

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMEDICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUIMICO BIOLOGICAS



**SALINIDAD Y ALCALINIDAD DE LOS SUELOS DEL PARQUE
“EL CHAMIZAL” EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA**

POR

DANIEL SOTO MORALES

ANTEPROYECTO

LICENCIATURA EN BIOLOGIA

CD. JUAREZ, CHIH.

MAYO 2024

Introducción

El muestreo de suelos es una técnica que permite conocer los diferentes aspectos fisicoquímicos de una porción de suelo estudiada (Lizcano et al., 2017), brindando la información necesaria a tomar en cuenta para seleccionar la técnica o proceso indicado para la implementación de algún proyecto, actividad o cambio de uso de suelo en un área específica.

Las propiedades fisicoquímicas de los suelos dependen de la composición mineral y de la estructura física de las partículas que los componen. A su vez, estas propiedades se ven afectadas por los diferentes factores de formación de suelos, dando origen a una gran diversidad de tipos de suelo en toda la superficie terrestre; desde suelos arenosos hasta arcillosos, suelos ácidos, neutros y básicos, suelos ricos en materia orgánica y suelos pobres en materia orgánica, etc. (Osorio et al., 2022).

En el municipio de Ciudad Juárez, Chihuahua, se encuentra el parque “El Chamizal”, un área de 177 hectáreas (Moreno, et al., 2012) destinadas al uso como parque público. Durante toda su historia, esta zona verde a estado en continuo cambio debido a diferentes proyectos de cambio de uso de suelo y proyectos de mantenimiento, los cuales parecen haberse llevado a cabo sin antes haberse realizado un estudio de suelos puesto que no existe información suficiente en el registro literario (Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, 2018).

El objetivo de este trabajo consiste en medir la conductividad eléctrica (C.E.) y el pH de los suelos, a dos profundidades diferentes (30cm y 60cm), en diferentes áreas del parque “El Chamizal” en Ciudad Juárez, Chihuahua, teniendo como finalidad aportar información a la literatura sobre estas propiedades fisicoquímicas de los suelos del parque, además de incentivar a continuar con el análisis de estas propiedades para mejorar y actualizar la información disponible.

1. Antecedentes

1.1. ¿Qué es el suelo?

Según la NOM-021-RECNAT-2000, suelo es un cuerpo natural presente en la superficie de un terreno, compuesto por minerales, componentes orgánicos, líquidos y gases. Para de la Rosa (2008), suelo es aquella parte mas superficial de la corteza terrestre y que brinda soporte a la mayor parte de la vida en la Tierra. Esto nos lleva a lo que menciona León (1991), existen diferentes puntos de vista entre los especialistas a cerca de la definición de suelo, por lo que no existe una definición exacta, sino una que se ajuste a la especialidad de la persona que tenga contemplado estudiar o analizar el suelo.

1.2. Factores de formación del suelo

El factor más importante es la roca madre, pues a partir de ella es que se forman los suelos. Es la principal fuente de minerales que pasan a formar parte del suelo mediante la erosión por parte de diferentes factores. El siguiente factor es el clima, pues es gracias a la precipitación y la temperatura que la roca madre logra ser desgastada o erosionada. Otro factor es el relieve; la pendiente del terreno ayuda al transporte del material inorgánico, además de permitir la entrada y salida de flujos de energía del suelo, colaborando con la fragmentación de la roca madre. La biota es otro factor importante, destacando las plantas briofitas, las cuales son capaces de establecerse en sustratos rocosos ayudando al desgaste de la roca y en la incorporación de estos minerales al suelo una vez mueren. Por último, está el tiempo, pues se necesita de una gran cantidad de tiempo para que se logre formar un centímetro de suelo producto de los factores anteriores (León, 1991).

1.3. Propiedades físicas de los suelos

1.3.1. Textura

La textura es la propiedad relacionada con la proporción de limo, arcilla y arena en el suelo (Corbella, 2023). Esta propiedad está íntimamente relacionada con el

comportamiento del agua en el suelo, como lo puede ser la infiltración, drenaje, retención, etc. (Ramírez, 1997).

1.3.2. Porosidad

Es el espacio intersticial entre los componentes sólidos que conforman al suelo y, por lo general, este espacio estará siempre ocupado por líquidos o gases (León, 1991). Esta propiedad está influenciada por el porcentaje de las diferentes partículas de suelo (arena, limo y arcilla) presentes y tendrá una gran relación con la capacidad del suelo para retener y drenar agua (González-Barrios et al., 2012).

1.3.3. Densidad aparente

Se refiere a la relación entre la masa y el volumen del suelo y se considera también el espacio poroso (Ramírez, 1997). Esta propiedad varía dependiendo de la textura del suelo y la cantidad de materia orgánica presente, además de que tiene una gran influencia en la resistencia del suelo al crecimiento de las raíces de las plantas (Rosales, 2019).

1.3.4. Color

Es una propiedad relacionada con diferentes factores, como la temperatura, el agua, la materia orgánica, los minerales del suelo, etc. (Ramírez, 1997). Es una de las características visibles más obvias y, aunque no afecta en el crecimiento de las plantas, influye en la temperatura y humedad del suelo (Domínguez-Soto, 2011).

1.4. Propiedades químicas de los suelos

1.4.1. PH

Se define como pH a la concentración de iones de hidrógeno en una disolución, aunque también se puede expresar en términos de concentración de iones hidronio (Rivera et al., 2018). En los suelos, la concentración de los nutrientes puede estar influenciada por el pH que presente dicho suelo (Rivera et al., 2018), siendo que la mayoría de los suelos óptimos, para el mantenimiento de las

especies vegetales, suelen variar entre un pH de 6.5 y 7, sobre todo en los campos agrícolas para optimizar su producción (Ibarra-Castillo et al., 2009).

1.4.2. Conductividad eléctrica

Se le llama conductividad eléctrica (C.E.) a la concentración de sales disueltas, en este caso, en los suelos. La salinidad siempre habrá de estar presente en los suelos, pues estas sales se producen de forma natural en los procesos de formación de suelo; sin embargo, estas concentraciones pueden variar hasta llegar a valores altos en los que pueden afectar a las especies vegetales y a los microorganismos presentes en los suelos (Simón et al., 2013).

1.4.3. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Esta propiedad se refiere a la capacidad que tiene un suelo de retener e intercambiar los diferentes cationes presentes en el suelo (Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} , Na^{+} , etc.), los cuales actúan como nutrientes (León, 1991). Debido a que estos cationes pueden funcionar como nutrientes en el suelo, el estudio de esta propiedad es de gran importancia, sobre todo en suelos destinados a la agricultura (Sadeghian y Zapata, 2012).

1.4.4. Hummus

Hace referencia a la materia orgánica presente en el suelo producto de restos vegetales, desechos orgánicos de animales y sus cadáveres en descomposición (León, 1991). La descomposición de la materia orgánica y su incorporación al hummus es mediada por los microorganismos presentes en el suelo, como las bacterias y los hongos. El contenido del hummus es un gran indicador del impacto sobre el suelo debido a su fácil alteración por diversos factores como el clima, humedad, presencia de contaminantes, etc. (Reyes-Ortigoza, 2019).

1.5. Biología de los suelos

1.5.1. Los seres vivos en los suelos

Los suelos son el hogar de un sinnúmero de organismos, desde las pequeñas bacterias hasta el mamífero terrestre más grande. Al mismo tiempo que el suelo es de vital importancia en la supervivencia de estas especies, los seres vivos

también son de gran importancia para el soporte del suelo. Los seres vivos contribuyen de gran forma en la formación del suelo y en la incorporación al hummus de la materia orgánica en descomposición, manteniendo así un perfecto balance entre el ciclo de los nutrientes del suelo (Salerno y Vendramini, 2022).

1.5.2. Los nutrientes del suelo

El proceso de reincorporación de los nutrientes al suelo es mediado por procesos físicos, químicos y biológicos, descomponiendo no solo la hojarasca o residuos vegetales, sino también los cadáveres de los animales (Álvarez- Sánchez, 2001). Estos nutrientes esenciales están conformados por el nitrógeno (N), carbono (C), fósforo (P), azufre (S) y potasio (K), además de los micronutrientes como el cinc (Zn), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), boro (B), cloro (Cl), molibdeno (Mo) y níquel (Ni); todos estos nutrientes se reincorporan al suelo en diferentes ciclos mediados por factores físicos, químicos y biológicos (Álvarez y Rimski-Korsakov, 2016).

1.6. La importancia del muestreo de suelos

Una muestra de suelo es aquella porción del mismo que sea representativa de una sola zona o área de estudio y que, mediante un análisis de laboratorio, permita identificar las principales características físicas, químicas y biológicas del suelo estudiado (Pérez, 2020). Además de entender las propiedades físicas, químicas y biológicas, el análisis de suelos permite idear estrategias para su manejo y mantenimiento correcto, lo cual llevara a un mayor aprovechamiento y cuidado del suelo. Es por ello que el muestreo debe ser realizado de una manera cuidadosa y profesional, pues cualquier alteración en la muestra podrá significar un error importante al momento de considerar los resultados en algún plan de uso de suelo (Pérez, 2020).

1.7. Antecedentes sobre el pH y CE de suelos del parque “El Chamizal”

No es muy diversa la información disponible sobre el estudio de las propiedades fisicoquímicas de los suelos del parque “El Chamizal”, además de que la poca información que existe hace referencia a unas pocas áreas dentro de las 177

hectáreas que cubre el parque (Moreno, et al., 2012). Sin embargo, parte de esa información disponible no es de gran antigüedad, como lo es el “Plan Maestro Mega Parque El Chamizal”, trabajo realizado por el gobierno del estado de Chihuahua en el año 2018, en el que se estudiaron algunas propiedades fisicoquímicas de los suelos, incluyendo el pH. En dicho trabajo, se estudiaron 3 zonas específicas: una zona dentro del área de las canchas, en una zona vecina al área de juegos extremos y la última en la zona conocida como Las Lilas; en las cuales se reportaron pH entre 5 y 6 (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 2018).

1.8. Relación entre la salinidad de los suelos con el uso de aguas tratadas para riego

Actualmente, gran parte del parque “El Chamizal” es regado con aguas tratadas, las cuales contienen mayor cantidad de minerales disueltos que el agua potable (Chen et al., 2013). Zalacain y colaboradores (2017) realizaron un estudio en donde buscaron evaluar la salinización de los suelos en parques urbanos de la ciudad de Madrid, relacionándolo con el uso de aguas tratadas para el riego. Así mismo, llegaron a la conclusión de que el uso de aguas tratadas produce un incremento en la salinidad del agua y suelos de los parques urbanos, esto al comparar zonas regadas con agua potable y zonas regadas con aguas residuales dentro del mismo parque.

2. Justificación

El presente trabajo tiene la finalidad de que los resultados obtenidos puedan ser contemplados como datos confiables por parte de terceras personas, debido a la falta de información en cuanto a las propiedades fisicoquímicas de suelos del parque “El Chamizal” en Ciudad Juárez, Chihuahua. Dicha falta de información es preocupante, pues el parque es una de las pocas zonas verdes con las que cuenta la ciudad, siendo un lugar de recreación al que acude una gran cantidad de juarenses, por lo que contar con datos fisicoquímicos actuales de los suelos es de gran importancia para el mantenimiento del parque, al igual que en la implementación de proyectos futuros en los que estas propiedades jueguen un papel importante. De esta manera, el gobierno municipal puede obtener el beneficio de invertir menos dinero en proyectos futuros en este parque, esto gracias a la disponibilidad de información actual que permita evitar resultados defectuosos del proyecto que requieran ser corregidos, pero, los mas beneficiados son los juarenses, ya que podrán contar con una zona recreativa en condiciones óptimas.

3. Hipótesis

Las concentraciones de sales solubles y del pH variaran significativamente entre áreas del parque debido a las diferentes propiedades del suelo y al manejo de mantenimiento del parque.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Analizar la salinidad y alcalinidad a 2 profundidades (30 cm y 60 cm) del suelo en el parque “El Chamizal” en Ciudad Juárez, Chihuahua.

4.2. Objetivos específicos

Medir la conductividad eléctrica (CE) a 2 profundidades (30 cm y 60 cm) del suelo en el parque “El Chamizal” en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Medir el pH a 2 profundidades (30 cm y 60 cm) del suelo en el parque “El Chamizal” en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Medir pH y salinidad a 3 muestras de agua de riego del parque “El Chamizal” en Ciudad Juárez, Chihuahua.

5. Materiales y métodos

La definición de las áreas de muestreo se llevó a cabo con el auxilio de una imagen satelital del programa Google earth®, tomando en cuenta aspectos como la densidad de la vegetación y la poca presencia de construcciones. Se definieron las áreas A, B, C y D (figura 1). Dentro de cada área se seleccionaron 5 sitios específicos (figura 2), tomando 3 sub-muestras de cada uno a diferente profundidad y obteniendo un total de 38 muestras representativas. Cabe mencionar que no es un trabajo financiado, por lo que el estudio se limitó a unas pocas áreas del parque por cuestiones de tiempo y reactivos químicos limitados.



Figura 1. Imagen satelital del parque “El Chamizal” con las áreas de muestreo definidas (A, B, C y D).



Figura 2. Sitios específicos de muestreo del área “B” en el parque “El Chamizal”.

5.1. Descripción del Municipio de Juárez

El municipio de Ciudad Juárez se ubica en el desierto chihuahuense, en el norte del estado de Chihuahua, México. Es frontera, al norte, con la ciudad de El Paso, Texas en Estados Unidos de América. La ciudad se localiza en los 31° 44' de latitud norte, 106° 29' de longitud oeste y cuenta con una altitud de 1,140 metros sobre el nivel del mar (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2021). Se ha descrito un tipo de suelo con 42.5% de Arenosol, 19.2% de Regosol, 13% Calcisol, 8.5% Solonetz, 4.3% Leptosol, 2.1% Gypsisol, 0.5% Solonchak y el resto (9.9%) es de uso urbano (INEGI, 2010).

5.2. Descripción del parque “El Chamizal”

El parque “El Chamizal” se ubica en el municipio de Juárez en el estado de Chihuahua. Se localiza en las coordenadas 31° 45' 26.5" de latitud norte y 106° 27' 38.8" de longitud oeste, abarcando cerca de 177 ha (Moreno, et al., 2012). Se reporta un suelo de tipo Solonchak producto del arrastre del río (Gobierno de Chihuahua, 2018).

5.3. Muestreo de suelos

Para la obtención de las muestras de suelo, se utilizó una barrena metálica, la cual se usó para perforar en el suelo a dos profundidades diferentes: 0-30 cm y 30-60 cm; cada profundidad representa una submuestra. Se utilizó el método de muestreo indicado en la Norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000, donde se explica la metodología de muestreo de suelos para análisis de pH y salinidad (SEMARNAT, 2000).

Dentro de cada área, se definieron 5 sitios específicos para muestreo (4 sitios en el caso del área D), de cada sitio se obtuvieron cuatro submuestras de ambas profundidades, las cuales se mezclaron por profundidad para obtener dos muestras representativas de cada sitio específico. Se obtuvo una muestra de aproximadamente 1 Kg de suelo de cada profundidad para los diferentes sitios seleccionados dentro de las áreas, las cuales fueron colocadas en bolsas plásticas con una etiqueta de identificación. Las muestras fueron llevadas al

laboratorio de Ciencias Ambientales ubicada en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la UACJ.

5.3.1. Tratamiento de las muestras

Las muestras transportadas al laboratorio de Ciencias Ambientales se pusieron a secar al menos 48 horas a temperatura ambiente, colocándolas en un lugar en el que se evite la contaminación por alguna sustancia o agente que pueda alterar la muestra. Una vez secas, las muestras se molieron con un molino de la marca Humboldt® y tamizadas con una criba de 2 mm.

5.4. Muestreo de agua de riego

Se realizó un muestreo de agua empleada para el riego del parque, colectando al menos 3 muestras de 200 ml de agua de riego en botellas plásticas. El agua se recolectó directamente del sistema de riego para evitar alteraciones.

5.5. Análisis de muestras de suelo

Para el análisis de las muestras de suelo, se pesaron 10 g de cada muestra y se depositaron en un frasco de plástico, al cual se le agregaron 20 mL de agua destilada, para una proporción de 1:2, y se llevaron a un agitador automático marca Eberbach®, en el que las preparaciones se agitaron durante 2 minutos y se dejaron reposar por 10 minutos. Este proceso de agitado y reposo se repitió 3 veces. Posterior a este proceso, las preparaciones se llevaron a medir pH con un medidor de pH marca Hanna®.

A las mismas muestras preparadas se les agregaron otros 30 mL de agua destilada, para una proporción de 1:5 y se llevaron a agitar de nuevo. Después del agitado y reposo se llevaron a medir conductividad eléctrica (CE) y cloruro de sodio disuelto con la ayuda de un conductímetro marca Hanna®. Los datos de ambos análisis se registraron en una bitácora y en un archivo Excel.

5.6. Pruebas estadísticas

Para esta parte, se utilizó el software SPSS versión 27 que se encuentra disponible en el centro de cómputo del Instituto de Ciencias Biomédicas (ICB).

5.6.1. Análisis de varianza (ANOVA)

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) entre las diferentes áreas del parque, esto aplicado tanto al pH como a la C.E. Esta prueba ayudara a identificar si existe alguna diferencia significativa entre los valores de pH y C.E. de las diferentes zonas estudiadas (Dagnino, 2014). Complementario al ANOVA, se aplicó también una prueba de Tukey con la finalidad de comparar los promedios entre las áreas estudiadas (García-Villalpando et al., 2001).

5.6.2. Prueba de correlación

Se realizó una prueba de correlación entre las variables pH y C.E. para identificar si existe alguna relación entre el pH y la C.E. de una misma área, pudiendo así realizar cálculos estadísticos con la finalidad de predecir algún valor dentro de una misma área o, incluso, dentro de toda el área de estudio (Martínez-Curbelo et al., 2016).

5.7. Análisis descriptivo

Por último, se redactó un análisis descriptivo de cada área, enfatizando en las dos variables estudiadas (pH y C.E.), además de mencionar diferentes observaciones en los suelos realizadas durante el muestreo, tales como el tipo de textura que se observe a simple vista y elementos orgánicos e inorgánicos encontrados en las diferentes profundidades muestreadas.

Resultados

Se obtuvieron un total de 38 muestras de suelos (**figura 3**), las cuales fueron enumeradas del 1 al 38 siguiendo el orden de las áreas muestreadas (A, B, C y E). De estas muestras se tomaron pequeñas cantidades de suelo para hacer las preparaciones para las pruebas de C. E. y pH.

Conductividad eléctrica (C. E.)

La conductividad eléctrica de los suelos muestreados se encuentra en un rango de 1.3 a 14.0 dS/m, los sólidos disueltos totales muestran una variación entre 679

y 7115 mg/L, mientras que los valores de cloro estimados se encuentran entre 0.5 y 5.2% (figura 4). De acuerdo con el análisis de varianza (figura 5) para la conductividad eléctrica por áreas, se lograron identificar diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo, no se lograron identificar para las profundidades ($p > 0.05$); de acuerdo con la prueba de Tukey, aquellas muestras con profundidad entre 30-60 cm presentaron mayor C.E. (figura 6). No se lograron identificar diferencias significativas entre el efecto de interacción (Área*profundidad, $p > 0.05$).

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
CEajust	38	1.31	14.05	4.7300	3.22842
SDTajustados	38	679.50	7115.00	2368.6711	1621.54767
cloro	38	.50	5.20	1.7132	1.17615
pH	38	6.83	8.56	7.8782	.40936
N válido (por lista)	38				

Figura 4. Valores descriptivos de pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y contenido de cloro en los suelos.

Dependent Variable: CEajust

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	847.876	1	847.876	21.281	.136
	Error	39.865	1.001	39.843 ^a		
area	Hypothesis	52.088	3	17.363	5.292	.012
	Error	45.936	14	3.281 ^b		
prof	Hypothesis	39.787	1	39.787	4.099	.112
	Error	39.099	4.028	9.706 ^c		
Sitio(area)	Hypothesis	138.309	11	12.574	3.832	.010
	Error	45.936	14	3.281 ^b		
prof(Sitio)	Hypothesis	39.095	4	9.774	2.979	.057
	Error	45.936	14	3.281 ^b		

a. $1.001 \text{ MS}(\text{prof}) + .002 \text{ MS}(\text{prof}(\text{Sitio})) - .003 \text{ MS}(\text{Error})$

b. $\text{MS}(\text{Error})$

c. $.990 \text{ MS}(\text{prof}(\text{Sitio})) + .010 \text{ MS}(\text{Error})$

Figura 5. Análisis de varianza para los datos de conductividad eléctrica de los suelos.

Dependent Variable: CEajust

prof	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
0-30	3.632 ^a	.416	2.741	4.523
30-60	5.828 ^a	.416	4.937	6.720

a. Based on modified population marginal mean.

Figura 6. Promedios de conductividad eléctrica de los suelos para las dos profundidades y áreas muestreadas, prueba de promedios Tukey ($p < 0.05$).

Cabe mencionar que el área B presentó el promedio más bajo de salinidad (3.169 dS/m), mientras que el área A fue la que mostró el promedio de salinidad más alto (6.098 dS/m).

pH

Los valores de pH de suelos, muestreados en este trabajo, se encuentran entre un rango de 6.83 y 8.56, con una media de 7.87 (figura 4).

Para la variable de pH, el ANOVA (figura 7) muestra diferencias significativas entre las áreas ($p < 0.05$); con la prueba de Tukey se logró determinar que las áreas B, C y E tienen mayor pH, con 8.03, 8.07 y 8.06, respectivamente (figura 4A). No se lograron determinar diferencias significativas del valor de pH con respecto a la profundidad ($p > 0.05$). Para el efecto de interacción (figura 8), se observó que el área A en profundidad de 30 a 60 cm presenta el promedio de pH más bajo ($\bar{X}=7.37$), por otro lado, el área C en profundidad de 0-30 cm mostró el valor de pH más alto ($\bar{X}=8.09$).

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de sumas de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	2335.72	1	2335.72	.00
	Error	7		0.863	1
area	Hipótesis	.008	1.019	.008 ^a	
	Error	3		92.019	.00
prof	Hipótesis	.168	14	.012 ^b	
	Error	.008	1	.008	.155
Sitio(area)	Hipótesis	4		.155	.71
	Error	.199	4.020	.050 ^c	
prof(Sitio)	Hipótesis	1.544	11	.140	11.697
	Error	.168	14	.012 ^b	.00
prof(Sitio)	Hipótesis	.200	4	.050	4.167
	Error	.168	14	.012 ^b	.02

a. $1.001 \text{ MS}(\text{prof}) + .002 \text{ MS}(\text{prof}(\text{Sitio})) -$

$.003 \text{ MS}(\text{Error})$

b. $\text{MS}(\text{Error})$

c. $.990 \text{ MS}(\text{prof}(\text{Sitio})) + .010 \text{ MS}(\text{Error})$

Figura 7. Análisis de varianza para los datos de pH del suelo en las áreas muestreadas en el parque El Chamizal.

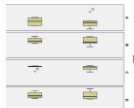


Figura 8. Diagrama de caja para ejemplificar el efecto de interacción del pH entre las áreas y la profundidad.

Al comparar el pH de las profundidades en las áreas muestreadas, se logra observar que no existe una gran diferencia entre ambos promedios (figura 9); aunque, dentro de las áreas sí se llegan a detectar diferencias significativas entre los sitios según el ANOVA (figura 7).

Variable dependiente: pH

prof	Media	Error estándar r	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0-30	7.899 ^a	.025	7.845	7.953
30-60	7.857 ^a	.025	7.803	7.911

a. Se basa en la media marginal de población modificada.

Figura 9. Promedios de pH de suelos entre profundidades y entre áreas muestreadas.

Bibliografía

- Álvarez, C. R. y Rimski-Korsakov, H. (2016). Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos (1ª ed.). Editorial Facultad de Agronomía. https://www.ciaorganico.net/documypublic/126_libro_fertilidad_de_suelos-pvo_isbn.pdf
- Álvarez-Sánchez, J. (2001). Descomposición y ciclo de nutrientes en ecosistemas terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*, (nueva serie) num. Es1, 11-27. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Alvarez-.pdf>
- Chen, W., Lyu, S., Jiao, W., Wang, M., & Chang, A. C. (2013). Reclaimed water: A safe irrigation water source? *Environmental Development*, 8(1), 74-83. https://www.researchgate.net/publication/259171302_Reclaimed_water_A_safe_irrigation_water_source
- Corbella, R. D. (2023). *Física del suelo*. Universidad Nacional de Tucumán. <file:///C:/Users/DannyDaniel/Downloads/Fisica%20del%20Suelo.pdf>
- Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, 43, 306-310. <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>
- De la Rosa, D. (2008). *Evaluación Agro-ecológica de Suelos para un desarrollo rural sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Domínguez-Soto, J. M., Román- Gutiérrez, A. D., Prieto-García, F. y Acevedo-Sandoval, O. (2011). Evaluación de color en suelos del Cerro de Denganthza, municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo. *Acta Universitaria*, 21(4), 92-100. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41620852012>

- García-Villalpando, J. A., Castillo-Morales, A., Ramírez- Guzmán, M. E., Rendon-Sánchez, G. y Larque- Saavedra, M. U. (2001). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. *Agrociencia*, 35(1), 79-86.
- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2021). Plan de acción climática para el municipio de Juárez 2020-2030. Noviembre. https://chihuahua.gob.mx/atach2/anexo/anexo_09-2021_acuerdo_010-2021_plan_de_accion_climatica_municipio_de_juarez_2020-2030.pdf
- González-Barrios, J. L., González-Cervantes, G. y Chávez-Ramírez, E. (2012). Porosidad del suelo en tres superficies típicas de la cuenca alta del río Nazas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(1), 21-32. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n1/v3n1a2.pdf>
- Ibarra-Castillo, D., Ruiz-Corral, J. A., González-Eguiarte, D. R., Flores-Garnica, J. G. y Diaz-Padilla, G. (2009). Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México. *Agricultura Técnica en México*, 35(3), 267-276. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v35n3/v35n3a3.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010 Juárez, Chihuahua. Noviembre. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/08/08037.pdf
- León, R. (1991). Nueva Edafología. Regiones tropicales y áreas templadas de México. (2ª ed.). Fontamara, S. A.
- Lizcano, R., Olivera, D., Saavedra, D., Machado, L., Valencia, E. R., Moreno, M. F. y Flórez, M. F. (2017). Muestreo de suelos, técnicas de laboratorio e interpretación de análisis de suelos. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). https://www.researchgate.net/publication/323823646_Muestreo_de_Suel_Su_Tecnicas_de_Laboratorio_e_Interpretacion_de_Analisis_de_Suelos.

- Martínez-Curbelo, G., Cortes-Cortes, M. E. y Pérez- Fernández, A. C. (2016). Metodología para el análisis de correlación y concordancia en equipos de mediciones similares. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(4), 65-70. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n4/rus08416.pdf>
- Moreno-Contreras, I., Gatica-Colima, A. B. y Botello-Camacho, A. (2012). Aves del parque El Chamizal, Cd. Juárez, Chihuahua, México. *XI Congreso y XVII Simposio Nacionales de Ornitología* (45-46). Sociedad Mexicana de Ornitología, A. C. https://www.researchgate.net/publication/264976152_Aves_del_parque_El_Chamizal_Cd_Juarez_Chihuahua_Mexico
- Osorio, M. A., Haro, J. P., Carrillo, W. E. y Negrete, J. H. (2022). Suelos: caracterización e importancia. (1er edición). Puerto Madero Editorial. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2023-01-18-140934-L2022-031.pdf>.
- Pérez, F. (2020). *Muestreo y determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con bosque natural y plantaciones comerciales*. [Universidad Autónoma Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/631b090f-7f78-4a35-bd91-b4b2591f5368>
- Ramírez, R. (1997). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos*. Produmedios. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Reyes Ortigoza, A. L. (2019). Características de la actividad enzimática y el humus en suelos de chinampa. *Terra Latinoamericana*, 37, 339-349. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v37n4/2395-8030-tl-37-04-339.pdf>
- Rivera, E., Sánchez, M. y Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Iniciación Científica*, 4(2), 101-105. <https://core.ac.uk/download/pdf/234019718.pdf>

- Rosales, Y. (2019). Densidad aparente y cuantificación de carbono y nitrógeno en suelos con caña de azúcar en Morelos y Puebla, México. [Colegio de Postgraduados].
<http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/3912>
- Sadeghian, S. y Zapata, R. D. (2012). Propiedades relacionadas con la adsorción de cationes intercambiables en algunos suelos de la zona cafetera de Colombia. *Cenicafé*, 63(2), 79-89.
<https://biblioteca.cenicafe.org/jspui/bitstream/10778/537/1/arc063%2802%2979-89.pdf>
- Salerno, C. M. y Vendramini, G. A. (2022). *Biología del suelo: aspectos microbiológicos, químicos y ambientales* (1ª ed.). Editorial de la Universidad Nacional del Sur. https://ediuns.com.ar/wp-content/uploads/2023/03/BIOLOGIA-DEL-SUELO_web.pdf
- Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. (2018). Plan Maestro Mega Parque El Chamizal. Noviembre.
<http://transparenciascop.chihuahua.gob.mx/UT/SOLICITUDES%20INFO MEX/CHAMIZAL/PLAN%20Maestro%20Mega%20Parque%20EI%20Chamizal%20V3.pdf>
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002). NOM-021-RECNAT-2000.
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
- Simón, M., Peralta, N. y Costa, J. L. (2013). Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientes. *Ciencia del suelo*, 31(1), 45-55.
https://www.researchgate.net/publication/262663093_Relacion_entre_la_conductividad_electrica_aparente_con_propiedades_del_suelo_y_nutrienutr

Zalacain, D., Sastre-Merlín, A., Martínez-Pérez, S., Álvarez-Guerra, R. y Bienes, R. (2017). Evaluación del impacto a medio-largo plazo del riego con agua regenerada sobre la salinidad del suelo en parques urbanos de la ciudad de Madrid. *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo*, 13, 405-414. https://www.researchgate.net/publication/322506181_Evaluacion_del_impacto_a_medio-largo_plazo_del_riego_con_agua_regenerada_sobre_la_salinidad_del_suelo_en_parques_urbanos_de_la_ciudad_de_Madrid