

**FENOLOGÍA FOLIAR EN LA TRANSICIÓN DE ÉPOCA SECA A PERIODO DE LLUVIAS EN EL BOSQUE SECO DE LA RESERVA NATURAL LAIPUNA, LOJA, ECUADOR.**

**FOLIAR PHENOLOGY IN THE TRANSITION FROM DRY SEASON TO RAINY SEASON IN THE DRY FOREST AT THE LAIPUNA NATURE RESERVE, LOJA, ECUADOR.**

Cabrera García María<sup>1\*</sup>, Pacheco Pineda Edwin<sup>2</sup>

1. Ingeniera Forestal. Universidad Nacional de Loja (UNL). Loja - Ecuador.
2. Docente investigador Universidad Nacional de Loja (UNL). Ciudadela Universitaria "Guillermo Falconí Espinosa" (La Argelia). Loja - Ecuador.

\*Autor para correspondencia: [edwin.pacheco@unl.edu.ec](mailto:edwin.pacheco@unl.edu.ec)

Carrera de Ingeniería Forestal,  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Web: [www.bosqueslatitudcero.com](http://www.bosqueslatitudcero.com)  
Email: [bosques.latitudcero@unl.edu.ec](mailto:bosques.latitudcero@unl.edu.ec)

**Receptado:** 16 de septiembre del 2016

**Aprobado:** 08 de diciembre del 2016

Cabrera, M; Pacheco, E. (2016). Fenología foliar en la transición de época seca a periodo de lluvias en el bosque seco de la reserva natural Laipuna, Loja, Ecuador.

## RESUMEN

La investigación surge de la necesidad de documentar el comportamiento fenológico de las especies de bosque seco durante la transición de época seca hasta la culminación del periodo de lluvias en la Reserva Natural Laipuna. Se trabajó en tres parcelas de 0,36 ha, cada una subdivida en nueve subparcelas de 0,04 ha, a diferentes pisos altitudinales (1082 msnm: alta, 855 msnm: media y 710 msnm: baja). Las fotografías se tomaron con una cámara fotográfica digital, desde el centro de cada subparcela, que registró cronológicamente las fases fenológicas en la transición de la temporada seca a lluviosa. Las fotografías hemisféricas fueron analizadas de forma simultánea para nueve puntos de muestreo mediante el software CAN-EYE, el cual permitió determinar el porcentaje de vegetación y el Índice de Área Foliar (IAF). En las parcelas de las zonas baja y media existió similaridad, mientras que para la parcela de la zona alta se presentó valores mayores que fueron justificados por su diversidad funcional, con reposición de follaje del 57,50 % de vegetación y 1,10 de IAF. En la parcela alta no existen diferencias entre los dos periodos, pero para las parcelas media y baja se determina diferencias encontrando valores más altos en la temporada lluviosa-seca. La utilización de fotografías hemisféricas es un método prometedor para determinar la fenología foliar con un bajo porcentaje de error. Sin embargo, es susceptible a la influencia de factores climáticos, como radiación solar y presencia de lluvias.

---

**Palabras claves:** Fenología foliar, fotografías hemisféricas, IAF, ANOVA, vegetación, bosque seco

## ABSTRACT

The research arises from the need document the phenological behavior of dry forest species in the transition from dry season until the completion of the rainy season in the Laipuna Natural Reserve. Three plots of 0,36 ha each were subdivided in nine subplots of 0.04 ha, different altitudinal floors (1082 meters high, average and low 710 m 855 m). The photograph was taken with a digital camera with wide angle lens, this was located in the center of each subplot, which records chronologically the phenological phases in the transition from dry to rainy season. Hemispheric photographs were analyzed simultaneously for nine sampling points per plot with CAN-EYE software, which allowed determination of percentage of vegetation and Leaf Area Index (LAI). In the lowland plots and similar media, while for the upper zone are the major values that were justified by their functional diversity, with foliar renewal of 57,50 % of vegetation and 1,10 LAI. In the high plot there are no differences between the two seasons, but for the medium and low plots the highest values found in the dry season are determined. The use of hemispheric photographs is a promising method to determine foliar phenology with a low percentage of error. However, it is susceptible to the influence of climatic factors, such as solar radiation and the presence of rainfall.

---

**Keywords:** Leaf phenology, LAI, hemispherical photographs, variance analysis, vegetation, dry forest.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques secos en el Ecuador se encuentran ubicados en la región costa, centro, y sur desde la provincia de Manabí hasta Loja. Poseen una superficie aproximada de 28 000 km<sup>2</sup>, lo que representa el 35 % del área de bosques del país (Sierra et al., 1999; Aguirre y Delgado 2005). Los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja se ubican en áreas con una alta presencia humana, áreas que representan el 60 % del asentamiento poblacional rural de la provincia (Aguirre y Delgado, 2005). La degradación de estas zonas se deben a que estas formaciones se encuentran sobre suelos en algunos casos con potencial para producción agrícola como Pindal, Zapotillo y Macará, por lo que han sido intervenidos (Aguirre, 2006), sumado a esto, los bosques secos tropicales son considerados como los biomas más frágiles del planeta, debido a la lenta capacidad de regeneración y a la persistente amenaza de deforestación y fragmentación por causas naturales o antropogénicas, así como su particular característica de vegetación semidecidua (Janzen, 1988).

En la Región Sur del Ecuador, especialmente en la provincia de Loja, los bosques secos se encuentran en constante presión por actividades agropecuarias, principalmente caprina que afecta la regeneración natural. Además, altera la dinámica del bosque, a esto se suma la disminución de la capacidad de recuperación natural de las especies de estos ecosistemas (Aguirre y Delgado 2005; Paladines, 2003). Dada la amenaza que presentan los bosques secos, existe la necesidad de generar información científica sobre dinámica y fenología de las especies forestales de éstos bosques secos, el conocimiento y comprensión de patrones fenológicos de especies forestales es una herramienta de gran utilidad en la elaboración de estudios ecológicos sobre biodiversidad, productividad, organización de las comunidades, y planes de protección de fauna y flora (Finegan, 1992). Dadas estas particularidades y la escasa información de estudios sobre fenología foliar en el país, se realizó la investigación en el bosque seco de la Reserva Natural Laipuna a fin de determinar la fenología foliar del bosque, el índice de área foliar, el incremento o descenso de la foliación en el bosque respecto a la estacionalidad climática y las diferencias en el proceso fenológico con la estacionalidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Reserva Natural Laipuna, dentro del proyecto “El consumo de agua y la captura de carbono en un bosque caducifolio de montaña como indicadores funcionales de los cambios ambientales en el sur de Ecuador”. La reserva de 1600 ha, se ubica entre 350 y 1500 msnm, se encuentra a 150 km al sur oeste de la ciudad de Loja (Vía Loja-Macará) en la parroquia Larama, cCantón Macara, provincia de Loja (Figura 1).

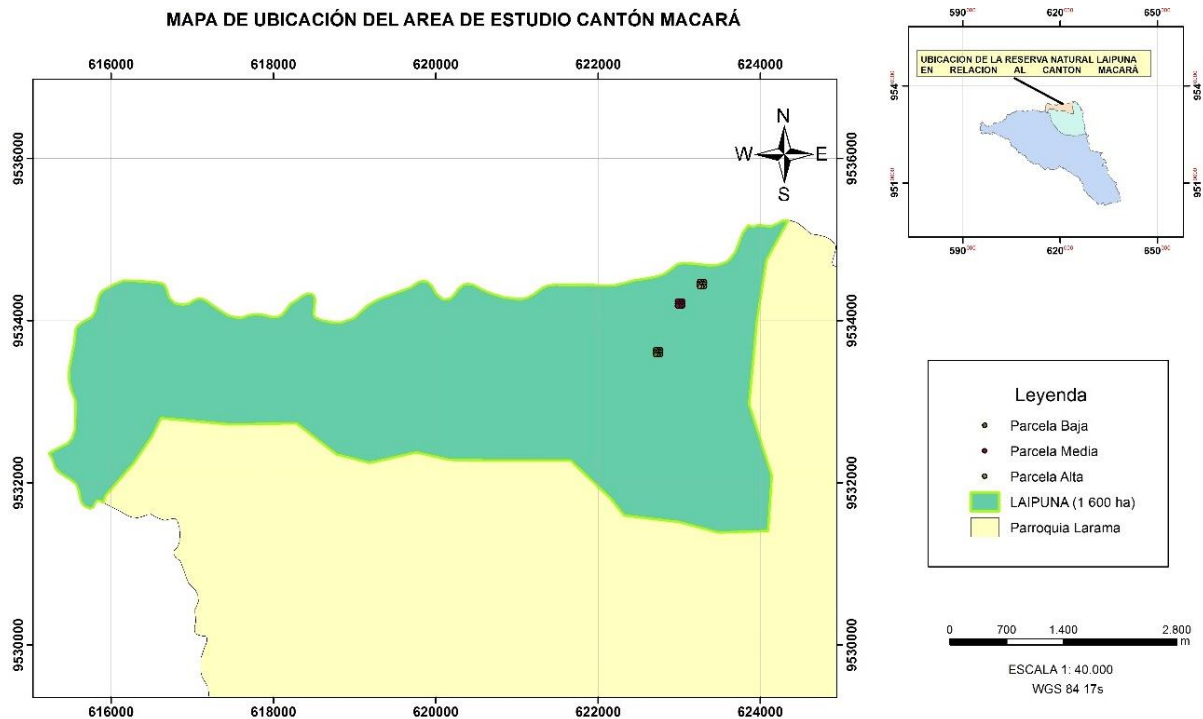


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

El monitoreo de la fenofase foliar, se realizó en tres parcelas de 0,36 ha a diferentes pisos altitudinales (alta 1082 msnm, media 855 msnm y baja 710 msnm). En el centro de las 9 subparcelas de 400 m<sup>2</sup> (0,04 ha) ubicadas dentro de la parcela principal de 0,36 ha (60 x 60 m). Las capturas fotográficas se realizaron con una cámara Canon EOS 300D DIGITAL, con velocidad de obturación de 1/100 s provista de un lente gran angular con un campo de visión de 185°, en modo STANDARD, que permite determinar una nitidez general de la fotografía del paisaje y con un brillo, calibrada manualmente dependiendo de las condiciones meteorológicas. El trípode con la cámara se colocó a una altura 1,30 m por encima del suelo y con la lente hacia el cielo, en forma equilibrada y con una orientación al norte. Las fotografías fueron tomadas con regularidad durante los meses de diciembre, enero, febrero y mediados de marzo del 2015, considerando factores meteorológicos, realizando en las horas de la mañana o al atardecer para evitar la luz solar directa en la cámara. Para el procesamiento de las imágenes se utilizó el software CAN EYE (Windows siguiendo las instrucciones de Weiss y Baret (2014).

La fenología foliar, se obtuvo con fotografías hemisféricas analizadas de forma simultánea por día de observación, puntos de muestreo y por parcela. Para el procesamiento de las fotografías, se utilizó el software Can Eye, del mismo que se obtuvo el recorte de los troncos y ramas de los árboles, logrando una discriminación de píxeles del cual se determinó variables como porcentaje de vegetación e índice de área de lámina foliar (IAF)

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y comparaciones con la prueba LSD Fisher que permitió determinar las diferencias significativas entre la comparación de dos muestras que se presentan en forma de lista, éstos análisis se realizaron con el software InfoStat/Profesional 2013. Los resultados se compararon con los resultados del estudio de Bettac Luise (2014), en el mismo escenario de estudio, pero en diferente estacionalidad (época lluviosa a seca: abril, mayo y junio). Para realizar esta comparación entre ambos

estudios, se utilizó un análisis de varianza y una prueba “t” pareada, lo cual permitió determinar las diferencias en el porcentaje de vegetación verde y el índice de área foliar efectiva, frente a la ocurrencia de dichos procesos en el bosque seco.

## RESULTADOS

En las primeras mediciones, las parcelas de la parte baja y media inicia con valores de cero para el IAF (Figura 2), el mayor desarrollo foliar inicia a partir de febrero con un IAF de 0,80 y 0,91 para la parcela baja y media respectivamente, con tendencia a estabilizarse en el mes de marzo. La parcela ubicada en la parte alta de la reserva presenta un índice de área foliar positivo al inicio de las observaciones con 0,03 IAF, posiblemente como consecuencia de la presencia de especies siempreverdes e incrementándose hasta 1,60 en el mayor desarrollo del periodo de lluvias y con tendencia a estabilizarse. Las características de composición florística y variables ambientales de la parcela de la parte alta favorecen los valores más altos en términos de IAF que las parcelas en menor rango altitudinal.

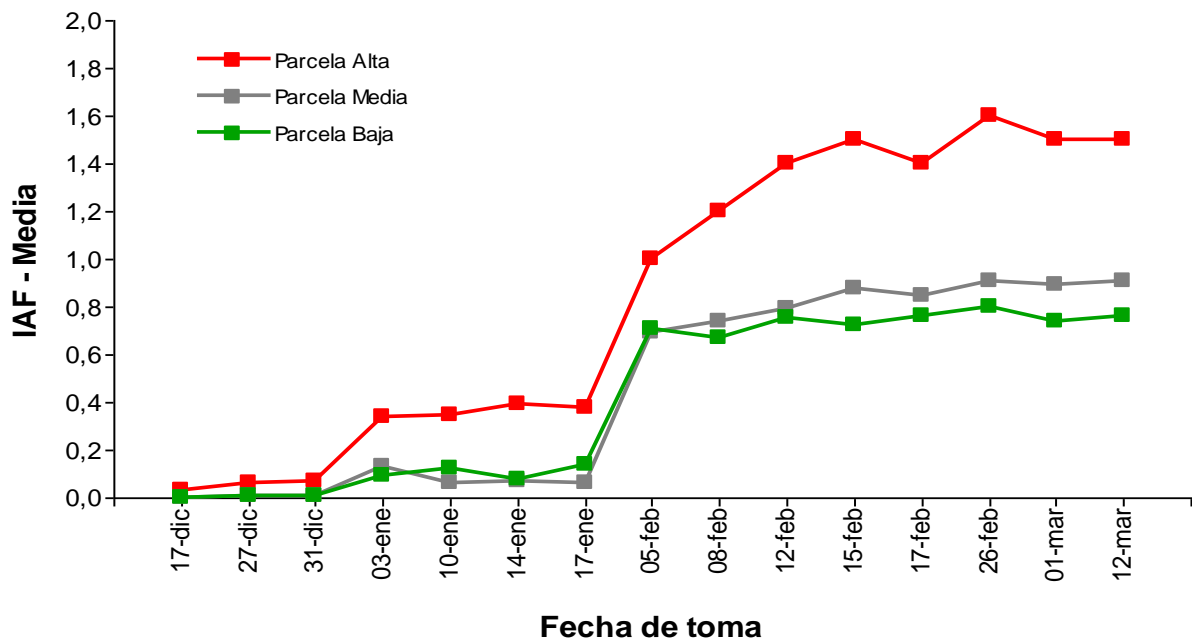


Figura 2. Desarrollo del índice de área efectiva foliar (IAF) de las parcela de muestreo de la reserva Natural Laipuna.

Respecto al porcentaje de vegetación verde, la parcela ubicada en la parte alta es superior con respecto a las dos parcelas ubicada a menor altitud, la cual inicia con un 3 % de vegetación y alcanzando el mayor incremento en el mes de febrero con el 74 %, mes donde se maximiza el periodo de lluvias. Las parcelas ubicadas en la parte media y baja presentaron valores positivos (dada la presencia de especies siempre verdes también en zonas bajas) aunque inferiores a los de la parcela de la parte alta. Los valores corresponden a 0,1 para la parcela de la parte media y 0,4 en la parte baja respectivamente, estabilizándose en el mes de febrero con valores de 54 % de vegetación en la parte media y 45 % en la parte baja.

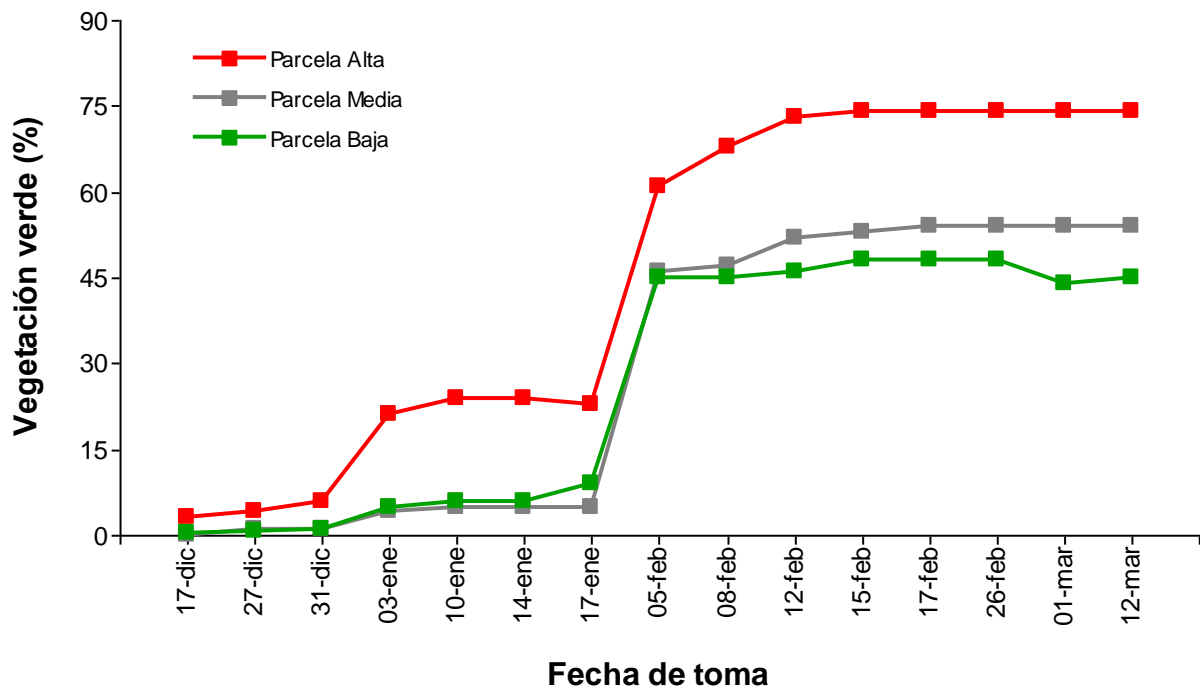


Figura 3. Desarrollo de vegetación verde (%) en las parcela de muestreo de la Reserva Natural Laipuna.

En el área de estudio como en la mayor parte de los bosques secos se presentan dos épocas bien definidas: la época seca o de estiaje, ocurrida en la mayor parte de los meses del año, (mayo a diciembre), según los registros de la estación climática de la Reserva Laipuna, con precipitaciones nulas, temperatura de 25,61°C; y la época lluviosa que se presentó en los meses de enero, febrero, marzo y abril, en esta época la temperatura media fue de 26,80°C, y se presentaron precipitaciones regulares en el mes de enero se presentó 62,10 mm, siendo la mayor precipitación dentro de los meses monitoreados. En las Figuras 5 y 6 se presentan los porcentajes de la vegetación y su relación con las variables de precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación de la zona de estudio.

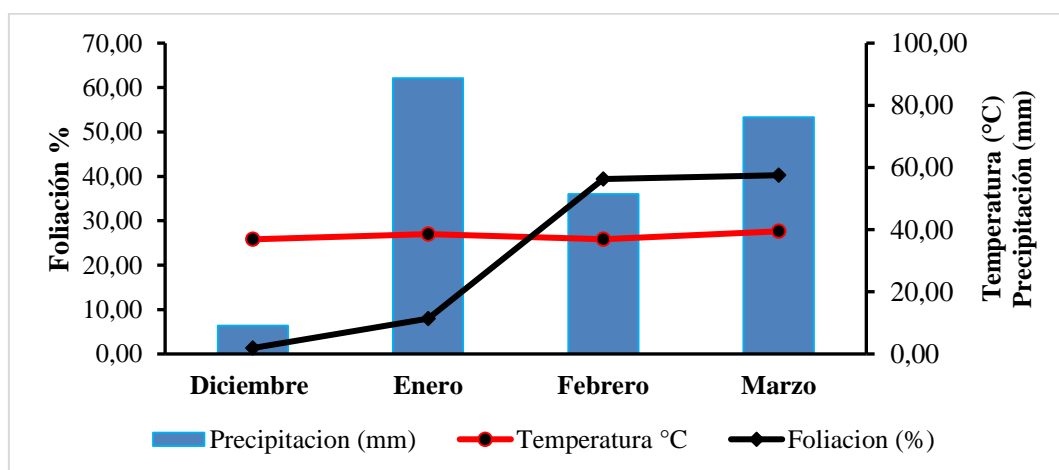


Figura 4. Relación de la foliación con temperatura y precipitación del área de estudio (17 diciembre, 2014- 12 marzo, 2015) los valores climáticos comprenden los publicados por Peters (2015). Datos de la estación Climática Reserva Laipuna.

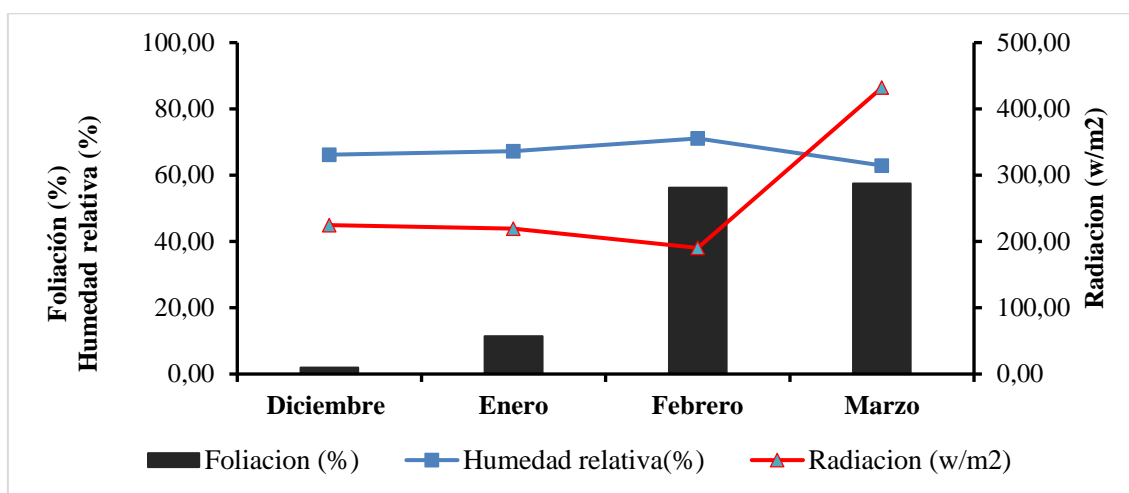


Figura 5. Relación de la foliación con humedad relativa y radiación del área de estudio (17 Diciembre, 2014 - 12 Marzo, 2015) los valores de humedad comprenden los publicados por Peters (2015). Datos de la estación Climática Reserva Laipuna.

Las condiciones climáticas extremas que se presentaron en la zona durante el periodo de seguimiento indica que la humedad relativa se mantiene constante con el máximo valor en el mes de febrero con 71,09 %, mientras que para la radiación existe divergencia entre los meses, obteniendo un pequeño declive en el mes de febrero y un aumento significativo el mes de marzo. De acuerdo a los datos de las variables climáticas registradas en la reserva Laipuna, la precipitación muestra una influencia directa con la fenología foliar de las especies del bosque seco en estudio.

De acuerdo al modelo de análisis de varianza, tomando como criterios de clasificación las parcelas, fechas de medición y puntos de toma de fotografías (Tabla 1) y como variables de respuestas el porcentaje de vegetación verde y el IAF. De acuerdo a las especificaciones del modelo se identifican probabilidades de diferencias en las parcelas y las fechas de observación. Para el punto de toma de fotografía no se detectan diferencias en el modelo.

Tabla 1. Estimación del modelo de varianza de acuerdo a la vegetación y el IAF.

VARIABLE	Coficiente de variación	Criterios de clasificación	P_valor*
Vegetación (%)	12,05	Parcela	0,0001
		Fecha	0,0001
		Punto	0,9999
Índice del área de la lámina foliar efectiva	21,43	Parcela	0,0001
		Fecha	0,0001
		Punto	0,9999

\* Valores inferiores a 0,05 indican diferencias significativas

La distribución de las medias del porcentaje de vegetación de las tres parcelas, muestran una diferencia notable, de los valores entre las parcelas de las zonas baja y media 26,47, 29,01 respectivamente y la parcela de la zona alta, cuyo valor duplica a las dos anteriores con 45,13. Al igual que la distribución del índice del área de la lámina foliar efectiva en base a las medias, presenta una diferencia notable en los valores entre las parcelas de la parte baja de 0,42, y de la parte media de 0,47 en relación con la parte alta donde se duplica el valor obtenido en las dos anteriores con un 0,85 (Tabla 2).

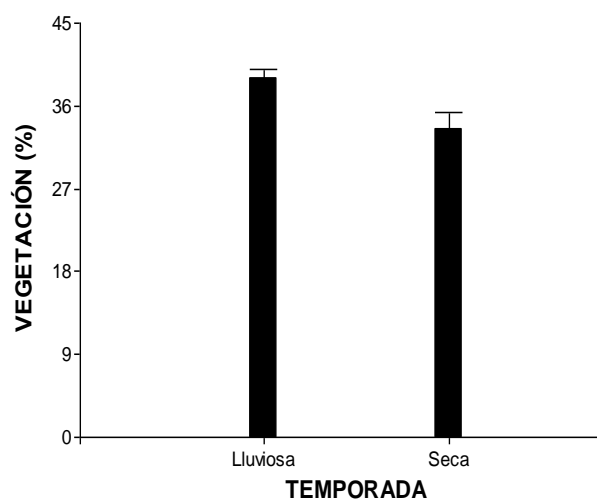
Tabla 2. Distribución de medias de vegetación y IAF, con respecto en las tres parcelas:

Parcelas	n	Vegetación		IAF	
		MEDIA	EE	MEDIA	EE
Baja	135	26,47	0,35 a	0,42	0,01 a
Media	135	29,01	0,35 b	0,47	0,01 b
Alta	135	45,13	0,35 c	0,85	0,01 c

\*Letras diferentes indica diferencias significativas

La segunda variable con diferencias significativas son las fechas de observación, debido a factores meteorológicos que caracterizan la época seca y lluviosa. En el periodo inicial de monitoreo (aún en época seca) la vegetación presenta valores más bajos, mientras que con la presencia de las primeras lluvias, se dio un aumento paulatino de la vegetación y IAF; es así que a partir del 12 de febrero del 2015 se estabiliza hasta el término de la investigación. Los datos del porcentaje de vegetación y área foliar de Bettac Luise 2014 y los datos de la presente investigación permitieron la aplicación de la prueba "t" pareada la cual nos permite determinar diferencias dentro de temporal

De acuerdo a los resultados de la aplicación de esta prueba estadística, los valores de los promedios de las medias que se presenta para la temporada lluviosa que consta desde abril hasta mayo es de un 38 %, mientras que para la temporada seca abarco los meses de diciembre hasta marzo con 33 %, presentándose diferencias estadísticamente significativas. Para la variable IAF, la época lluviosa presenta un valor más alto, pero no se encuentra más diferencias con respecto a la variabilidad entre las parcelas (Figura 6).





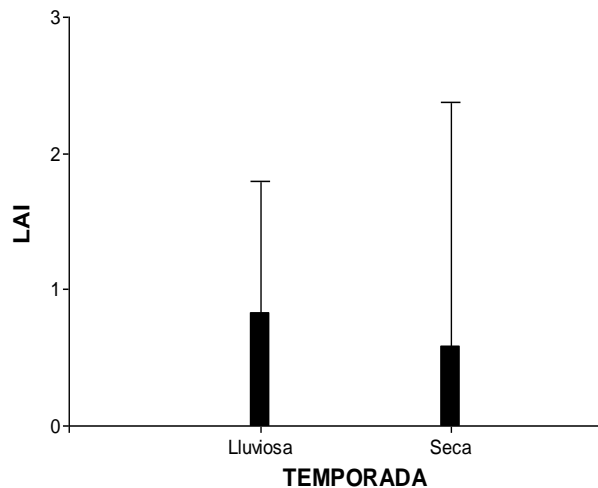


Figura 6. Prueba “t” pareada para vegetación y IAF de las dos temporadas

Los datos de las investigaciones permiten realizar un análisis de varianza que reflejan las diferencias entre la estacionalidad con respecto a las parcelas de estudio muestro manifestada en la fenología foliar (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza del área de lámina foliar con respecto a la estacionalidad

Parcelas	Temporada	n	VEGETACIÓN		IAF	
			MEDIA	EE	MEDIA	EE
Alta	Seca- Lluviosa	135	45,13±	1,96 a*	0,92 ±	0,05 a*
	Lluviosa- Seca	90	51,7±	2,39 b	1,07±	0,06 a
Media	Seca- Lluviosa	135	26,47±	1,50 a	0,53±	0,04 a
	Lluviosa- Seca	90	29,6±	1,84 a	0,92±	0,05 b
Baja	Seca- Lluviosa	135	29,01±	1,69 a	0,45±	0,03 a
	Lluviosa- Seca	90	35,5±	2,07 b	0,64±	0,04 b

\* Letras diferentes indica diferencias significativas

Para el IAF, se determina que en la parcela alta no existen diferencias entre las dos estacionalidades pero para las parcelas media y baja se determina diferencias significativas encontrando valores más altos en la temporada lluviosa-seca. Respecto a vegetación, se determina que la parcela media presenta valores similares entre las dos estacionalidades, a diferencia de las parcelas de las zonas alta y baja donde se determina diferencias significativas encontrando valores más altos en las temporadas lluviosa-seca.

## DISCUSIÓN

La determinación de la fenología foliar en especies caducifolias, a través de las fotografías hemisféricas es ampliamente utilizada. Sin embargo, en algunas ocasiones presenta problemas por ser sensible a la arquitectura de dosel del bosque, ya sea por la posición de la cámara o la orientación en la que se encuentre. Este tipo de análisis muestra bajos grados de error en estudios a nivel de dosel como los realizados por Chianucci y Cutini (2013), que confirman la exactitud de la fotografía hemisférica digital en la estimación de las propiedades del dosel del bosque.

En las tres parcelas al determinar los parámetros IAF y porcentaje de vegetación verde, se determinó que en la parcela baja y media existió una relación similar entre vegetación verde e índice de área efectiva foliar. La parcela alta presentó valores más altos con respecto a las otras dos parcelas. Estos resultados se corroboran con Bettac Luise (2014), en los que concluye que en la cota alta los valores son mayores en comparación con las altitudes más bajas, argumentando una mayor existencia de especies siempreverdes en la zona alta debido a la variación de la precipitación y humedad. Cueva y Rodas (2006), sostienen además, que en la Reserva en la parte alta se encuentra la presencia de neblina durante una parte del año que permite mantener un bosque siempreverde, mientras que en la parte media y baja domina el bosque seco, caracterizado por árboles que se defolían durante la época seca. Según Villar (2004), las hojas son esencialmente órganos que ganan energía en ambos ambientes estacionales y no estacionales. Las hojas pueden ser vistas como un elemento central en las estrategias de las plantas para la ganancia de carbono justificando de gran manera las modificaciones que han desarrollado las especies de bosque seco para sobrellevar las estaciones muy marcadas.

En diciembre que es el último periodo de la temporada seca no existe la aparición de vegetación verde en la copa de los árboles; mientras que en el mes de enero con la presencia de las primeras lluvias existe una reposición de follaje del 57,50 % hasta el mes de marzo. Según Vélchez *et al.*, (2004), determinan que la brotación de hojas en bosques caducifolios comenzó a manifestarse con la entrada de las fuertes y esporádicas lluvias de febrero, y para marzo la reposición del follaje alcanzó al menos el 75 %. Aunque, Vélchez *et al.*, (2008), señala que la precipitación influye de manera significativa en la aparición de hojas, también resulta que existen especies que pierden las hojas aun cuando el suelo está saturado de agua como por ejemplo *Albizia multiflora*, *Ziziphus thyrsoiflora*, entre otras.

La reserva natural Laipuna presentó una humedad relativa que se mantuvo constante con un 71,09 %, entre los meses de diciembre a marzo, mientras que para la radiación existe una divergencia obteniendo valores que van de 190,31 w/m<sup>2</sup> en febrero a 432,13 w/m<sup>2</sup> en marzo, que hicieron que la vegetación verde se manifieste de manera paulatina en la zona. Bettac Luise (2014), menciona que la mayor radiación solar medida se presenta en la zona de valle, determinando que la defoliación incrementó al igual que la radiación solar en la presencia de la época seca.

Neill y Jorgensen (1999), manifiesta que una baja temperatura y menos radiación intensiva en altitudes más altas hacen que el bosque sea más denso. La radiación solar y la disponibilidad de agua se supone que son los factores clave que controlan la fenología de la planta. Esto nos lleva a conjeturar que estas variables ambientales pueden estar implicadas en el control de la abscisión foliar. Mussche *et al.*, (2001) recomienda considerar las condiciones meteorológicas y su repercusión en errores de interpretación, como la alta radiación solar y lluvias. En la Reserva Laipuna dependiendo de la estacionalidad, y tiempo se debería considerar las horas factibles para una buena toma de datos.

## CONCLUSIONES

La utilización de fotografías hemisféricas es un método prometedor para determinar la fenología foliar con un bajo porcentaje de error. Sin embargo, es susceptible a la influencia de factores climáticos, como radiación solar y la presencia de lluvias. La parte alta de la reserva

presenta mayor follaje y mayor área foliar en el dosel, debido principalmente a la presencia de mayor humedad y precipitación. Las condiciones climáticas como: precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación solar, unidas a la altitud, inciden de manera significativa en la disminución y aumento del porcentaje de vegetación en especies caducifolias.

## AGRADECIMIENTOS

Se expresa un cordial agradecimiento a las autoridades y docentes de la Universidad Nacional de Loja, a la Fundación Naturaleza & Cultura Internacional y a la Universidad de Goettingen por su colaboración, información, y apoyo logístico necesarios en la realización de esta investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. y Delgado, T. (2005). Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. 9-24 p.
- Aguirre, Z. y Kvist L. y Linares R. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa*. 13(2): 324 – 350. ISSN: 1815-8242.
- Bettac, H.L. (2014). Leaf Phenology of Deciduous and Abundance of Evergreen Tree Species in a Tropical Dry Forest of South Ecuador. Master Thesis, Georg-August-Universitaet Goettingen.
- Chianucci, F. y Cutini, A., (2013). Digital hemispherical photography for estimating forest canopy properties: Current controversies and opportunities. *Agricultural and Forest Meteorology* 168. 130-139 p.
- Cueva, E; Rodas, F. (2006). Conservación participativa del bosque seco Laipuna. *Naturaleza & Cultura Internacional*. Tríptico. Loja – Ecuador.
- Finegan, B. (1992). The management potential of Neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*. 47. 295-321 p.
- Janzen, D. H. (1988). Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of Missouri Botanical Garden*. Pág. 116.
- Mussche, S., Samson, R., Nachtergale, L., De Schrijver, A., Lemeur, R., & Lust, N. (2001). A comparison of optical and direct methods for monitoring the seasonal dynamics of leaf area index in deciduous forests. *Silva Fennica*, 35(4), 373-384. Disponible en: <http://www.metla.fi/silvafennica/abs/sa35/sa354373.htm>.
- Neill, D. & Jorgensen, P., (1999). Climates. In: P. JORGENSEN & S. LEON- YANEZ, eds. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Missouri, USA: Missouri Botanical Garden Press, pp. 8-13.

- Opler, P., Gordon, W. & Baker, H., (1980). Comparative Phenological Studies of Treelet and Shrub Species in Tropical Wet and Dry Forests in the Lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* (68)1, pp. 167-188.
- Paladines, R. (2003). Propuesta de conservación del bosque seco en el sur del Ecuador. Fundación Científica San Francisco. Internet. Disponible En: [http://www.lyonia.org/Archives/Lyonia%20\(2\)%202003\(103230\)/Paladines%20P.,%20R.%3B%20Lyonia%20\(2\)%202003\(183186\).pdf](http://www.lyonia.org/Archives/Lyonia%20(2)%202003(103230)/Paladines%20P.,%20R.%3B%20Lyonia%20(2)%202003(183186).pdf).
- Sierra, R; Cerón, C; Palacios, W Y Valencia, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF – BIRF y EcoCiencia Quito, Ecuador.
- Vílchez, B.; Chazdon, R.; Alvarado, W. (2008). Fenología reproductiva de las especies del dosel en bosques secundarios y primarios de la región Huetar Norte de Costa Rica y su influencia en la regeneración vegetal. Disponible en: [http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista\\_Kuru/anteriores/anterior15/pdf/articulo%202.pdf](http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/anteriores/anterior15/pdf/articulo%202.pdf).
- Vílchez, B.; Rocha, O. (2004). Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica, América Central. *Kurú: Revista Forestal (Costa Rica)* 1(1). 14 p.
- Villar, R., Ruiz-Robledo, J., Quero, J. L., Poorter, H., Valladares, F., & Marañón, T. (2004). Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, 191-227 p.