



MODELO CARBONPAST PARA ESTIMAR EL ALMACÉN DE CARBONO DEL SUELO EN PASTIZALES DEL NORTE DE MEXICO

BOVINOS CARNE, PASTIZALES, CARBONO, SUELO

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. El modelo CarbonPast es una herramienta para estimar el almacén de carbono orgánico del suelo en pastizales del norte de México. Consiste en el uso de variables como: la cobertura basal de plantas medida en campo o calculada indirectamente del NDVI extraído de imágenes satelitales a través de Google Earth Engine, el porcentaje de arena del suelo (medido en muestras de suelo o con la base de datos de CONABIO), precipitación media anual tomada de la base de datos de CONAGUA o de CHELSA y altitud del sitio, para estimar el almacén de carbono. La ecuación es:

$$\text{Ton C ha}^{-1} \text{ a } 0.3 \text{ m} = 2.71828^{(7.255 + (0.030 * \text{CobTot}) + (0.003 * \text{Prec}) - (0.031 * \text{Arena}) - (0.002 * \text{Alt}))}$$

Donde CobTot = Cobertura basal de plantas; Prec = Precipitación media anual; Arena = Porcentaje de arena del suelo; Alt = Altitud del lugar.

La cobertura basal de planta se puede sustituir por el NDVI extraído de imágenes de LandSat 5 TM compuesta a través de Google Earth Engine), para obtener un mapa temático con el almacén de carbono a nivel de rancho, municipio, estado o región.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD ATENDIDO. El almacén de carbono del suelo en pastizales es importante para la mitigación del cambio climático. Sin embargo, la medición del carbono del suelo en pastizales es costosa ya que incluye la toma de muestras de suelo y su análisis químico. El costo aproximado del análisis de una muestra es de \$300.00, pero es necesario analizar varias muestras por predio, dependiendo de su superficie. Esto genera que el costo de la tecnología tradicional comúnmente sea mayor a \$10,000 por rancho. En contraste, el uso de modelos es una solución rápida y económica para la estimación del almacén y captura de carbono en pastizales, con el fin de ingresar a programas de pago por servicios ambientales.

3. RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS PRODUCTORES AL UTILIZAR LA TECNOLOGÍA. El uso del Modelo CarbonPast, redujo el tiempo y costo de la estimación del almacén de carbono del suelo, en el rancho Tres Hermanos (un rancho ganadero de 300 ha), municipio de Matamoros, Chihuahua, propiedad del Ing. Ricardo Alberto Valles Máynez. Los resultados del productor se

obtuvieron con trabajo de campo de dos personas durante un día, para la estimación de la cobertura basal de plantas perennes en los potreros del rancho. Se utilizó la base de datos de CONAGUA para determinar la precipitación promedio anual, se tomaron muestras de suelo para análisis de contenido de arena y se tomaron datos de altitud promedio de Google Earth. El almacén de carbono del suelo, con el modelo CarbonPast fue de 65.1 t C/ha [238.9 t CO₂/ha] a una profundidad de 0.3 m. Esta información es una referencia fundamental para el ingreso a los mercados de carbono en el futuro. Con la tecnología tradicional, era necesario tomar muestras de suelo para análisis químico del carbono en laboratorio, lo cual sería aproximadamente \$5,000.00 (10 muestras a \$500.00 cada una). Además, requiere hacer estimaciones de densidad aparente y contenido de grava del suelo, lo cual toma el doble de tiempo.

4. APOYOS RECIBIDOS POR LOS PRODUCTORES PARA PROMOVER SU ADOPCIÓN. El productor no recibió ningún apoyo.

5. SOPORTE DOCUMENTAL DE LA ADOPCIÓN. El modelo CarbonPast fue adoptado por el Sr. Ricardo Alberto Valles Máynez, propietario del Rancho Tres Hermanos, en el municipio de Matamoros, Chihuahua, dentro de la región de pastizales del sur de los Valles Centrales del estado de Chihuahua [Se adjunta Constancia].

6. VINCULACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA. Se tiene vinculación con la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del estado de Chihuahua, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Colegio de Ingenieros Zootecnistas, Colegio de Ingenieros en Ecología, técnicos de Consultorías Ambientales como PRONATURA, Unión Ganadera Regional de Chihuahua y ganaderos del Grupo GAPAC en Parral, Chihuahua. Estas instituciones tienen conocimiento del modelo CarbonPast, para el cálculo del almacén de carbono del suelo en sus diferentes programas de desarrollo y manejo de ranchos ganaderos. No obstante, es necesario continuar con acciones de capacitación para su uso y difusión.

7. APLICACIÓN POTENCIAL A PROGRAMAS DE DESARROLLO. El modelo CarbonPast tiene potencial para su uso en los programas federales de Pago por Servicios Ambientales de la CONAFOR y Programa Especial de Cambio Climático de la SEMARNAT.

[Mayor información](#)

Dr. Pedro Jurado Guerra y Dr. Gabriel Sosa Pérez.
Campo Experimental La Campana.

Kilómetro 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga,
C.P. 32910. Aldama, Chihuahua,

Tel y fax: (55) 3871-8700 ext. 82903.

Correo-e: jurado.pedro@inifap.gob.mx

Fuente financiera: INIFAP + Fondo Mixto Gobierno del
Estado de Chihuahua - CONACYT.

www.gob.mx/inifap

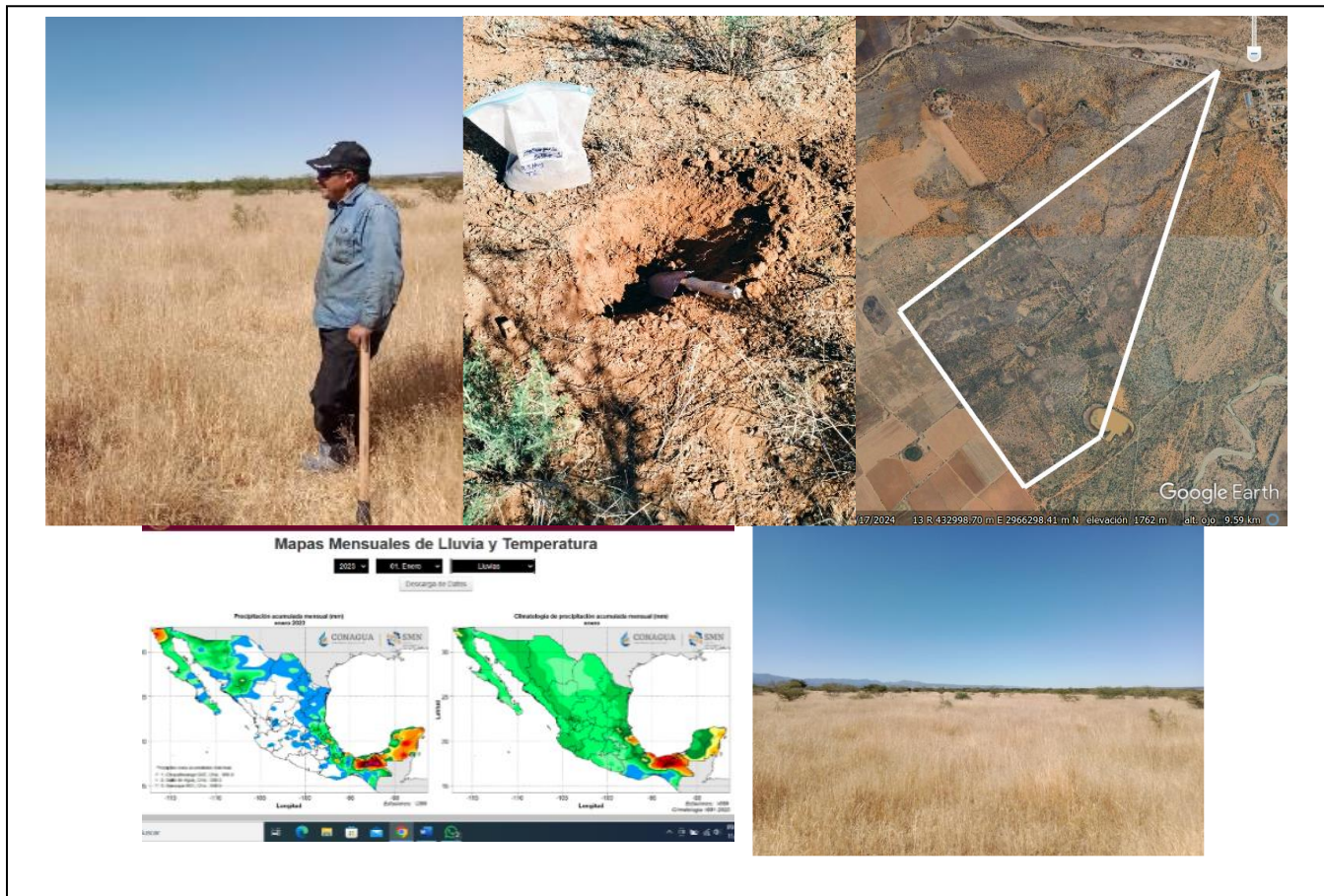


Figura 1. Estimación del almacén de carbono con el modelo CarbonPast, en el rancho Tres Hermanos, municipio de Matamoros, Chihuahua.



APARTADO SOBRE EL PROCESO Y RESULTADOS PRODUCTIVOS Y/O ECONÓMICOS DE LA ADOPCIÓN.

El objetivo fue documentar la adopción de la tecnología por el productor. El Sr. Ricardo Alberto Valles Máynez tuvo el interés de utilizar esta tecnología en su rancho “Tres Hermanos”, el cual tiene una superficie de 300 ha y está localizado en el municipio de Matamoros, Chihuahua. El rancho tiene una vegetación de pastizal mediano abierto de zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) y con invasión de huizache (*Acacia farnesiana*). Su objetivo fue tener una estimación del carbono del suelo en sus pastizales, así como conocer el potencial que su rancho pudiera tener para ingresar a programas de bonos de carbono en un futuro. El productor estuvo presente en el curso de la tecnología transferida sobre este Modelo CarbonPast, que se realizó durante 2023 en la ciudad de Parral, Chihuahua, por lo que él ya estaba familiarizado con las variables que se tienen que obtener para utilizar el modelo. Durante el mes de septiembre de 2024, el productor realizó estimaciones de cobertura de plantas en tres potreros representativos del rancho y tomó muestras de suelo para análisis de porcentaje de arena. Se le apoyó con la consulta de la página de internet de CONAGUA para validar el dato que él tenía sobre el promedio de precipitación en su rancho. También se le apoyó con la verificación de la altitud promedio del rancho, que él previamente había obtenido de la página de internet de “Google Earth”. Los resultados de la estimación de las variables para la aplicación del modelo fueron: 20.4% de cobertura basal de plantas perennes, 468 mm de precipitación media anual, 51.8% de arena en suelo y 1,744 m sobre el nivel del mar de altitud del sitio. Con estos datos, se le apoyó para el cálculo del almacén de carbono a través del modelo, ya que es una ecuación complicada para el productor. La ecuación utilizada fue:

$$\text{Ton C/ha a 0.3 m de profundidad de suelo} = 2.71828^{[7.255 + (0.030*20.4) + (0.003*468) - (0.031*51.8) - (0.002*1,744)]}$$

A través de este modelo CarbonPast se estimó que el almacén de carbono del suelo fue de 65.1 t C/ha [238.9 t CO₂/ha] a una profundidad de 0.3 m. Esta información es una referencia fundamental para el ingreso a los mercados de carbono en el futuro, ya que determina la línea base del almacén de carbono en el sitio. Con la tecnología tradicional, era necesario tomar muestras de suelo para análisis químico del carbono en laboratorio, lo cual sería aproximadamente \$5,000.00 [10 muestras a \$500.00 cada una]. Además, requiere hacer estimaciones de densidad aparente y contenido de grava del suelo, lo cual toma el doble de tiempo.