

Evaluación de la inflamabilidad de algunas especies de plantas cultivadas en Medellín



Estudiante

Lina Marcela Muñoz

Asesores

Fernando Alzate Guarín

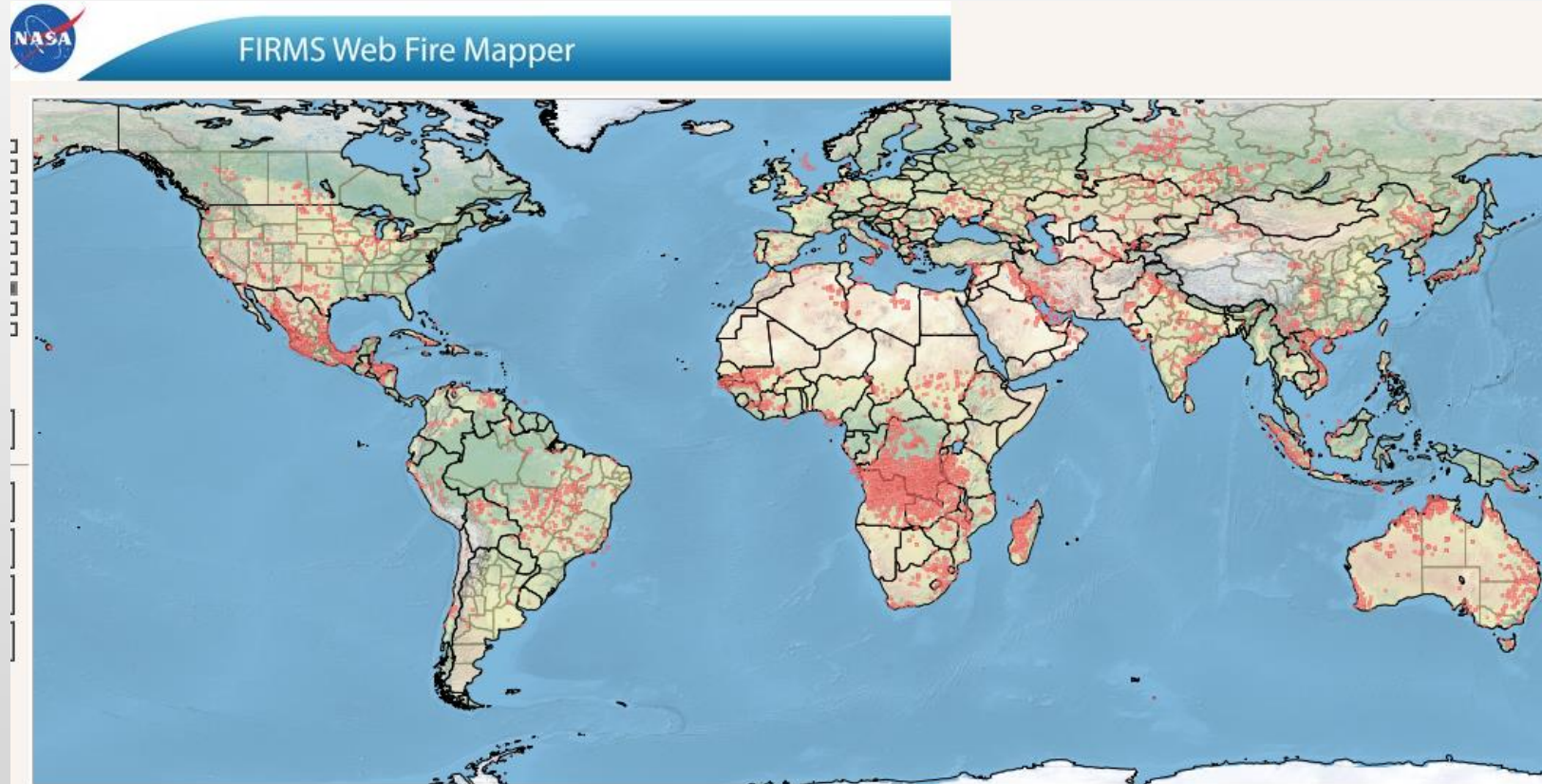
Andrés Amell Arrieta



INTRODUCCIÓN

“El fuego desempeña una función importante para mantener la salud de ciertos ecosistemas, pero a causa de los cambios climáticos y del uso (y abuso) humano del fuego, los incendios son ahora una amenaza para muchos bosques y su biodiversidad” (FAO, 2002).

Los incendios forestales....



Fuente: <<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/firemap/>>

“Cada año los incendios afectan a una superficie de unos 350 millones de hectáreas” (FAO, 2009)

Consecuencias de los incendios forestales



Incendios en Medellín



Según cifras del Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo (DAGRED), durante el 2015 se presentaron cerca de 1000 incendios forestales en los alrededores de Medellín.

INTRODUCCIÓN

Inflamabilidad

Habilidad de cierto combustible a incendiarse y sostener la llama (Anderson et. al. 1970)

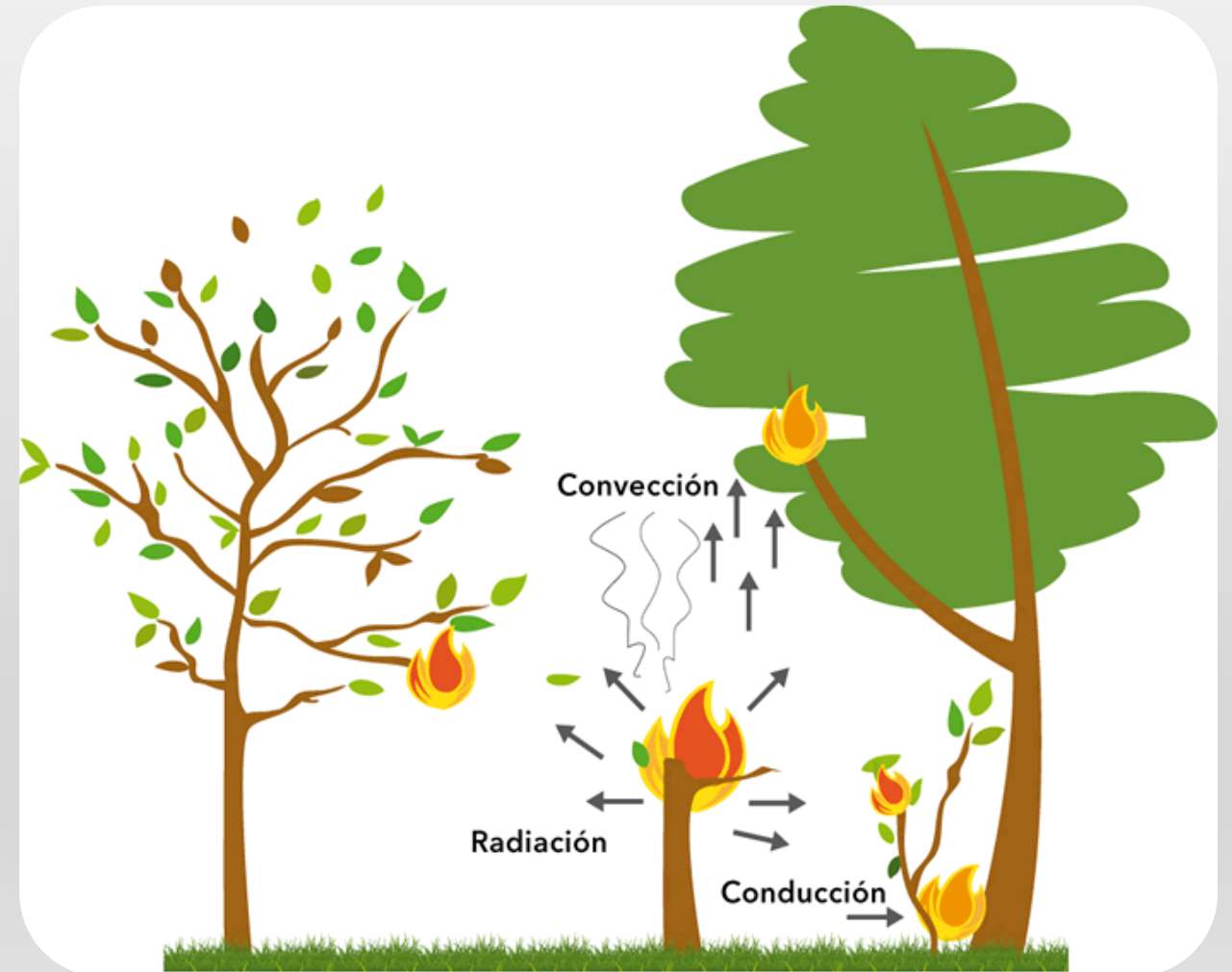
Componentes de la inflamabilidad

- ✓ Ignición
- ✓ Sostenibilidad
- ✓ Combustibilidad
- ✓ Consumabilidad

INTRODUCCIÓN

(Liodakis et. al. 2002)

- ✓ Incendio en superficies vegetales
- ✓ Etapas en los incendios



INTRODUCCIÓN

Variables que influyen la inflamabilidad

(Etlinger y Beall, 2004)



Porcentaje de humedad

(Doran et. al. 2002)



Grosor foliar

(White et. al. 2010)



Área foliar

OTROS

Contenido calórico, presencia de aceites volátiles y resinas, ligninas, de ceras y contenido mineral.

OBJETIVOS

- ✓ Evaluar la inflamabilidad de algunas especies de plantas vasculares cultivadas en Medellín.
- ✓ Evaluar algunas características físico-químicas que posiblemente influyan en su inflamabilidad.
- ✓ Al definir las potencialidades ignífugas de estas plantas se permite diagnosticar cuáles podrían ser usadas en la prevención de incendios forestales.

METODOLOGÍA

1. Selección de especies

| Espece | Características |
|--|---|
| <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth | Información informal sobre su uso como barreras verdes o cortafuegos. Típica en sabanas, con influencia del fuego (Rodríguez, 2009) |
| <i>Calathea zebrina</i> Lindl. | Hojas amplias y con apariencia de poseer alta humedad foliar |
| <i>Clusia multiflora</i> Kunth | Hojas crasas |
| <i>Costus guanaiensis</i> Rusby | Hojas amplias y gruesas |
| <i>Eucalyptus cinerea</i> Benth. | Hojas pequeñas y delgadas, con presencia de aceites |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Información informal sobre su uso como barreras verdes o cortafuegos |
| <i>Malpighia glabra</i> L. | Hojas pequeñas y delgadas |
| <i>Mammea americana</i> L. | Hojas gruesas |
| <i>Philodendron bipinnatifidum</i> Schott. | Hojas grandes, entre las venas principales tejido delgado |
| <i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult. | Hojas gruesas |
| <i>Yucca aloifolia</i> L. | Hojas gruesas y con apariencia de poseer alta humedad foliar |



Calathea zebrina



Costus guanaiensis



Yucca aloifolia



Philodendron bipinnatifidum



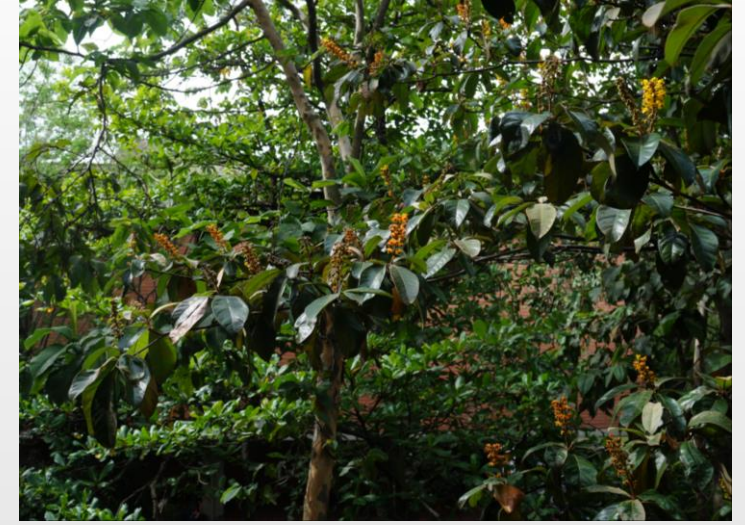
Posoqueria latifolia



Clusia multiflora



Malpighia glabra



Byrsonima crassifolia



Mammea americana



Eucalyptus cinerea



Guazuma ulmifolia



METODOLOGÍA

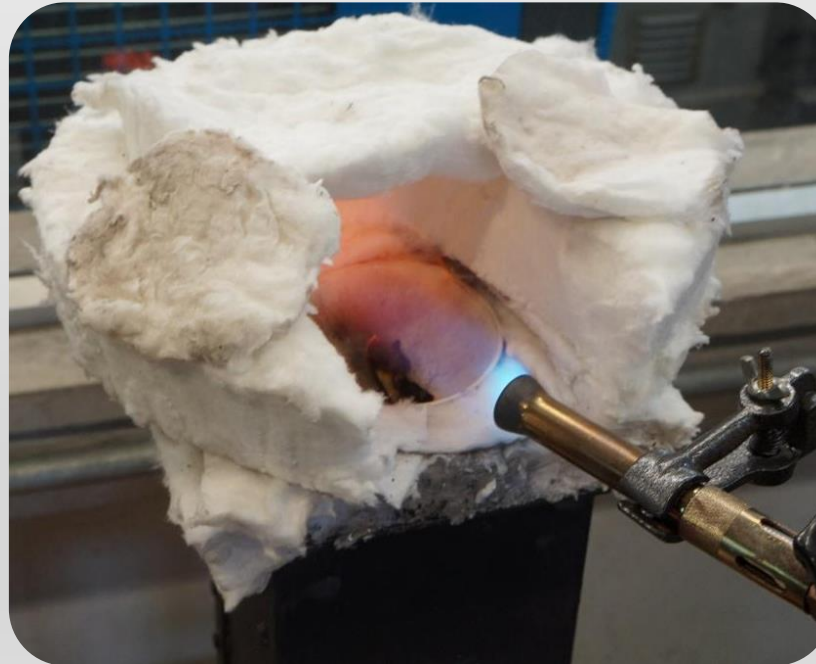
2. Toma de datos de inflamabilidad

Tiempo de ignición y Tiempo de Sostenibilidad



Imagen tomada de Ganteaume (2013). Flammability of Some Ornamental Species in Wildland–Urban Interfaces in Southeastern France: Laboratory Assessment at Particle Level

Epirradiador



METODOLOGÍA

2. Fuente gaseosa y Control de temperatura



*Grupo de ciencia y tecnología del gas y uso racional de la energía-GASURE
(Facultad de Ingeniería - UdeA)*



METODOLOGÍA

3. Variables físicas

Área foliar



Image J

Área/volumen

Volumen según Grootemaata et. al. (2015), para especies de hoja ancha.

Chandler et. al. (1983)

Grosor foliar

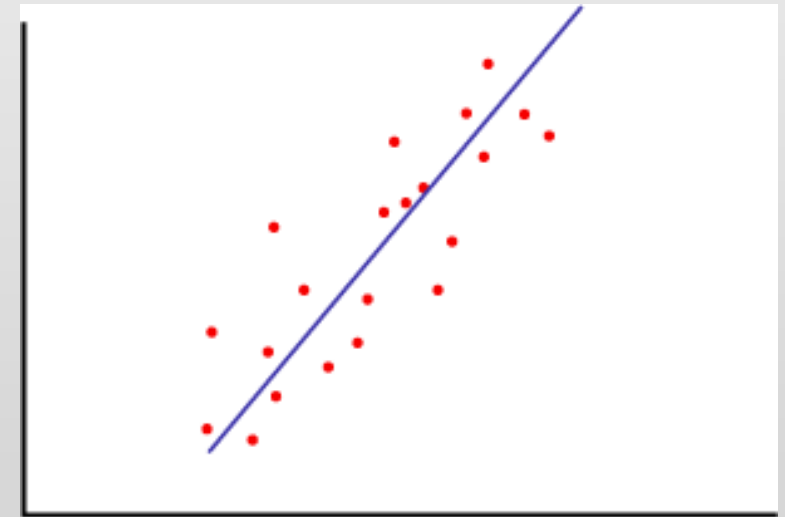
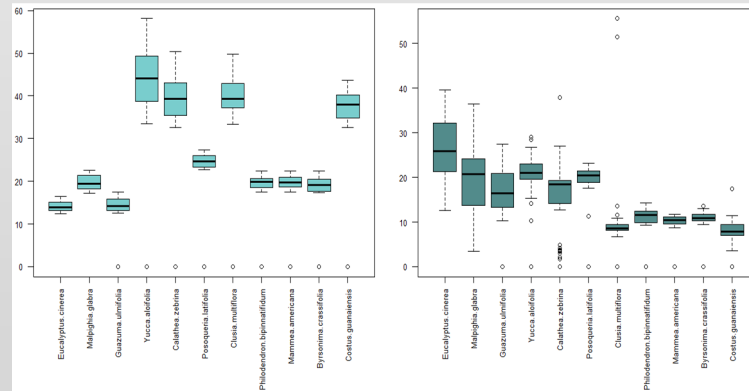


Porcentaje de humedad

$$\% \frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}}$$

METODOLOGÍA

4. Análisis de variables físico-químicas vs. variables de inflamabilidad



<<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174824.aspx>>

METODOLOGÍA

Calificación de la inflamabilidad

Valores de inflamabilidad (Valette, 1990)

| PI \ MDI (s) | <25 | 25 - 38 | 39 - 48 | 42 - 44 | 45 - 47 | 48 - 50 |
|--------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| > 32,5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 27,5 - 32,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 22,5 - 27,5 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 17,5 - 22,5 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 12,5 - 17,5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| < 12,5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |

Tabla 2. Valores de inflamabilidad propuestos en el método de Valette (1990). El valor respectivo se obtiene mediante el número de igniciones positivas y el tiempo promedio que demoraron en generar llama. Donde PI: frecuencia de ignición (número de igniciones positivas de un total de 50 tentativas); MDI: tiempo medio de ignición, en segundos; 0 = inflamabilidad nula; 1 = poco inflamable; 2 = moderadamente inflamable; 3 = inflamable; 4 = altamente inflamable; 5 = extremadamente inflamable.

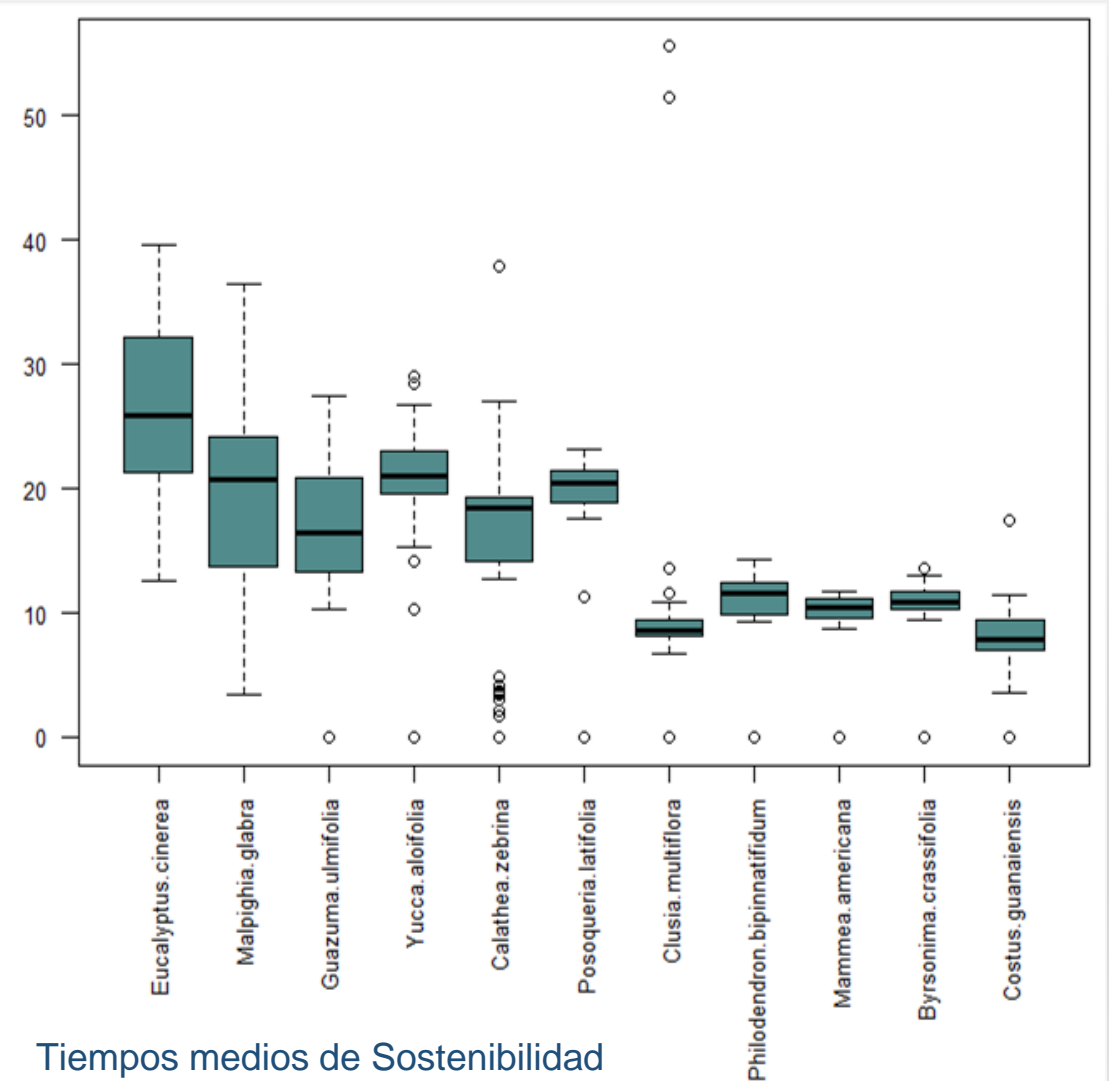
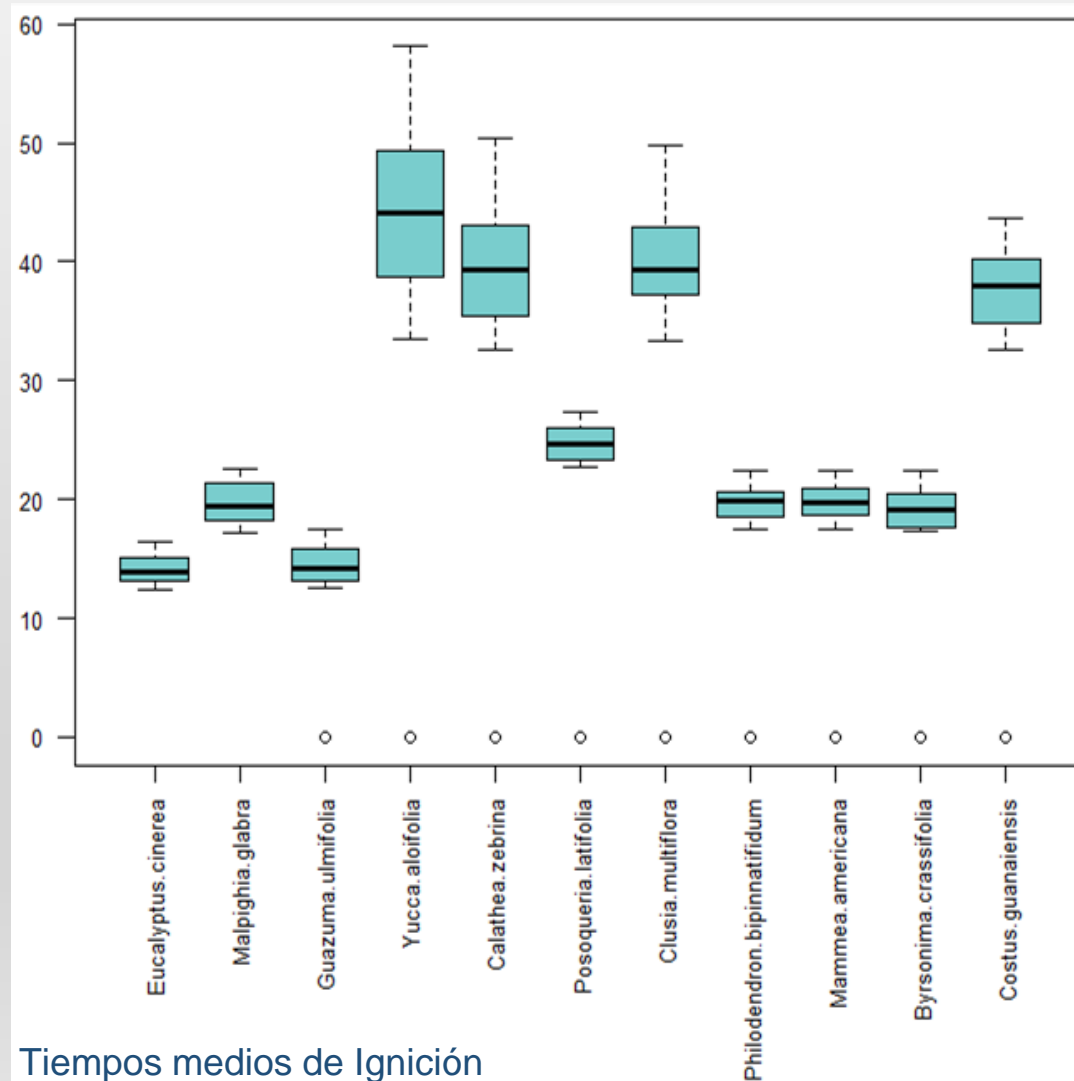
RESULTADOS

Valores de inflamabilidad

| Especie | Frecuencia de ignición | Rango de tiempo medio de ignición (s) | Valor de Inflamabilidad | Calificación o Categoría |
|------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i>Eucalyptus cinerea</i> | 48 | 12,5-17,5 | 4 | Altamente inflamable |
| <i>Malpighia glabra</i> | 48 | 17,5-22,5 | 3 | Inflamable |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 44 | 12,5-17,5 | 3 | Inflamable |
| <i>Posoqueria latifolia</i> | 42 | 22,5-27,5 | 2 | Moderadamente inflamable |
| <i>Philodendron bipinnatifidum</i> | 39 | 17,5-22,5 | 2 | Moderadamente inflamable |
| <i>Mammea americana</i> | 41 | 17,5-22,5 | 2 | Moderadamente inflamable |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> | 42 | 17,5-22,5 | 2 | Moderadamente inflamable |
| <i>Yucca aloifolia</i> | 47 | >32,5 | 1 | Poca inflamabilidad |
| <i>Calathea Zebrina</i> | 47 | >32,5 | 1 | Poca inflamabilidad |
| <i>Clusia multiflora</i> | 47 | >32,5 | 1 | Poca inflamabilidad |
| <i>Costus guanaiensis</i> | 45 | >32,5 | 1 | Poca inflamabilidad |

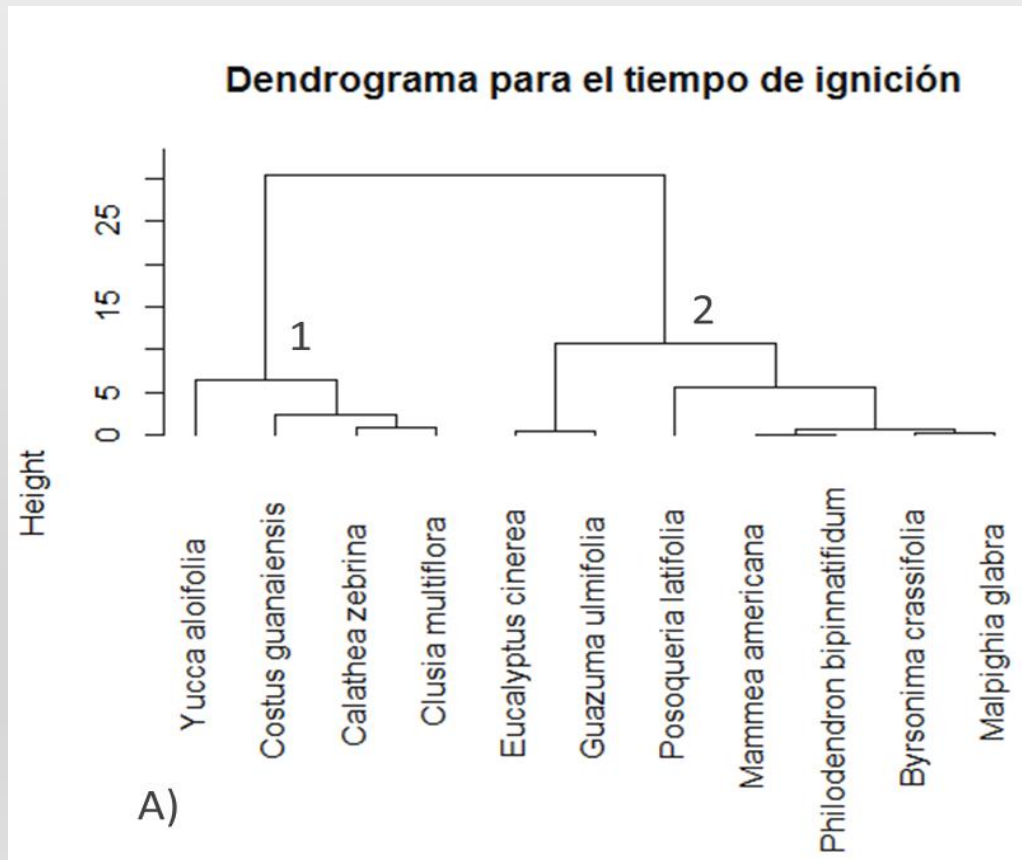
RESULTADOS

Tiempos medios de inflamabilidad



RESULTADOS

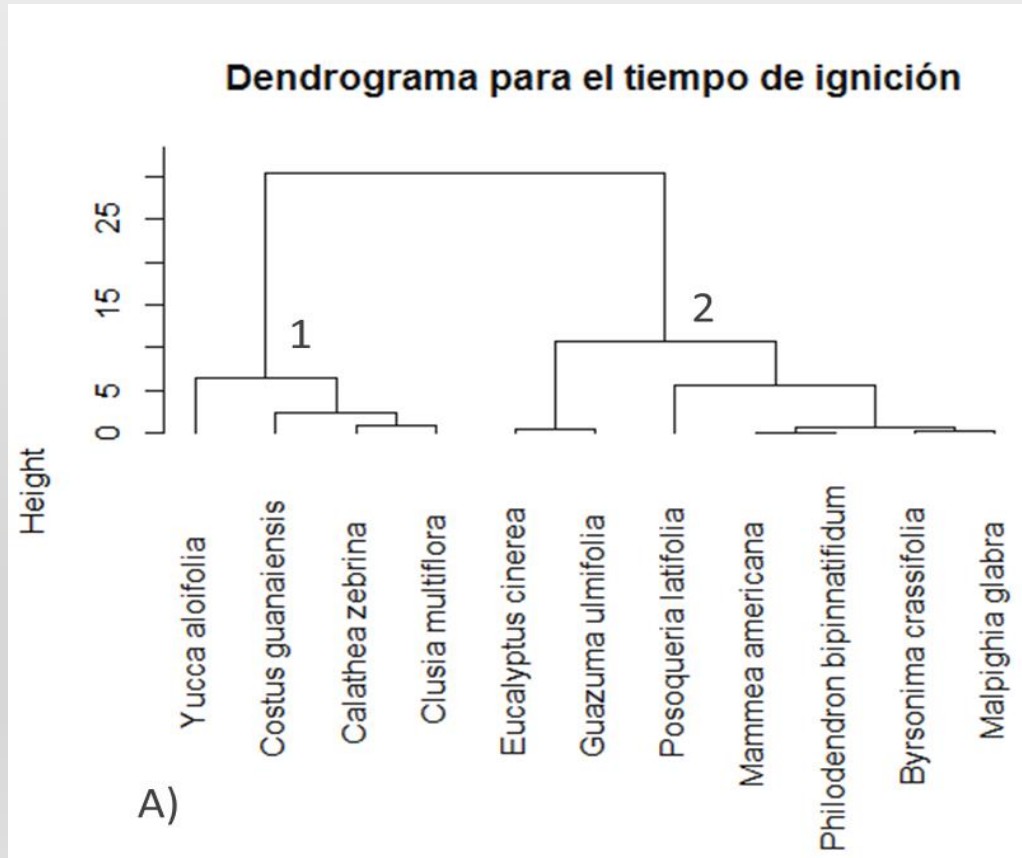
2. Variables para la ignición



| Especie | TI | TS | Área | Grosor | Área/volumen | Porcentaje Humedad |
|------------------------------------|-------|-------|---------|--------|--------------|--------------------|
| <i>Yucca aloifolia</i> | 44.64 | 21.37 | 154.83 | 0.086 | 11.62 | 245.31 |
| <i>Clusia multiflora</i> | 40.65 | 10.78 | 55.48 | 0.067 | 14.89 | 469.31 |
| <i>Calathea zebrina</i> | 39.66 | 16.12 | 344.76 | 0.028 | 35.53 | 302.42 |
| <i>Costus guanaiensis</i> | 38.29 | 8.3 | 465.64 | 0.0429 | 23.27 | 785.2 |
| <i>Posoqueria latifolia</i> | 25.06 | 20.52 | 53.17 | 0.0576 | 17.38 | 140.21 |
| <i>Philodendron bipinnatifidum</i> | 20.29 | 11.80 | 1029.97 | 0.0299 | 33.49 | 243.92 |
| <i>Mammea americana</i> | 20.20 | 10.55 | 73.59 | 0.038 | 26.75 | 112.45 |
| <i>Malpighia glabra</i> | 19.69 | 18.81 | 4.21 | 0.022 | 44.97 | 209.17 |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> | 19.50 | 11.19 | 67.25 | 0.021 | 46.58 | 122.63 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 14.64 | 17.80 | 32.04 | 0.039 | 25.44 | 116.26 |
| <i>Eucalyptus cinerea</i> | 14.22 | 26.68 | 16.41 | 0.036 | 27.84 | 152.64 |

RESULTADOS

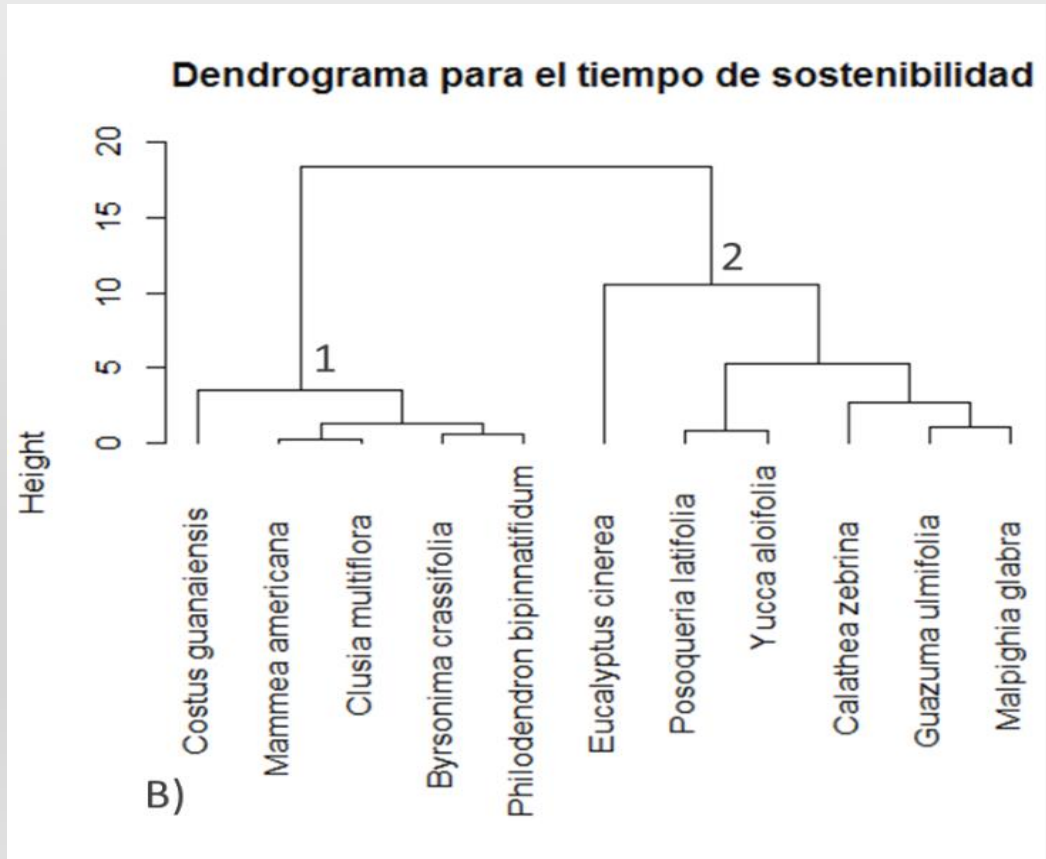
2. Variables para la ignición



| Especie | TI | TS | Área | Grosor | Área/volumen | Porcentaje Humedad |
|------------------------------------|-------|-------|---------|--------|--------------|--------------------|
| <i>Yucca aloifolia</i> | 44.64 | 21.37 | 154.83 | 0.086 | 11.62 | 245.31 |
| <i>Clusia multiflora</i> | 40.65 | 10.78 | 55.48 | 0.067 | 14.89 | 469.31 |
| <i>Calathea zebrina</i> | 39.66 | 16.12 | 344.76 | 0.028 | 35.53 | 302.42 |
| <i>Costus guanaiensis</i> | 38.29 | 8.3 | 465.64 | 0.0429 | 23.27 | 785.2 |
| <i>Posoqueria latifolia</i> | 25.06 | 20.52 | 53.17 | 0.0576 | 17.38 | 140.21 |
| <i>Philodendron bipinnatifidum</i> | 20.29 | 11.80 | 1029.97 | 0.0299 | 33.49 | 243.92 |
| <i>Mammea americana</i> | 20.20 | 10.55 | 73.59 | 0.038 | 26.75 | 112.45 |
| <i>Malpighia glabra</i> | 19.69 | 18.81 | 4.21 | 0.022 | 44.97 | 209.17 |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> | 19.50 | 11.19 | 67.25 | 0.021 | 46.58 | 122.63 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 14.64 | 17.80 | 32.04 | 0.039 | 25.44 | 116.26 |
| <i>Eucalyptus cinerea</i> | 14.22 | 26.68 | 16.41 | 0.036 | 27.84 | 152.64 |

RESULTADOS

2. Variables para la sostenibilidad

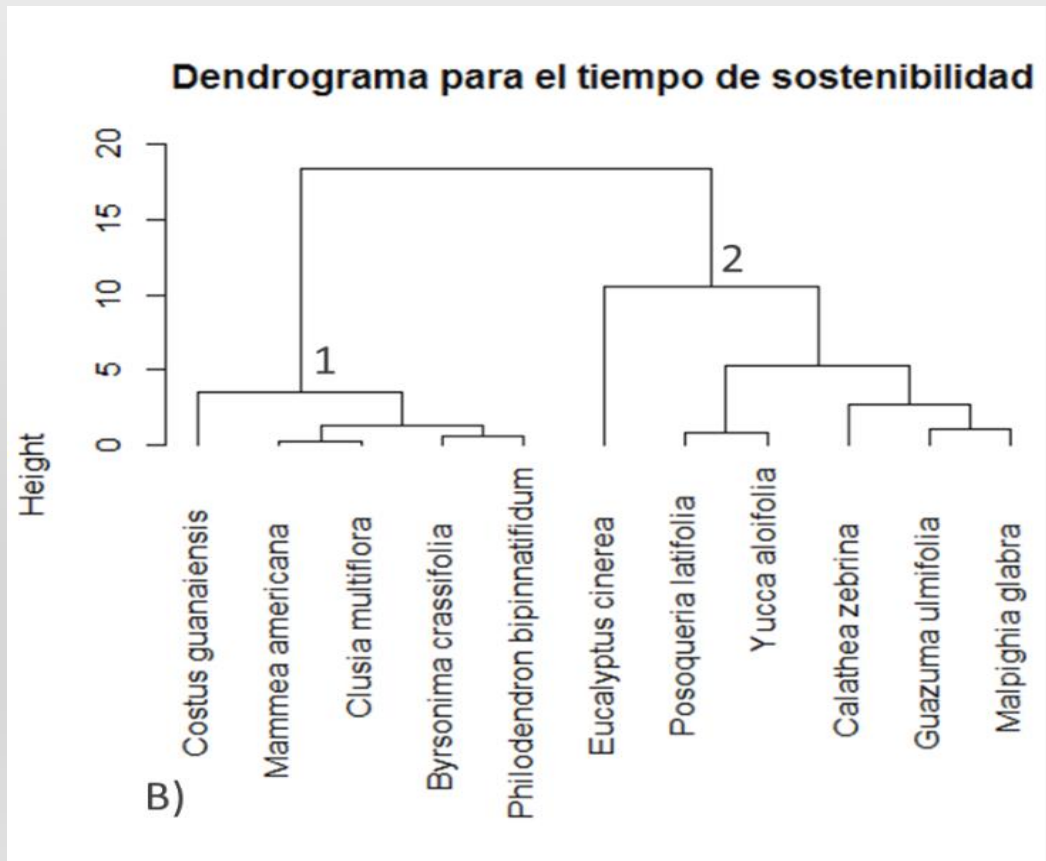


| Especie | TI | TS | Área | Grosor | Área/volumen | Porcentaje Humedad |
|------------------------------------|-------|-------|---------|--------|--------------|--------------------|
| <i>Yucca aloifolia</i> | 44.64 | 21.37 | 154.83 | 0.086 | 11.62 | 245.31 |
| <i>Clusia multiflora</i> | 40.65 | 10.78 | 55.48 | 0.067 | 14.89 | 469.31 |
| <i>Calathea zebrina</i> | 39.66 | 16.12 | 344.76 | 0.028 | 35.53 | 302.42 |
| <i>Costus guanaiensis</i> | 38.29 | 8.3 | 465.64 | 0.0429 | 23.27 | 785.2 |
| <i>Posoqueria latifolia</i> | 25.06 | 20.52 | 53.17 | 0.0576 | 17.38 | 140.21 |
| <i>Philodendron bipinnatifidum</i> | 20.29 | 11.80 | 1029.97 | 0.0299 | 33.49 | 243.92 |
| <i>Mammea americana</i> | 20.20 | 10.55 | 73.59 | 0.038 | 26.75 | 112.45 |
| <i>Malpighia glabra</i> | 19.69 | 18.81 | 4.21 | 0.022 | 44.97 | 209.17 |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> | 19.50 | 11.19 | 67.25 | 0.021 | 46.58 | 122.63 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 14.64 | 17.80 | 32.04 | 0.039 | 25.44 | 116.26 |
| <i>Eucalyptus cinerea</i> | 14.22 | 26.68 | 16.41 | 0.036 | 27.84 | 152.64 |

RESULTADOS

(Dimitrakopoulos et. al. 2011)

2. Variables para la sostenibilidad



| Especie | TI | TS | Área | Grosor | Área/volumen | Porcentaje Humedad |
|------------------------------------|-------|-------|---------|--------|--------------|--------------------|
| <i>Yucca aloifolia</i> | 44.64 | 21.37 | 154.83 | 0.086 | 11.62 | 245.31 |
| <i>Clusia multiflora</i> | 40.65 | 10.78 | 55.48 | 0.067 | 14.89 | 469.31 |
| <i>Calathea zebrina</i> | 39.66 | 16.12 | 344.76 | 0.028 | 35.53 | 302.42 |
| <i>Costus guanaiensis</i> | 38.29 | 8.3 | 465.64 | 0.0429 | 23.27 | 785.2 |
| <i>Posoqueria latifolia</i> | 25.06 | 20.52 | 53.17 | 0.0576 | 17.38 | 140.21 |
| <i>Philodendron bipinnatifidum</i> | 20.29 | 11.80 | 1029.97 | 0.0299 | 33.49 | 243.92 |
| <i>Mammea americana</i> | 20.20 | 10.55 | 73.59 | 0.038 | 26.75 | 112.45 |
| <i>Malpighia glabra</i> | 19.69 | 18.81 | 4.21 | 0.022 | 44.97 | 209.17 |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> | 19.50 | 11.19 | 67.25 | 0.021 | 46.58 | 122.63 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 14.64 | 17.80 | 32.04 | 0.039 | 25.44 | 116.26 |
| <i>Eucalyptus cinerea</i> | 14.22 | 26.68 | 16.41 | 0.036 | 27.84 | 152.64 |

RESULTADOS

3. Relaciones entre variables

| | TE | TI | TS |
|----|---------|---------|---------|
| G | 0.7181 | 0.6318 | 0.1898 |
| AV | -0.5735 | -0.5084 | -0.1438 |
| H | 0.3917 | 0.6451 | -0.4934 |
| A | -0.0738 | 0.1259 | -0.4005 |

Tabla 5. Matriz de correlaciones entre las variables de inflamabilidad y las físico-químicas estudiadas. TI= tiempo de ignición, TE= tiempo de extinción, TS= tiempo de sostenibilidad, G= grosor foliar, A= área, AV= proporción área/volumen y H= % de humedad.

RESULTADOS

3. Relaciones entre variables

| Y | A | B | x | R ² | p-valor |
|----|--------|-----------|-----|----------------|---------|
| TS | 17.37 | -0.007452 | H | 0.2434 | 0.123 |
| TS | 17.37 | -0.007452 | A | 0.1604 | 0.2222 |
| TS | 13.50 | 54.40 | G | 0.03605 | 0.5761 |
| TS | 17.85 | -0.07 | A/V | 0.02068 | 0.6732 |
| TI | 17.40 | 0.0365 | H | 0.4161 | 0.0321 |
| TI | 26.006 | 0.00469 | A | 0.01612 | 0.7099 |
| TI | 11.67 | 359.55 | G | 0.3992 | 0.03703 |
| TI | 41.22 | -0.509 | A/V | 0.2585 | 0.1103 |

CONCLUSIONES

Las plantas con mayores grosores foliares y mayores porcentajes de humedad tuvieron tiempos de ignición menores.

CONCLUSIONES

➤ Especies recomendadas para establecer barreras verdes



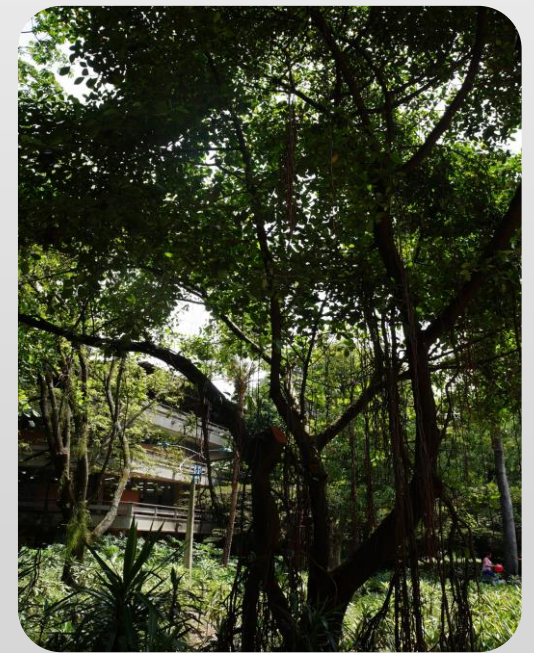
Calathea zebrina



Yucca aloifolia



Costus guanaiensis



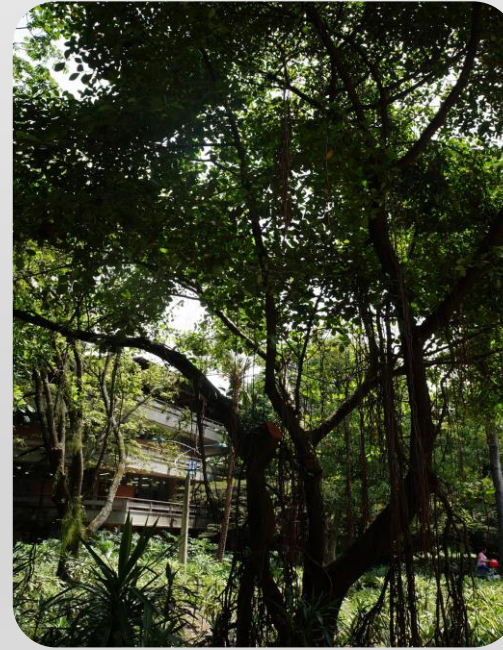
Clusia multiflora

CONCLUSIONES

- **Especies recomendadas para ser cultivadas como cortafuegos en zonas con alta frecuencia e impacto de incendios**



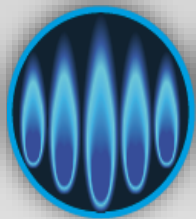
Costus guanaiensis



Clusia multiflora



AGRADECIMIENTOS



GASURE
Grupo de Ciencia y Tecnología del
Gas y Uso Racional de la Energía





¡Gracias!