



# **1<sup>er</sup> Concurso de Evaluación Ambiental de Suelos**

**Del 8 al 9 de marzo de 2018**

# **Manual oficial**

**Comité Organizador**

**Luis Daniel Olivares Martínez**

**Patricio Sánchez Guzmán**

**Ma del Carmen Gutiérrez Castorena**

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México

## Tabla de contenido

Descripción del concurso	
1. Bases del concurso	3
2. Equipos y materiales de referencia	4
3. Puntuación	5
Parte I: La morfología de suelo	6
Parte II: Las características del perfil del suelo	14
Parte III. Estimación del contenido de materia orgánica con base en el color	15
Parte IV. Evaluación de tierras	16
Parte V. Descripción de la región de Calpulalpan, estado de Tlaxcala	20
VI. Clasificación de los Andosoles con base en la IUSS Grupo de Trabajo de la WRB (2014)	22
Referencias	24
Guías	25

## **Bases del concurso**

El 1<sup>er</sup> Concurso de Evaluación Ambiental de suelos se celebrará el 8 y 9 de marzo de 2018, en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Estado de México y se realizará inmediatamente después el 42° Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. El concurso está abierto a estudiantes de licenciatura y de maestría de instituciones públicas y privadas de toda la república mexicana.

Los objetivos de este concurso son: 1) Motivar a los estudiantes a adoptar de manera más sólida la Ciencia del Suelo; 2) Ofrecer la oportunidad de desarrollar redes de comunicación en la comunidad edafológica; 3) Divulgar las capacidades que ofrece esta disciplina en la solución de problemas ecológicos, sociales, forestales y agrícolas entre otros.

## **Los sitios del concurso**

El concurso constará de dos días de práctica para la descripción, interpretación y evaluación de los suelos.

**Día uno:** Los concursantes se agruparán en equipos y se les asignará un profesor-entrenador. Se describirá un perfil de suelos en el campo Montecillo con el propósito de que el entrenador resuelva algunas dudas sobre las propiedades y características del suelo, interpretación y aptitud. Además, se informará sobre diferentes aspectos de la geología, geomorfología y flora de los suelos de origen volcánico.

**Día dos:** El concurso individual y en equipo iniciará en el municipio de Calpulalpan, estado de Tlaxcala. En este sitio se utilizará una gran trinchera en donde se encuentren expuestos perfiles con diferentes horizontes y capas.

*Concurso individual.* Los organizadores del concurso delimitarán una sección representativa en cada perfil, la cual se designará como la sección de control. Esta sección de control se utilizará para que cada participante defina las profundidades de los horizontes, y sus límites. Una cinta para medir se colocará en la sección de control en todos los perfiles del concurso. Todos los competidores podrán describir hasta seis horizontes dentro de una determinada profundidad. Se proporcionará una guía para que se anoten todas las características morfológicas del perfil del suelo.

*Concurso en equipo.* Cada equipo estará integrado por cuatro participantes y se agruparán aleatoriamente al momento de la inscripción. En esta modalidad se afinará la descripción del perfil realizada de manera individual y se evaluarán las características del perfil del suelo con base en sus propiedades, aptitud agrícola, forestal y ambiental. Se proporcionarán las guías a cada equipo.

Las evaluaciones ambientales son todas aquellas inferencias sobre las características edáficas que tengan que ver con las actividades humanas o sobre el entorno biofísico sobre el que ésta se desarrolle. Es decir, en una evaluación ambiental se verán las características biológicas, físicas, químicas, de manejo y mineralógicas de un perfil de suelo para conocer funciones

ecológicas de los suelos como capacidad de infiltración, captura de carbono, fertilidad, productividad forestal, potencial de agostadero, vulnerabilidad ante la degradación y riesgos para asentamientos humanos, entre otras.

*Nota: Cambios en el calendario del concurso en cuanto a la hora de inicio y salida se pueden presentar en función del número de participantes y de las condiciones climáticas.*

## **Equipos y materiales de referencia**

Los siguientes materiales y equipos serán suministrados durante la duración del concurso.

- Botella de agua
- Goteros con HCl al 10 %, agua oxigenada 30 % y NaF 1M
- Recipiente para muestras de suelo y herramienta de excavación
- Lápices (No. 2 sugerido).
- Equipos y competidores individuales se ruega traer sus propias cartas de colores Munsell y lupas, ya que sólo un número limitado puede ser suministrada por los organizadores.
- Los competidores (individuales o en grupo) podrán traer su propio equipo de la lista anterior si así lo desean, con excepción de los reactivos. Cualquier competidor que se encuentre en posesión de material distinto de los enumerados anteriormente será descalificado.

Los siguientes materiales de referencia y apoyo serán permitidos durante el concurso.

- Este manual
- Cuchillo de campo
- Brújula
- Lupa
- Clave para la Taxonomía de Suelo (2014)
- IUSS Grupo de Trabajo de la WRB (2014)
- Cualquier competidor que se encuentre en posesión de los recursos distintos de los enumerados anteriormente, será descalificado (v.g. celulares, cámaras).

## **Puntuación**

Todos los competidores utilizarán la guía que se reporta en el apéndice 1. La guía está integrada en cinco secciones. Todas las casillas de la guía se deberán de responder para cada horizonte; sin embargo, si el horizonte no presenta la propiedad o característica solicitada el concursante deberá reportar un guion (-). Espacios en blanco serán marcados como incorrectos. Las listas de abreviaturas se reportan en la sección 2. Abreviaturas ilegibles o cualquier otra que no están reportadas en el Apéndice 2 serán marcadas como incorrectas. Los profesores-entrenadores podrán hacer comentarios sobre la puntuación, pero las

decisiones de los organizadores del concurso serán inapelables. Si un pedón tiene más de un material parental u horizontes de diagnóstico y sufijos, se concederán cinco puntos por cada respuesta correcta. También se podrán restar puntos (menos de 5 puntos por cada respuesta adicional, o con puntuación de cero para cualquier sección) con el propósito de desalentar el adivinar una respuesta más que entenderla. En todas las demás situaciones se otorgarán un punto para cada respuesta.

### **Tabulación de puntuación**

Los tres concursantes que obtengan el mayor puntaje serán los ganadores de este concurso. En el caso del concurso por equipo, únicamente habrá un ganador que también corresponderá al que obtenga el mayor número de aciertos.

### **Premios**

Todos los participantes recibirán una constancia de participación. Para los primeros lugares se les brindará un diploma de premiación aunado de un libro, una playera y un paquete virtual de bibliografía especializada en el tema.

## **Parte I: La morfología de suelo**

### **Designación de horizontes**

En la designación de todos los horizontes se debe de indicar un prefijo numérico, los horizontes mayores con letras mayúsculas, los subordinados con letras minúsculas y si procede, una subdivisión numérica.

### **Designación de horizontes (prefijos)**

En suelos minerales, los números arábigos se usan como prefijos para indicar que un suelo no se ha formado íntegramente de un mismo material parental y se conoce como discontinuidad litológica. Los numerales deben de preceder al horizonte mayor o designación de horizonte de transición. Una discontinuidad litológica se reconoce por un cambio significativo en la distribución de tamaño de partículas minerales, rocas, tipos de agregados o presencia de rocas. La estratificación común en suelos formados en aluviones no se designa como una discontinuidad, a menos que la distribución de tamaño de partículas sea contrastante entre capas.

Cuando se identifique una discontinuidad litológica, la numeración debe de empezar en el material del depósito subyacente al del depósito superficial y se designa con el número 2. (**Nota** el número 1 está implícito y no se añade al depósito de la superficie). No existe un número mínimo de horizontes y capas necesarias en materiales que subyacen. Si hay otra discontinuidad que se encuentra abajo del material que se designó con el prefijo '2', los horizontes o las capas formadas en el tercer material se designan con el prefijo '3'. Por ejemplo: Ap, E, BT1 2BT2, 2BT3, 3BC. La designación de sufijos del número de subdivisiones del horizonte Bt se designan en orden consecutivo a través de la discontinuidad. Una discontinuidad no se utiliza para distinguir el material enterrado (b) que se formó en material similar al de los depósitos suprayacentes. Por ejemplo, A, Bw, C AB, Bwb1, Bwb2, C.

Si no hay ninguna discontinuidad presente se debe de colocar un guion (-) en el cuadro.

### **Horizontes Genéticos mayores**

Los horizontes genéticos mayores se designan utilizando una letra mayúscula (i.e., O, A, E, B, C y R) y combinaciones de estas letras (por ejemplo, AB, E/B, etc.).

### **Designación de horizontes genéticos mayores:**

Horizonte (**O**): Son horizontes dominados por materiales orgánicos de suelo.

Horizonte (**A**): Es un horizonte mineral que se ubica en la superficie o cerca de la superficie con algo de materia orgánica acumulada; normalmente presenta un color más oscuro que los horizontes subyacentes, mayor número de raíces y menor contenido de arcilla que los horizontes subyacentes

Horizonte **(E)**: Es un horizonte mineral que se localiza cerca de la superficie y se caracteriza por una pérdida de arcilla, hierro, aluminio, o alguna combinación de estos. Generalmente, es de color más claro (valor superior y/o inferior) que el cromatismo de los horizontes supra y subyacentes

Horizonte **(B)**: Es un horizonte mineral que se caracteriza por uno o más de los siguientes atributos: una mayor concentración de arcilla, hierro, aluminio, material orgánico o varios de éstos; estructura de suelo y/o consistencia más desarrolladas y colores más fuertes (mayor cromatismo y/o tonos más rojizos) que los horizontes supra y subyacentes.

Horizonte **(C)**: Es un material consolidado o no consolidado que está parcialmente intemperizado y poco afectado por procesos pedogenéticos.

Horizonte **(R)**: Es una roca que no puede ser cortada con una pala.

Horizontes de transición **(AE, AB, AC, EA, EB, BA, BE, BC, CA, CB)**: Son horizontes de transición que tienen características tanto de los horizontes supra y subyacentes, pero dominan más las características del horizonte que se designa en primer lugar.

Horizontes de transición **(A/B, A/E, A/C y E/A, E/B, B/A, B/E, B/C, C/A, C/B)**: Estos horizontes están integrados de componentes individuales (diferentes) de cada horizonte mayor, en donde el primer horizonte que se designa es el componente dominante y que rodea al material del segundo horizonte.

### **Designación de horizontes subordinados (símbolos sufijos)**

Se utilizan letras minúsculas para designar un tipo específico de horizonte principal si es necesario. Si no, escriba un guión. Si se usa en combinación, los sufijos deben escribirse en el orden correcto.

---

a	Material orgánico muy descompuesto
b	Horizonte genético enterrado
c	Concreciones y nódulos
co	Tierra coprogénica
d	Restricción física a raíces
di	Tierra de diatomea
e	Material orgánico de descomposición intermedia
f	Suelo o agua congelados
ff	Permafrost seco
g	Gleyzación fuerte
h	Acumulación iluvial de materia orgánica
i	Material orgánico ligeramente descompuesto
j	Acumulación de jarosita
jj	Evidencia de crioturbação
k	Acumulación de carbonatos secundarios
kk	Abundante acumulación de carbonatos
m	Cementación o endurecimiento
ma	Marga
n	Acumulación de sodio
o	Acumulación residual de sesquióxidos
p	Labranza u otros disturbios

---

---

q	Acumulación de sílice
r	Roca madre intemperizada o suave
s	Acumulación iluvial de sesquióxidos y materia orgánica
ss	Presencia de caras de fricción (Slickensides)
t	Acumulación de arcilla silicatada
u	Presencia de artefactos
v	Plintita
w	Desarrollo de color o estructura
x	Carácter de fragipán
y	Acumulación de yeso
z	Acumulación de sales más solubles que el yeso.

---

## Subdivisiones numéricas

Introduzca los números arábigos siempre y cuando un horizonte mayor presente subdivisiones.

## Límite

### *Límite inferior*

Hasta seis horizontes se podrán describir a una profundidad determinada y se anotará el número del pozo o del perfil. La profundidad (en cm) se registrará desde la superficie del suelo mineral hasta el límite inferior de cada horizonte, excepto el último horizonte el cual se especificará usando el signo '+' a menos que la profundidad especificada presente contactos líticos o paralíticos.

Si se presenta un contacto lítico o paralítico en o por encima de la profundidad especificada en el perfil, se debe considerar para la evaluar la capacidad de retención de agua, profundidad del suelo y permeabilidad. De lo contrario, si no se presentan estos contactos, la descripción del suelo se debe realizar hasta 150 cm de profundidad.

Horizontes de menos de 8 cm de espesor (no importa cuán contrastantes estén) no se deben describir en este concurso. Si el horizonte tiene un espesor de menos de 8 cm se combinará con el horizonte contiguo (supra o subyacente) que sea más similar. Cuando dos horizontes se combinen para dar un espesor total de 8 cm o más se deberán describir las propiedades del horizonte de mayor espesor.

A continuación, se reportan los intervalos de profundidades permitidos que se considerarán correctas en la descripción de los límites.

---

<b>La distinción de límite</b>	<b>Intervalo de clasificación</b>
Abrupta (<2 cm)	± 1 cm
Claro (2-5 cm)	± 3 cm.
Gradual (5-15 cm)	± 8 cm.
Difuso (>15 cm)	± 15 cm

---

### Límite inferior

La designación del límite inferior se evaluará con referencia al cuadro que se muestra a continuación y no se establecerá si se presenta un contacto lítico o paralítico.

Altura vertical del horizonte transición	Designación	Abreviaturas
<2 cm	Abrupta	A
2 a 5 cm.	Claro	C
5-15 cm.	Gradual	G
>15 cm.	Difuso	D

### Textura

#### Arcilla (%)

Para cada horizonte, una estimación del contenido de arcilla (porcentaje del peso de la fracción fina <2 mm) se debe de colocar en el espacio. Un intervalo de escalas se reporta a continuación:

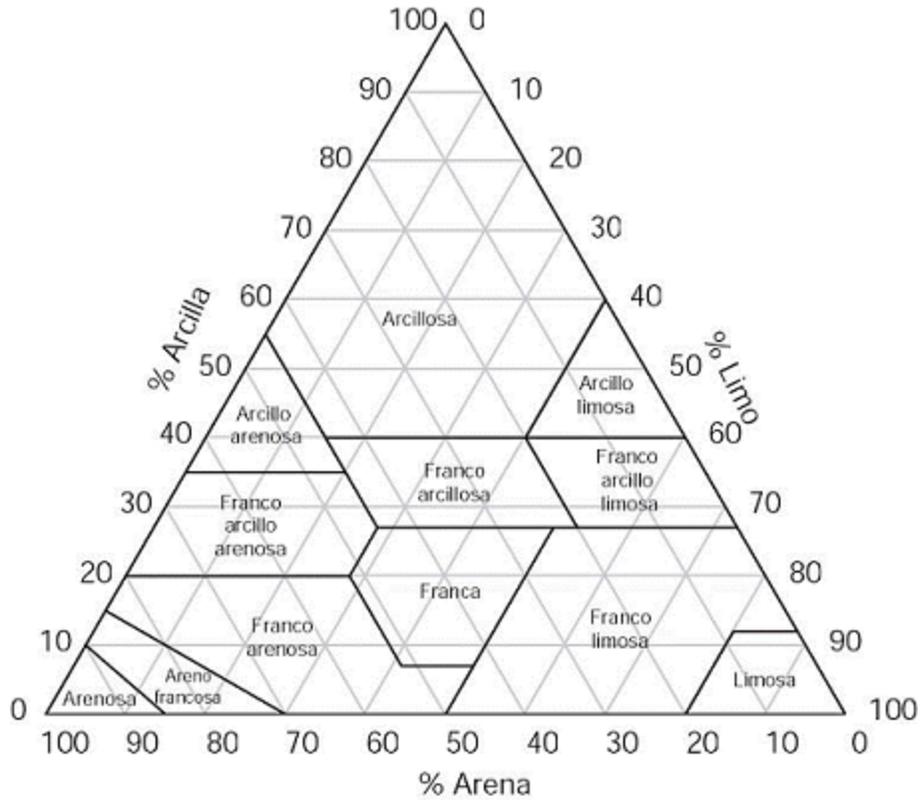
Contenido de arcilla (%)	Intervalo de clasificación
<20	± 2
20-40	± 3
>40	± 4

Nota: Los porcentajes de arcillas reportados por los concursantes se compararán con los porcentajes reportados en el laboratorio. Es necesario que los alumnos practiquen con sus entrenadores un día antes del concurso. El laboratorio de Génesis proporcionará a los concursantes varias muestras de suelos con diferentes contenidos de arcillas determinados en el laboratorio.

#### Clase textural

En la determinación del tamaño de partícula se utilizará las clases texturales propuestas por la USDA. En el siguiente Cuadro se reportan las 12 clases texturales y su correspondiente abreviatura.

Clase de textura	Código	Clase de textura	Abreviaturas
Arena	A	Franco arcillo arenosa	FArA
Arena francosa	AF	Franco arcillosa	Far
Franco arenosa	FA	franco arcillo limosa	FARL
Franca	F	Arcillo arenosa	ArA
Franco limosa	FL	Arcillosa limosa	ArL
Limo	L	Arcilla	Ar



### Modificadores de la fracción arenosa

Los siguientes modificadores de la fracción de arena de deben de reportar:

Clase de textura	Arena fracción dominante	Abreviatura
Arena	Arena muy fina	Amf
	Arena fina	Af
	Arena gruesa	Ag
Arena francosa	Arena muy fina	Amf
	Arena fina	Af
	arena gruesa	Ag
Franco arenosa	Arena muy fina	Amf
	Arena fina	Af
	Arena gruesa	Ag

### *Fragmentos gruesos*

Los fragmentos gruesos (>2 mm) se deben de reportar si el horizonte contiene más de 15% por volumen. Los siguientes términos se utilizan para describir los fragmentos gruesos:

- Grava - fragmentos 2-75 mm diámetro de cualquier litología y forma.
- Guijarros - Fragmentos de cualquier forma y litología mayores que >75 mm de diámetro por su eje longitudinal.

Si las gravas y guijarros ocurren en el mismo horizonte, la fracción dominante se debe de reportar primero.

Los siguientes modificadores de fragmentos gruesos se deben de incorporar a las abreviaturas de las clases de textura:

<b>Fragmento grueso (Volumen %)</b>	<b>Modificador</b>	<b>Otras Abreviaturas</b>
<15	No se requiere ninguna	-
15-34	Gravoso	Gr
	Guijarros	G
35-60	Muy gravoso	MGr
	Muy guijarroso	MG
>60	Extremadamente gravoso	EGr
	Extremadamente guijarroso	EG

Por ejemplo, si el horizonte tiene una textura migajón arcillosa con 40 % de fragmentos de tamaño de grava, la designación correcta es MArMGr (migajón arcilloso muy gravoso).

### **Color**

La carta de colores Munsell se debe de utilizar para determinar el color en húmedo y en seco de cada horizonte. Los colores se deben de reportar en cuanto a su Hue (matiz o tonalidad), Value (brillo o pureza) y Chroma (saturación o intensidad). Nombres como café oscuro, café pálido no serán aceptados como respuestas correctas. La forma correcta es pardo. Se podrá otorgar créditos para colores cercanos a la evaluación oficial, ya sea en el matiz, valor o croma. En el caso de los horizontes superficiales, el color se debe también determinar frotando a la muestra.

### **Estructura**

La estructura es el arreglo natural de las partículas elementales (arenas, limos y arcillas) y agregados y su asociación con los poros. Se deberá evaluar el tipo, grado de desarrollo y consistencia. El grado de desarrollo describe la distinción individual de los pedis, mientras que el tipo describe su forma.

### *Grado de desarrollo*

Registrar la estructura dominante de calificación para cada horizonte utilizando uno de los siguientes valores.

<b>Grado de Desarrollo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Sin desarrollo	Masiva o de grano suelto	0
Débil	Los agregados son apenas identificables y representan hasta un tercio de la tierra.	1
Moderado	Los agregados están bien formados y representan más de un tercio de la tierra.	2
Fuerte	Los agregados bien formados representan más de dos tercios de la tierra.	3

Si se presentan diferentes grados de estructura en diferentes partes de un mismo horizonte, se deberá reportar el grado de desarrollo que sea dominante.

### *Tipo*

Se deberá registrar el tipo de ped dominante (forma) en cada horizonte utilizando la siguiente clasificación:

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Abreviatura</b>
Granular	Los agregados son esferoidales relativamente no porosos y no se ajustan con los agregados adyacentes.	Gr
Migajosa	Agregados porosos, pequeños y esferoidales. No se ajustan con los agregados adyacentes.	Mi
Prismática	Los agregados tienen un eje más largo que los otros dos. Las caras de los prismas se acomodan unas a otras. Los prismas se rompen en bloques más pequeños.	P
Columnar	Los peds se parecen a columnas, con las partes superiores redondeadas-	COL
Bloques angulares	Las partículas presentan ángulos y sus caras pueden acomodarse perfectamente con las caras de otros peds. Los bloques se pueden romper en agregados más pequeños.	Bang
Bloques subangulares	Los peds presentan caras angulares y sub-redondeadas. Los agregados se pueden romper en partículas más pequeñas.	Bsub
Grano simple	Suelto, incoherente masa de partículas individuales	Gsim
Laminar	Las partículas se distribuyen en forma laminar	La

En el caso de que se presente una estructura compuesta se deberá describir el tipo de agregado que se presente con mayor frecuencia.

### *Consistencia*

La consistencia es la resistencia de un agregado a la deformación y se determina en húmedo utilice una de las siguientes abreviaturas:

<b>Consistencia en Húmedo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Abreviatura</b>
Suelto	No coherentes	S
Muy friable	Aplasta bajo una presión muy suave	MFR
Friables	Aplasta fácilmente debajo de suave a moderado entre el pulgar y el índice de presión	F
Firme	Aplasta bajo una presión moderada entre el pulgar y el índice, pero la resistencia es claramente perceptible	FI
Muy firme	Aplasta bajo una fuerte presión; apenas destruible entre el pulgar y el índice	MFI
Extremadamente firme	Sólo aplasta bajo una presión muy fuerte; no puede ser aplastado entre el pulgar y el índice	EFI

### **Reacciones**

La reacción del suelo es una propiedad que se usa para evaluar si un suelo es ácido-neutro o alcalino. A los concursantes se les proporcionará papel indicador.

Para determinar la presencia de materiales amorfos se facilitará NaF 1M y Fenolftaleína. La coloración rojiza (del rosa al rojo) indica una reacción positiva a estos materiales (+)

### **Densidad Aparente**

La densidad aparente refleja la porosidad total del suelo. Valores de densidad aparente bajos (menos de  $1.3 \text{ kg dm}^{-3}$ ) indican una condición porosa del suelo. Valores de densidad aparente altos indican ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida y cambios indeseables en la función hidrológica como la reducción de la infiltración del agua. Este parámetro es importante para conocer la calidad del suelo y la función del ecosistema.

Se deberá registrar la densidad aparente a partir de la estimación de la fuerza requerida para introducir un cuchillo en la cara del horizonte en condiciones naturales de humedad, utilizando los siguientes valores.

<b>Introducción del cuchillo a la cara del horizonte</b>	<b>Evaluación</b>	
El cuchillo sólo se puede introducir bajo fuerzas mayores, la muestra casi no se desmorona	Muy Alta	>1.7
El cuchillo sólo se introduce con dificultad 1 a 2 cm del suelo, la muestra se desmorona en pocos fragmentos que sólo se pueden partir con dificultad	Alta	1.5
El cuchillo se puede introducir en el suelo con poco esfuerzo, la muestra se desmorona en pocos fragmentos, los cuales pueden partirse en fragmentos más pequeños con la mano	Mediana	1.3
Al presionar suavemente, el suelo se desmorona en muchos fragmentos	Baja	1.2
La muestra se desmorona totalmente al tomarla, se ven muchos poros gruesos y muy gruesos	Muy Baja	< 1

## Parte II: Características del perfil del suelo

En esta parte, los equipos deberán utilizarán los datos de dos perfiles para estimar las diversas características por horizonte superficial. Para cada una de las trece características que se reportan en el siguiente cuadro, los competidores deberán colocar una '+' o hasta +++.

<b>Característica</b>	<b>Clase textural Estructuras apedales</b>			<b>Tipo de agregados Estructuras pedales</b>			
	<b>Arena gruesa</b>	<b>Arena fina</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Granular simple</b>	<b>B. sub</b>	<b>B. ang.</b>	<b>Granular y Migajosa</b>
Retención de nutrimentos	+	+	+++	+	++	+	+++
Superficie específica	+	+	+++	+	++	+++	+
Fertilidad Potencial	+	+	+++	+	+	++	+++
Retención de agua	+	+	+++	+	+++	++	+++
Permeabilidad	+++	+	+	+++	++	+	+++
Percolación	+++	+	+	+++	++	+	+++
Aireación	+++	+	+	+++	++	+	+++
Penetración de raíces	+	+	+	+	++	+	+++
Erosión eólica	+	++	+	+	+	+	+
Erosión hídrica	+	+	+++	+	+	+	+
Facilidad de labranza	+	++	+	+	++	+	+++
Purificación de agua	+	++	+++	+	++	++	+++
Escurrimiento superficial	+	++	++	+	++	+++	+

+ pobre/bajo; ++ moderado; +++ bueno/alto

### Parte III. Estimación del contenido de materia orgánica con base en el color

Los equipos utilizarán el color de cada horizonte y su textura para inferir el porcentaje de materia orgánica. Posteriormente, las concursantes estimarán la cantidad de carbono orgánico almacenado por unidad de área en un perfil de suelo. Para ello, se estimarán primero la cantidad de carbono de cada horizonte hasta los primeros 100 cm de profundidad. En esta estimación se utilizarán los parámetros de densidad aparente, profundidad del horizonte y porcentaje de fragmentos rocosos (pedregosidad), todo ello de acuerdo con la siguiente fórmula (Siebe, Jahn, & Stahr, 1996):

$$COS = \frac{MO_{\%}}{100} \cdot da \cdot \frac{100 - FR_{\%}}{100} \cdot h \cdot 100$$

Dónde:

COS = Carbono orgánico del suelo [kg/m<sup>2</sup>]

MO% = Porcentaje de carbono orgánico en el horizonte [%]

da = Densidad aparente del horizonte [g/cm<sup>3</sup>, kg/dm<sup>3</sup>]

FR% = Porcentaje de fragmentos rocosos en el suelo [%]

h = Espesor del horizonte [dm]

Finalmente, se sumarán todos los porcentajes de carbono orgánico del perfil hasta obtener el porcentaje de almacenamiento. A continuación, se reporta un ejemplo el cual servirá de guía para los concursantes.

## Estimación del contenido de materia orgánica basado en el color del suelo

Color	Valor Munsell	Suelo húmedo			Suelo seco		
		A	AF, FA, F	FL, L, FYL, FY, FYA, YA, YL, Y	A	AF, FA, F	FL, L, FYL, FY, FYA, YA, YL, Y
(%)							
Gris claro	7				< 0,3	< 0,5	< 0,6
Gris claro	6,5				0,3-0,6	0,5-0,8	0,6-1,2
Gris	6				0,6-1	0,8-1,2	1,2-2
Gris	5,5			< 0,3	1-1,5	1,2-2	2-3
Gris	5	< 0,3	< 0,4	0,3-0,6	1,5-2	2-4	3-4
Gris oscuro	4,5	0,3-0,6	0,4-0,6	0,6-0,9	2-3	4-6	4-6
Gris oscuro	4	0,6-0,9	0,6-1	0,9-1,5	3-5	6-9	6-9
Gris negro	3,5	0,9-1,5	1-2	1,5-3	5-8	9-15	9-15
Gris negro	3	1,5-3	2-4	3-5	8-12	> 15	> 15
Negro	2,5	3-6	> 4	> 5	> 12		
Negro	2	> 6					

Nota: Si el croma está entre 3,5-6, adicionar 0,5 al valor; si el croma es > 6, adicionar 1,0 al valor.

Fuente: Adaptado de Schlichting, Blume y Stahr (1995).

### Clases texturales

A	Arena (no especificado)
AF	Areno francoso
FA	Franco arenoso
FYA	Franco arcillo-arenoso
FL	Franco limoso
FYL	Franco arcillo-limoso
FY	Franco arcilloso
F	Franco

L	Limoso
YA	Arcillo-arenoso
YL	Arcillo-limoso
Y	Arcilloso
YP	Arcilla pesada

En el siguiente cuadro se proporciona un ejemplo de cómo se deben de reportar los valores de carbono orgánico del suelo (COS) para cada horizonte y el almacenamiento total en el suelo del sitio de análisis.

Horizonte	Profundidad superior	Profundidad inferior	DA (g cm <sup>-3</sup> )	C %	COS (kg m <sup>-2</sup> )
Bi1	0	33	2.1	2.32	13
Bi2	33	75	1.9	2.32	17
Cik	75	130	1.8	3.48	31
<b>TOTAL</b>					<b>61</b>

## Parte IV. Evaluación de tierras

### 3.1. Índice de Storie (1933, 1970)

Este índice usa un esquema multiplicativo para evaluar las capacidades de los suelos utilizando propiedades intrínsecas de los mismos (tipo de suelo y profundidad del perfil, textura, drenaje, nutrientes, acidez y alcalinidad), características de la superficie del suelo (inclinación de la pendiente) y aspectos de la conservación del suelo (grado de erosión).

Las propiedades se agrupan en 4 factores, A, B, C, y X. El factor A se refiere al tipo del perfil del suelo; B representa la textura; C se refiere a la pendiente; y X a un conjunto de propiedades diversas (entre los valores de drenaje, sales, nutrientes, acidez, y erosión).

Para valorar a cada factor se utilizan cuadros en función de la clase y se expresarán designando valores entre 0 y 100 (a veces se puede optar entre una gama de valores, por ejemplo 50-60).

#### Factor A

---

<i>Suelos en zonas altas sustentados por rocas ígneas consolidadas</i>	
A menos de 30 cm	10-30
Entre 30 y 60 cm	30-50
Entre 60 y 90 cm	50-70
Entre 90-120 cm	70-80
Entre 120-180 cm	80-100
>180 cm	100
<i>Suelos en zonas altas sustentados por rocas ígneas no consolidadas</i>	
A menos de 30 cm	20-40
Entre 30 y 60 cm	40-60
Entre 60 y 90 cm	60-80
Entre 90-120 cm	80-90
Entre 120-180 cm	90-1000
>180 cm	100

---

---

<b>Factor B</b>	<b>Porcentaje</b>
Textura media	
• Franco arenosa muy fina	100
• Franco arenosa fina	100
• Franca	100
• Franco limosa	100
• Franco arenosa	95
• Arena fina francosa	90
• Franco arcillo limosa	90
• Franco arcillosa	85
Textura pesada	
• Arcilla limosa	60-70
• Arcillosa	50-60
Textura ligera a gruesa	
• Franco arenosa gruesa	70-90

---

• Arena migajosa	80
• Arena muy fina	80
• Arena fina	65
• Arena	60
• Arena gruesa	30-60
Gravosa	
• Franco arenoso fina gravosa	70-80
• Franco gravosa	60-80
• Franco limoso gravosa	60-80
• Franco areno gravosa	50-70
• Franco arcilla gravosa	60-80
• Arcilla gravosa	40-50
• Arena gravosa	20-30
Pedregosa	
• Franco arenosa fina pedregosa	70-80
• Franco pedregosa	60-80
• Franco limosa pedregosa	60-80
• Franco arena pedregosa	50-70
• Franco arcillosa pedregosa	50-80
• Arcilla pedregosa	40-70
• Arena pedregosa	10-40

Factor C		%	
A	Plano	0-2	100
AA	Ligeramente ondulado	0-2	95-100
B	Ligeramente inclinado	3-8	95-100
BB	Ondulado	3-8	85-100
C	Moderadamente inclinado	9-15	85-95
CC	Laminaciones	9-15	85-95
D	Fuertemente inclinado	16-30	70-80
DD	Montañosa	16-30	70-80
E	Escarpado	30-45	30-50
F	Muy escarpado	>45	5-30

El siguiente factor se selecciona según la problemática de la tierra. Puede tener uno o varios y se pueden promediar

Factor X		%	
Drenaje			
•	Muy bien drenado	100	
•	Bien drenado	80-90	
•	Moderadamente anegado	40-80	
•	Anegado	10-40	
•	Sujeto a inundación	Variable	
Alcalinidad			
•	Libre de alcalinidad	100	
•	Ligeramente afectado	60-95	
•	Moderadamente afectado	30-60	
•	Moderada a fuertemente afectado	15-30	
•	Fuertemente afectado	5-15	
Fertilidad			

---

• Alta	100
• Buena	95-100
• Pobre	80-95
• Muy pobre	60-80
Acidez: de acuerdo con el grado	80-95
Erosión	
• Ninguna a ligera	
• Depositación perjudicial	100
• Moderada erosión laminar	75-95
• Cárcavas someras ocasionales	80-95
• Erosión laminar moderada con cárcavas someras	70-90
	60-80
• Cárcavas profundas	
• Erosión laminar moderada con cárcavas someras	10-70
	10-60
• Erosión laminar moderada con cárcavas profundas	50-80
	40-50
Erosión muy severa	10-40
Erosión eólica moderada	10-40
Erosión eólica severa	80-95
	30-80

---

Una vez definido el valor correspondiente a cada factor (de 1 a 100), los cuatro factores se multiplican entre sí.

$$I = (A/100) \times (B/100) \times (C/100) \times (X/100) \times 100$$

El valor de 100 representaría un suelo de óptimas condiciones y conforme el índice disminuye, las características de los mismos se consideran menos favorables. Los distintos Grados de idoneidad se resumen a continuación:

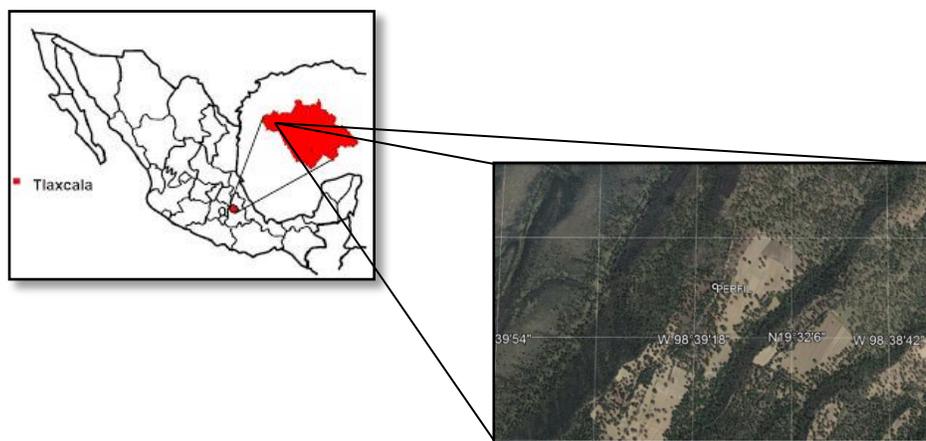
### Clases de tierras según el índice de Storie

- **Grado 1. Excelente (100-80%).** Las tierras son adecuadas para una amplia variedad de plantas de cultivo (si hay humedad). Excelentes rendimientos y especialmente indicados para plantas de raíces profundas.
- **Grado 2. Bueno. 79-60%.** Adecuadas para la mayoría de las plantas de cultivo. Buenos a excelentes rendimientos.
- **Grado 3. Regular 59-40%.** Generalmente son de buena calidad. Dan buenos resultados, pero sólo para cultivos concretos.
- **Grado 4. Bajo. 39-20%.** Pocas posibilidades agrícolas.
- **Grado 5. No agrícola < 10%.** Tierras pedregosas, rocosas, arenosas, arenas pantanosas, etc.

## Parte V. Descripción de la región de Calpulalpan, estado de Tlaxcala

### Descripción del sitio

El sitio se localiza en el municipio de Calpulalpan, Tlaxcala, teniendo como localidades más cercanas a Santiago Cuauila y San Bartolomé del Monte. El perfil se localiza en las coordenadas geográficas 19°32' 15'' latitud Norte y 98°39'14'' longitud Oeste, con una elevación de 2900 m. (Figura 1).



### Localización del perfil del suelo

### Sistema de topoformas

De acuerdo con el anuario estadístico y geográfico estatal de Tlaxcala, el estado se localiza dentro de la Provincia del Eje Neovolcánico dentro de la subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac. La zona del concurso se localiza en la Sierra Nevada que divide al estado de Tlaxcala con el estado de México.

### Geología

El material parental de los suelos de Tlaxcala está constituido principalmente por sedimentos de origen volcánico (Síntesis geográfica de Tlaxcala realizada por INEGI de 1986 y 2015). En el área del concurso, el material parental está compuesto de ceniza volcánica y lapilli (fragmentos piroclásticos expulsados por un volcán durante una erupción y con un diámetro variable de 2 a 64 mm).

### Clima

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de García (1981), el clima de la zona corresponde a un templado subhúmedo  $C(w_0/w''_1)(w)b(e)g$ , con presencia de canícula en la mitad caliente del año y régimen de lluvias en verano.

Las temperaturas máximas son en promedio de 23.3°C y las mínimas de 4.6°C; la temperatura media anual es de 13.9°C. El régimen de lluvias es durante los meses cálidos, con una precipitación de 655 a 900 mm anuales y una evaporación de 1584 mm anuales.

En las siguientes figuras se reportan el paisaje y los perfiles que se utilizará para el concurso.



**Paisaje y perfiles de la zona del concurso**

## VI. Clasificación de los Andosoles con base en la IUSS Grupo de Trabajo de la WRB (2014)

Los suelos dominantes en la zona son Andosoles según la información del anuario estadístico y geográfico de INEGI (2015) y pueden presentar diferentes propiedades y horizontes de diagnóstico de acuerdo con el IUSS Grupo de Trabajo de WRB (2014). A continuación, se resumen sus propiedades y horizontes de diagnóstico:

	<b>Materiales Téfricos</b>	<b>Víticas</b>	<b>Ándicas</b>
%Al + ½ %Fe	No	0.4 o más	2 o mas
Dap kg dm-3	No	-	0.9
Retención de fosfatos	No	25 o mas	85 o mas
Carbono orgánico	No	Menos de 25	Menos de 25
Vidrio volcánico	30% o mas	5 % o más	-

El vidrio volcánico se determina en campo, frotando la muestra de suelo con las manos y las partículas que queden adheridas son expuestas a la luz. EL VV brilla. En horizontes ándicos el suelo no brilla y se utiliza el NaF para determinar la presencia de amorfos.

Alófana	Silándico	Reacción ácida a neutra	Color claro	pardo	pH > 4.5
Al-orgánico	Aluándico	Reacción ácida a ácida	Color oscuro	pardo	pH < 4.5

	<b>Horizonte Fúlvico</b>	<b>Horizonte Melánico</b>
Propiedades	Ándicas	Ándicas
Color Value/Chroma	2/2	2/2
Índice melánico	1.7 o mas	1.7 o menos
Carbono orgánico	6% o mas	6% o mas
	4 % promedio ponderado	4 % promedio ponderado

## **Andosols**

El término andosol deriva de los vocablos japoneses "an" que significa negro y "do" que significa suelo, haciendo alusión a su carácter de suelos negros de formaciones volcánicas.

El material original lo constituyen, fundamentalmente, cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre tobas, pumitas, lapillis y otros productos de eyección volcánica. Se encuentran en áreas onduladas a montañosas de las regiones húmedas, desde el ártico al trópico, bajo un amplio rango de formaciones vegetales.

El perfil es de tipo AC o ABC. La rápida alteración de los materiales volcánicos porosos, provoca una acumulación de complejos organo metálicos estables con una elevada relación catión/anión. Los minerales formados están limitados a alofana, imogolita y ferrihidrita, principalmente.

La mayoría de los Andosoles están cultivados de forma intensiva con una gran variedad de plantas. Su principal limitación es la elevada capacidad de fijación de fosfatos, en otros casos lo es la elevada pendiente en que aparecen, que obliga a que se realicen terrazas.

**Propiedades ándicas.** Es un horizonte que resulta de una alteración moderada de depósitos fundamentalmente piroclásticos. Su mineralogía está dominada por formas poco ordenadas y de baja cristalinidad, entre las que dominan las alofanas, con una secuencia de alteración muy definida que comienza en un "material téfrico" del que deriva un horizonte vítrico y finalmente aparece el horizonte ándico.

**El horizonte vítrico** se distingue del ándico por su menor grado de alteración, que se evidencia por un alto contenido en vidrio volcánico y poca cantidad de minerales no o paracrystalinos de origen edáfico. También es de destacar el bajo contenido en Fe y Al extraído con oxalato del horizonte vítrico, su mayor densidad aparente y su menor retención de fosfatos.

**Los tipos fúlvico y melánico** están asociados con una gran riqueza en materia orgánica. Solo se diferencian en su índice melánico y el segundo suele estar asociado a una vegetación de gramíneas, cuyas raíces al descomponerse son la causa del enriquecimiento en materia orgánica.

**El índice melánico** es la relación entre el contenido de ácidos húmicos y fúlvicos en la fracción orgánica del suelo).

## **Vegetación**

En el sitio se presentan diversas especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, y la vegetación predominante es de bosque de pino en asociación con pastizal. Además, en las zonas aledañas se observaron parcelas para la producción de maíz y cebada con asociación con el bosque.

## Referencias

- Claves para la Taxonomía de Suelos. 2014. Soil Survey Staff. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Décima Segunda Edición, 2006. Traducción de: Carlos A. Ortiz – Solorio, Ma. del Carmen Gutiérrez – Castorena y Edgar V. Gutiérrez – Castorena.
- Guía para la descripción de suelos. 2009. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Cuarta edición Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas. FAO, Roma.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Tlaxcala 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, 577 p.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2014. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- IUSS. 2014. Official Handbook. Inaugural International Soil Judging Contest. 20th World Congress of Soil Science. Jeju, Corea del Sur.
- Pape, TH, Lagger, D. 1994. Manual for soil description and classification. Department of Soil Science and Geology. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands.

Clave del perfil				Clave del sitio				Clave del participante			Fecha		
Capa	Prof. Lim sup Lim inf.	Horizontes Genéticos			Transición	Color		arcilla %	Clase textural	Frag. gruesos	Estructura		
		Prefijos	Mayor	Sufijo		Seco	Húmedo				Grado	Tipo	Consistencia
cm									%				
1													
2													
3													
4													
5													
6													

Clave de perfil				Clave de sitio			Clave de participante				Fecha	
Capa	Reacción NaF	pH	Estimaciones			Características	H1	H2	H3	H4	H5	H6
			D ap. gcm <sup>-3</sup>	MO %	COS kg m <sup>2</sup>	Retención de nutrientes						
1						Superficie específica						
2						Fertilidad potencial						
3						Retención de humedad						
4						Permeabilidad						
5						Penetración de raíces						
6						Erosión eólica						
						Erosión hídrica						
						Escurrimiento superficial						

Indice de Storie (IS)					
A	B	C	X	IS	Grado

**Captura de carbono en el perfil kg m<sup>2</sup>**

**Agradecimiento a los Profesores-entrenadores**

*Alma Barajas Alcalá*

*José Cortés Becerra*

*Martín Espinosa Ramírez*

*Norma Eugenia García Calderón*

*Edgar V. Gutiérrez Castorena*

*Lenom Cajuste Bontemps*

*Carlos A. Ortiz Solorio*

*Carlos A. Torres Guerrero*

**Asimismo, un especial agradecimiento a:**

*Luis Velázquez Ramírez*

Departamento de Suelos  
Universidad Autónoma Chapingo

*Jonathan Piña Aguilar*

Secretario General del Comité Ejecutivo Estudiantil  
Universidad Autónoma Chapingo