta norma busca evitar la sobreexplotación de estos valiosos recursos y asegurar su permanencia a largo plazo, contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible de las comunidades que dependen de ellos.

- La densidad aparente es una propiedad física del suelo que expresa el contenido de sólidos por unidad de volumen (g / cm^3)
- Es una propiedad que indica la compactación del suelo y es un indicador del grado de facilidad o dificultad que podría tener la raíz para penetrar el suelo y explorarlo
- Esta propiedad está asociada a la textura del suelo
- En construcción civil se requiere un suelo con alta densidad aparente y compacto, en la agricultura se requiere un suelo esponjoso y no compacto para un mejor desarrollo radicular
- El potencial productivo de una planta está asociada a la densidad aparente

Densidad aparente esperada del suelo en función de los grupos texturales

Textura	Densidad Aparente (g / cm^3)
Arena	1.50 – 1.70
Franco arenoso	1.40 – 1.60
Franco	1.35 – 1.45
Franco limoso	1.25 – 1.40
Franco arcilloso	1.20 – 1.35
Arcilla	1.00 – 1.30

Fuente: Castellanos et al., 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. p31.

Métodos para Determinar Densidad Aparente del Suelo

1. Método del núcleo. - requiere de un muestreador cilíndrico metálico que se presiona dentro del suelo a la profundidad deseada, luego se saca cuidadosamente para preservar un volumen conocido de muestra como el que existe *in situ*. La muestra se seca a 105 °C y se pesa a temperatura ambiente. Este método tiene la desventaja si está presente más de una piedra ocasional en el suelo.

2. Método de la excavación. - Se excava una cantidad de suelo, secándolo y pesándolo con objeto de precisar el volumen de la excavación. Para esto último se llena el hoyo de arena con una probeta. Similar al método del balón en que se llena de agua el hoyo y se mide el volumen. Este método se utilizó por ingenieros para suelos gravosos.

3. Método de la parafina o del agregado. - El terrón se recubre con una sustancia repelente al agua como la parafina. Primero se pesa el terrón en el aire y después otra vez sumergido en un líquido cuya densidad es conocida.

Cálculos mediante el método del núcleo:

Volumen del cilindro (cm^3) = $3.1416 \times (\text{radio})^2 \times \text{altura ej. Volumen} = 271.43 \text{ cm}^3$

Peso del suelo seco (g) ej. Peso = 353.7 g

$D_a = \text{Densidad aparente} = \text{Peso} / \text{Volumen}$

$D_a = 353.7 / 271.43 = 1.303 \text{ g} / \text{cm}^3$ o t/m^3

Cálculos de la humedad del suelo:

PH = Peso del suelo húmedo (g)

PS = Peso del suelo seco (g) 105 °C, 3 días

$\% \text{humedad} = (PH - PS / PS) * 100$

Cálculos de la humedad en materiales orgánicos (compostas, estiércol):

PMH = Peso del material húmedo (g)

PMS = Peso del material seco (g) a 65 °C,
 $\%humedad = (PMH - PMS / PMH) * 100.$

Importancia ecológica y servicios ambientales de las áreas verdes urbanas

Las áreas verdes dentro de las ciudades desempeñan un papel ecológico fundamental al proveer una amplia gama de servicios ambientales que contribuyen al bienestar humano y la sustentabilidad urbana. Uno de los principales servicios que brindan es la regulación del microclima citadino mediante el efecto de "islas de frescor" (Rent et al., 2021). Gracias a los procesos de evapotranspiración de la vegetación y el sombreado natural, estos espacios verdes pueden reducir las temperaturas superficiales entre 1°C y 5°C en comparación con las zonas construidas (Vailshery et al., 2013). Esto disminuye la demanda de energía para enfriamiento artificial y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Otro servicio ecológico clave es la captura y remoción de contaminantes atmosféricos como partículas, ozono y compuestos orgánicos volátiles. Gracias a su capacidad de absorber estos agentes, las áreas verdes mejoran significativamente la calidad del aire y previenen problemas respiratorios. Desde una perspectiva hídrica, juegan un papel vital al regular los escurrimientos pluviales, reduciendo riesgos de inundaciones, y funcionando como reservorios naturales que recargan los mantos acuíferos (Livesley et al., 2010)

Asimismo, numerosos estudios han constatado que el acceso a espacios naturales reduce los niveles de estrés, mejora el ánimo y fomenta la actividad física en las personas (White et al., 2019). Finalmente, estas áreas constituyen reservorios de biodiversidad que permiten la preservación de especies de flora y fauna dentro de las urbes.

Es por todas estas razones que la conservación y manejo adecuado de las áreas verdes se ha convertido en una prioridad dentro de las estrategias de desarrollo

urbano sustentable. Las ciudades deben apostar por estos espacios no sólo por motivos estéticos o recreativos, sino por los innumerables servicios ecológicos y beneficios que aportan a la calidad de vida de sus habitantes. Mantener parques y jardines saludables requiere partir de un profundo conocimiento de sus componentes básicos como el suelo, el agua y la vegetación.

Estudios previos sobre caracterización de suelos en áreas verdes urbanas

Ante la importancia de los parques y espacios verdes para la sustentabilidad urbana, en años recientes se han realizado estudios enfocados en caracterizar las propiedades y condiciones de los suelos presentes en estas áreas. El objetivo es generar información que permita un manejo y conservación adecuados de tan valiosos ecosistemas.

Por ejemplo, en Brisbane, Australia, se evaluaron las propiedades físicas y químicas de los suelos en diez parques metropolitanos (Peña et al., 2017). Mediante análisis de densidad aparente, conductividad hidráulica, capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes, se encontraron altos niveles de compactación, baja fertilidad y reducida capacidad de retención de humedad. Con base en estos resultados, se recomendaron prácticas como la aplicación de enmiendas orgánicas, reemplazo de suelos degradados y modificaciones en los programas de riego y fertilización.

Como se aprecia en este ejemplo, la caracterización detallada de los suelos en áreas verdes urbanas es fundamental para su gestión adecuada. Al conocer a fondo sus propiedades, se pueden implementar estrategias apropiadas para garantizar la conservación y aprovechamiento sustentable de estos espacios en beneficio de las comunidades ciudadinas.

1.1 Planteamiento del problema

El problema es que no existe información sobre las características de los suelos en el Parque Público Federal El Chamizal, que para futuras menciones se le dirá como El Chamizal. El Chamizal es un parque urbano de aproximadamente 124

hectáreas (1.2 km²), este fue originado en 1873 cuando el cauce del río bravo se movió 2.4 Km hacia el lado de la frontera de El Paso Texas, haciendo que Ciudad Juárez Chihuahua perdiera ese territorio. El territorio fue reclamado por los ciudadanos juarenses en 1895, y no fue hasta 1963 que ambas ciudades (países) llegaron a un acuerdo y el área fue cedida a México, a Ciudad Juárez.

Desde que se devolvió el Parque El Chamizal a México, más en específico a Juárez en 1967, no se han hecho estudios detallados ni análisis del tipo de suelo que tiene este en cada área del parque, mucho menos se han estudiado sus propiedades físicas. Todo esto se debe al poco interés que sea ha tenido en estudiar este parque, en realizar estudios e investigaciones del mismo para que el parque este en mejores condiciones y más saludable.

Es importante estudiar el Parque El Chamizal, pero, primero se debe empezar estudiando la base del parque, el suelo. El suelo es la base de toda la vida en el Parque El Chamizal, si no se estudia puede haber repercusiones negativas en el parque, como áreas secas debido al mal riego de estas al desconocer el tipo de suelo afectando a el suelo mismo y la flora del suelo.

El estudio del suelo se logrará extrayendo muestras del suelo del Parque El Chamizal por áreas previamente delimitadas, después, se analizarán las muestras de suelo para ver sus propiedades físicas para así poder obtener los datos necesarios para planear un buen sistema de riego para cada área.

1.2 Justificación

El Parque El Chamizal es el parque más grande de Juárez, es el área verde más grande que tenemos en la ciudad, el valor que tiene este parque para la ciudad es inmenso. El decreto del lunes 18 de mayo de 1987 en su considerando Quinto menciona que el Parque Público “El Chamizal” es una superficie importante desde el punto de vista ecológico en la zona fronteriza, además del valor histórico, cultural, social, y político que representa para el país (Jose S 2020).

El suelo es base fundamental de la vida, es de donde todo nace, por eso mismo, los suelos de El Chamizal, son la base de este. Todo lo que está en El Chamizal comienza en su suelo, por eso es sorprendente saber que este suelo nunca se ha estudiado a profundidad, por eso mismo en este proyecto se busca estudiar el suelo del El Chamizal, sus características físicas tienen relación con su retención de humedad.

Todo esto se hará para tener una base de datos con las características físicas de cada área de El chamizal, estas áreas se delimitarán previamente, ver que tanta humedad retienen y con esta base de datos poder hacer un buen sistema de riego dependiendo de las características físicas del suelo de cada área. Esta base de datos no solo servirá para crear sistemas de riego, sino también para futuros proyectos que se quieran hacer en El Chamizal en el que está involucrado el suelo, por ende, prácticamente casi todos los proyectos que se puedan hacer en El Chamizal.

Tener esta información ayudará a que el parque este en mejores condiciones, se tenga una mejor manera de cuidarlo y si el parque está en buenas condiciones mucha gente lo visitará y se podrá aprovechar al máximo esta área verde tan importante para la ciudad. También tener esta base de datos ayudara a la administración del parque a administrarlo mejor y poder crear nuevos y mejores proyectos relacionados con el parque.

1.3 Hipótesis

La capacidad de retención de humedad de los suelos en el parque El Chamizal varía significativamente entre áreas y está relacionada con las características físicas del suelo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la relación entre las propiedades físicas del suelo y la retención de humedad para la planeación de riegos de áreas verdes en el parque el Chamizal.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un muestreo de suelo a dos profundidades en áreas de mayor uso recreativo.
- Procesar las muestras de suelo mediante secado, molienda y tamizado.
- Calcular el porcentaje de humedad en las muestras colectadas.
- Determinar la densidad aparente y porosidad de los suelos.
- Calcular la capacidad de retención de humedad en cada muestra de suelo.
- Relacionar la densidad aparente, porosidad y la textura del suelo con la capacidad de retención de humedad.
- Plantear recomendaciones para un eficiente uso del agua y buen sistema de riego con los datos obtenidos.

2 Materiales y métodos

El muestreo se hará El Chamizal, se seleccionaran cuatro áreas principales del parque, se sacarán muestras de cinco sitios dentro de cada área (excepto un área con 4 muestras), tres sub-muestras por sitio a dos profundidades 0 a 30 y 30 a 60 cm, dando un total de 38 muestras de suelo. Para conseguir estas muestras se utilizará una barrena de acero inoxidable, se harán tres pozos de 30 cm en cada área y se sacara una muestra de tierra, después en el mismo pozo se excavará más para llegar a los 60 cm y se sacara una muestra de suelo de 60 cm de profundidad. Cada muestra de tierra se pondrá en bolsas de plástico y se etiquetara para saber de qué profundidad se sacó, de que área y quien la saco; este proceso se repetirá en las 13 áreas hasta conseguir las 38 muestras de tierra. Las muestras de tierra se llevarán a la universidad y en un invernadero se

usará un molino con martillo para moler la tierra y después tamizarla a 2 mm de diámetro.

Calculo de la capacidad de retención de humedad de los suelos

Una vez con las muestras de suelo molida y tamizada se puede trabajar con ella. Para analizar las muestras se usará el método de diferencia para la retención de humedad. Este método consiste en poner una cantidad de suelo sacada de una de las muestras en un papel filtro, colocarlo en embudo, y después ponerla sobre una probeta, se agregará agua con una relación 1:1 y se dejará reposar 1 hora, después de que pase la hora se medirá los mililitros de agua que quedaron en el suelo y cuanto se lixivio a la probeta.

Ya después de que pase la hora se usara el lixiviado para medir para medir el pH y la conductividad eléctrica (salinidad), pero antes de eso el lixiviado se tiene que dejar en un cuarto frio para que no pierda sus propiedades.

Cálculo de la humedad del suelo

Cálculos de la humedad del suelo:

PH = Peso del suelo húmedo (g)

PS = Peso del suelo seco (g) 105 °C, 3 días

$$\%humedad = (PH - PS / PS) * 100$$

Cálculo de la densidad aparente

Cálculos mediante el método del núcleo:

Volumen del cilindro (cm³) = 3.1416 x (radio)² x altura ej. Volumen = 271.43 cm³

Peso del suelo seco (g) ej. Peso = 353.7 g

Da = Densidad aparente = Peso / Volumen

$$Da = 353.7 / 271.43 = \mathbf{1.303 \text{ g / cm}^3} \text{ o t/m}^3$$

Cálculo de la porosidad

LITERATURA CITADA

- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The nature and properties of soils (15.a ed.). Pearson Prentice Hall.
- Gallardo, J. F. (Ed.). (2003). El componente biológico de la fertilidad del suelo. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.
- Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., & Schuman, G. E. (1997). Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61(1), 4-10. <https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x>
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Estadísticas de la FAO sobre seguridad alimentaria. <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/es/>
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Poch, R. M. (1994). Edafología: Uso y protección de suelos (2.a ed.).
- Decreto por el que se declara Parque Público Federal la superficie de 124-03-56.481 hectáreas denominada "Chamizal", ubicada en Ciudad Juárez, Chih. (18 de mayo de 1967).
- Martínez, P. L. (1973). Historia de la controversia de límites entre México y los Estados Unidos respecto del Chamizal. Editorial Porrúa.
- Thompson, L. M., & Troeh, F. R. (1988). Los suelos y su fertilidad (4a ed.). Reverté.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2016). Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-destinadas-voluntariamente-a-la-conservacion-86710>
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). (2015). Diagnóstico y plan de manejo del Parque Público Federal El Chamizal.
- Enríquez, J. (2021, 6 de enero). Recibe Chamizal 30 mil visitas en un día, en períodos pico. *Diario.mx*. <https://diario.mx/juarez/recibe-chamizal-30-mil-visitas-en-un-dia-en-periodos-pico-20210106-1779738.html>

- González, A. (2023, 15 de abril). Urge nuevo modelo de administración para el Chamizal. *El Heraldo de Juárez*. <https://www.elheraldodejuarez.com.mx/local/urge-nuevo-modelo-de-administracion-para-el-chamizal-9008791.html>
- Ardakanian, R., & Al Zubari, W. (2022). Urban Water Management in Cities. En M. Qadir, N. Khurelbaatar, S. Choukr-Allah, P. Drechsel, T. Hanjra, S. Jayakody, R. Kauppinen, & A. Neverre (Eds.), *Urban Agriculture and Food Systems* (pp. 27-46). Springer.
- Livesley, S., Dougherty, B., Smith, A., Navaud, D., Wylie, L., & Arndt, S. (2010). Soil-atmosphere exchange of carbon dioxide, methane and nitrous oxide in urban garden systems: Impact of irrigation, fertiliser and mulch. *Urban Ecosystems*, 13, 273-293. <https://doi.org/10.1007/s11252-009-0119-6>
- Peña, M., Kennedy, G., Yang, X., Meyer, W.S., Lewis, J.D. & Bertin, L. (2017). Propiedades de los suelos en los parques de Brisbane y recomendaciones para el mejoramiento de los suelos. Universidad de Queensland
- Rent, D. S., Jonić, D., Radunović, D., & Spalević, V. (2021). Impacto de las áreas verdes urbanas en el clima de las ciudades. *Urban Forestry & Urban Greening*, 64, 127272.
- Vailshery, L. S., Jaganmohan, M., & Nagendra, H. (2013). Efecto de parques callejeros sobre el microclima urbano en Bangalore. *Gestión ambiental urbana*, 26(5), 1637-1645. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.03.002>
- White, M.P., Alcock, I., Grellier, J., et al. (2019). Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific Reports*, 9(1), 7730. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097->