



CIENCIA XVUANL  
ANIVERSARIO

## Mejora a la estimación de la cobertura vegetal por línea intercepto o línea de Canfield

DINO ULISES GONZÁLEZ U. \*, HERNALDO PADILLA R. \*, FERNANDO GONZÁLEZ S.,  
JOSÉ UVALLE S. \*, LEONEL RESÉNDIZ D. \*

En el inventario de vegetación es común usar muestreo estadístico para obtener información y tomar decisiones. El muestreo de vegetación, por medio de variables, ayuda a describir a una comunidad vegetal en el área de estudio, tal es el caso de la cobertura vegetal.<sup>1-3</sup> La estimación de la cobertura vegetal representa el parámetro en estudio, pero sólo se conocería su valor real si se hace un censo.<sup>1,4</sup> La fórmula con la que se calcula el valor contenido en una muestra aleatoria obtenida en campo se denomina *estimador*; y a la acción de usarlo, *estimación*.<sup>5</sup> En esta actividad se usan unidades de muestreo, una de ellas es la línea recta, con la que se conoce la cobertura vegetal, y el método que las usa se denomina *muestreo por línea intercepto* o línea de Canfield.<sup>6</sup> Existe una mejora a este método con el que se estima la densidad vegetal, es decir, las mediciones hechas en campo sirven para estimar al mismo tiempo cobertura y densidad vegetal.<sup>7,8</sup>

Una finalidad del muestreo es la estimación de un parámetro poblacional; por ejemplo, la media de la cobertura vegetal a partir de una muestra. La estimación está sujeta a error, entre otros, por la estructura del estimador con la que se infiere el valor del parámetro. Así que, un estimador deberá tener propiedades estadísticas, como el insesgamiento, la eficiencia, la consistencia y la suficiencia, entre otras.

También es necesario conocer el sesgo o error de la estimación al usar dicho estimador.<sup>2,5</sup>

Si el estimador utilizado posee el mayor número de propiedades estadísticas, se le considera de buena calidad, ya que la estimación de la variable será satisfactoria.<sup>2,8,9</sup> En el caso de la cobertura vegetal, las propiedades estadísticas del estimador mencionado se han demostrado y, además, se reportan ejemplos de aplicación.<sup>8</sup>

La cobertura vegetal puede promover microhábitats que utiliza como echaderos el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y para que la misma especie repercuta en las distancias de escape contra depredadores. La estimación de la variable citada se hace por la línea de Canfield o la línea intercepto.

El uso de la línea intercepto y su estimador representa la importancia de este trabajo y, por lo tanto, el objetivo es dar a conocer una mejor estimación; para ello se contrastan los resultados con el estimador tradicional y el mejorado.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales.

Contacto: digon\_mx@yahoo.com

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en el predio La Nutria, Linares, Nuevo León (figura 1); la extensión del terreno es de 372.68 ha y se ubica en las coordenadas 24°54'12.18" Norte y 99°45'56.82" Oeste. Se identifica el matorral submontano como tipo de vegetación, que se subdivide en matorral espinoso mezclado con pastizal subinermes, bosque de galería, matorral subinermes y pastizal inducido.<sup>11</sup>

### Muestreo de la cobertura vegetal

Sobre el mapa de la propiedad (figura 1) se marcaron las áreas de vegetación tratada (se usó maquinaria para remover la vegetación del estrato medio y bajo), pastizal, matorral y riparia, esta última corresponde a un arroyo permanente. Cada una de éstas se recorrió a pie con un GPS, de esta manera se calculó la superficie de cada una de éstas. Con Google Earth, se marcaron los caminos y accesos para facilitar el desplazamiento en el predio. La información se proyectó en UTM, con el Datum WGS84. En el mapa se ubicaron, al azar, líneas de muestreo de 20 m, y sobre éstas se aplicó el método de línea intercepto, de acuerdo a Canfield (1941), para la evaluación de la cobertura vegetal en pastos (figura 2). Para la apli-

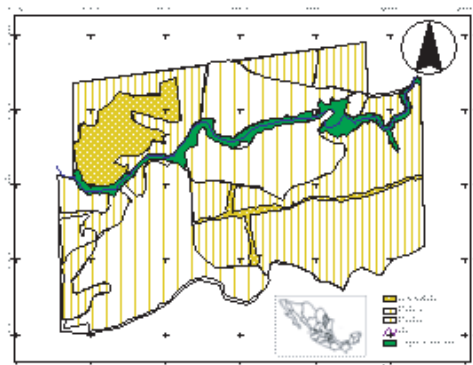


Fig. 1. Predio La Nutria.

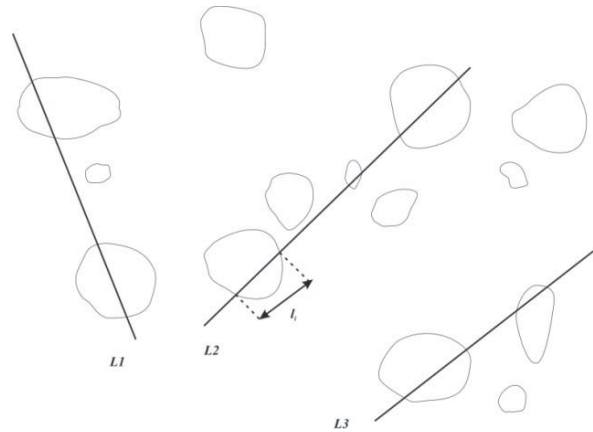


Fig. 2. Línea de Canfield o línea intercepto vista en campo.

cación numérica, se tomó información de la estimación de la cobertura vegetal en un modelo de hábitat para *O. virginianus*, con el estimador tradicional (1) y el mejorado (2).

### Mejora a la estimación de la línea intercepto

La mejora en estimación se refiere al uso del estimador y su correspondiente conocimiento de propiedades estadísticas, conocer su varianza estimada da posibilidad de calcular intervalos de confianza.<sup>5</sup> Aplicar una fórmula, desconociendo sus propiedades estadísticas, aumenta el riesgo de cometer errores grandes en la estimación; en caso contrario, la calidad de la estimación se garantiza.

Para la comparación del estimador de la cobertura vegetal se tomaron las ecuaciones (1) y (2)

$$(1) \hat{c} = \frac{\sum_{i=1}^m l_i}{\sum_{j=1}^n L_j} * 100 \quad (2) \hat{c} = 25\pi \left( \frac{\sum_{i=1}^m l_i}{\sum_{j=1}^n L_j} \right)$$

$$(3) \hat{V}(\hat{c}) = \frac{s_l^2}{nL^2} \quad (4) s_l^2 = \frac{1}{n-1} \left( \sum_{i=1}^n l_i - \hat{c}L \right)^2$$

1) estimador de la cobertura vegetal tradicional, 2) estimador de la cobertura vegetal mejorada,<sup>8</sup> y 3) varianza estimada de 2), donde  $\hat{c}$  = cobertura vegetal porcentual estimada,  $\hat{V}(\hat{c})$  = varianza estimada de la cobertura vegetal,  $l_i$  =  $i$ -ésima cobertura vegetal interceptada por la línea de muestreo,  $L_j$  =  $j$ -ésimo valor del largo de la línea de muestreo,  $L$  = largo total de la línea de muestreo,  $L = \sum L_j$ .

### Análisis estadístico de la cobertura

La cobertura vegetal se evaluó de acuerdo a lo sugerido en Canfield, la expresión estadística, no aparece en la publicación, se interpretó como 1) y se desconoce el valor de su varianza. El estimador mejorado está expresado y justificado estadísticamente,<sup>12,13</sup> su estructura es la de 2) y la varianza estimada es 3).

## RESULTADOS

La cobertura vegetal se estimó por áreas de vegetación dominante, aplicando el estimador mejorado y el tradicional (tabla I).

Para la estimación de intervalos de confianza de la cobertura vegetal, se tiene la expresión,

$$\hat{c} \pm \frac{t_{\alpha/2; n-1gl}^2 \hat{V}(\hat{c})}{\sqrt{n}}$$

donde  $\hat{c}$  = cobertura vegetal porcentual estimada,  $\hat{V}(\hat{c})$  = varianza estimada de la cobertura vegetal,  $t_{\alpha/2; n-1gl}$  = valor de tablas de la distribución  $t$  de Student,  $n$  = número de líneas,  $a$  = valor de significación (probabilidad de cometer el error tipo I). Los

intervalos de confianza se calcularon a 95% de confiabilidad.

No se reportó intervalo de confianza para la cobertura vegetal con el estimador tradicional, por considerar que es un valor falso.

## DISCUSIÓN

La importancia encontrada en la aplicación del estimador mejorado es que la estimación tradicional de la cobertura vegetal, por línea intercepto, asume que las coronas aéreas de los vegetales son rectangulares y, por tanto, sobrestima los valores de muestreo. El estimador mejorado asume una corona aérea circular, lo cual disminuye el error de estimación; además se conoce la varianza del estimador, mientras que en el tradicional, no.

Se ha demostrado que, al estimar la cobertura vegetal con el estimador tradicional, se consideran rectángulos (dado porque  $l_i$  es menor que  $L$ ), la superficie generada sobrestima la cobertura aérea por cuatro esquinas; de esta forma, el valor porcentual de la cobertura vegetal siempre será mayor.

Si se evalúa la varianza de la cobertura vegetal del estimador (1) con una varianza muestral de interceptos  $l_i$ , puede obtenerse una varianza estimada (mas no la del estimador), la cual dará valor numérico bajo, por considerar superficies homogéneas rectangulares. Esto daría una idea falsa de mejor estimador, por tener menor varianza. El estimador mejorado pro-

Tabla I. Cobertura vegetal estimada por áreas de vegetación.

Área de vegetación	Mejorado			Tradicional		
	Cobertura vegetal (%)	Varianza estimada	Intervalo de confianza	Cobertura vegetal (%)	Varianza estimada	Intervalo de confianza
Área tratada	38.544	0.305	38.544 ± 1.052	54.22	0.016	-
Matorral	113.324	3.312	113.324 ± 11.419	159.56	0.126	-
Pastizal	43.598	5.834	43.598 ± 20.113	73.326	2.076	-

porciona la varianza estimada de la cobertura vegetal (3), tomando en cuenta círculos como la figura geométrica más cercana a la cobertura interceptada (figura 2), por ello, no sobreestima el valor de la cobertura vegetal.

## CONCLUSIÓN

La estimación de la cobertura vegetal por línea intercepto se basa en comparar las proyecciones de las partes aéreas de la vegetación en el suelo, interceptadas por una línea de muestreo. Es decir, indica la proporción de terreno cubierta por vegetación. El estimador mejorado calcula este valor en forma insesgada y con un valor conocido de la varianza.

La estimación de la cobertura vegetal, estimada en forma tradicional, toma en cuenta la proporción interceptada por la vegetación en el largo de una línea. De otra forma, sabremos que proporción de  $L$  está interceptada por vegetación  $l$ , lo que se reporta como un porcentaje lineal de intercepciones, y no como un porcentaje de vegetación que cubre una superficie de terreno. En pocas palabras, si se estima de esta manera, el valor numérico es incorrecto, y las decisiones se basan en un estimador sin calidad estadística. Tomando como ejemplo el modelo de hábitat de *O. virginianus*, estimado por Padilla *et al.*<sup>10</sup> la cobertura vegetal mejorada de la variable no se modifica en el modelo, pero sí en el promedio obtenido. Las coronas aéreas y la altura de vegetación evaluadas son variables importantes del hábitat, éstas no se han relacionado directamente con otras, por ejemplo, la distancia de escape del venado, el estimador mejorado aquí presentado, se usa para relacionarlas.

## RESUMEN

Una de las estimaciones de importancia en la obtención de un modelo de hábitat para fauna silvestre es

la cobertura vegetal. El uso del método de línea intercepto o línea de Canfield se emplea para este fin. Sin embargo, se conoce una mejor estimación junto con sus propiedades estadísticas que le dan confiabilidad a la estimación de dicha variable. Se proporciona la comparación de la cobertura vegetal por línea de Canfield con el estimador tradicional y el mejorado. Se recomienda el empleo del estimador aquí propuesto para la estimación de la cobertura vegetal, por proporcionar el valor promedio de la variable y su varianza estimada.

*Palabras clave:* Línea intercepto, Línea de Canfield, Estimador, Modelo de hábitat, Venado cola blanca

## ABSTRACT

Estimate cover in a model of Habitat for wildlife is important. The line intercept method or Canfield line is used for this purpose; however, a better estimate is known along with their statistical properties. This study provides the comparison of the model using the Canfield line with the traditional estimator and the improved. We recommend the use of the estimator here proposed for the estimation of vegetation cover.

*Keywords:* Intercept line sampling, Canfield line, Estimator, Habitat model, White-tailed deer.

## REFERENCIAS

1. Lyon, J. 1968. An evaluation of density sampling methods in a shrub community. *Journal of Range Management*. 21: 16-20.
2. Burguete, H.J.F. y Liz, A.C. 1972. Algunas propiedades de los estimadores en muestreo por áreas. *Agrociencia*. 10: 91-104.
3. Bonham, D.Ch., 1988. *Measurements for terrestrial*

- vegetation. Wiley. USA. 338 pp.
4. Cochran, G.W. 1993. Técnicas de muestreo. CECSA. 10a. reimpresión. México. 513 pp.
  5. Mood, A.M., F.A. Graybill y D.C. Boes. 1974. Introduction to the theory of statistics. 3a. ed. McGraw Hill. USA. 564 pp.
  6. Canfield, H.R. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry*. Pp. 388-394.
  7. Kaiser, L. 1983. Unbiased estimation in line-intercept sampling. *Biometrics*. 39: 965-976.
  8. González-Urbe, D.U. 1998. Propiedades estadísticas del muestreo por línea intercepto y cuadros cargados en la estimación de la cobertura y densidad vegetales. Tesis de maestría en ciencias. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 72 pp.
  9. Kisinger, E.F., Eckert, R.E. y Currie, P.O. 1960. A comparison of the line-interception, variable plot and loop methods as used to measure shrub-crown cover. *Journal of Range Management*. 13: 17-21.
  10. Padilla-Rangel, H., D.U., González-Urbe, F.N., González-Saldivar y J.I., Uvalle-Sauceda. 2010. Calidad de hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un matorral submontano de Hualahuises, Nuevo León, México. VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Sonora, México. Pp. 582-595.
  11. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1977. Carta de uso de suelo. G14C57. Escala 1:50,000 (Hualahuises). Aguascalientes, México.
  12. Eberhardt, L.L. 1978. Transect methods for population studies. *Journal of Wildlife Management*. 42(1): 1-31.
  13. McDonald, L.L. 1980. Line-intercept sampling for attributes other than coverage an density. *Journal of Wildlife Management*. 44(2): 530-533.

*Recibido: 9 de marzo de 2012*

*Aceptado: 20 de abril de 2012*