



Colombia Forestal

ISSN: 0120-0739

colombiaforestal@udistrital.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
Colombia

Alvarado Coronado, Claudia Liliana; Cantillo Higuera, Édgar Ernesto
Análisis estructural de la vegetación en el gradiente altitudinal y entre vertientes de la
región de Sumapaz, Colombia
Colombia Forestal, vol. 9, núm. 19, noviembre, 2006, pp. 31-44
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423941362002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN EN EL GRADIENTE ALTITUDINAL Y ENTRE VERTIENTES DE LA REGIÓN DE SUMAPAZ, COLOMBIA

Palabras clave: Estructura, vegetación, cobertura, riqueza, área basal, Sumapaz, Colombia.

Key words: Structure, vegetation, cover, wealth, basal area, Sumapaz, Colombia.

Claudia Liliana Alvarado Coronado¹
Édgar Ernesto Cantillo Higuera²

RESUMEN

De 31 levantamientos ubicados en dos transectos con variación altitudinal entre 550 y 3.500 m en la vertiente oriental y 470 y 3.500 m en la occidental del macizo del Sumapaz, se utilizaron los valores de cobertura, número de individuos, riqueza y área basal para cada estrato en la vegetación boscosa con el fin de evaluar la variación por efecto de la disimetría (exposición) de las dos vertientes por el gradiente altitudinal en las tres regiones de vida, Tropical, Subandina y Andina, o por la interacción vertiente-región de vida. Los valores de cobertura del estrato arbustivo varían por efecto de las regiones de vida, mientras que el estrato herbáceo lo hacen por la interacción vertiente-región de vida. El número de individuos y la riqueza de especies en el estrato subarbóreo varían entre regiones de vida a lo largo del gradiente altitudinal. Los valores de área basal en los estratos arbóreos no se asocian a ninguno de los factores analizados.

ABSTRACT

In 31 plots of two transects with an altitudinal variation before 550 and 3.500 m on the East flank and between 470 and 3.500 m. on the west flank of the Sumapaz massy, were determined values of cover, density, richness and basal area of the arboreal vegetation for each strata, with the aim of evaluate if there are changes by effect of two flanks, East and West, of three life-regions, Tropical, Subandina y Andina, or to the interaction flank-life-region. The cover values of the shrubs strata change by effect of the life-regions, meanwhile the herbaceous strata changes by the interaction flank-life-region. The density and the richness of species of the subarboreal strata change between life-regions. The basal area values do not effect for the factors in the arboreal strata.

INTRODUCCIÓN

En Colombia son extensas las contribuciones fitoecológicas realizadas por investigadores

1 Profesora área de Matemática. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. clalvaradoc@unal.edu.co

2 Profesor de Ecología. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ecantillo@udistrital.edu.co

para el conocimiento de las comunidades vegetales, logrando profundizar en la identificación de modelos florísticos, de riqueza y diversidad, así como en la identificación de modelos estructurales a lo largo del gradiente altitudinal en la región Andina. Acciones como éstas se logran con base en la identificación, medición y estimación de variables desarrolladas desde hace varios años (Rangel *et al.*, 1990; Rangel, 1991; Rangel y Garzón, 1994; Cantillo, 2001; Arellano, 2001; Cantillo *et al.*, 2005; Rangel, 2005; Cantillo y Rangel, en imprenta; Cantillo *et al.*, en imprenta). La utilización de medios analíticos que permitan comprobar la existencia de cambios en la vegetación con relación a los factores ambientales del entorno es una aproximación novedosa en nuestro medio y fue la razón para la realización de este trabajo.

En la región de Sumapaz, la expedición ECO-ANDES (Rangel *et al.*, en imprenta) tomó información primaria, la cual fue utilizada, en este caso, con herramientas estadísticas que permitieron disgregar y concluir en favor de dicha comprensión.

El propósito de este estudio fue integrar el componente estructural de la vegetación con un enfoque analítico para identificar sus variaciones en la posición geográfica y en el gradiente altitudinal. Específicamente se logró analizar la medida de riqueza, densidad, cobertura y área basal de la vegetación por estrato, entre regiones de vida y entre vertientes, en la región de Sumapaz.

ÁREA DE ESTUDIO

Los transectos del Macizo del Sumapaz se localizaron entre los 3° 55' y 4° 10' de latitud Norte y los 73° 40' y 74° 35' de longitud Oeste. Los sitios de muestreo se ubicaron en la vertiente oriental entre 550 y 4.250 m y en la occidental entre 470 y 4.025 m. El clima, y más específicamente la precipitación, es el fac-

tor más diferenciable entre vertientes. La vertiente oriental mantiene un promedio mensual de 351.3 mm en la región tropical, 239.2 mm en la subandina y 142.9 mm en la andina. En la vertiente occidental, el promedio mensual es más bajo en la región tropical, 125.6 mm, y en la subandina, 101.63 mm, pero muy equivalente en la andina al registrar un valor de 122.9 mm (Rangel y Arellano, en imprenta).

MARCO CONCEPTUAL

El agregado cuantitativo de unidades funcionales, es decir, la ocupación espacial de los componentes de una masa vegetal es la estructura (Dansereau, 1961). Barkman (1979) la definió como el patrón espacial de distribución de las plantas y la separó así de los atributos de la textura foliar. La caracterización estructural se entiende mejor cuando se analizan los elementos principales, como estratificación, cobertura y consistencia foliar (Montoya, 1966).

Las principales variables estructurales que se tuvieron en cuenta según Rangel y Velásquez (1997) fueron:

COBERTURA

La cobertura brinda una idea de las dimensiones de la biomasa aérea, así como de la distribución espacial de cada componente (Montoya, 1966). Diagramas tridimensionales que relacionan la estructura y la cobertura reflejan objetivamente el aspecto fisonómico de diversas formaciones vegetales. Se obtiene por el cálculo directo en metros cuadrados del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo de los estratos altos y por la estimación visual o uso de escalas relativos en los bajos (Cleef *et al.*, 1984). Al final se reúnen o suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección de especies y se hace la relación con respecto al área total muestreada. En este enfoque se considera que cada estrato

puede alcanzar un valor máximo de cobertura de 100%.

NÚMERO DE INDIVIDUOS

Atiende a la abundancia de individuos por unidad de área y se efectúa por el conteo directo de árboles y arbolitos, mientras que para estratos bajos (arbustos y hierbas) se realiza la estimación relativa por el uso de escalas.

NÚMERO DE ESPECIES (RIQUEZA)

La riqueza se define como el número de especies que tipifican a una localidad, región o parcela. Deben tenerse en cuenta dos situaciones (Rangel y Velázquez, 1997):

1. Cuando está referida a una localidad, sitio o región geográfica claramente definida en su extensión o en su área, o cuando se citan límites altitudinales precisos.
2. Cuando se relacionan con las especies que se encuentran únicamente en los inventarios provenientes de una superficie delimitada.

ÁREA BASAL

El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, la cual generalmente es a 1.3 metros; el diámetro tomado a esta altura se denomina DAP o diámetro a la altura del pecho. La cobertura se expresa en metros cuadrados de material vegetal por unidad de superficie de terreno.

$$\text{Área basal} = \frac{\pi}{4}(\text{DAP})^2$$

En formaciones selváticas y boscosas donde el dominio de los estratos arbóreos es manifiesto, sirve para calcular biomasa en pie, que es una medida indirecta de la productividad del sitio en términos de tiempo.

METODOLOGÍA

Inicialmente se obtuvieron los datos de 31 levantamientos de vegetación de 500 m² realizados en un transecto en la región del Sumapaz (Rangel *et al.*, en imprenta). La base de datos contenía un registro de 3.545 individuos en todos los levantamientos. Esta información se digitalizó en una tabla, identificando No. del levantamiento, vertiente, altura sobre el nivel del mar, especie, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura y cobertura. El análisis se desarrolló con base en la estratificación, a partir de las categorías de altura de árboles propuestas por Rangel y Lozano (1986): Arbóreo superior, >25 m; Arbóreo inferior, 12 a 25 m; Subarbóreo o arbolitos, 5 a 12 m; Arbustivo, 1.5 a 5 m y Herbáceo <1.5 m. La información así obtenida fue resumida en tablas (vertientes vs región de vida) para cada variable y por cada estrato (**Anexo 1**).

Esta información se analizó a partir de un modelo factorial, dado que cada variable se relacionó con cada factor: vertiente y regiones de vida y su interacción.

Teniendo en cuenta lo sugerido por Steel y Torrie (1985), las transformaciones utilizadas para este análisis fueron la logarítmica para valores enteros positivos, la raíz cuadrada para enteros pequeños y la transformación angular o arco-seno para valores de fracciones decimales.

Una vez completada esta información, se procesaron los datos con ayuda del programa estadístico MINITAB para determinar el ANOVA.

MODELADO ESTADÍSTICO

A modo de un experimento factorial que incluye dos factores A y B con a y b niveles, respectivamente, cada uno de las variables estructurales de interés puede modelarse como la respuesta en un factorial de dos factores.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a,$$

$$j = 1, 2, \dots, b,$$

$$k = 1, 2, \dots, n,$$

donde

Y_{ijk} es la k - ésima observación de la variable estructural para el factor estructural (i, j) μ es la media global, α_i es el efecto principal causado por el i - ésimo nivel de A, en este caso la vertiente β_j es el efecto principal causado por el j - ésimo nivel de B, en este caso la región de vida y $(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de interacción para el i - ésimo nivel de A y el j - ésimo nivel de B, es decir la interacción vertiente-región de vida ε_{ijk} es el k - ésimo error aleatorio, dado por factores biológicos, físicos y antrópicos que pueden afectar las condiciones de la vegetación.

Se supone que los factores A y B son de efectos fijos. Entonces α_i , β_j y $(\alpha\beta)_{ij}$ son parámetros fijos, tales que

$$\sum_{i=1}^a (\alpha\beta)_{ij} = \sum_{j=1}^b (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

$$\sum_{i=1}^a \alpha_i = \sum_{j=1}^b \beta_j = 0$$

Dentro de la similitud que se ha establecido con los diseños factoriales, para estos las siguientes hipótesis son de interés:

1. $H_0: \alpha_i = 0$ para toda i
2. $H_0: \beta_j = 0$ para toda j
3. $H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$ para toda i y j

Análogamente se plantearon las correspondientes hipótesis.

HIPÓTESIS

Las siguientes hipótesis se plantearon en el nivel biológico:

1. Si la exposición de la vertiente a los cambios climáticos (radiación, precipitación) es un factor que se asocia a la complejidad en la estructura de cualquier tipo de vegetación, es de esperar que formaciones boscosas en las dos vertientes del Macizo de Sumapaz tengan valores diferentes en cobertura, densidad, área basal y riqueza de especies según estratos.
2. Si la topografía es un limitante para el establecimiento y la adaptación de diferentes comunidades vegetales, es de esperar que a lo largo del gradiente altitudinal, en cualquiera de las vertientes los valores de características estructurales como cobertura, área basal, número de individuos y la riqueza sean diferentes según estratos
3. Si la región de vida subandina presenta mejores condiciones en variables de clima, como la precipitación, es de esperar que las comunidades vegetales allí establecidas tengan mayor expresión de variables estructurales tales como cobertura, área basal, número de individuos y riqueza de especies.

En concordancia con las anteriores hipótesis, se formulan estadísticamente las siguientes:

1. $H_0: \alpha_i = 0$ para toda i
Es decir, se conjetura que no hay efecto de la vertiente.
2. $H_0: \beta_j = 0$ para toda j
Es decir, se conjetura que no hay efecto de la región de vida.
3. $H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$ para toda i y j
Es decir, se conjetura que no hay efecto de la interacción entre vertiente y región de vida.

RESULTADOS

El apoyo de las conjeturas, que orientan este trabajo, derivado de la información contenida

en cada uno de los levantamientos, es evaluado por medio del análisis de varianza para cada uno de las variables estructurales con probabilidad del 95%. Los resultados del citado análisis se presentan en el **Anexo 2** y se condensaron en las siguientes tablas:

COBERTURA

VALORES P DEL ANOVA

Fuente de variación			
COBERTURA	Vertiente	R. de Vida	Interacción
Arbóreo inferior	0,982	0,335	0,263
Subarbóreo	0,353	0,519	0,841
Arbustivo	0,158	0,042	0,608
Herbáceo	0,381	0,996	0,047

Al observar el análisis de varianza se encuentra que no hay efecto en el estrato arbóreo inferior y subarbóreo entre vertientes, regiones de vida y su interacción. Para el caso del estrato arbustivo, hay efecto en la región de vida; sin embargo, no hay efecto entre vertientes, ni para la interacción, vertientes-regiones de vida. Para el estrato herbáceo hay efecto en la interacción vertiente-región de vida, pero no lo hay entre vertientes o regiones de vida.

Las **Figuras 1, 2, 3 y 4 del Anexo 3** muestran los residuales para cada uno de los estratos, relacionados con la variable cobertura. El valor P de la prueba de Shapiro-Wilk, indica que hay evidencia en la normalidad de los datos a excepción del estrato herbáceo, donde los puntos de las colas en los extremos están por debajo de la línea.

NÚMERO DE INDIVIDUOS

VALORES P DEL ANOVA

Fuente de variación			
N. DE INDIVIDUOS	Vertiente	R. de Vida	Interacción
Arbóreo inferior	0,452	0,256	0,151
Subarbóreo	0,117	0,026	0,26

Teniendo en cuenta el análisis de varianza, para el estrato arbóreo inferior no hay efecto entre vertientes, regiones de vida, y su interacción, vertientes-regiones de vida. En el estrato subarbóreo se encontró efecto en regiones de vida; sin embargo, no hay efecto para vertientes y su interacción.

Las **Figuras 5 y 6 del Anexo 3** muestran los residuales para cada uno de los estratos relacionados con la variable Número de individuos. El valor P de la prueba de Shapiro-Wilk indica que hay evidencia en la normalidad de los datos, aunque los puntos de las colas en los extremos están por debajo de la línea.

NÚMERO DE ESPECIES (RIQUEZA)

VALORES P DEL ANOVA

Fuente de variación			
RIQUEZA	Vertiente	R. de Vida	Interacción
Arbóreo inferior	0,47	0,135	0,712
Subarbóreo	0,18	0,048	0,182

Según los resultados obtenidos en la tabla, se puede decir que en el estrato arbóreo inferior no hay efecto entre vertientes, regiones de vida y su interacción para la riqueza, mientras que el estrato subarbóreo sí presenta efecto en las regiones de vida.

Las **Figuras 7 y 8 del Anexo 3** muestran los residuales para cada uno de los estratos, relacionados con la variable riqueza. El valor P de la prueba de Shapiro-Wilk indica que hay evidencia en la normalidad de los datos.

ÁREA BASAL

VALORES P DEL ANOVA

Fuente de variación			
ÁREA BASAL	Vertiente	R. de Vida	Interacción
Arbóreo inferior	0,717	0,4	0,483
Subarbóreo	0,581	0,331	0,778

En el caso del área basal, los estratos arbóreo inferior y subarbóreo no tienen efecto entre vertientes, regiones de vida y su interacción.

Las **Figuras 9 y 10 del Anexo 3** muestran los residuales para cada uno de los estratos, relacionados con la variable área basal. El valor P de la prueba de Shapiro-Wilk indica que hay evidencia en la normalidad de los datos, aunque en las colas algunos puntos están por debajo de la línea.

CONCLUSIONES

La cobertura presenta varias implicaciones según el estrato: los estratos arbóreo inferior y subarbóreo no presentan variación entre las vertientes y entre regiones de vida en respuesta a la exposición o al gradiente altitudinal. Por su parte, la cobertura en el estrato arbustivo cambia entre regiones de vida, siendo este más representativo a medida que la altitud aumenta, mientras que el herbáceo define cambios tanto por efecto de las vertientes como por el gradiente altitudinal. La dominancia presenta valores mayores en la vertiente más húmeda (oriental) y hacia partes altitudinales bajas.

Con relación al número de individuos, el estrato arbóreo inferior no se ve afectado por la exposición o la altitud, pero el estrato subarbóreo evidencia un significativo aumento en el número de individuos en la región de vida subandina, donde el clima ejerce gran influencia al ser las precipitaciones altas y los valores de temperatura medios.

Aunque la riqueza del estrato arbóreo inferior no responde a cambios en las características ambientales en la región del Sumapaz, en el estrato subarbóreo el número de especies aumenta hacia la región de vida subandina.

El área basal de los estratos arbóreo inferior y subarbóreo no define cambios entre vertientes, regiones de vida y su interacción. Así, el área basal como medida de la productividad del ecosistema no cambia con las variaciones ambientales de la región del Sumapaz.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a todos los investigadores que participaron en las excursiones de campo en el marco del programa Ecoandes; al doctor Humberto Mayorga por sus orientaciones estadísticas; al doctor Orlando Rangel por sus valiosas apreciaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, H. 2001.** Estudio de la vegetación del sistema andino de la serranía del Perijá. Tesis de pregrado. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 160 p.
- Barkman, J.J. 1979.** The investigation of vegetation texture and structure. In: M. J. Werger (ed.). The study of vegetation: 123-160. Junk. The Hague-Boston.

- Bourgeron, P. S. 1983.** Spatial aspects of vegetation structure. In: F.B. Golley (ed.). Tropical Rain Forest Ecosystems. Structure and Function. Ecosystems of the world 14^a: 29-47, Amsterdam, Oxford, Nueva York.
- Canavos, G. 1985.** Probabilidad y estadística. Aplicación y métodos. México. 651 p.
- Cantillo, E. E. 2001.** Caracterización estructural, ordenación y dinámica de la vegetación en la zona de captación de aguas de la microcuenca El Tigre, municipio de Norcasia, Caldas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. 178 p.
- Cantillo, E.E., K. Rodríguez & A. Avella. 2005.** La vegetación leñosa de la Reserva Forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Fondo de Publicaciones. Bogotá. 109 p.
- Cleef, A. M., J. O. Rangel-CH. T. van der Hammen & R. Jaramillo-M. 1984.** La vegetación de las selvas del transecto Buritaca-La Cumbre, Sierra Nevada de Santa Marta. En: T. Van der Hammen. & P. Ruiz. (eds). La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Transecto Buritaca-La Cumbre. Estudios de Ecosistemas Tropandinos, Ecoandes 4; 2: 267-406. J. Cramer, Vaduz.
- Dansereau, P. 1961.** Essais de représentation cartographique des éléments structuraux de la végétation. In: Méthodes de la cartographie de la végétation: 233-255. Toulouse, Centre National de la Recherche Scientifique.
- Montoya, J. M. 1966.** El acuerdo Yangambi como base para la nomenclatura de tipos de vegetación en el trópico americano. Turrialba 16 (2): 169-179, Costa Rica.
- Rangel-CH, J.O. & G. Lozano C. 1986.** Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán Puracé. Caldasia 14 (68-70): 533-547.
- Rangel-Ch, J. O., J. Aguirre-C & R. Sánchez-M. 1990.** Aspectos estructurales, dinámicos y fisionómicos de la vegetación. En: J. Aguirre & J. O. Rangel-CH. (eds). Biota y ecosistemas de Gorgona. Fondo FEN Colombia 127-151. Bogotá.
- Rangel-Ch, J. O., 1991.** Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia. Tesis de Doctor, Universidad de Amsterdam. Amsterdam. 349 p.
- Rangel-CH., J.O. & A. Garzón. 1994.** Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Regional Natural Ucumari. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Ucumari: Un caso típico de la diversidad biótica andina: 59:84. Publicaciones de la CARDER. Pereira.
- Rangel-CH, J.O., & A. Velásquez. 1997.** Métodos de estudio de la vegetación. En J.O. Rangel-Ch, P. Lowy & M. Aguilar. Colombia Diversidad Biótica II. P: 59-87. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Rangel-CH, J.O. & H. Arellano (en imprenta).** Clima de la Región de Sumapaz. En: T. van der Hammen, J.O. Rangel-Ch. & A.M. Cleef (eds). El Transecto del Sumapaz. Ecoandes 7.
- Rangel-Ch, J.O. 2005.** Aspectos de la estructura y de la riqueza de especies en la vegetación de los transectos del Tatamá. En: T. van der Hammen, J. O. Rangel & A. Cleef (eds). La cordillera occidental colombiana. Transecto Tatamá. Estudios de Ecosistemas Tropandinos, Ecoandes 6; 797-812. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.

Steel, R. & J. Torrie 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Segunda edición. Colombia. 622 p.

UNESCO/PNUMA/FAO, 1980. Ecosistemas de los Bosques Tropicales. UNESCO/CIF-CA. Madrid. 771 p.

Van der Hammen, T., & P. Ruiz. 1984. La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Transecto Buritaca-La Cumbre. Estudios de Ecosistemas Tropandinos, Ecoandes 4; 2: 267-406. J. Cramer, Vaduz.

Webster, A. 2000. Estadística aplicada a los negocios y la economía. Tercera edición. Colombia. 640 p.

ANEXO 1

Tablas de datos

Valores de cobertura relativa (%) por estrato. AI: Arbóreo inferior; Ar: Subarbóreo; a: Arbustivo; H: Herbáceo

(Fuente: Cantillo & Rangel (en imprenta). Tomados solamente los individuos con registro dentro del área de los levantamientos).

Región de vida	V. Oriental				V. Occidental			
	AI	Ar	a	H	AI	Ar	a	H
Tropical	92	34	26	13	-	64	57	26
	46	65	35	37	26	37	41	10
	41	72	44	40	49	33	9	11
Subandina	76	78	64	23	77	31	16	55
	66	66	52	22	72	63	25	3
	27	31	35	81	37	30	52	8
	74	45	51	12	79	57	33	5
	64	41	53	42	-	35	8	2
	30	43	75	30	71	55	52	8
	68	82	36	24	97	44	33	7
Andina	-	27	97	8	81	29	24	12
	80	10	6	11	59	26	41	33
	-	98	86	15	47	16	80	16
	46	39	87	10	66	33	80	3
	42	33	75	35	-	69	37	50
					-	68	58	71

Valores de número de individuos por estrato.
AI: Arbóreo inferior; Ar: Subarbóreo.
Fuente: Cantillo & Rangel (en imprenta)

Región de vida	V. Oriental		V. Occidental	
	AI	Ar	AI	Ar
Tropical	22	26	-	42
	8	65	7	25
	16	51	10	22
Subandina	17	93	24	27
	17	61	17	69
	13	25	9	23
	16	45	19	24
	20	44	-	18
	11	40	15	43
	20	71	37	55
	-	33	31	41
Andina	18	10	18	30
	-	20	12	23
	10	31	24	29
	6	27	-	24
			-	21

Valores de número de especies por estrato. AI: Arbóreo inferior; Ar: Subarbóreo.
Fuente: Cantillo & Rangel, en imprenta. Tomados solamente los individuos con registro dentro del área de los levantamientos

Región de vida	V. Oriental		V. Occidental	
	AI	Ar	AI	Ar
Tropical	5	9	-	9
	1	15	4	13
	8	26	7	17
Subandina	8	23	10	14
	7	22	6	19
	8	14	6	12
	7	20	10	14
	11	18	-	16
	5	16	3	6
	10	23	12	15
	-	9	11	20
	6	5	7	16
Andina	-	18	4	12
	5	9	7	13
	5	13	-	9
			-	5

Valores de área basal (m²) por estrato. AI: Arbóreo inferior; Ar: Subarbóreo.

Fuente: Cantillo & Rangel, en imprenta

Región de vida	V. Oriental		V. Occidental	
	AI	Ar	AI	Ar
Tropical	1,51	0,32	-	0,28
	0,78	0,25	0,6	0,14
	1,08	0,19	2,9	0,07
Subandina	1,01	0,1	0,98	0,1
	0,77	0,2	1,78	0,34
	0,51	0,14	0,56	0,06
	2,31	0,1	1,49	0,12
	1,44	0,37	-	0,06
	0,85	0,18	0,47	0,03
	0,71	0,17	1,56	0,16
Andina	-	0,68	1,39	0,11
	2,65	0,05	1,24	0,22
	-	0,06	0,96	0,11
	1,51	0,19	1,77	0,86
	0,93	0,27	-	0,13
			-	0,24

ANEXO 2

ANOVA

Cobertura

Estrato arbóreo inferior

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	193,6	0,2	0,2	0,00	0,982
REGION DE VIDA	2	649,0	949,0	474,5	1,16	0,335
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	1174,0	1174,0	587,0	1,44	0,263
Error	19	7771,6	7771,6	409,0		
Total	24	9788,2				

S = 20,2245 R-Sq = 20,60% R-Sq(adj) = 0,00%

Estrato Subarbóreo

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	472,0	426,2	426,2	0,89	0,353
REGION DE VIDA	2	606,6	641,7	320,9	0,67	0,519
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	166,5	166,5	83,3	0,17	0,841
Error	25	11911,6	11911,6	476,5		
Total	30	13156,7				

S = 21,8280 R-Sq = 9,46% R-Sq(adj) = 0,00%

Estrato Arbustivo

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	1610,9	1049,1	1049,1	2,12	0,158
REGION DE VIDA	2	3555,7	3565,5	1782,7	3,60	0,042
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	502,8	502,8	251,4	0,51	0,608
Error	25	12373,7	12373,7	494,9		
Total	30	18043,1				

S = 22,2474 R-Sq = 31,42% R-Sq(adj) = 17,71%

Estrato Herbáceo

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	365,0	308,0	308,0	0,79	0,381
REGION DE VIDA	2	13,3	1,1	0,5	0,00	0,999
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	2076,7	2076,7	1038,3	2,68	0,088
Error	25	9689,7	9689,7	387,6		
Total	30	12144,8				

S = 19,6873 R-Sq = 20,21% R-Sq(adj) = 4,26%

N. de individuos**Estrato Arbóreo Inferior**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	83,60	28,10	28,10	0,59	0,452
REGION DE VIDA	2	99,81	139,59	69,79	1,47	0,256
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	199,18	199,18	99,59	2,09	0,151
Error	19	904,85	904,85	47,62		
Total	24	1287,44				

S = 6,90097 R-Sq = 29,72% R-Sq(adj) = 11,22%

Estrato Subarbóreo

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	861,7	729,0	729,0	2,64	0,117
REGION DE VIDA	2	2192,5	2334,9	1167,4	4,22	0,026
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	786,0	786,0	393,0	1,42	0,260
Error	25	6915,0	6915,0	276,6		
Total	30	10755,1				

S = 16,6313 R-Sq = 35,70% R-Sq(adj) = 22,85%

Número de especies (riqueza)

Estrato Arbóreo Inferior

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	2,513	3,866	3,866	0,54	0,470
REGION DE VIDA	2	32,975	31,734	15,867	2,23	0,135
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	4,936	4,936	2,468	0,35	0,712
Error	19	135,417	135,417	7,127		
Total	24	175,840				

S = 2,66968 R-Sq = 22,99% R-Sq(adj) = 2,72%

Estrato Subarbóreo

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	63,99	44,73	44,73	1,90	0,180
REGION DE VIDA	2	137,64	149,35	74,67	3,17	0,059
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	86,00	86,00	43,00	1,83	0,182
Error	25	588,11	588,11	23,52		
Total	30	875,74				

S = 4,85019 R-Sq = 32,84% R-Sq(adj) = 19,41%

Área basal

Estrato Arbóreo Inferior

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	0,0332	0,0609	0,0609	0,14	0,717
REGION DE VIDA	2	0,7144	0,8663	0,4331	0,96	0,400
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	0,6826	0,6826	0,3413	0,76	0,483
Error	19	8,5649	8,5649	0,4508		
Total	24	9,9951				

S = 0,671405 R-Sq = 14,31% R-Sq(adj) = 0,00%

Estrato Subarbóreo

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VERTIENTE	1	0,00634	0,01045	0,01045	0,31	0,581
REGION DE VIDA	2	0,08121	0,07719	0,03860	1,16	0,331
VERTIENTE*REGION DE VIDA	2	0,01694	0,01694	0,00847	0,25	0,778
Error	25	0,83479	0,83479	0,03339		
Total	30	0,93928				

S = 0,182733 R-Sq = 11,12% R-Sq(adj) = 0,00%

ANEXO 3

Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk

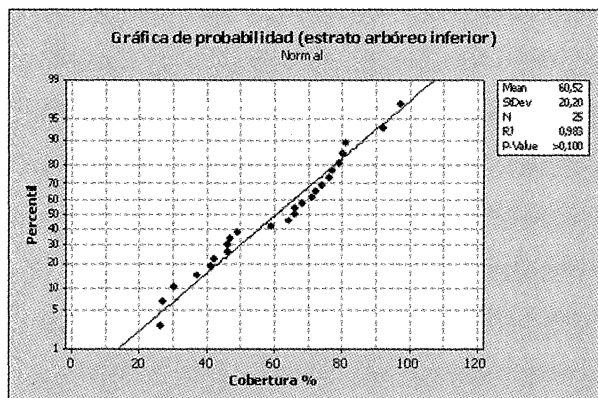


Figura 1. Curva de probabilidad normal de residuales de la cobertura en el estrato arbóreo inferior

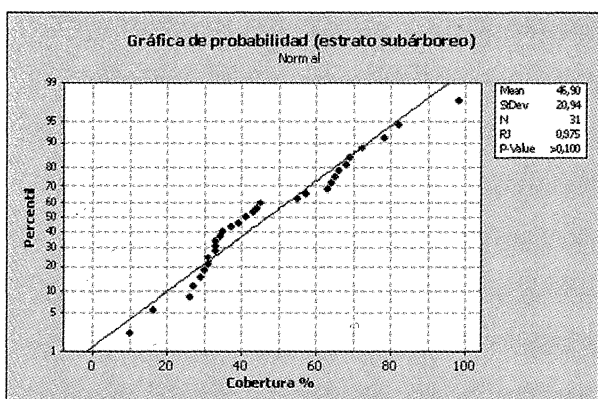


Figura 2. Curva de probabilidad normal de residuales de la cobertura en el estrato subarbóreo

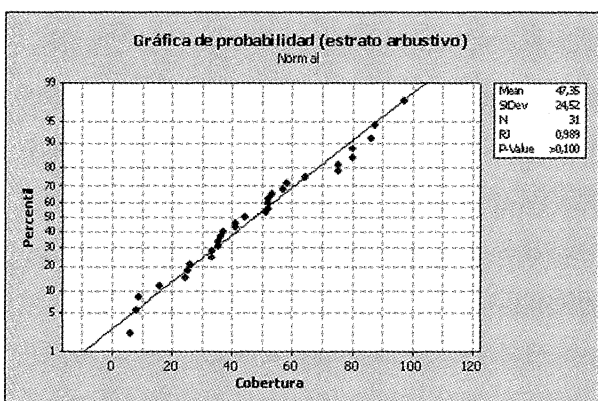


Figura 3. Curva de probabilidad normal de residuales de la cobertura en el estrato arbustivo

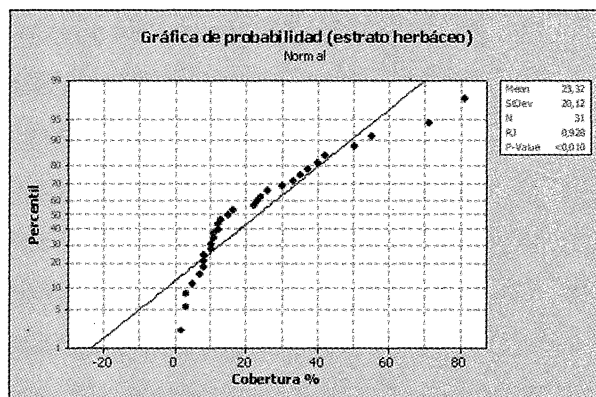


Figura 4. Curva de probabilidad normal de residuales de la cobertura en el estrato herbáceo

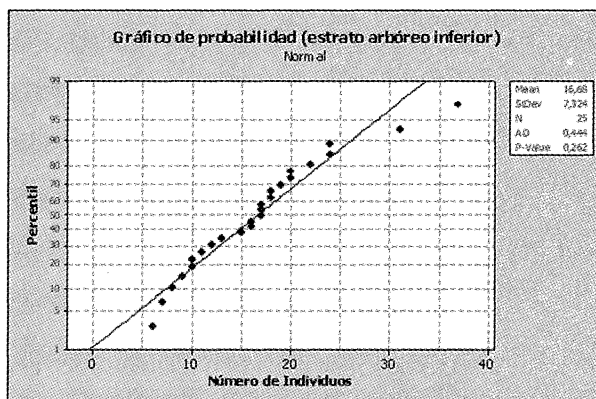


Figura 5. Curva de probabilidad normal de residuales del número de individuos en el estrato arbóreo inferior

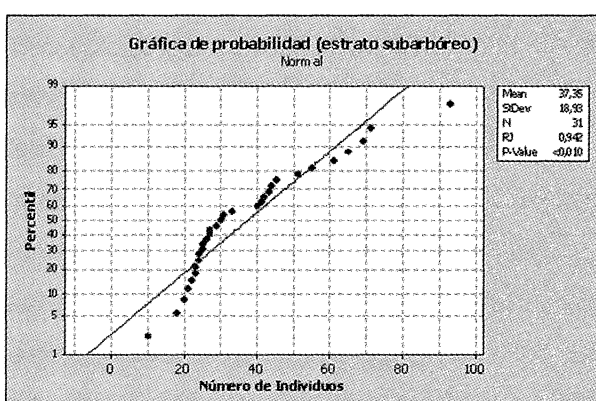


Figura 6. Curva de probabilidad normal de residuales del número de individuos en el estrato subarbóreo

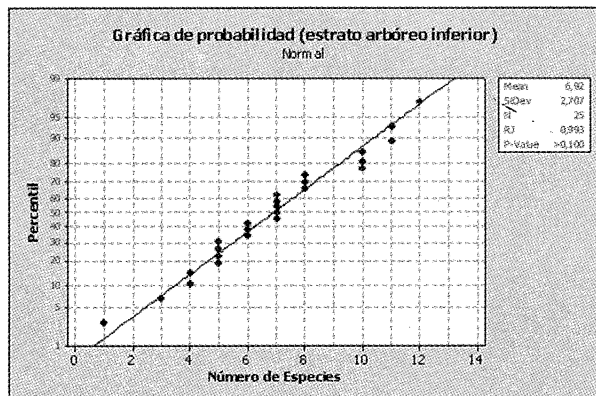


Figura 7. Curva de probabilidad normal de residuales del número de especies en el estrato arbóreo inferior

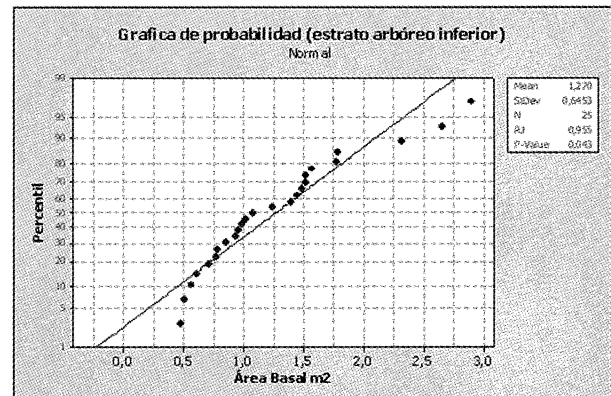


Figura 9. Curva de probabilidad normal de residuales del área basal en el estrato arbóreo inferior

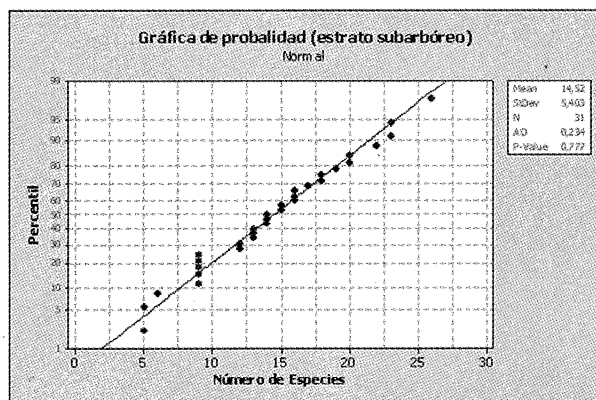


Figura 8. Curva de probabilidad normal de residuales del número de especies en el estrato subarbóreo

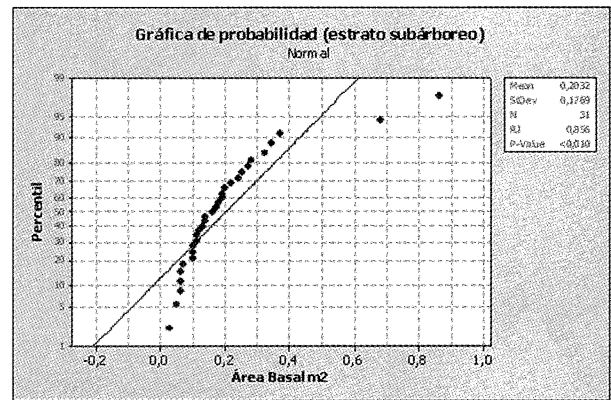


Figura 10. Curva de probabilidad normal de residuales del área basal en el estrato subarbóreo