



Dosel de sombra y condiciones de sitio de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados en Alto Beni, Bolivia

Shade canopy and site conditions of selected cacao (*Theobroma cacao* L.) in Alto Beni, Bolivia

Olquer Denis Felipe Quispe y Casto Maldonado Fuentes

RESUMEN:

Alto Beni principal zona productora de cacao en Bolivia, por factores como el manejo, material genético y presencia de moniliasis, vieron reducida su productividad, considerándose las condiciones ambientales favorables, que permitieron la diseminación del patógeno; frente a este panorama el presente trabajo describe las características de distribución y cobertura de las especies acompañantes para genotipos de cacao seleccionados por su alta productividad y las condiciones topográficas de sitio en las que se encuentran. Se estudiaron 59 genotipos de cacao y en los sitios específicos, se diseñó una Parcela Temporal de Muestreo (PTM) circular concéntrica, considerando al árbol de cacao, como eje central, para la evaluación de los datos se consideró el análisis multivariado. Se clasificaron ocho tipologías de dosel de sombra haciendo uso del análisis multivariado con un número de especies entre 0 y 7 individuos, un área estimada de cobertura de la copa entre 53 a 113 m² en las tipologías cinco, dos, ocho y uno, por lo que tienen mayor cobertura en comparación a la cuatro, siete y tres que poseen entre 18,72 a 48 m²; las especies acompañantes más abundantes son *Swietenia macrophylla* King, *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng, *Amburana cearensis*, *Persea americana*, *Centrolobium ochroxylum*, *Bactris gasipaes* y *Erythrina poeppigiana*. Entre las características topográficas, la altitud media de los sitios fluctúa entre 418 a 490 msnm y una pendiente media entre 2,7 a 12,36%, mostrándose una alta variabilidad entre los sitios.

PALABRAS CLAVE:

Dosel de sombra, condiciones de sitio, cacao, seleccionado, productividad.

ABSTRACT:

Alto Beni, the main cocoa-producing area in Bolivia, due to factors such as management, genetic material and the presence of moniliasis, saw their productivity reduced, considering the favorable environmental conditions, which allowed the spread of the pathogen; Against this background, this work describes the distribution and coverage characteristics of the companion species for cocoa genotypes selected for their high productivity and the topographic conditions of the site in which they are found. 59 cocoa genotypes were studied and in the specific sites, a concentric circular Temporary Sample Plot (PTM) was designed, considering the cocoa tree, as the central axis, for the evaluation of the data the multivariate analysis was considered. Eight typologies were classified of shade canopy using multivariate analysis with a number of species between 0 and 7 individuals, an estimated area of canopy coverage between 53 to 113 m² in typologies five, two, eight and one, so they have greater coverage compared to four, seven and three that have between 18.72 to 48 m²; the most abundant companion species are *Swietenia macrophylla* King, *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng, *Amburana cearensis*, *Persea americana*, *Centrolobium ochroxylum*, *Bactris gasipaes* and *Erythrina poeppigiana*. Among the topographic characteristics, the mean altitude of the sites fluctuates between 418 to 490 meters above sea level and an average slope between 2.7 to 12.36%, showing a high variability between the sites.

KEYWORDS:

Shade canopy, site conditions, cocoa, selected, productivity.

AUTORES:

Olquer Denis Felipe Quispe: Estación Experimental de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. e.umsa.aa@gmail.com

Casto Maldonado Fuentes: Docente Investigador. Estación Experimental de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. casmf@gmail.com

Recibido: 11/05/2020. **Aprobado:** 22/06/2020.



INTRODUCCIÓN

En Bolivia, la región del Alto Beni es la principal zona productora de cacao cultivado amazónico y trinitario, que han sido introducidos por el Instituto Nacional de Colonización en la década de 1960 provenientes de Trinidad & Tobago, Ecuador y Perú; lográndose constituir en una de las principales actividades económicas a nivel familiar, bajo estándares de producción orgánica.

Los productores desarrollaron sistemas productivos a partir de una combinación simultánea de especies maderables, frutales y de servicio, incorporados a los cultivos de cacao a través de la selección de árboles de regeneración natural o siembra directa, brindando relativamente diferentes niveles y patrones de distribución de sombra proyectados por el dosel. La excesiva presencia de especies en las parcelas y la falta de manejo de las mismas aparentemente

provoco elevados niveles de sombra y a su vez una mayor humedad en el ambiente interno, sobre todo en la época lluviosa donde se genera condiciones favorables para la propagación de enfermedades fungosas como es la moniliasis del cacao; por lo que las recomendaciones técnicas se direccionaron a reducir la sombra en el cacaotal, eliminando gradualmente las especies del dosel, llegando en algunos casos, a constituir un sistema de monocultivo.

Producto de la liberación de material híbrido en la región desde hace 50 años se ha logrado seleccionar material genético de cacao con características de elevada productividad y tolerancia a moniliasis, siendo las condiciones de sitio en donde se encontraron los mismos variable. La investigación determinó las características de diferentes tipologías de dosel de sombra y la topografía de los sitios de producción de cacao, de productores y centros de

conservación de germoplasma, donde se encuentran los árboles de cacao.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El estudio se realizó en la región del Alto Beni, situado al noreste de la capital del departamento de La Paz, aproximadamente a una distancia de 270 km sobre la carretera principal que conecta con el departamento del Beni. Geográficamente se localiza entre los paralelos 15° 33' y 15° 46' Latitud sur y 66° 57' y 67° 20' Longitud Oeste, dentro de la jurisdicción de los municipios Alto Beni, Palos Blancos y Teoponte; el paisaje está compuesto por valles aluviales de 400-500 msnm, colinas que ascienden hasta 1600 msnm Orozco (2005), y serranías que ascienden hasta los 2500 msnm. Estas últimas ocupan un 65% del territorio, el 28% por colinas y solo el 8% son llanuras aluviales ubicadas en los laterales del río principal. (ver figura 1)

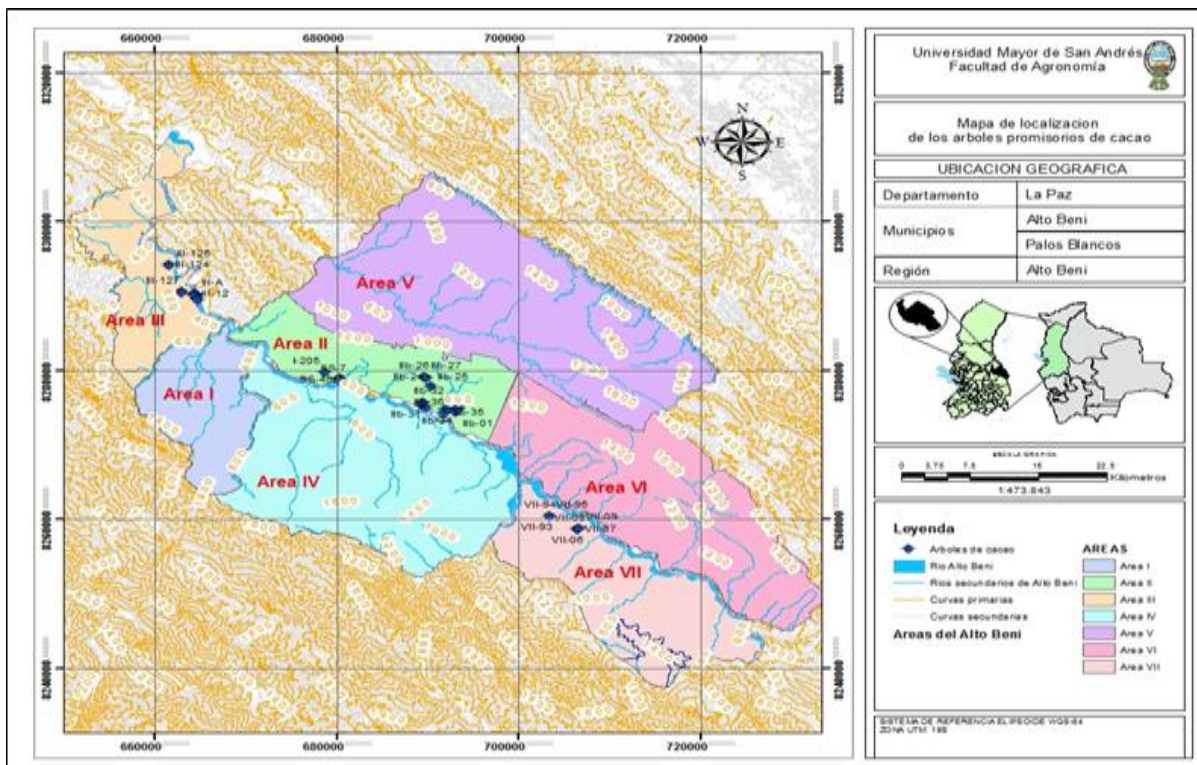


Figura 1. Mapa de Ubicación de los árboles de cacao seleccionados en el estudio de las Areas III, Iib y VII de la región del Alto Beni.

Fuente: Elaboración propia en base a Geodatabase de GEO-BOLIVIA (2020).

Metodología

El material vegetativo corresponde a 59 árboles de cacao, seleccionados por su buen desempeño productivo en las diferentes áreas de la región de Alto Beni. En la evaluación de los árboles promisorios de cacao en los sitios específicos, se diseñó una Parcela Temporal de Muestreo (PTM) circular concéntrica, conformado de subparcelas cuadráticas que están posicionadas de forma ordenada creando una estructura de tres compartimientos A, B y C (Figura 2), considerando al árbol de cacao, como eje central para la delimitación de la parcela.

El compartimiento A tiene un radio de 12,62 m con un área de 500 m², en el que se hizo la evaluación del componente arbóreo; información que fue generada a través del inventario de especies forestales con un diámetro mínimo de medición del diámetro altura pecho (DAP) de 10 cm. La sección B tiene un radio 6,31 m. con un área 125 m² donde se evaluó la incidencia de la Moniliasis del cacao del genotipo seleccionado.

El compartimiento C compuesta de 12 subparcelas cuadradas de 1m² distribuidos de forma uniforme, de los cuales 8 están con dirección hacia los puntos cardinales (este, oeste, norte y sur) y 4 están distribuidos a 45° noreste, sureste, noroeste y suroeste, los que permitieron establecer la pendiente del sitio. La dirección de referencia de inicio para el levantamiento de los datos, en todas las observaciones, fue a partir del norte magnético que ha sido determinado con ayuda de la brújula y posteriormente, se sigue el curso en sentido de las manecillas del reloj dentro de la PTM.

La evaluación del componente arbóreo del dosel de sombra en los cacaotales fue considerando la estructura, composición y diversidad florística (Somarriba 2004, Mostacedo y Fredericksen 2000), registrando a cada especie arbórea por su nombre, estructura vertical y horizontal, la posición de este dentro la parcela a fin de establecer el patrón de distribución espacial.

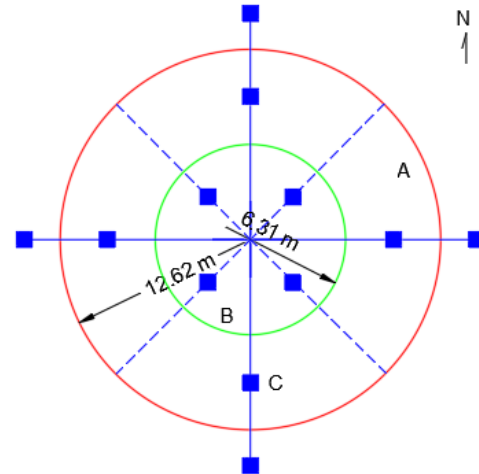


Figura 2. Parcela Temporal de Muestreo (PTM). Fuente: El autor, adaptado de Morfin, *et al.* (2012), Detlefsen, *et al.* (2012), Melo y Vargas (2003) y Orozco y Brumér (2002).

La variable cualitativa empleada fue la identificación de las especies de árboles del dosel por su nombre común y científico. Las variables cuantitativas son el número de individuos por parcela, altura total, altura base de copa, diámetro Altura Pecho (DAP), área basal (Romahn de la Vega y Ramírez, 2010) y porcentaje de cobertura (cobertura de la copa proyectada sobre la superficie del suelo en la PTM) (Álvarez *et al.* 2012).

La altura total, altura base de copa y la altura de copa fue estimada utilizando un clinómetro, registrando pendientes desde una posición fija con dirección, primero a la base del árbol, otro a la base de la copa y finalmente al ápice de la copa que permitieron determinar las distancias correspondientes.

El diámetro de la copa es estimado a partir de dos mediciones perpendiculares de los diámetros mayor y menor de la proyección de la copa, utilizando una cinta métrica común graduada en metros con aproximación al centímetro, posteriormente se obtuvo el porcentaje de cobertura (% Cob) que proyecta la copa sobre la superficie mediante el procesamiento de los datos con las ecuaciones 1, 2 y 3 que permiten obtener el porcentaje de

cobertura de las especies del dosel sobre la superficie en la PTM. (Álvarez, et al; 2012)

$$Dc = \frac{\sum_{i=1}^n Dci}{n} \quad (1)$$

$$Ac = \frac{\pi}{4} \times Dc^2 \quad (2)$$

$$\% Cob = \frac{\sum Ac}{A} \times 100 \quad (3)$$

Dónde:

- Dc = diámetro de copa promedio. (m);
- Dci = diámetro de copa de árbol (m);
- n= número de muestras;
- Ac = área de copa (m²);
- % Cob = porcentaje de cobertura arbórea y
- A= área del terreno.

El diámetro altura pecho (DAP) se midió en todos los árboles a una altura de 1,30 m del fuste utilizando una cinta diamétrica graduada en centímetros con aproximación al milímetro, con esta dimensión se determinó el área basal de cada árbol mediante la siguiente ecuación:

$$G = \pi * DAP^2 \quad (4)$$

Dónde:

- G = Área basal y
- DAP = Diámetro altura pecho.

En la evaluación de las características topográficas del sitio fueron consideradas las variables cualitativas como la orientación de la pendiente, la posición del sitio en la pendiente se clasificó tomando como referencia la ubicación en la ondulación de los terrenos (Schoeneberger et al. 2002 citado en FAO 2009); variables que son considerados como parámetros que interactúan con el microclima interno de la plantación (Somarriba 2004). Las variables cuantitativas consideradas son la altitud de los sitios, extraída del modelo digital de elevación (DEM) y porcentaje de pendiente (FAO 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tipologías de dosel de sombra en los cultivos de cacao

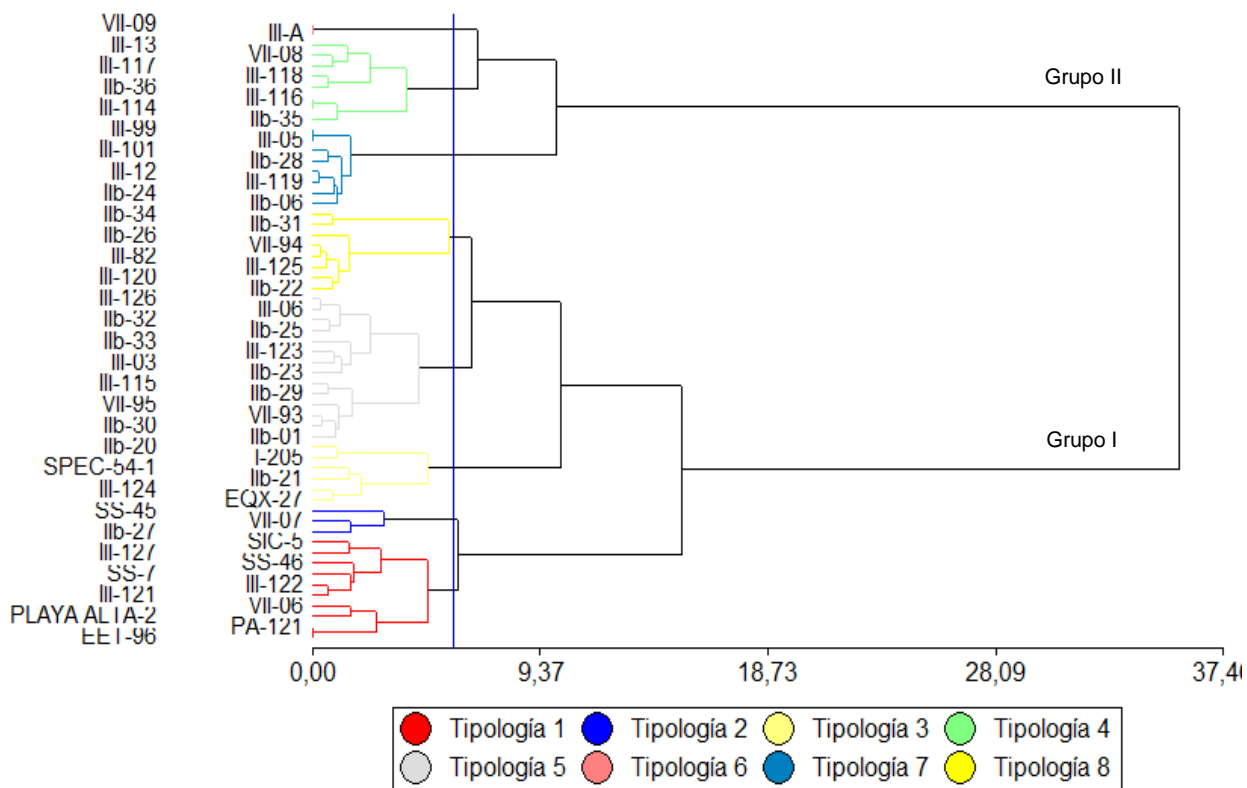


Figura 3. Dendrograma jerárquico de Ward distancia Euclidiana, generada en base a variables estructurales de las especies del dosel de sombra.

Por medio de un análisis de conglomerados diseñado a partir de cinco variables estructurales, en sentido vertical (altura total, altura base de copa y alto de la copa) y horizontal (número de individuos, área de cobertura de la copa) de las especies del dosel que acompañan a los cultivares de cacao seleccionados. Se generó ocho tipologías o

grupos de máxima similitud entre las variables cuantitativas estudiadas por medio del conglomerado de Ward. Las variables estructurales del dosel de sombra que conforman las tipologías muestran que la conformación de estas es significativamente diferente, tal como se detalla en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Prueba de Hotelling con nivel corregido por Bonferroni ($\alpha=0,05$) para los grupos.

Tipología	Altura total (m)	Altura base de copa (m)	Alto copa (m)	Área copa (m ²)	Arboles/ parcela	N	
5	12,53	5,16	7,45	53,11	4	58	A
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	B
7	9,54	4,58	5,19	35,92	3	26	C
8	15,98	5,88	9,88	64,92	3	25	D
1	15,78	6,61	9,18	113,48	3	28	E
2	16,60	10,00	6,40	59,96	2	5	F
3	13,11	6,48	5,98	48,82	7	42	G
4	6,35	2,85	3,85	18,72	2	13	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 2. Estadística descriptiva para los datos de porcentaje de cobertura de la copa.

Variable	Tipologías							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Cobertura de la copa (%)	67,00 (± 19,19)	21,08 (± 14,90)	67,80 (± 30,21)	6,88 (± 2,37)	46,59 (± 23,16)	0,00	23,52 (± 7,45)	45,47 (± 12,30)

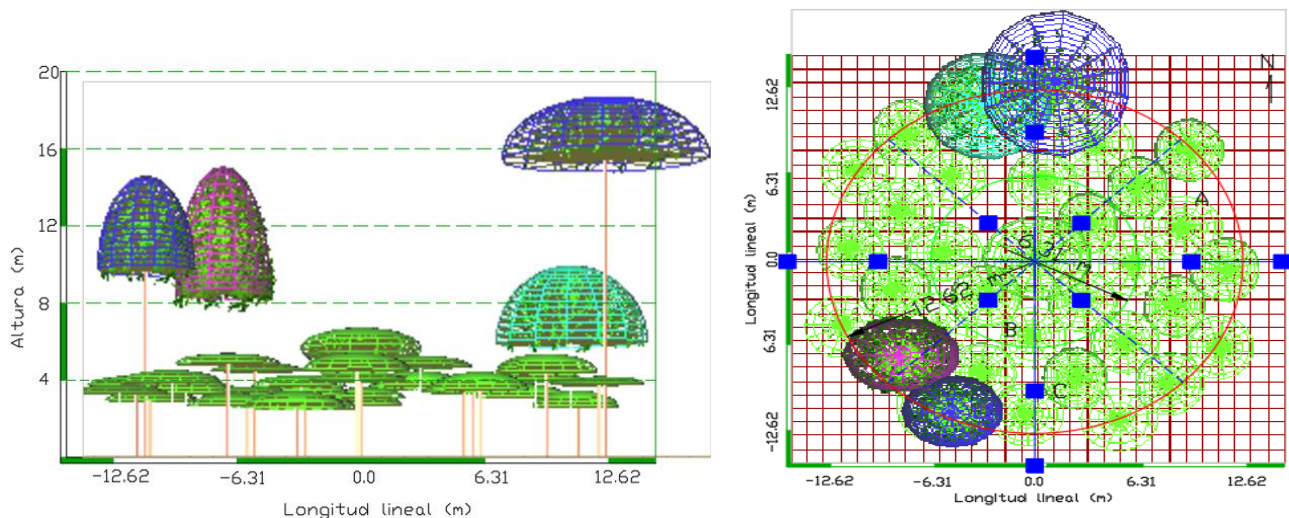


Figura 4. Diagrama de perfil vertical (a) y horizontal (b) del dosel de sombra en la tipología cinco.

El diagrama de perfil vertical y horizontal de la tipología 5 (A) se muestra en la figura 3, que nos refleja más claramente como estarían distribuidas las especies acompañantes en la parcela.

La clasificación de las especies del dosel en los tres estratos (estrato bajo <10 m, estrato medio entre 10 a 20 m y estrato alto > 20 m) construida en base a la altura total de los individuos se refleja en la figura 5.

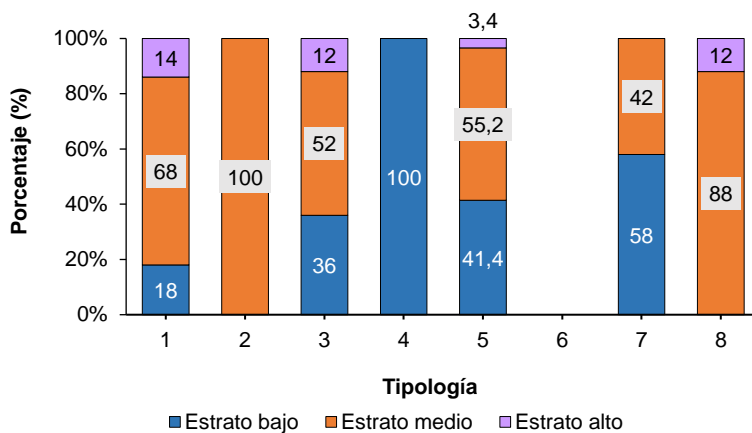


Figura 5. Distribución de frecuencia de los estratos verticales del dosel de sombra en los grupos.

Esta distribución de los estratos refleja una clara heterogeneidad en la conformación del dosel de sombra entre los grupos, por lo que, las plantaciones de cacao han logrado adaptarse a

esta condición de manera óptima a fin de manifestar su buen desempeño productivo.

Diámetro Altura Pecho (DAP)

Tabla 3. Estadística descriptiva para la variable del diámetro altura pecho DAP (cm) de las especies del dosel de sombra.

Tipología	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
1	28	46,2	18,09	39,15	15,6	93.0
2	5	42.00	23,72	56,48	15.0	67,5
8	25	36,9	11,93	32,33	17,1	58.0
5	58	33,14	14,66	44,25	10,9	100.0
3	42	31,61	19,05	60,26	10.0	90.0
7	26	27,82	12,28	44,15	12,8	60.0
4	13	21,81	8,27	37,94	10.0	43.0
6	0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

D.E.= Desviación estándar, C.V.=Coeficiente de variación, n = Número de especies.

El DAP (tabla 3) de las especies del dosel de sombra en las tipologías 1, 2, 8, 5, 3, 7 y 4 presentan un coeficiente de variación mayor a 32,33%, mostrando alta variabilidad en el diámetro de las especies registradas con excepción de la 6; la media del diámetro está comprendida entre 21,81 a 46,2 cm con una

mínima de 10 y un máximo de 100 cm respectivamente.

Quispe (2006) encontró un DAP entre 1 a 80 cm concentrando la mayor cantidad de especies con un diámetro de 10 a 29 cm. La variabilidad en DAP es influida por el

crecimiento de los árboles independientemente a cada especie.

Presencia de especies acompañantes

El inventario florístico en las PTM registró 197 individuos correspondientes a 40 especies, con un DAP igual o mayor a 10 centímetros. Las 20 especies con mayor abundancia en los cultivares de cacao son: *Swietenia macrophylla* King (13%), *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (12%), *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith (7%), *Persea americana* C. Miller (6%), *Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd (6%), y las especies *Bactris gasipaes* H.B.K. y *Erythrina poeppigiana* son abundantes en un (5%).

Las especies con menor abundancia son *Musa balbisiana* L., *Chorisia speciosa* A. St. Hil., *Musa acuminata* L., *Inga* sp., *Nectandra* sp., *Citrus sinensis* L., *Dipteryx odorata* (Aublet) Willd., *Cecropia* sp., *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, *Hymenaea courbaril* L., *Citrus paradisi*, *Acacia lorentensis* J. F. Macbr y *Citrus reticulata* L., que oscilan entre 4 a 2% del total de especies registradas, además, existe la presencia de otras diferentes especies en un grado mucho menor en abundancia pero que cuantificándolos suman un 15%, lo cual demuestra que la presencia de especies en el dosel de sombra tiende a ser heterogénea.

Vega (2005) menciona que el motacú (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) es la especie más abundante encontrado en los cacaotales de la

región. No obstante Ortiz, (2006) señala que esta especie ha sido considerada indeseable por los productores para la sombra del cacao junto con otras, como en el caso del ambaibo (*Cecropia* sp.), toco blanco (*Schizolobium parahyba*), vilca blanco (*Acacia* sp.) y Ilausa mora (*Heliocarpus americanus*) y probablemente los productores eliminaron gradualmente a estas especies por recomendaciones técnicas. Sin embargo, Mostacedo *et al.* (2003). indica que la presencia de esta especie en los diferentes sectores puede ser indicadora de terrenos temporalmente inundables y que es asociada a valles con suelos profundos

Las especies frutales más abundantes registradas en el inventario fueron la palta (*Persea americana* C. Miller), la chima o tembe (*Bactris gasipaes* H.B.K.), el plátano (*Musa balbisiana* L.), el banano (*Musa acuminata* L.), la naranja (*Citrus sinensis* L.), la toronja (*Citrus paradisi*) y la mandarina (*Citrus reticulata* L.). Al respecto (López y Somarriba 2005) reportan que son las especies frutícolas más abundantes en las parcelas de los productores de cacao en la región del Alto Beni.

Condiciones topográficas.

Altitud media en los sitios de cultivo

La altitud media de los sitios de cultivo donde se instalaron las PTM, clasificados en las tipologías, oscila entre los 418 a 490 msnm con una variación entre ($\pm 28,95$) a ($\pm 116,23$) msnm.

Tabla 4. Estadística descriptiva para los datos de altitud (m.s.n.m.) de los sitios de cultivo en los grupos.

Tipología	n	Media	D.E.	C.V.	Mínimo	Máximo
5	14	489,76	66,45	13,57	377	608
8	8	464,32	47,05	10,13	370	523
2	3	446,60	29,13	6,52	415	471
7	8	442,46	116,23	26,27	367	649
1	10	437,46	28,95	6,62	411	472
3	6	430,86	33,65	7,81	399	502
4	8	424,77	46,12	10,86	366	526
6	2	418,00	72,12	17,25	367	469

El coeficiente de variación en las tipologías cinco, cuatro, ocho, tres, uno y dos es menor 13,57% lo que indica que no existe gran variabilidad de la altitud en los sitios de cultivo en estas tipologías, sin embargo, el seis y siete presentan un coeficiente de variación 17,25 y 26,27% respectivamente, que expresa una variabilidad aun baja, pero con carácter particular de estos sitios. (ver tabla 4)

Pendiente del terreno

La tabla 5, refleja un resumen de la variable porcentaje de la pendiente de los sitios registrado en la PTM y clasificada en las tipologías, los cuales poseen un coeficiente de variación superiores al 32% para los grupos dos, cuatro, cinco, ocho, uno, tres y siete, lo que estima una alta variabilidad de la pendiente dentro de los mismos, en contraste al grupo seis que tiene un coeficiente de 15,83% manifestando uniformidad de la pendiente en los sitios.

Tabla 5. Estadística descriptiva para los datos de porcentaje de pendiente (%) de los sitios de cultivo en los grupos establecidos por el estudio.

Tipología	n	Media	D.E.	C.V.	Mínimo	Máximo
4	8	12,36	6,29	50,85	2,61	18,58
5	14	11,62	8,45	72,72	2,51	28,31
1	10	10,97	12,04	109,71	2,26	34,92
8	8	9,92	9,73	98,10	2,51	28,31
7	8	8,05	9,76	121,31	1,75	27,20
3	6	5,58	6,45	115,44	2,26	19,80
6	2	3,93	0,62	15,83	3,49	4,37
2	3	2,70	0,89	32,89	1,75	3,49

La pendiente promedio de los sitios fluctúa de 2,7 a 12,36% con una variación entre ($\pm 0,62$) a ($\pm 6,29\%$) influenciada por la posición en la que se encuentra el cultivo dentro de una gradiente altitudinal, con una mínima que oscila entre 1,75 a 3,49 % y una máxima de 3,49 a 34,92 % en las distintas tipologías respectivamente.

Resultados similares fueron encontrados por Pinto (2005) en estudios realizados en la zona registrando un promedio de 12,9 % de pendiente con una mínima de 2 % y una máxima de 42 %. Por su parte Miranda (2005) durante la implementación y renovación de cacaotales en la región, registró un promedio de 21,52 % con un rango amplio de la pendiente de los sitios que va desde 0 a 71 %, categorizándolos como planos y terrenos muy inclinados.

Estos resultados denotan una evidente ondulación topográfica que presenta la zona con

características particulares que distinguen cada sitio.

Según MAG (1991); INFOAGRO (2002) citado por Pinto (2005) mencionan que los terrenos con pendientes mayores a 15 y 25 % no son aptos para el cultivo de cacao, sin embargo, el comportamiento productivo de los genotipos seleccionados en el estudio mostraron una buena adaptación a estas condiciones obteniendo un rendimiento promedio de 4 y 1.8 Kg/árbol en los sitios con un gradiente moderadamente escarpado y escarpado; los demás sitios con una pendiente menor al 15 % alcanzan un rendimiento entre 3,1 a 4,4 Kg/árbol respectivamente.

Orientación de la pendiente

La orientación de la pendiente se clasifica en Nor-noreste (NNE), Nor-noroeste (NNW), Sursureste (SSE) y Sursuroeste (SSW), de acuerdo con la dirección de la pendiente

dominante de los terrenos. Los sitios con dirección NNE se encuentran en todos las tipologías con excepción del grupo tres que van distribuidos de 1 a 6 sitios; el dos, cinco, seis y ocho comparten una orientación de la pendiente dominante con dirección NNW distribuidos entre 1 a 2 sitios; la pendiente con dirección SSE se distribuye entre 1 a 3 sitios en las tipologías uno, tres, cinco y ocho; finalmente en todos los sitios con excepción del seis poseen una orientación de la pendiente dominante con dirección SSW entre 1 a 7 sitios respectivamente. La conducta de esta variable indica que existe semejanza entre las tipologías cinco, uno y tres respecto a la predominancia de la orientación de la pendiente dominante con dirección SSW y la dirección NNE se manifiesta en mayor proporción en las tipologías cuatro, siete y cinco.

CONCLUSIONES

Se determinaron ocho tipologías de dosel de sombra. En la estructura vertical, las especies que acompañan a las plantaciones de cacao seleccionados dentro de la parcela temporal de muestreo tienen una altura promedio de 15, 16, 13, 6, 13, 10 y 15 m para las tipologías uno al ocho respectivamente con excepción de la seis que no cuenta con especies acompañantes. La estructura horizontal, cuantificando el número de individuos por PTM, presentan un promedio de 3 individuos para las tipologías uno, siete y ocho; 2 individuos para el dos y cuatro, el tres y cinco presentan 7 y 4 individuos respectivamente, en todos los casos no tienen un patrón uniforme de distribución en la parcela. El área estimada de la cobertura de la copa del dosel alcanza entre 53 a 113 m² en las tipologías cinco, dos, ocho y uno, siendo los de mayor cobertura, en comparación al cuatro, siete y tres que esta entre 18,72 a 48,82 m².

Las especies acompañantes a los árboles de cacao más abundantes son *Swietenia macrophylla* King, *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng, *Amburana cearensis*, *Persea americana*, *Centrolobium ochroxylum*, *Bactris gasipaes* y *Erythrina poeppigiana*.

La altitud media de los sitios donde están presentes los árboles promisorios de cacao en las tipologías está entre los 418 a 490 msnm, con una pendiente media de los terrenos comprendida entre 2,7 a 12,36%, influenciada por la posición en la pendiente dominante que configura el relieve.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, F; Rojas, J; Suarez, J. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores. Colombia. CORPOICA, Ciencia Tecnología Agropecuaria 13(2):145-150.
- Detlefsen, G., Marmillod, D., Scheelje, M., Ibrahim, M. (2012). Protocolo para la instalación de parcelas permanentes de medición de la producción maderable en sistemas agroforestales de Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 1 ed. Turrialba, Costa Rica. 36 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2009). Guía para la descripción de suelos. SWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia. Viale delle Terme di Caralla, Roma, Italia. 99 p.
- López, A; Somarriba E. (2005). Árboles frutales en fincas de cacao orgánico del Alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas*. 43-44:38-45
- Melo, O. y Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad de Tolima. Ibagué, Colombia. 235 p.
- Miranda, M. (2005). Evaluación del comportamiento agronómico de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) injertadas y establecidas por la cooperativa El Ceibo en Alto Beni. Tesis de Licenciatura, La Paz, Bolivia. UMSA. 102 p.

- Morfin, J; Jardel, E; y Michel, J. (2012). Caracterización y cuantificación de combustibles forestales. Comisión Nacional Forestal-Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. Ed. Universitario. 111 p.
- Mostacedo, B; Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. Santa cruz, Bolivia. Ed. El país. 87 p.
- Orozco, L; Brumér, C. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 264 p.
- Ortiz, M. (2006). Conocimiento local y decisiones de los productores de Alto Beni, Bolivia, sobre el diseño y manejo de la sombra en sus cacaotales. Tesis de maestría, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 84 p.
- Phillips - Mora, W. (s.f.) Aspectos fitopatológicos relacionados con la sombra y con los cultivos asociados al cacao. Memoria serie técnica. Informe técnico CATIE. No.206. en Seminario regional sombras y cultivos asociados con cacao. Turrialba, Costa Rica. p. 31-46.
- Pinto, W. (2005). Evaluación de las condiciones de sitio y manejo en la fase de establecimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) en fincas de productores del Alto Beni. Tesis de Licenciatura. La Paz, Bolivia. UMSA.
- Quispe, J. (2006). Estudio de la diversidad de componentes del dosel de sombra en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Alto Beni. Tesis de licenciatura. La Paz, Bolivia. UMSA. 141 p.
- Rapidel, B; Alline, C; Cerdán, C; Meylan, L; Virginio-Filho, E; Avelino, J. (2015). Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales. Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie técnica. 1ra. Edición. Cali, Colombia: CIPAV; Turrialba, Costa Rica: CATIE. Informe técnico, No. 402:5-20.
- Romahn de la Vega, C. y Ramírez, H. (2010). Dendrometría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, México. 111 p.
- Somarriba, E. (2004). ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales? *Agroforestería en las américas*. Vol. 6(45-46)120-128.
- Vega, M. (2005). Planificación agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas cacaoteras orgánicas con especies leñosas perennes útiles en Alto Beni, Bolivia. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 123 p.