



Foto: Angela Rocío Mora P.

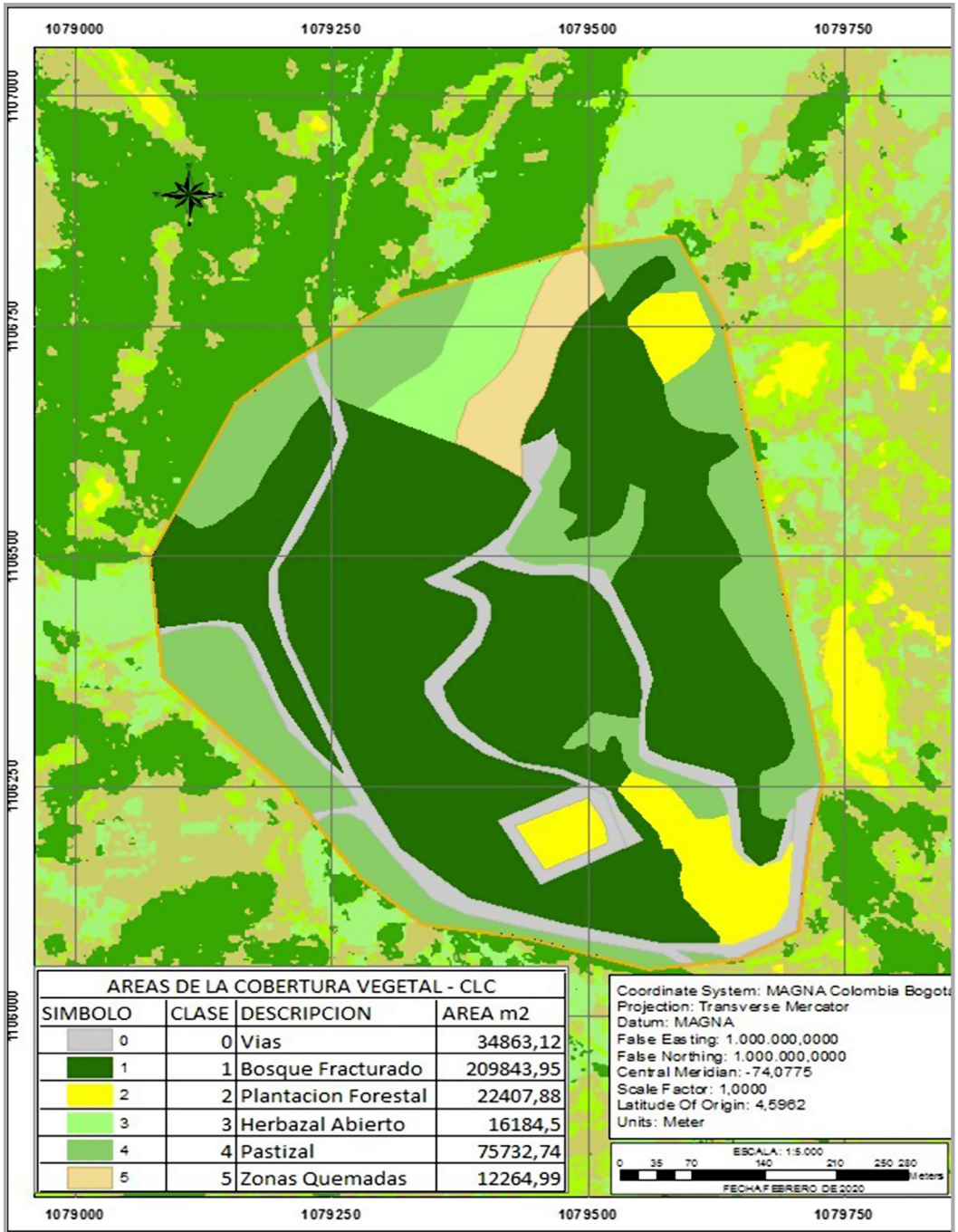


# MARCO METODOLÓGICO



La investigación se realizó en el predio denominado “La Colina”, adquirido por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) en el año de 1973; el cual, según los moradores, fue utilizado para actividades agrícolas de cereales (trigo, maíz y cebada) y al pastoreo de ovejas. A mediados de la década de los 80, la Universidad, estableció una plantación forestal de árboles (*Pinus patula* y *Cupressus lusitanica*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y acacia (*Acacia mearnsii*, *A. melanoxylon* y *A. decurrens*), para aprovechamiento forestal (Fig.4).

El área de estudio fue una plantación de *Cupressus lusitanica* (ciprés), de 1225m<sup>2</sup> y aproximadamente 30 años de establecida, con árboles de altura promedio de 16 a 20 m, densidad de copa considerable y distancia entre los individuos de plantación de dos a tres metros aproximadamente, ubicada a 5°33'29,0" N y 73°21'37,0" W sobre los 2.823 de altura (Fig.5), la cual se encuentra en zona de vida de bosque andino, con temperatura ambiente promedio de 14°C, y temperatura promedio de suelo de 18°C, humedad relativa promedio de 75% y precipitación mensual promedio anual de 192 mm (IDEAM, 2017). Dicha plantación presentó abundante y espesa capa de hojarasca (escamas) y una pendiente que varió entre 15 a 20°.



**Figura 4.** Coberturas del área estudio “La Colina”, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Fuente:* Andrés Bautista Vargas (2018), a partir de metodología Corine Land Cover, 2010.



**Figura 5.** Delimitación área de estudio: Plantación de *Cupressus lusitanica*, predio la Colina- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja-Boyacá. **Fuente:** Ángela Rocío Mora P.

## Metodología

Se llevó a cabo a partir de una fase de diagnóstico, experimental y de monitoreo.


### *Fase 1. Diagnóstico*

Se realizó el registro de las especies vegetales asociadas al lado del claro, antes de la tala de los pinos, mediante un transecto de 35 m, con un metro de distancia a lado y lado, para un total de 70m<sup>2</sup>, se tuvo en cuenta su composición, riqueza, altura, cobertura y estratificación según la clasificación de Rangel y Lozano (1986).

### Adecuación del área experimental

Se realizó apertura del claro de 35 x 35m (Fig. 6), talando 68 pinos de ciprés *Cupressus lusitánica*, de adentro hacia afuera; para ello, se cortaron cada uno de los árboles desde la base del tronco sosteniéndolos con una cuerda desde la mitad del tronco, para evitar el impacto de rastrillar el suelo y alterar la capa de escamas a la hora de su caída. Posteriormente, se retiraron a mano alzada los troncos y ramas los cuales fueron cortados en fragmentos pequeños en un área al lado del claro.



 **Figura 6.** Apertura de claro: a) Adecuación área de estudio/ retiro y manejo de los árboles extraídos, b) área adecuada (claro). *Fuente:* Ángela Rocío Mora P.

## *Fase 2. Experimental*

### **Diseño experimental**

Una vez efectuada la adecuación del claro, se aplicó la metodología propuesta por Rodríguez y Vargas (2009), con dos modificaciones (remoción y combinación de suelo, remoción de 5-10 cm). Se establecieron 12 parcelas experimentales de  $4 \times 4$  m, distribuidas en tres réplicas por cada tratamiento, con 1,5 m de distancia entre ellas para evitar el efecto borde, cada parcela se subdividió en celdas de  $1 \times 1$  m, para un total de 16 subparcelas (Fig. 7 y 8d); las parcelas se organizaron en 4 bloques debido a que el sector presentó una pendiente leve (Fig. 9) (Tabla 2). Los tratamientos aplicados fueron: remoción superficial de escamas (**T1**); remoción de suelo de 0 a 5cm de profundidad (**T2**); remoción de suelo de 0 a 10 cm de profundidad (**T3**) y sin remoción de escamas (**control**) (Fig. 8). La remoción superficial de escamas se realizó manualmente y para la remoción de suelo de 0 a 5 cm y 0 a 10 cm se utilizaron dos azadones con las medidas establecidas (Fig. 8e).



8a



8b



8c



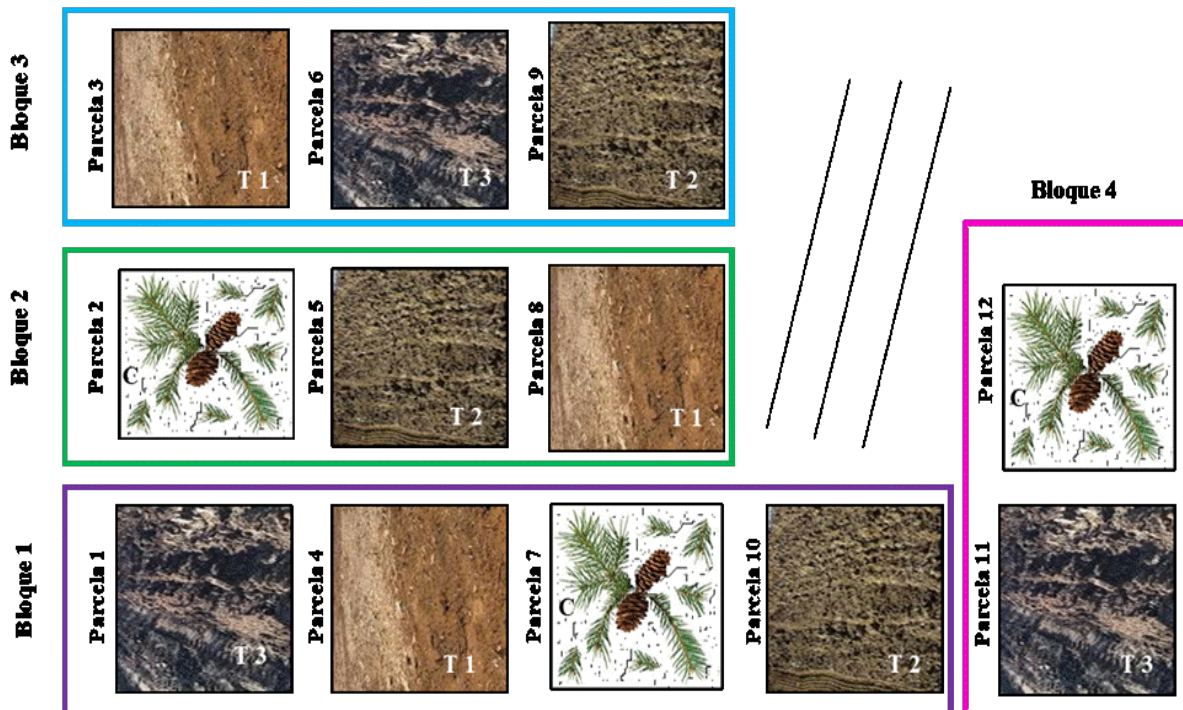
8d



8e



**Figura 8.** Aplicación de los 4 tratamientos, con tres replicas cada uno: **a)** remoción de escamas (T1); **b)** remoción de suelo e 0 a 5cm de profundidad (T2) y remoción de suelo de 0 a 10 cm de profundidad (T3); **c)** sin remoción de escamas (control); **d)** división de las parcelas en celdas de 1x1m para un total de 16 subparcelas. **e)** Herramientas (azadones) de 0 a 5 cm y 0 a 10 cm utilizados para establecer los tratamientos T2 y T3. **Fuente:** Ángela Rocío Mora P.



**Figura 9.** Representación esquemática del diseño experimental, 12 parcelas de 4 × 4m con 4 tratamientos distribuidas al azar en tres réplicas. Organizadas en 4 bloques. **Tratamientos:** remoción superficial de escamas (T1), remoción de suelo de 0 a 5cm de profundidad (T2), remoción de suelo de 0 a 10 cm de profundidad (T3) y sin remoción de escamas (control). **Fuente:** Ángela Rocío Mora P.



**Tabla 2.** Distribución de los tratamientos aplicados por parcela y bloque en el diseño experimental.

Tratamientos	Parcela	Bloque
T1 Remoción superficial de escamas	3	1
	8	2
	4	3
T2 Remoción de suelo de 0 a 5cm de profundidad	9	1
	5	2
	10	3
T3 Remoción de suelo de 0 a 10 cm de profundidad	6	1
	1	3
	11	4
C Sin remoción de escamas	2	2
	12	4
	7	3



## Primeras etapas sucesionales

El proceso de sucesión se evaluó durante nueve meses en cada una de las 16 subparcelas de las 12 parcelas establecidas, sin discriminar que las especies emergentes fueran del banco de semillas germinable o de lluvia de semillas. En cada subparcela se registraron datos de altura, cobertura, abundancia, composición y número de especies, tanto de los individuos establecidos como de los nuevos que germinaban cada mes, utilizando una cuadrícula de 1x1 m, subdividida cada 10 cm (Fig. 10).



**Figura 10.** Evaluación de sucesión con cuadrícula de seguimiento sucesional de 1x1 m subdividida cada 10 cm, en cada una de las 16 subparcelas de las 12 parcelas establecidas con los diferentes tratamientos. *Fuente:* Ángela Rocío Mora P.

## Análisis de datos

Los datos se trataron con el Software PAST v.4.17, se calcularon las especies promedio por parcela para cada tratamiento, para cualificar la similitud entre las especies, en todas las parcelas se calcularon los índices de diversidad de Shannon, Margalef, Simpson y de Equidad

(Magurran & McGill, 2011); se elaboró un clúster con el coeficiente de similitud de Jaccard, para evaluar la presencia/ausencia de las especies y se realizó un análisis de correspondencia para visualizar la relación entre los tratamientos y la presencia-ausencia de especies.

Para evaluar si existían diferencias significativas entre los valores de riqueza entre las réplicas y en cada uno de los tratamientos se estableció un análisis de varianza (ANOVA); para determinar si hay diferencia estadística para tratamientos y bloques teniendo en cuenta el número de especies e individuos se estableció un ANOVA multivariado.

