

**EVALUACIÓN DE LOS PATRONES FENOLÓGICOS FLORACIÓN,
FRUCTIFICACIÓN Y SU RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS METEREOLÓGICOS
PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA, PARA DOS BOSQUES UBICADOS EN DOS
JARDINES BOTÁNICOS EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ**

**JENNY ALEJANDRA GÓMEZ HERRÁN
UBER DANILO HERNÁNDEZ BROCHERO**

**Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero(a) Forestal**

Director

**BORIS STEFAN VILLANUEVA TAMAYO
Ingeniero Forestal M.Sc. (c) Universidad del Tolima**

Codirector

**OMAR AURELIO MELO CRUZ
Ph.D. (c) Universidad del Tolima**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
IBAGUÉ-TOLIMA**

2014

COMITÉ DE INVESTIGACIONES
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO
 (Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO
 EVALUACIÓN DE ALGUNOS PATRONES FENOLÓGICOS (FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN) PARA DOS BOSQUES UBICADOS EN DOS JARDINES BOTÁNICOS EN LA CIUDAD DE IBAGUE.

NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S)
 Jenny Alejandra Gómez Herrán
 Uber Danilo Hernández Brochero

DIRECTOR:
 Boris Stefan Villanueva Tamayo (Director) y Omar Aubrelío Melo (Co-director)

NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1
 EUTIMIO SAAVEDRA, *Esp. Educación Ambiental.*

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----|--------------------|-----|
| CALIFICACIÓN JURADO 1 | Informe Escrito (65%) | 4,0 | Sustentación (35%) | 3,9 |
|------------------------------|-----------------------|-----|--------------------|-----|

NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2
 ANGELO NIETO VIVAS, *Doctor en Gestión Multidisciplinaria de Esp. Forestales.*

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----|--------------------|-----|
| CALIFICACIÓN JURADO 2 | Informe Escrito (65%) | 4,0 | Sustentación (35%) | 4,0 |
|------------------------------|-----------------------|-----|--------------------|-----|

| | | | | |
|-------------------------------|----------|-----|----------|-----|
| CALIFICACIÓN PONDERADA | Jurado 1 | 4,0 | Jurado 2 | 4,0 |
|-------------------------------|----------|-----|----------|-----|

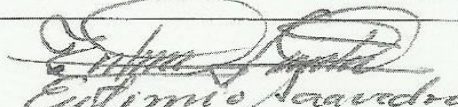
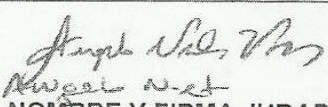
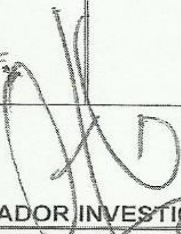
| | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------|----------|
| CALIFICACIÓN FINAL | 4,0 | Reprobado | Aprobado |
| Sobresaliente | <input checked="" type="checkbox"/> | Meritorio | Laureado |

RANGOS DE EQUIVALENCIA:
 Calificación menor de tres cero (3.0)
 Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)
 Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)
 Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)
 Calificación de cinco cero (5.0)

REPROBADO
 APROBADO
 SOBRESALIENTE
 MERITORIO
 LAUREADO

OBSERVACIONES *Ninguna.*

FIRMAS

| | |
|---|--|
|  NOMBRE Y FIRMA JURADO 1 |  NOMBRE Y FIRMA JURADO 2 |
|  COORDINADOR INVESTIGACIONES | |

| | |
|-------------------------------|---|
| CIUDAD: Ibagué, Tolima | FECHA DE SUSTENTACIÓN: 22 de abril de 2014 |
|-------------------------------|---|

ADVERTENCIA

La Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima, el director del trabajo y el jurado calificador, no son responsables de los conceptos ni de las ideas expuestas por los autores del presente trabajo.

Artículo 16, Acuerdo 032 de 1976 y Artículo 29, acuerdo 064 de 1991, Consejo Académico de la Universidad del Tolima.

DEDICATORIA

Alejandra

A Dios por estar conmigo, protegerme siempre y darme la vida y la fuerza para llegar hasta aquí. A mis padres por su compañía, esfuerzo y amor. A la persona que complementa mi corazón, mi cielito, por estar conmigo incondicionalmente. A Uber mi compañero de equipo por lidiar con mis ideas y a todos quienes me brindaron su compañía y ayuda en los momentos que más necesité.

Uber

Primeramente a Dios todo Poderoso creador de todo, por la vida que me concedió para realizar este hermoso trabajo. A mis padres por su apoyo diario en las fases correspondientes de esta investigación. A mi hermosa que siempre me apoyo en todo. A mi compañera de trabajo Alejandra Gómez por su empeño y dedicación, por último a todas las personas que estuvieron cerca en algún momento durante este tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Instituto Colombiano de Hidrología y Estudios Ambientales (IDEAM) por el soporte y contribución con la información hidrometeorológica empleada en el presente trabajo de investigación a través del profesor Miguel Barrios.

Igualmente agradecemos a todas las personas que aportaron sus conocimientos y su ayuda durante el desarrollo del proyecto:

A Marco Lerma, Tatiana Rengifo, Andrés Montes, Guillermo Rivas, Jaime Cabezas y Mauricio Perea, por su colaboración en la realización de algunos de los muestreos, en momentos en los que se necesitaba de un acompañante o en los que no nos fue posible realizarlos por motivos académicos o problemas de salud.

A Boris Villanueva por su asesoría académica y dirección en la realización del proyecto y de este documento, así como por su asesoría científica.

Al laboratorio de sistemas de información geográfica (SIG) de la Universidad del Tolima, por la asesoría y facilitar el préstamo de planchas.

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.OBJETIVOS | 17 |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL | 17 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 17 |
| 2. MARCO REFERENCIAL | 18 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 18 |
| 2.2 EL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA | 23 |
| 2.2.1 Abundancia | 24 |
| 2.2.2 Frecuencia | 24 |
| 2.2.3 Dominancia | 25 |
| 2.3 COCIENTE DE MEZCLA | 26 |
| 2.4 ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD | 26 |
| 2.4.1 Alfadiversidad | 27 |
| 2.4.1.1 Riqueza | 28 |
| 2.4.1.2 Índices basados en la abundancia relativa de especies | 29 |
| 2.4.2 Betadiversidad | 30 |
| 2.4.2.1 Análisis Clúster | 30 |
| 3. MÉTODOS | 32 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDIO | 32 |
| 3.2 TOMA DE DATOS | 33 |
| 3.3 ANÁLISIS DE DATOS | 36 |
| 4. RESULTADOS | 38 |
| 4.1 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.1 Jardín Botánico San Jorge | 38 |
| 4.1.2 Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 42 |
| 4.2 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD | 45 |
| 4.2.1 Alfadiversidad | 45 |
| 4.2.1.1 Índice de Shannon | 45 |
| 4.2.1.2 Índice de Simpson | 46 |
| 4.2.1.3 Índice de Margalef Y Menhinick | 46 |
| 4.2.1.4 Cociente de mezcla de Holdridge | 46 |
| 4.2.2 Betadiversidad | 47 |
| 4.2.2.1 Análisis clúster | 47 |
| 4.3 RELACIÓN DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN | 48 |
| 4.4 ANÁLISIS DE REGRESIÓN | 51 |
| 4.4.1 Fructificación | 52 |
| 4.4.2 Floración | 52 |
| 4.4.3 Correlación para especies de la misma familia | 53 |
| 4.5 GEOREFERENCIACIÓN DE INDIVIDUOS | 54 |
| 4.6 PRODUCCIÓN DE FRUTOS Y FLORES | 54 |
| | |
| 5. DISCUSIÓN | 67 |
| | |
| 6. CONCLUSIONES | 69 |
| | |
| RECOMENDACIONES | 70 |
| | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 71 |
| | |
| ANEXOS | 74 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Índice de valor de importancia en el Jardín Botánico San Jorge | 41 |
| Tabla 2. Índice de valor de importancia en el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 45 |
| Tabla 3. Índice de Shannon para los dos sitios | 45 |
| Tabla 4. Índice de Simpson para los dos sitios | 46 |
| Tabla 5. Índices de Margalef y Menhinick para los dos sitios | 46 |
| Tabla 6. Cociente de mezcla de Holdridge para cada sitio | 47 |
| Tabla 7. Análisis clúster | 48 |
| Tabla 8. Datos de la regresión de frutos para el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 51 |
| Tabla 9. Datos de la regresión de frutos para el Jardín Botánico San Jorge | 51 |
| Tabla 10. Estadística de la regresión para la floración en el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 53 |
| Tabla 11. Estadística de la regresión para la floración en el Jardín Botánico San Jorge | 53 |
| Tabla 12. Floración en el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 57 |
| Tabla 13. Consumidores para las especies del Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 58 |
| Tabla 14. Floración en el Jardín Botánico San Jorge | 63 |
| Tabla 15. Consumidores para las especies en el Jardín Botánico San Jorge | 64 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Transecto en el Jardín Botánico San Jorge | 33 |
| Figura 2. Transecto en el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 33 |
| Figura 3. Medición de C.A.P | 34 |
| Figura 4. Marcación de individuos | 35 |
| Figura 5. Observación fenológica | 35 |
| Figura 6. Colecta de muestras | 36 |
| Figura 7. Ubicación de los individuos con G.P.S | 37 |
| Figura 8. Abundancia relativa de especies muestreadas en el Jardín Botánico San Jorge | 38 |
| Figura 9. Dominancia relativa de las especies muestreadas en el Jardín Botánico San Jorge | 39 |
| Figura 10. Distribución de frecuencias relativas de las especies del bosque muestreado en el Jardín Botánico San Jorge | 40 |
| Figura 11. Índice de valor de importancia para el Jardín Botánico San Jorge | 41 |
| Figura 12. Abundancia relativa de las especies muestreadas en el Jardín Botánico Alejandro Von Humboldt | 42 |
| Figura 13. Frecuencia relativa de las especies muestreadas en el jardín botánico Alejandro Von Humboldt | 43 |
| Figura 14. Dominancia relativa de las especies muestreadas en el jardín botánico Alejandro Von Humboldt | 44 |
| Figura 15. Índice de valor de importancia para las especies del Jardín Botánico Alejandro Von Humboldt | 44 |
| Figura 16. Análisis clúster para los dos sitios | 47 |
| Figura 17. Diferenciación de lluvias en los sitios estudiados en el año anterior al muestreo | 48 |
| Figura 18. Variación de la precipitación durante los meses de | 49 |

investigación

| | |
|--|----|
| Figura 19. Variación de la precipitación entre las quincenas de muestreo | 49 |
| Figura 20. Comportamiento de las lluvias en los años 2000, 2005 y 2011 en el Jardín Botánico Alejandro Von Humboldt | 50 |
| Figura 21. Comportamiento de las lluvias en los años 2000, 2005 y 2011 en el Jardín Botánico San Jorge | 50 |
| Figura 22. Variación de la temperatura en los años 2000, 2005 y 2011 para los dos sitios | 51 |
| Figura 23. Variación de la temperatura en el año anterior al estudio y en el año de investigación. | 51 |
| Figura 24. Ubicación de los individuos muestreados en los dos sitios de en la ciudad de Ibagué | 54 |
| Figura 25. Producción de frutos en el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 55 |
| Figura 26. Número de frutos por mes vs parámetros meteorológicos Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 56 |
| Figura 27. Especies con flor por mes en el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 58 |
| Figura 28. Producción de frutos en el Jardín Botánico San Jorge | 61 |
| Figura 29. Número de frutos por mes vs parámetros meteorológicos Jardín Botánico San Jorge | 62 |
| Figura 30. Especies con flores por mes en el Jardín Botánico San Jorge | 64 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Anexo A. Registro de las observaciones fenológicas para el Jardín Botánico San Jorge | 75 |
| Anexo B. Registro de las observaciones fenológicas para el Jardín Botánico Alejandro von Humboldt | 116 |
| Anexo C. Datos de los parámetros meteorológicos (precipitación, temperatura) de las estaciones para la ciudad de Ibagué | 147 |