

Estadística Aplicada y análisis de ciclo de vida para la sustentabilidad ambiental

Nayeli Hernández Gámez, Lilia García Azpeitia y José David Contreras Becerra*

CA Estandarización e Innovación Agroindustrial Sustentable, Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad académica de Lagos de Moreno, Jalisco, México

* Autor de correspondencia: david.contreras@lagos.tecmm.edu.mx; Tel.: (52-4741137455)

Desarrollo sustentable (Preservación de ecosistemas).

Palabras clave: Huella ambiental; Modelo alométrico; Regresión lineal simple

Introducción. El reservorio más importante de carbono en México se ubica en la vegetación semiárida: 5×10^6 toneladas de CO_2 ; es decir, 31% del carbono (Masera et al., 1997). Actualmente, cerca de un 20% de las emisiones de CO_2 resultan de la eliminación y degradación de los ecosistemas forestales. En la región altos norte de Jalisco predomina el ecosistema de bosque espinoso con el mezquite como especie dominante, la detención de la deforestación y la reversión a través de la reforestación y manejo sustentable, implica: recaptura el CO_2 , disminución de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y la reducción del cambio climático (Bastiene, 2001). La alometría nos permite estimar una medida específica de un árbol como una función de alguna otra medida. Una ecuación alométrica es un modelo matemático que establece de forma precisa dicha estimación de una manera cuantitativa. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto.

Materiales y Métodos. El estudio se realizó dentro de nuestra institución. Se hizo un muestreo para la población finita de 2900 árboles de *Prosopis laevigata* como especie arbórea principal.

Se tomó como muestra 60 árboles obtenidos al azar y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) 1.3 metros, así como la altura total de los ejemplares, se aplicó la ecuación alométrica (Méndez et al., 2012) para esta especie. Se determinó la biomasa y en consecuencia la captación de CO_2 con el método propuesto por (Schlegel et al., 2001) evitando utilizar métodos destructivos. Se realizó una regresión lineal simple para establecer la relación entre la variable X (DAP) y la variable Y (Biomasa). Se hizo un análisis estadístico para obtener las medidas de tendencia central, mediante el programa Minitab 18 se hizo un análisis de varianza de un solo factor con un nivel de confianza del 95% para determinar si existe o no alguna diferencia significativa entre la media de un número de muestras entre un nivel de muestras y otro.

Se realizó la simulación de la deforestación e impacto de actividades antropogénica y el efecto que pudieran tener para la captación de CO_2 . Se simuló el comportamiento de la deforestación en diferentes circunstancias y se analizaron los posibles cambios y consecuencias antes de que ocurra algo inesperado.

En el Análisis de Ciclo de Vida se seleccionaron los indicadores para esté como sistema abierto, se realizó el inventario de recursos y energía, se evaluó y realizó el cálculo de impactos, interpretación de los puntos críticos de la cadena y fueron analizadas las posibles causas de la huella ambiental.

Resultados. De las mediciones realizadas en la muestra aleatoria de los 60 ejemplares se calcularon los siguientes datos: una media del diámetro a la altura del pecho de 27.14 cm, con una desviación estándar de 19.44 centímetros, Para determinar la captación de CO_2 se utilizó el factor de conversión de 3.666, en la ecuación alométrica o modelo lineal $y = ax^b + \varepsilon$, donde los coeficientes de a se tomaron como (0.059) y de b como (2.443) para la captación de dióxido de carbono para esta especie, la biomasa promedio calculada con esta fue de 383 kg, con una captación de CO_2 promedio 258 kg por

individuo, así mismo se determinó un almacenamiento de 748.238 toneladas de CO_2 . En Minitab 18 se obtuvo la ecuación de regresión lineal simple: $Y = 42.12X - 759.9$, y se determinó con un nivel de confianza del 95% en el software Minitab 18, mediante un análisis de varianza de un solo factor que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de número de muestras para un nivel de muestras y otro.

Mediante la simulación en ProModel se proyectaron los cambios que pudieran tener la masa forestal por la deforestación e impactos de las actividades antropogénicas, al realizar la simulación y después de varias corridas, se pudo determinar que tan solo en cinco años se perdería el 19.6% de los ejemplares y en consecuencia de la biomasa. Para el análisis de ciclo de vida Los indicadores que se tomaron en cuenta fueron: contingencia y combate de incendios, producción de mezquite (cactáceas y composta forestal), educación ambiental, mantenimiento del bosque, gestión de recursos, vinculación para la determinación de las variables cuantitativas.

Se detallaron cada una de los procesos unitarios con sus correspondientes diagramas de flujo considerando las entradas y salidas, se especificaron las cantidades de las entradas, las unidades, la fuente y las salidas del proceso, residuos y emisiones de CO_2 .

Finalmente se determinó el impacto ambiental generado por cada categoría evaluada y las contribuciones porcentuales de los procesos que conforman cada sistema

Conclusiones. Dada la importancia de esta especie arbórea (*Prosopis laevigata*), por el uso, distribución en zonas de baja precipitación, capacidad para almacenar CO_2 por periodos prolongados, y a la escasez de estudios en la región Altos Norte, es relevante aplicar modelos para cuantificar la captación de CO_2 y aplicar principios de sostenibilidad, prevención y resolución de problemas e impactos que exige la necesidad material, legal y moral medioambiental.

Bibliografía.

- Cantú-González J.R., Guardado García M.C., Balderas Herrera J.L. 2016. Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño Operacional. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. Vol 4.
- Carballo Penela A., Villasante S., Rodríguez G., Arenales M. 2007. La huella ecológica corporativa: concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia. Revista Galega de Economía 17(2). Universidade de Santiago de Compostela.
- Masera O., R., M. J. Ordoñez and R. Dirzo. Carbon emissions from Mexican Forests: Current Situation and Longterm Scenarios. Climatic Change. 1997. 35(3):265-295
- Méndez González Jorge, Turlan Medina Osvaldo Augusto, Ríos Saucedo Julio Cesar y Nájera Luna Juan Abel, (2012). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea de (*Prosopis laevigata*).
- Schlegel Bastiene, (2001). Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempre verde.
- Carmona Trujillo, H., Carmona García U.F. 2017. Analisis del ciclo de vida de la explotación de carbon en la Cuenca Sinifaná, Antioquia. Producción mas limpia. Vol. 12, No1-33-40-DOI:10.22507/pml.v12n1a3.
- Mendez González Jorge, Turlan Medina Osvaldo Augusto, Ríos Saucedo Julio Cesar y Nájera Luna Juan Abel, (2012). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea de (*Rposopis laevigata*).