



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRIA EN CIENCIAS



**“VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL BOSCOA
DEL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE POMAC - SHBP,
DEL AÑO 2008 AL AÑO 2015”**

TESIS

**PRESENTADA PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA
AMBIENTAL**

AUTOR:

ING. MARIO RAFAEL TAFUR ROJAS

ASESOR:

DR. ANTERO VASQUEZ GARCIA

LAMBAYEQUE - PERU

2017

**“VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL BOSCO
DEL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE POMAC -
SHBP, DEL AÑO 2008 AL AÑO 2015”**

PRESENTADO POR:

ING. MARIO TAFUR ROJAS
AUTOR

DR. ANTERO VASQUEZ GARCIA
ASESOR

APROBADO POR:

DR. OLGA FRANCIA ARANA
PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. MANUEL MILLONES CHUMAN
SECRETARIO DEL JURADO

DR. OSCAR SAAVEDRA TAFUR
VOCAL DEL JURADO

Junio del 2017

DEDICATORIA

A mi esposa Cecilia, mis hijos Mario Paul y Asiri Fabiana, para que en el hacer de su vida tengan presente la protección de los recursos naturales y la biodiversidad, en especial del Santuario Histórico Bosque de Pomac y de todas las Áreas Naturales Protegidas del Perú.

A mis sobrinos, que son la esperanza de continuar y fortalecer el desarrollo sostenible en los lugares donde les toque habitar y trabajar.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos, esposa, hijos, familiares y amigos, que a lo largo de estos años de estudio me apoyaron para seguir adelante y comprendieron los momentos de ausencia.

Al personal de la Jefatura del Santuario Histórico Bosque de Pomac - SHBP, por el apoyo y facilidades para desarrollar la investigación, en especial al Licenciado Antonio Gamonal Medina, quien como Jefe priorizó el estudio y puso a disposición información y equipos; así mismo a la Ingeniero Julia Lazo Clemente quien como especialista de Recursos Naturales orientó técnicamente y amicalmente.

Al Dr. Antero Vásquez García, quien como asesor orientó y alentó continuamente para llegar al término de la investigación.

CONTENIDO

	Página
I: INTRODUCCIÓN	
Introducción	01
II: BASE TEORICA	
2.1. Índice Normalizado Diferencial de Vegetación (NDVI)	07
2.2. Índice de Valor de Importancia (IVI)	22
2.3. Parámetros de caracterización de la cobertura Vegetal	25
III: MATERIAL Y METODOS	
3.1. Materiales	28
3.2. Métodos	28
3.2.1. Determinación de la variación de la cobertura vegetal boscosa del SHBP del mes de Abril del año 2008 al mes de Abril del año 2015	28
3.2.2. Identificación de las especies de flor mayor más importancia en la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015	39
3.2.3. Establecimiento de la dependencia del Índice Normalizado diferencial de la Vegetación (NDVI) con el Índice de Valor de Importancia (IVI), en la cobertura vegetal del SHBP en el mes de Abril del 2015	66
3.2.4. Comparación de parámetros de cobertura vegetal descrita en el Plan Maestro 2011-2016, con los resultados de evaluación de cobertura Vegetal del mes de Abril del 2015.	70
IV: RESULTADOS	
4.1. Variación de la cobertura vegetal boscosa del mes de Abril del año 2008 al mes de Abril del año 2015.	73
4.2. Jerarquización de la importancia de especies de flora mayor (árboles y arbustos), en la cobertura vegetal del mes de Abril del 2015.	78
4.3. Relación entre el Índice Normalizado diferencial de la Vegetación (NDVI) y el Índice de Valor de Importancia (IVI), en la cobertura vegetal del mes de Abril del 2015	82
4.4. Caracterización de la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015	95
V: DISCUSIÓN	
Discusión	109
VI. CONCLUSIONES	
Conclusiones	113

VII. RECOMENDACIONES	
Recomendaciones	115
VIII. BIBLIOGRAFIA	
Referencias Bibliográficas	116
ANEXOS	
Anexos	120

RESUMEN

De Abril del 2008 a Abril del 2015 existió variación en la cobertura vegetal del Santuario Histórico Bosque de Pomac – SHBP; la Cobertura de Bosque Semi Denso aumentó de 1,432.44 a 2,519.82 Hectáreas, el Bosque Ralo de 1,805.49 a 2,127.78 Hectáreas y el Bosque Sin cobertura de 16.56 a 20.27 Hectáreas; contrariamente, el Bosque de Cobertura Mínima disminuyó de 1,135.44 a 91.89 Hectáreas y el Bosque Denso de 1,497.24 a 1,127.61 Hectáreas.

En el mes de Abril del 2015 la especie más importante es el Algarrobo (*Prosopis pallida*) al tener un IVI de 40.37% en promedio, le continúa el cactus (*Cactus sp*) con 21.32%, el palo verde (*Cercidium praecox*) con 13.68%, el Sapote (*Capparis angulata*) con 11.94%, el Vichayo (*Capparis ovalifolia*) con 7.47%, el Angolo (*Pithecellobium multiflorum*) con 2.77%, el faique (*Acacia macracantha*) con 1.11%, el látigo de cristo (*Parkinsonia aculeata*) con 0.77% y el Cuncuno (*Vallesia glabra*) con 0.59%.

Al relacionar el NDVI (densidad de cobertura), el IVI (importancia de las especies) y los datos dasométricos se caracterizó la cobertura vegetal para el mes de Abril del 2015; Bosque Semi Denso es el más extenso con 2,519.82 Hectáreas, su estructura es baja, el promedio de plantas por Hectárea es 307 y la especie más importante es el Algarrobo; el Bosque Ralo se extiende sobre 2,127.78 Hectáreas, su estructura es baja, el promedio de plantas por Hectárea es 211 y la especie más importante es el Sapote; el Bosque Denso se extiende sobre 1,127.61 Hectáreas, su estructura es media, el promedio plantas por Hectárea es 294 y la especie más importante es el Algarrobo; el Bosque de Cobertura Mínima se extiende sobre 91.89 Hectáreas (1.56%), su estructura es baja, el número de plantas promedio por Hectárea es 44 y la especie más importante es el cactus; el Bosque el Sin Cobertura que constituye el cauce del Río La Leche tiene una extensión de 20.07 Hectáreas.

ABSTRACT

From April 2008 to April 2015 there was variation in the vegetation cover of the Historic Sanctuary Bosque de Pomac - SHBP; Semi-Dense Forest Coverage increased from 1,432.44 to 2,519.82 Hectares, the Ralo Forest from 1,805.49 to 2,127.78 Hectares and the Forest Without coverage of 16.56 to 20.27 Hectares; Conversely, the Minimum Coverage Forest decreased from 1,135.44 to 91.89 Hectares and the Denso Forest from 1,497.24 to 1,127.61 Hectares.

In April of 2015 the most important species is the Algarrobo (*Prosopis pallida*) having an IVI of 40.37% on average, it continues the cactus (*Cactus* sp) with 21.32%, the green stick (*Cercidium praecox*) with 13.68% , Sapote (*Capparis angulata*) with 11.94%, Vichayo (*Capparis ovalifolia*) with 7.47%, Angolo (*Pithecellobium multiflorum*) with 2.77%, faique (*Acacia macracantha*) with 1.11%, the whip of Christ (*Parkinsonia aculeata*) with 0.77% and the Cuncuno (*Vallesia glabra*) with 0.59%.

In relation to NDVI (coverage density), IVI (importance of species) and dasometric data, the vegetation cover was characterized for the month of April 2015; Semi Dense Forest is the most extensive with 2,519.82 Hectares, its structure is low, the average of plants per Hectare is 307 and the most important species is the Algarrobo; The Ralo Forest extends over 2,127.78 Hectares, its structure is low, the average of plants per Hectare is 211 and the most important species is the Sapote; The Denso Forest extends over 1,127.61 Hectares, its structure is average, the average plants per Hectare is 294 and the most important species is the Algarrobo; The Minimum Covered Forest extends over 91.89 Hectares (1.56%), its structure is low, the average number of plants per Hectare is 44 and the most important species is the cactus; The Forest without Cobertura that constitutes the bed of the River The milk has an extension of 20.07 Hectares.

I. INTRODUCCIÓN.

El Perú es considerado como uno de los 10 países mega diversos del mundo al albergar 84 de las 104 Zonas de Vida del planeta clasificados por Holdridge; el Estado Peruano, a fin de conservar esta gran riqueza de biodiversidad gestiona 406 espacios de Áreas Protegidas que cubren el 17.26% de la extensión del territorio peruano, cumpliendo de esta manera con el compromiso asumido en la Declaración de Bali (Indonesia) de proteger el 10% de los territorios nacionales para contrarrestar los gases del efecto invernadero (SERNANP ,2016).

Los Bosques Secos Ecuatoriales son parte de esta zonas de vida y en ella se desarrolla biodiversidad que en algunos casos es endémica; se ubican en la Costa Norte, en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque, y entre las Áreas Protegidas destaca, el Santuario Histórico Bosque de Pomac, el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, el Parque Nacional Cerros de Amotape, Áreas de conservación Regional como Huacrupe la Calera y Moyan Palacios en Lambayeque y las Áreas de conservación privada como Chaparrí, también en Lambayeque.

El Santuario Histórico Bosque de Pomac - SHBP, categorizada como de uso indirecto se estableció en el año 2001 sobre la superficie de 5, 887 Hectáreas con el objetivo de conservar la unidad paisajística – cultural que conforma el Bosque Seco Ecuatorial y el Complejo Arqueológico Sicán (Decreto Supremo N° 034-2001-AG 2001); se ubica en la cuenca baja del río La Leche y abarca territorios de los distritos de Pitipo, Tucume, Illimo y Pacora, de las provincias de Ferreñafe y Lambayeque del departamento de Lambayeque (figura 01).

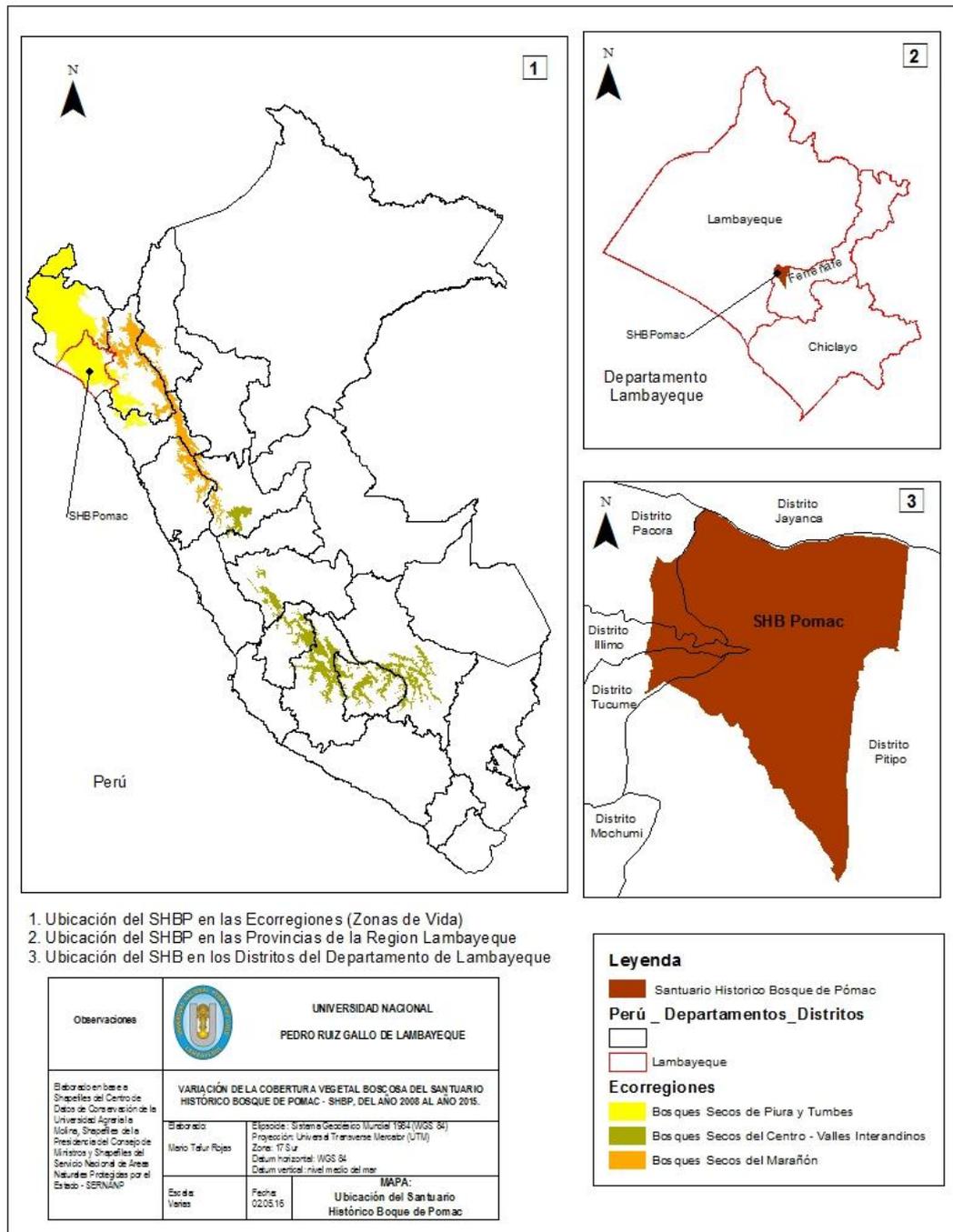


Figura 01. Ubicación Geográfica del SHBP en relación a las Zonas de Vida

Para el mes de Junio del 2016 el estado de conservación del ecosistemas de Bosque Seco del SHBP ha sido del 46.0%; este depende de la condiciones ambientales favorables, del cuidado de la población local y del aprovechamiento ordenado de los recursos naturales (Valdivia ,2016).

En Abril del 2015, la cobertura vegetal del SHBP se encontró afectada por los rezagos de la invasión de casi una década (2000 – 2009) en la que destruyó 1706 Hectáreas, 29% de la extensión (Lazo, 2014), por la presencia de una enfermedad que causa la muerte de las plantas de algarrobo, la sequía extrema de los últimos 18 años y por el aprovechamiento desordenado de los recursos por la actividad ganadera, apícola y turística (Llontop, 2010).

La Jefatura del Santuario, como ente rector del Estado Peruano realiza diferentes acciones para mitigar estos problemas; entre las cuales destaca la vigilancia y control por parte de los Guardaparques Oficiales y Comunales, acciones de regeneración de cobertura en la zona que fue invadida, el otorgamiento de derechos para el aprovechamiento de los recursos naturales y paisaje y la sensibiliza a la población local.

Pasado 05 años aproximadamente de la invasión, y mientras que por un lado se realizan acciones de regeneración de la cobertura vegetal existen dificultades en el manteamiento; motivo que llevo a realizar la investigación planteado el problema **¿Cuál es la variación a nivel de densidad de la cobertura vegetal boscosa del Santuario Histórico Bosque de Pomac - SHBP, del año 2008 al 2015?**

El determinar la variación de la densidad de la cobertura vegetal boscosa del Santuario Histórico Bosque de Pomac, del año 2008 al año 2015, se estableció como Objetivo General y como objetivos específicos se plantearon:

- Jerarquizar la importancia de las especies de flora mayor (árboles y arbustos) en la cobertura vegetal en el mes de Abril del 2015.
- Relacionar la densidad de la cobertura vegetal con la importancia de las especies en el mes de Abril del 2015.
- Caracterizar la cobertura vegetal del SHBP en el mes de Abril del 2015.

Al observarse que en algunas áreas se ha regenerado y en otras se encuentra afectado, se planteó **la hipótesis que existe variación en la densidad de la cobertura vegetal.**

Ambientalmente, con la investigación se ha ratificado la presencia de biodiversidad de flora y fauna propia del Bosque Seco, a la cual se asocia la presencia de especies del endemismo tumbesino declaradas en peligro de extinción, como las aves cortarrama peruana (*Phytotoma raimondii*), golondrina de Tumbes (*Tachycineta stolzmanni*), copetón rufo (*Myiarchus semirufus*), entre otras, y reptiles como la macanche (*Boa constrictor ortonii*)

Con la investigación se la identificado las zonas donde predomina la especie Algarrobo y Sapote, consideradas de importancia económica para la población local; en tal sentido, **Socialmente y Económicamente** permite que la Jefatura del SHBP establezca políticas para el aprovechamiento ordenado de estos recursos naturales (recojo de frutos) y del paisaje

La información de la investigación podrá ser utilizada en la **Educación ambiental – cultural**, como muestra de la resiliencia del bosque al recuperar la cobertura vegetal y el valor de la biodiversidad como patrimonio Natural y Cultural a nivel Local, Regional y Nacional.

II. BASE TEORICA

La Cobertura Vegetal es definida como la capa de vegetación que cubre la superficie terrestre, comprende una amplia gama de biomasa¹ que van desde pastizales, bosques naturales y las inducidas por la acción humana, como las áreas de cultivos (Paruelo ,2008).

Como Bosque se considera a superficies superior a 0,5 Hectáreas y con una cobertura vegetal de más del 10% del área, donde los árboles alcanzan una altura mínima de 5 metros a su madurez in situ; generalmente se utilizan definiciones de Bosque Denso y Bosque Claro. En los Bosques Densos la cobertura vegetal se disponen en uno o varios pisos estructuralmente y las copas se entrelazan, mientras que en los Bosques Claros la cobertura vegetal tiene una distribución discontinua de árboles cuyas copas no se entrelazan (FAO ,2010).

Para evaluar los cambios de la cobertura vegetal se utilizan diferentes técnicas, a nivel de la densidad la más actual es la teledetección a través del Índice normalizado diferencial de la Vegetación – NDVI (Bosques Andinos ,2014); así mismo, para caracterizar y establecer la importancia de las especies en una cobertura Vegetal, la técnica más utilizada es la evaluación del Índice de Valor de Importancia – IVI (Gordo ,2009).

Para la metodología de la teledetección, en la Guía de Evaluación de Flora y Fauna Silvestre del Ministerio del Ambiente del Perú, se han establecido niveles de estudio según escala cartográfica, unidades de muestreo mínimas y variables fisionómicas para caracterizar la cobertura vegetal mayor; los valores y rangos se aprecian en las tablas 02 y 03 (Dirección General de Evaluación ,2010).

¹ Un **bioma** es el conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica que está definido a partir de su vegetación y de las especies animales que predominan

Tabla 02. Niveles de estudio por escala cartográfica para la evaluación de flora según metodología de la teledetección

Niveles de Estudio	Escala de la cartografía base	Escala de fotos aéreas	Resolución espacial de imagen satelital	Unidad mínima de muestreo (ha)
Reconocimiento	1:100 000		30 m	25
Semi detallado	1: 50 000	1: 50 000	15 - 20 m	10
Detallado	1:10 000	≥1:20 000	< 10 m	5

Fuente: Dirección General de Evaluación, 2010

Tabla 03 Valores de las variables fisionómicas para caracterizar la cobertura vegetal mayor de los Bosques

Formación vegetal	Variables Fisonómicas	
Bosque (Árboles y Arbustos)	Clases de altura	
	Alto	> 20 m
	Mediano	20 - 10 m
	Bajo	< 10 m
	Clases de densidad	
	Denso	Copas se tocan o interceptan
Semi denso	Copas no se tocan	
Ralo	Copas distantes	
Matorral, Cactal	Clases de densidad	
	Denso	Coronas se tocan o interceptan
	Semidenso	Coronas no se tocan
	Ralo	Coronas distantes

Fuente: Dirección General de Evaluación, 2010

2.1. Índice Normalizado diferencial de la Vegetación (NDVI)

Rouse J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. i Deering, D.W. en el tercer simposio "Sistemas de monitorización de la vegetación en las Grandes Llanuras con ERTS - NASA", Washington, D.C.- 1973, presentaron el Índice Normalizado diferencial de la Vegetación - NDVI, sustentando que la vegetación tiene un comportamiento distinto en cada longitud de onda de la banda espectral, en función de su estado vegetativo, desarrollo alcanzado y ubicación al suelo (Chuvieco ,1998).

La vegetación sana, de color verde oscura tiene bajos niveles de reflectividad del espectro de la banda roja y azul, alto en la banda verde y muy alto en el Infrarrojo cercano; la vegetación enferma o estresada, de color verde amarillento mantiene bajos los niveles de reflectividad en el espectro de la banda roja y azul, alto en la banda verde y la reflectividad espectro del infrarrojo cercano disminuye en relación a la vegetación sana; la vegetación muerta, de color verde marrón no irradia reflectividad en ninguna de las bandas (Ortiz ,2012)

Teóricamente el NDVI mide la densidad de cobertura vegetal y se obtiene al combinar las bandas roja e Infrarroja cercano de la radiación reflejada sobre la radiación entrante; matemáticamente se representa en la fórmula 2.1.

$$NDVI = \frac{(IRCercano - ROJO)}{(IRCercano + ROJO)} \quad \left[\begin{array}{c} 2.1 \end{array} \right]$$

Dónde:

IRC = Banda de Infra rojo Cercano (NIR)

R = Banda Rojo

Los rangos de valores del NDVI varían entre el 0 y 1, el Cero (0), representa el valor aproximado a la falta de vegetación (menor densidad) y el cerca al 1 la alta presencia de vegetación (mayor densidad); los valores negativos representan las superficies sin vegetación (Pereda 2013, 12).

(A. Campo, R. Garcia Gonzales, A. Marinas y M. Gartzia ,2015) Han establecido valores del NDVI para tipos de cobertura vegetal, como se muestra en la tabla 04

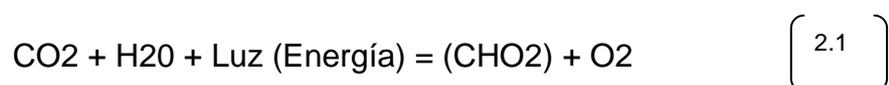
Tabla 04. Valores estandarizados de NDVI por tipo de Cobertura Vegetal.

Valores de NDVI	Descripción de Coberturas Vegetales
Menores de 0	Cuerpos No vegetales (Agua, minerales)
Entre 0 y 0.1	Áreas rocosas, arenosas, con mínima cobertura vegetal.
Entre 0.1 a 0.2	Áreas pobres con arbustos o pasturas naturales, cobertura ralo
Entre 0.2 a 0.3	Áreas con árboles y arbustos, cobertura Semi Denso
Mayores 0.3	Áreas donde la vegetación se encuentra en un estado de gran vigor y densidad, cobertura Denso

Fuente: A. Campo, R. García Gonzales, A. Marinas y M. Gartzia

El valor del NDVI está asociado a la actividad fotosintética, cuando la fotosíntesis es alta la densidad de la cobertura vegetal aumenta y el valor del NDVI se incrementa; contrariamente cuando no existe actividad fotosintética el valor del NDVI disminuye reflejando baja densidad de cobertura vegetal o estado de la planta de enfermedad o estrés.

La fotosíntesis es una acción fotoquímica de óxido reducción donde se produce carbohidratos y oxígeno al procesar en presencia de la energía del espectro electromagnético, el dióxido de carbono y el agua proveniente del medio ambiente (aire y suelo); matemáticamente se representa en la fórmula 2.1 (Braga ,2016)



Dónde:

CO₂ = Dióxido de Carbono

H₂O = Agua

Luz = Energía en fotón del pigmento clorofila proveniente de la luz solar

CH₂O = Hidratos de Carbono

O₂ = Oxígeno

La fotosíntesis ocurre en hojas y tallos con tejido verde, en los tallos leñosos es mínima al tener células muertas que forman la corteza; en el tejido parenquimático se encuentran los cloroplastos, que son moléculas donde ocurre la actividad fotosintética, en ellos se encuentran los pigmentos como la clorofila, carotenos, criptocomas, xantofilas, ficoeritrinas y fucocianinas, responsables de la absorción de la luz para la fotosíntesis, fisiología y morfología de las plantas (Hurtado ,2016).

El pigmento que actúa en la fotosíntesis es la clorofila, la cual es de tipo (a), (b), (c) y (d), la diferencia entre ellas es la composición de Carbono, Hidrogeno y Oxígeno; en los vegetales superiores, la más abundante es la clorofila (a) al estar presente en un 75%, mientras que en el tipo (b) es mayor en algas y la (c) y (d) en bacterias (Hernández ,2016).

El comportamiento de la fotosíntesis varía según la longitud de onda del espectro; en el espectro de luz ultra violeta UV-A (315-400nm de longitud), la fotosíntesis comienza a actuar a partir de los 380 nm; en el espectro azul (400-500nm) es dinámico y actúa en la foto morfogénesis, fototropismo, su ausencia proporciona plantas enfermizas, delgadas y delicadas; el espectro verde (500-600 nm) la fotosíntesis es mínima y se refleja por lo que se le da el color a las hojas; en el espectro Rojo (600-700 nm) la fotosíntesis actual positivamente en el crecimiento de las plantas, enraizamiento, brote y la floración al desencadenar la liberación de hormonas y el espectro Infrarrojo IR (700-2500 nm) que es el térmico actúa como factor eficiente de transferencia de energía (Hurtado ,2016).

Existen 03 tipos de fotosíntesis, la C3, C4 y CAM; su diferencia se encuentra en la asimilación del compuesto de carbono (Carbono 3 y carbono 4) mientras que en las CAM, antes de absorberlo lo convierte en ácido; las plantas perennes (árboles y arbustos) generalmente realizan fotosíntesis C4 y en menor proporción C3, las eventuales (matorrales) mayormente realizan fotosíntesis C3 y en menor proporción C4 y las desérticas como las cactáceas solamente realizan fotosíntesis CAM. En la fotosíntesis de tipo C3 y C4, los estomas se encuentran abiertos en el

día según las horas, mientras que en la CAM se abren por las noches, cuando es más difícil que el agua se evapore; a la apertura de los estomas se le conoce como etapa foto dependiente y en ella existe transferencias de electrones de energía, mientras que en la etapa oscura se efectúa la acción bioquímica o ciclo de Calvin, en la que se fija el carbono (Hernández ,2016).

La determinación del NDVI se realiza a través de la metodología de la Teledetección, la cual es la ciencia y arte de obtener información acerca de la tierra sin entrar en contacto con ella, esta puede obtenerse a nivel orbital (satélites), suborbital (aviones) o terrestres (sobre vuelos con equipos pequeños) (Europe ,2014).

La Teledetección se sostiene en las propiedades de la radiación electromagnética de los cuerpos y establece que todos los elementos de la naturaleza tienen una respuesta espectral propia y diferente a la que se le denomina signatura espectral o firma espectral. El espectro es la energía reflejada, absorbida o transmitida, que llega a la superficie terrestre y recoge el sensor, la suma de estas 03 tiene que ser igual a la unidad y sus valores son entre cero (0) y 1, tal como se establece en la ecuación 2.2 (Jhon Fredy Ardila León, Oscar Yesid Quintero Delgado ,2013)

$$\rho + \alpha + \tau = 1. \quad \left[2.2. \right]$$

Dónde:

ρ = Fracción de energía que se refleja se denomina reflectividad

α = Fracción de energía que se absorbe se denomina absorptividad

τ = Fracción de energía que se transmite se denomina transmisividad

La teledetección según la transmisión es de 02 tipos, activa y pasiva; la pasiva es la radiación solar reflejada por los objetos (luz visible e infrarrojo reflejado) que capta el sensor; la activa es la radiación emitida por el sensor y reflejada por los objetos (radar) que capta el sensor (Jhon Fredy Ardila León, Oscar Yesid Quintero Delgado ,2013)

Los satélites y sus sensores captan el espectro y los transforman en imágenes con una base de información a las que se les conoce como resoluciones, las cuales son

de 04 tipos, Resolución espacial, Resolución espectral, Resolución temporal y Resolución radiométrica; estas contiene información según interés militar, terrestre, meteorológico, entre otros. (Castillejo González, Sánchez de la Orden, López Granados ,2011).

La Resolución espacial define al objeto más pequeño que puede ser distinguido sobre la imagen del sensor, se mide en unidades de longitud (metros sobre el terreno), y depende de la longitud focal de la cámara y de su altura sobre la superficie, la unidad de medida es el píxel y está en estrecha relación con la escala de trabajo y con la fiabilidad en la interpretación apreciarse (González ,2012)

Resolución temporal, recuenta el tiempo que tarda cada sensor en volver a tomar una imagen del mismo lugar (revisita) (Claudia Palese ,2016).

La Resolución espectral refiere a la cantidad de bandas del espectro que el sensor pueda captar; las bandas se encuentran diferenciadas por la longitud de onda y en el planeta tierra se encuentran: Rayos gamma (menores de 0.03 nm), Rayos X (entre 0,03 nm – 315 nm), Radiación ultravioleta (UV) (entre 315 nm – 400 nm), Luz visible entre (300 nm – 700 nm), Radiación infrarroja (IR), (entre 700 nm a 2500 nm) y Ondas radio Eléctricas (mayores a 2500 nm) (Claudia Palese ,2016).

La firma espectral de los cuerpos tienen características propias; el agua clara tiene excelentes propiedades de transmisión en el espectro visible y de absorción en el infrarrojo, cuando el agua contiene turbidez, la respuesta espectral van a depender del tipo, si se trata de fitoplancton, aparecen importantes alteraciones en el verde (aumenta) y en el azul (disminuye), si se trata de sedimentos inorgánicos la reflectividad aumenta especialmente en el rojo; en el suelo la transmisión del espectro es nula, toda la energía se absorbe o refleja, los factores que afectan la respuesta espectral son la textura, humedad y el contenido de minerales, los suelos arenosos tienen mayor reflectividad (se ven más claros) que los arcillosos, cuanto mayor sea su contenido en materia orgánica y cuanto menos descompuesta tendrá

menor reflectividad, los minerales tiene sus propias características de comportamiento de reflectividad, transmisidad o absorvitividad; la respuesta espectral de la vegetación es compleja, implica elementos como sustratos, tamaño de las plantas, orientación de las plantas, forma de las hojas, porcentaje de recubrimiento del suelo, estado de madurez, fenología, enfermedad o estrés de las plantas (Jhon Fredy Ardila León, Oscar Yesid Quintero Delgado ,2013).

Resolución radiométrica, establece la profundidad de color de un píxel de la imagen satelital, técnicamente se considera como la variancia de la radiancia espectral, se mide por el número de niveles digitales (ND) que es la interacción de los Bit por píxel, cada píxel se codifica mediante un conjunto de bits de longitud llamada profundidad de color; por ejemplo, puede codificarse un píxel con unos 8 bits, de manera que cada píxel admite hasta 256 variaciones de color (2^8 posibilidades binarias) (Claudia Palese ,2016).

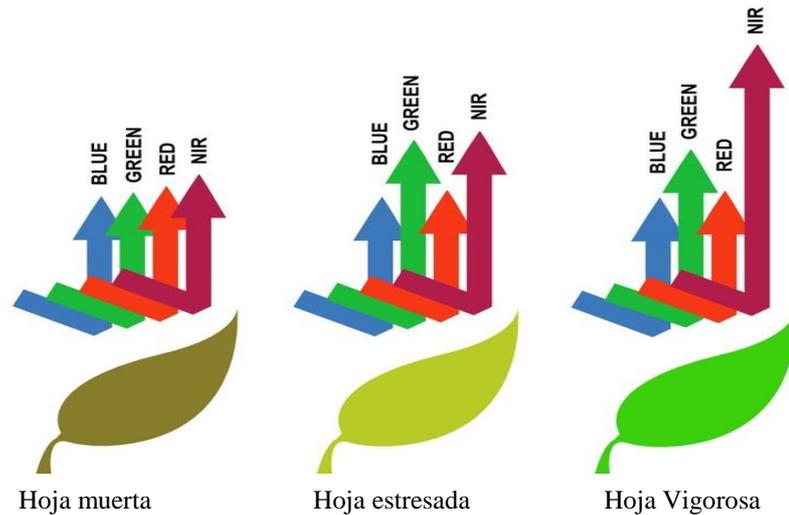
Las imágenes de color verdadero usan 03 bytes² para definir el color de un píxel (24 bits / 2^{24} colores = 16'777,216 variaciones de color), una imagen en la que se utilicen 32 bits para representar un píxel tiene la misma cantidad de colores que la de 24 bits, ya que los otros 8 bits son usados para efectos de transparencia y contiene otro tipo de información (Imagen de Mapa de Bits ,2016).

En el análisis de imágenes multi espectral (diferentes bandas), se combinan los tres colores primarios (azul, verde y rojo) con los infrarrojos; como resultado, las imágenes satelitales asignan colores no verdaderos a los elementos de la superficie terrestre para su diferenciación; de allí que reciben el nombre de imágenes falso color (Coppel 2001).

En la figura 2 se muestra el comportamiento de reflectividad de los vegetales en relación a las bandas espectrales, en la figura 3, el comportamiento de los

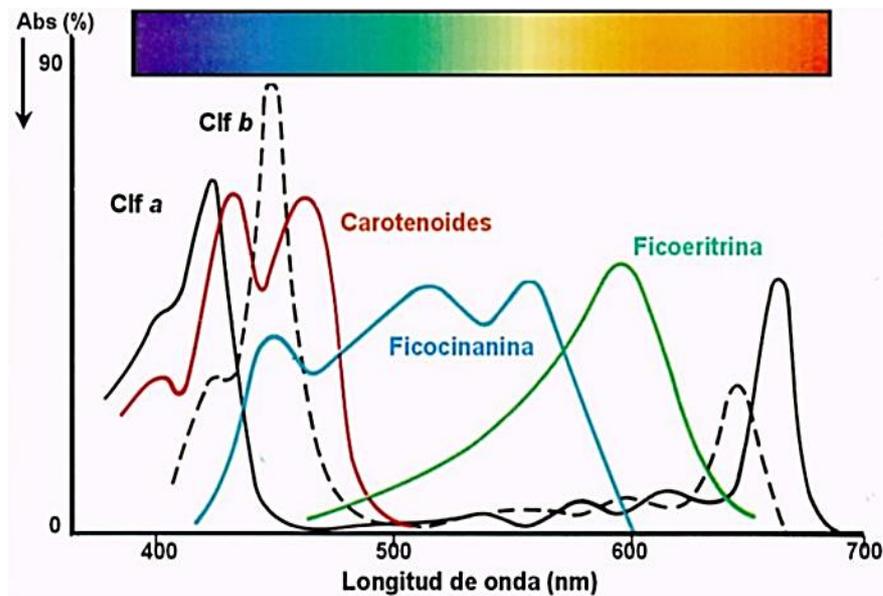
² Un Byte, es la Unidad de información de base utilizada en computación y en telecomunicaciones, y equivale a un conjunto ordenado de bits; en español también se le denomina octeto (Wikipedia, Byte s.f.)

pigmentos de los cloroplastos en relación a la absorción en el espectro visible y en figura 4 se esquematizan el procedimiento de absorción del espectro electromagnético en el tejido vegetal para la función de la fotosíntesis.



Fuente: (AGRIBOTIX s.f.)

Figura 02. Comportamiento de reflectividad de los vegetales en relación a las bandas espectrales



Fuente: Frank Supertramp

Figura 03. Comportamiento de los pigmentos en relación a la absorción en el espectro visible

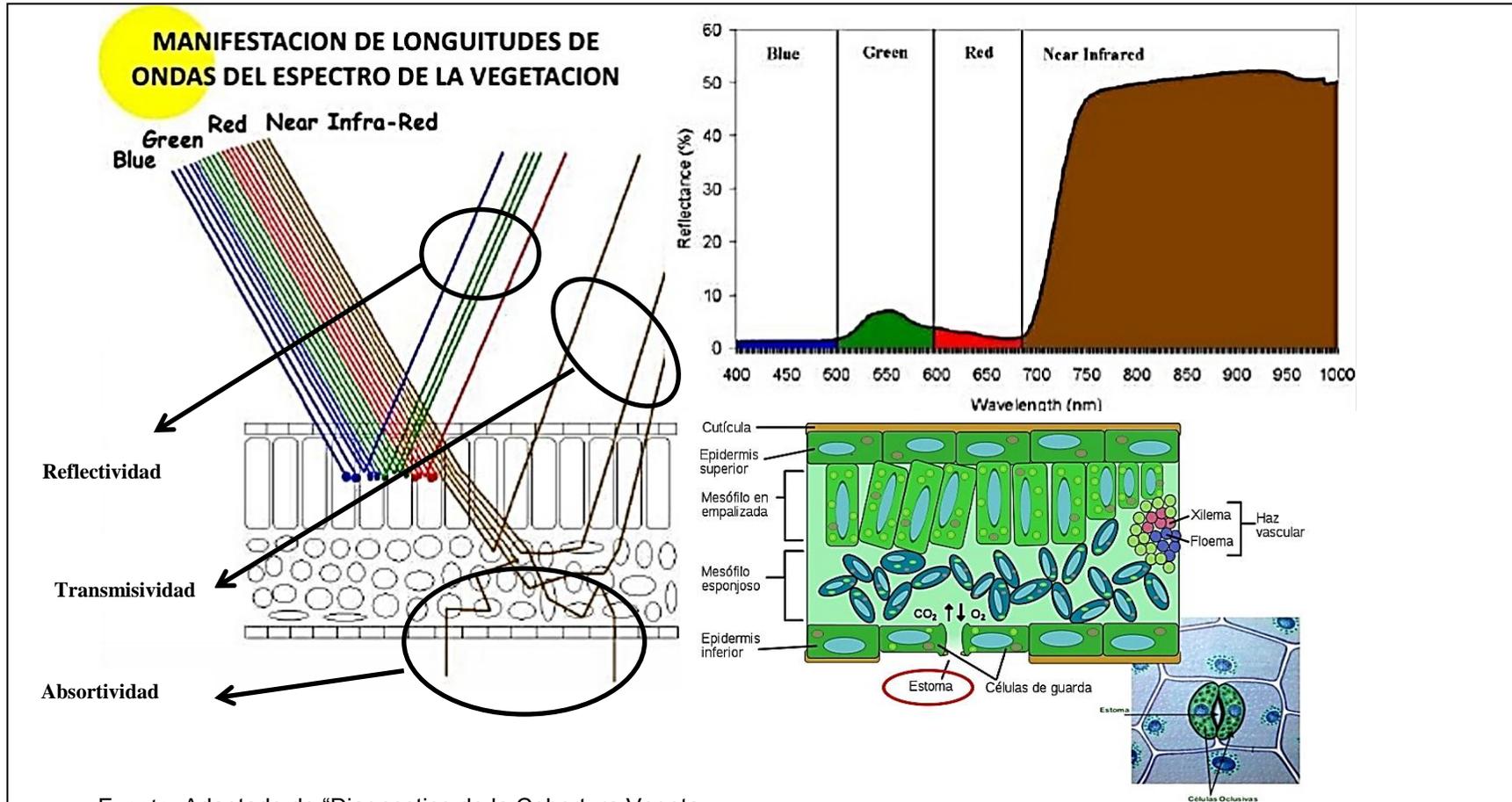


Figura 04. Procedimiento de absorción del espectro en el tejido vegetal para la función de la fotosíntesis

Existen diferentes imágenes satelitales para la determinación del NDVI; las Land Sat contienen gran información espectral y se pueden descargar gratuitamente del servidor de USGS (<http://www.usgs.gov>); son actualizadas según su resolución temporal cada 16 días.

Los Satélites Land Sat recogen 400 escenas al día, el tamaño de la escena es de 170 km de norte a sur y 183 kilómetros de este a oeste, están codificadas según el sensor, Path(franja vertical), Row(fila horizontal), fecha y tipo de archivo; textualmente se presentan en el formato Ls8ppprrrYYYYDDDGGGVV.FT.ext (Ariza 2013, 10). El SHBP, se ubica en el Path 10, Row 64 y 65 como se grafica en la figura 05

La serie Land Sat fueron puestos en órbita por los Estados Unidos con la finalidad de observar en alta resolución la superficie terrestre desde el año 1973; su evolución en el tiempo ha sido significativa, pasando de 4 bandas en el Land Sat 1 a 12 bandas en el Land Sat8 “Landsat Data Continuity Mission” (LDCM), la cual está compuesto de dos grandes sensores, el primero denominado Operational Land Imager (OLI) y el segundo térmico infrarrojo Thermal Infrared Sensor (TIRS) (Service ,2016)

En la tabla 05 se describe las características técnicas de los satélites Land Sat y en la tabla 06 las características de identificación de las imágenes satelitales a lo que se le conoce como metadato³.

³ Son datos que describen otros datos; un grupo de metadatos se refiere a un grupo de datos que describen el contenido informativo de un objeto al que se denomina *recurso* (Ariza 2013)

Tabla 05. Resolución espacial, espectral y radiométrica del de los diferentes sensores Land Sat (TM, ETM+, OLI TIRS)

Satélite / Sensor	Resoluciones	Parámetros de Medida de las Resoluciones por Bandas Electromagnéticas										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Land Sat 5 TM	Resolución Espectral (u)	0,45 - 0,52	0,52 - 0,60	0,63 - 0,69	0,76 - 0,9	1,55 - 1,75	10,4 - 12,5	2,08 - 2,35				
		Azul	Verde	Rojo	Infrarrojo cercano	Infrarrojo lejano	Térmico Lejano	Térmico Próximo				
	Resolución Espacial (m)	30	30	30	30	30	120	30				
	Resolución Radiométrica (Bits x pixel)	8	8	8	8	8	8	8				
Land Sat 7 ETM+	Resolución Espectral (u)	0,45-0,52	0,52 - 0,60	0,63 - 0,69	0,76 - 0,9	1,55 - 1,75	10,4 - 12,5	2,08 - 2,35	0,52-0,9			
		Azul	Verde	Rojo	Infrarrojo cercano	Infrarrojo lejano	Térmico Lejano	Térmico Próximo	Panromática			
	Resolución Espacial (m)	30	30	30	30	30	120	30	15			
	Resolución Radiométrica (Bits x pixel)	8	8	8	8	8	8	8	8			
Land Sat 8 OLI - TIRS	Resolución Espectral (u)	0,43 - 0,45	0,45 - 0,51	0,53 - 0,59	0,64 - 0,67	0,85 - 0,88	1,57 - 1,65 SWIR 1	2,11 - 2,29 SWIR 2	0,5 - 0,68	1,36 - 1,38 (Cirrus)	10,60 - 11,19 TIRS 1	11,50 - 12,51 TIRS 2
		Aerosol Costero	Azul	Verde	Rojo	Infrarrojo cercano	Infrarrojo Onda Corta	Infrarrojo Onda Larga	Panromática	Nubes Grises	Infrarrojo Térmico 1	Infrarrojo Térmico 2
	Resolución Espacial (m)	30	30	30	30	30	30	30	15	30	100	100
	Resolución Radiométrica (Bits x pixel)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Ariza 2013

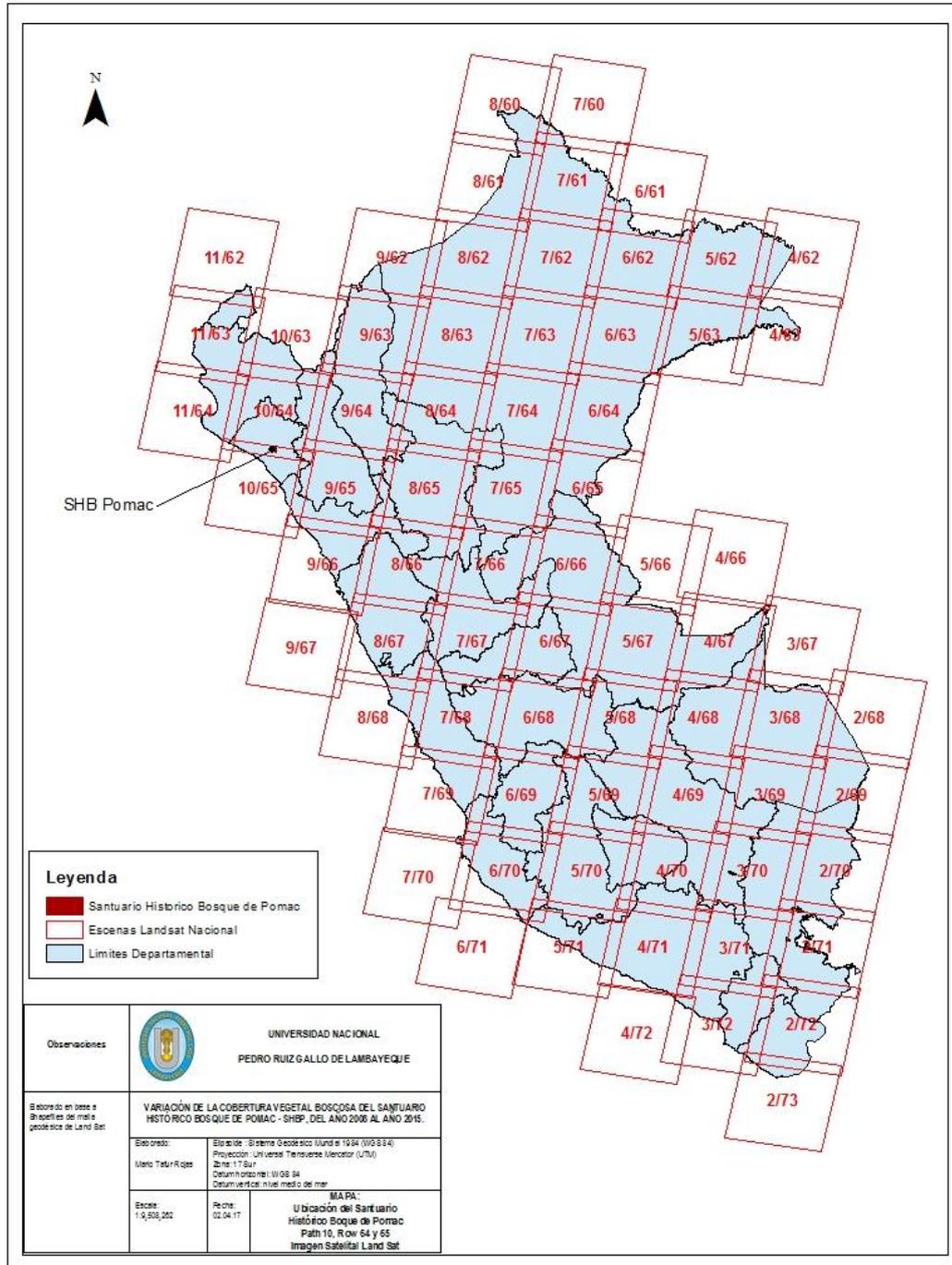


Figura 05. Path 10, Row 64 y 65 del Santuario Histórico Bosque de Pomac

Tabla 06. Características de la codificación de Una Imagen Land Sat.

Identificador	Descripción
L	Nombre de misión: Land Sat
s	Tipo de Sensor: O = OLI, T = TIRS, C = Combinado TIRS y OLI Indica con que sensor se tomaron los datos para este producto
8	Número de misión Landsat
ppp	Localización de la órbita satelital en referencia global al path del producto: System-2 (WRS-2)
rrr	Localización de la órbita satelital en referencia global al row del producto: System-2 (WRS-2)
YYYY	Año de adquisición de la imagen
DDD	Día del año de adquisición
GGG	ID de la estación terrena
VV	Versión
.FT	Tipo de archivo, donde FT es igual es igual a: (Archivo comprimido)
.ext	Extensión del archivo, donde .TIF equivale a archivos de extensión GeoTIFF, y .txt a extensión de texto.

El proceso de obtención de las imágenes raster de NDVI se realiza a través de la metodología de la clasificación no supervisada, la cual está sustentada solo en la estructura que poseen los datos espectrales; mientras que para establecer el tipo de especies en la cobertura se realiza un trabajo primero el reconocimiento en campo y posteriormente a través de la metodología de la clasificación supervisada se relacionando con el NDVI y se masifica para el total del área (Romero ,2006).

En la clasificación supervisada y no supervisada, los píxeles homogéneos se agrupan a través del criterio de mínima distancia (distancia del centroide del píxel), el principio se sustenta en la distancia euclidiana la representación matemática se presenta en la fórmula 2.4

$$d_{ij}^{(k)} = \sqrt{\sum_{n=1}^{N_{bandas}} (X_{ij}^n - \bar{X}_{ij}^{(k)})^2} \quad \text{(distancia Euclidea)} \quad (2.4.)$$

Dónde:

X_{ij}^n ($n = 1, 2, 3, \dots, N_{bandas}$) = Valor de cada píxel en la banda n

$\bar{X}_{ij}^{(k)}$ = Valor del centroide (media aritmética) de la clase k en la banda n

(i,j) = Número de fila y número de columna en cada píxel de la imagen

El algoritmo de agrupamiento de los píxeles en el software ArGis es el ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*), el cual combina la homogeneidad resultando una imagen con el agrupamiento a la que se conoce como de máxima verosimilitud; el algoritmo se representa en la fórmula 2.5 (Gomez C, Calderon D 2012),

$$Z = \frac{(X - oldmin) \times (newmax - newmin)}{(oldmax - oldmin)} + newmin \quad (2.5)$$

Dónde:

Z = Raster de salida con nuevos rangos de datos.

X = Trama de entrada.

oldmin = Valor mínimo de la trama de entrada.

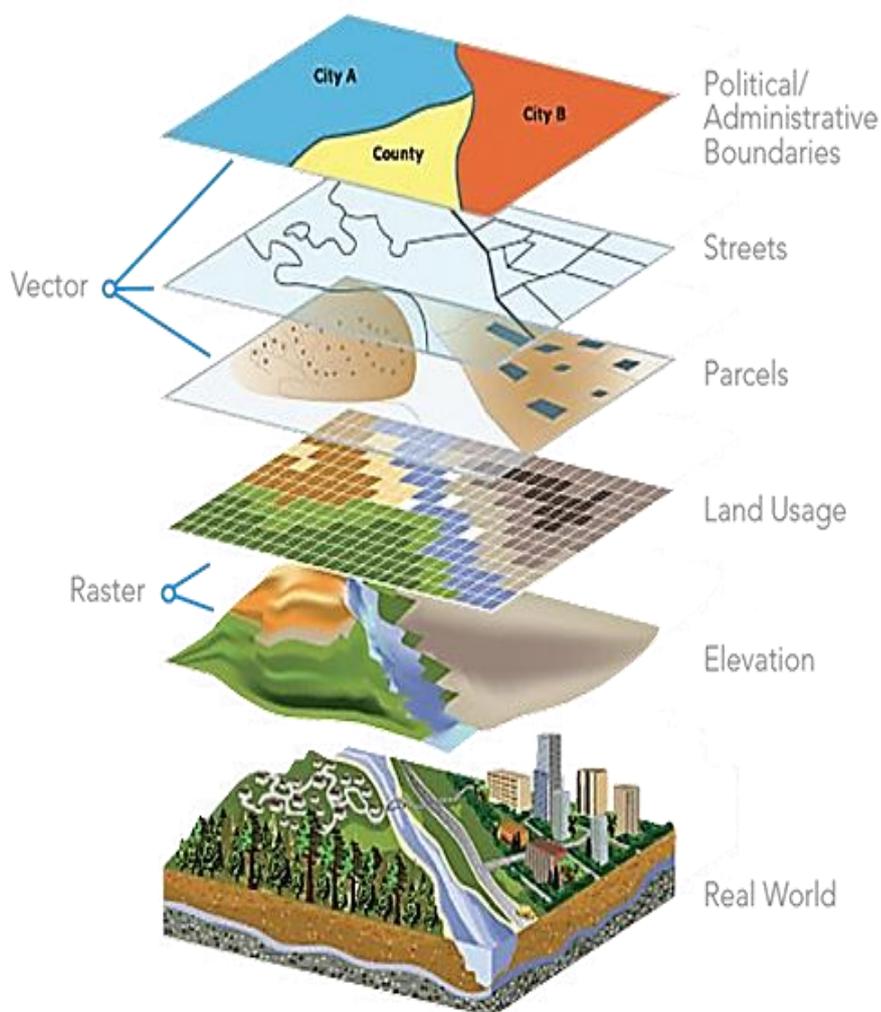
Oldmax = Valor máximo de la trama de entrada.

Newmin = Valor mínimo deseado para el raster de salida.

Newmax = Valor máximo deseado para el raster de salida.

En el proceso de clasificación no supervisada y supervisada las imágenes satelitales de tipo raster se convierten en imagen vector para su cuantificación en hectáreas, también se calcula diversos parámetros estadísticos como la media, rango, desviación típica, matriz de varianza – covarianza, etc. Las imágenes Raster contienen la información radiométrica sin proceso, mientras que la Imagen Vector se presenta en forma de puntos, líneas y áreas (Polígonos. (Vasquez ,2016).

En figura 06 se muestra la forma representativa del análisis e interpretación de la clasificación y la transformación de la imagen raster y vector.



Fuente: (Claudia Palese ,2016)

Figura 06 Representación grafica de una imagen Raster y Vector

Para determina el NDVI existe diferente Software especializados de Sistemas de Información Geográfica – SIG, como el ArGis y el Envi que utilicé en la investigación.

ArcGIS, producto de la compañía ESRI agrupa varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica; funciona a través de familias temáticas como el ArcGIS Desktop, el cual en su extensión Spatial Analyst, proporciona una amplia posibilidad análisis espacial como el NDVI, permite también realizar predicciones y modelar el ambiente a través de matemática aplicada; cuenta también con la función Geostatistical Analyst donde se realiza análisis geo estadístico y proyección de los modelamientos.

ENVI es un programa especializado en el manejo de datos multidimensionales, ha sido construido sobre un lenguaje (IDL) y proporciona instrumentos avanzados fáciles de usar, leer, explorar, analizar y compartir la información extraída de imágenes satelitales; permite realizar Orto rectificación de imágenes⁵, corrección de distorsiones atmosféricas, crear capas vectoriales y modelos digitales de elevación, clasificación de imágenes con métodos supervisados (o no) y cálculos de índices de vegetación, como el NDVI (J. Cabrera 2016)

⁵ La orto rectificación elimina las distorsiones geométricas y de escalas inherentes en las fotografías e imágenes satelitales producto de imperfecciones del sensor, variaciones topográficas y la curvatura de Tierra (Ariza 2013)

2.2. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Matteucci y Colma, en 1982 sugieren el uso del Índice de Valor de Importancia – IVI para mostrar a las especies más importantes en asociaciones vegetales con alta diversidad florística; el IVI, fue formulado por Curtis y Macintosh en 1951 (Armada ,2007)

El IVI, Se obtiene mediante la suma de tres parámetros; abundancia, frecuencia y dominancia, como se expresa en la fórmula matemática 2.6 (Dirección General de Evaluación ,2010).

$$IVI = Ab\% + Fr + D\%$$

Donde:

(2.6)

Ab% = Abundancia relativa

Fr = Frecuencia relativa

D% = Dominancia relativa

Para facilitar la interpretación del IVI, se calcula su valor relativo, refiriéndolo a porcentaje como se representa en la fórmula matemática 2.7, de esta forma el máximo valor de IVI queda establecido como 100% (equivalente a 300, valor máximo de IVI absoluto) (Armada ,2007)

$$IVIr = \frac{IVI_i}{\sum IVI_i} \times 100 \quad \text{ó} \quad IVIr = IVI_i \times 0,33$$

donde:

(2.7)

$IVIr =$ IVI relativo de la especie i

$IVI_i =$ IVI absoluto de la especie i

$\sum IVI_i =$ Sumatoria del IVI de todas las especies

La abundancia refiere al número de individuos de cada especie existente en un determinado estrato o tipo de vegetación o unidad del mapa; mientras que la abundancia relativa es el valor del número de individuos de una especie específica sobre el número total de individuos, se expresa en porcentaje y matemáticamente se representa en la fórmula 2.8 (Armada ,2007)

(2.8)

$$(Ab\%) = (ni/N)*100$$

Dónde:

n_i = Número de individuos de cada especie

N = Número total de individuos

La frecuencia es la probabilidad de encontrar una especie en una unidad muestra; la frecuencia relativa, se expresa en porcentaje y es producto de la división entre el número de muestras que el individuo aparece sobre el total de número de muestras, matemáticamente se representa en la fórmula 2.9 (Armada ,2007)

$$Fr = (m_1/M)*100 \quad \left[\begin{array}{c} 2.9 \end{array} \right]$$

Dónde:

m_1 = Unidades muéstrales en el que la especie aparece

M = Número total de Unidades Muéstrales

La dominancia, representa a la especie con mayor presencia de cobertura en una determinada área, se obtiene a partir del área basal (AB) que es la proyección horizontal de las partes aéreas de la planta sobre la superficie terrestre, se expresa en m^2 y permite tener una idea sobre la calidad y ecosistema del sitio; la dominancia absoluta es la suma de todas las áreas basales de los individuos de una misma especie; mientras que la dominancia relativa es la relación porcentual entre la dominancia absoluta de una especie con respecto al área basal total de la parcela. En las fórmulas matemáticas 2.10 y 2.1 se esquematiza la forma de cálculo de la dominancia absoluta y relativa respectivamente (Armada ,2007)

$$G_i = (\pi/40000) * \sum d_i^2 \quad \left[\begin{array}{c} 2.10 \end{array} \right]$$

Dónde:

G_i = Área basal en m^2 para la i -ésima especie

d_i = Diámetro normal en cm de individuos de la misma especie

π = 3,1416

$$(D\%) = (Gi/Gt) * 100 \quad \left[2.11 \right]$$

Dónde:

Gi = Área basal en m² para la enésima especie
Gt = Área basal total del muestreo

Cuando en la determinación del Área Basal se obtiene a través de la medición de la longitud de la circunferencia, se emplea la fórmula matemática 2.12

$$AB = 3.1416 (LC/4) \quad \left[2.12 \right]$$

Dónde:

LC = Longitud de la Circunferencia

2.3. Parámetros de caracterización de la Cobertura Vegetal

En la caracterización de las coberturas vegetales existen parámetros asociados a la densidad (NDVI) y a la importancia (IVI) como el diámetro a la altura de pecho y la altura de la planta

El diámetro del tronco de un árbol a la altura de pecho -DAP, es una de las variables más importantes en los inventarios de la flora mayor; esta medida sirve para calcular el área basal y el volumen maderable del tronco y por ende la biomasa de los árboles, su representación matemática se representa en la fórmula 2.13 (Dirección General de Evaluación ,2010).

$$DAP = Lc / 3.1416 \quad \left[2.13 \right]$$

Dónde:
Lc = Longitud de Circunferencia

El DAP, es la relación de las secciones normales de los árboles de un espacio forestal y se encuentra relacionada a la superficie de terreno que ocupan, generalmente el valor de 1.3 m y las formas de medida según la formación del árbol se muestran en la figura 07

La altura de planta es otro parámetro de caracterización de la cobertura vegetal, en su medición se utilizan principios matemáticos de geometría y trigonometría como se muestran en la figura 08-a (Dirección General de Evaluación ,2010).

En la figura 08-b muestro las consideraciones a tomar en cuenta al momento de realizar medidas dasométricos de altura de los árboles.

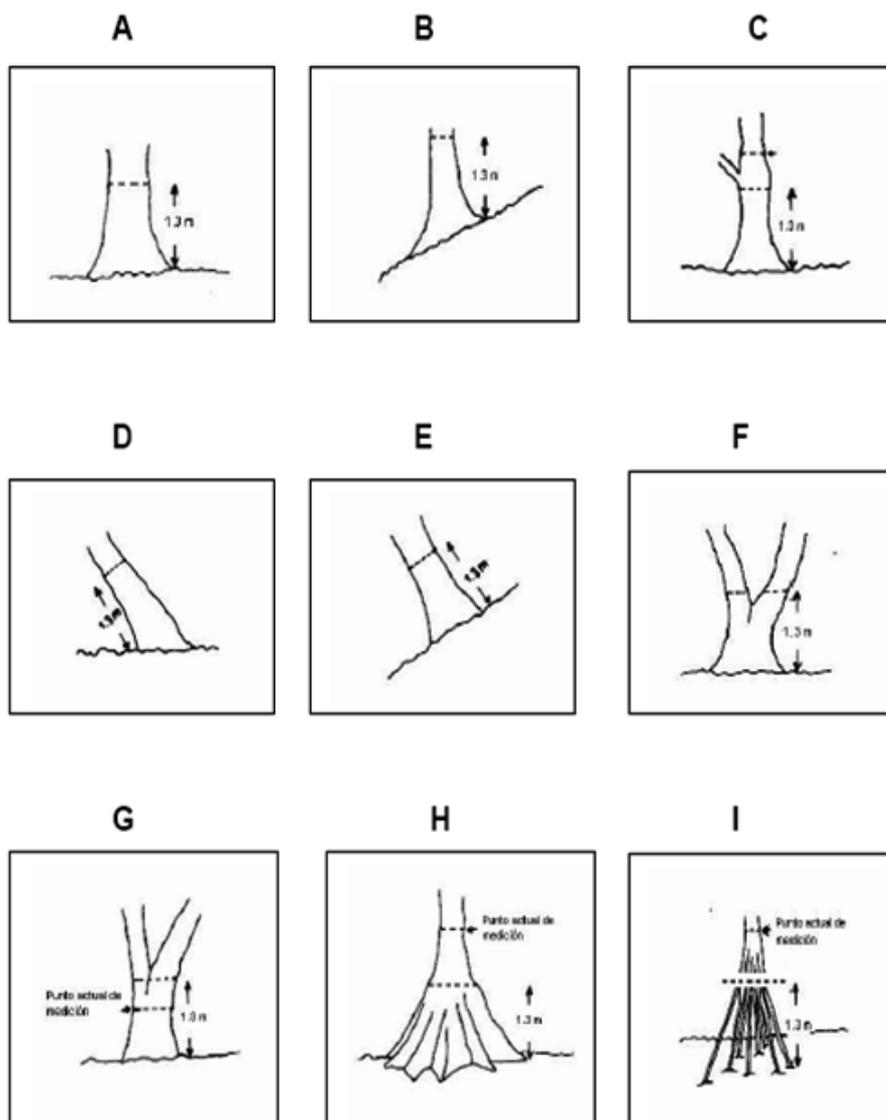
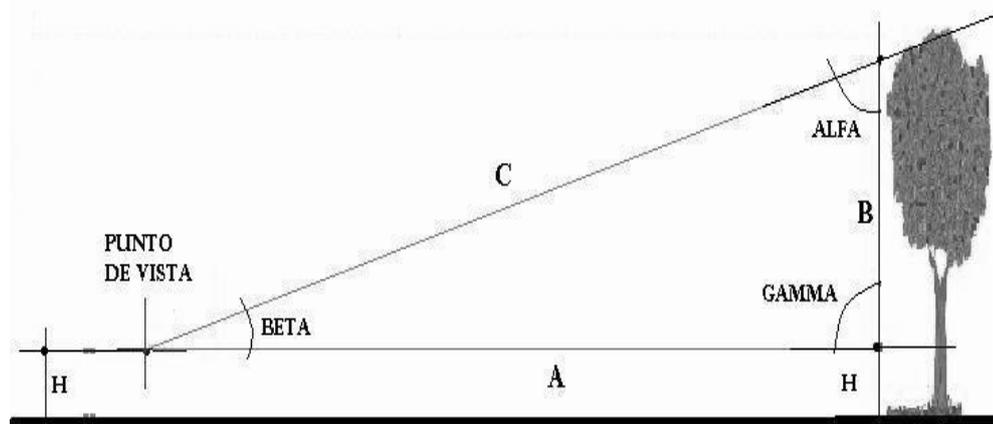


Figura 07 Formas de medir el Diámetro de la Altura de Pecho (DAP), según la forma del árbol



CONOCIENDO BETA, CALCULAMOS ALFA HACIENDO $ALFA = 180 - (BETA + GAMMA)$

APLICAMOS EL TEOREMA DEL SENO. DONDE: $\frac{A}{\text{SEN ALFA}} = \frac{B}{\text{SEN BETA}} = \frac{C}{\text{SEN GAMMA}}$

DONDE $B = A \cdot \text{SEN BETA} / \text{SEN ALFA}$

CALCULAMOS POR PITAGORAS: $C = \text{SQR}(A^2 + B^2)$

Figura 08-a Principios matematicos de calculo de altura de planta

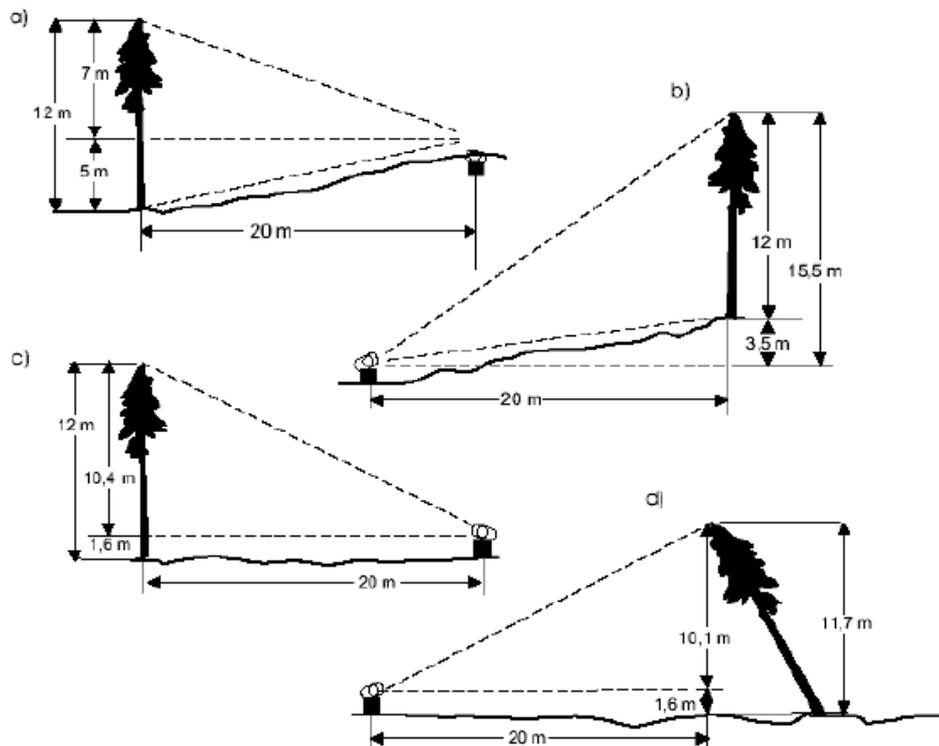


Figura 08-b Consideraciones en campo para la medida de altura de planta

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

- 02 Imágenes satelitales Land Sat para el análisis de la variación de la cobertura vegetal
- Polígono vectorial del SHBP en formato shapefile, para recortar las imágenes satelitales al área de estudio.
- Software ArcGis, Envi para realizar los geo procesos de la investigación
- Navegador Gps Garmin 76 CSx para ubicar las parcelas muestras geo referenciadas
- Eclímetro de alta precisión marca SILVA para obtención de datos dasométricos
- Cinta métrica de nylon STANLEY de 30 metros de largo para obtención de datos dasométricos
- Fichas pre establecidas para la toma de datos dasométricos en campo

3.2. Métodos.

3.2.1. Determinación de la variación de la cobertura vegetal boscosa del SHBP del mes de abril del año 2008, al mes de abril del año 2015.

La evaluación de la variación de la cobertura vegetal se realizó a través de la comparación del Índice Normalizado diferencial de la de Vegetación - NDVI de imágenes satelitales Land Sat del año 2008 y 2015; para el año 2008 se utilizó la imagen LT50100642008127CUB00 y para el año 2015 la imagen LC80100652015114LGN00.

Las imágenes satelitales en formato raster geoméricamente orto rectificado se obtuvieron del internet, de la página oficial de Land Sat (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), para su descarga se consideró la misma temporalidad y la distorsión atmosférica menor del 10% de nubosidad; en la figura 10 se muestra el proceso de descarga y el metadato de las imágenes en la tabla 07

Las imágenes satelitales se compusieron en una sola (imagen compuesta) y se resaltó la presencia de vegetación a través de combinación de las bandas espectrales, para la imagen LC80100652015114LGN00 se utilizó la combinación de bandas 543 y para la imagen LT50100642008127CUB00 la combinación de banda equivalente 432, como se muestra en la figura 11

Las imágenes compuestas se recortaron al área de estudio con el polígono vectorial del SHBP, el cual se obtuvo de la página web del SERNANP (<http://geo.sernanp.gob.pe/geoserver/principal.php>); en la figura 12 se observa las imágenes recortadas.

A través de la combinación de las bandas rojo e infrarrojo y con la metodología de clasificación no supervisada se obtuvo la imagen NDVI del área en estudio para el año 2008 y 2015, como se muestra en la figura 13; en este proceso se estableció los valores y parámetros estadísticos de las imágenes en consideración a sus resoluciones, como se muestra en las tabla 09 y en las figuras 14 y 15

Las imágenes de NDVI se categorizaron en 05 tipos según los rangos de densidad de cobertura vegetal establecidos en la tabla 08, obteniendo de esta manera las densidades para los 2 años que permitieron comparar la variación de la cobertura vegetal.

Para cuantificar en hectáreas los tipos de cobertura vegetal, las imágenes se reclasificaron y transformaron de raster a vector; los valores del número de píxeles y hectáreas por tipo de densidad se presentan en la tabla 10 y espacialmente en la figura 16

Los procedimientos mencionados se realizaron en el software ArcGis, complemento ArcGIS Desktop, Spatial Analyst y Geostatistical Analyst.

Tabla 07. Metadato de las imágenes satelitales Land Sat

Año	Código	Descripción
2008	LT50100642008127CUB00.tar	L = Land Sat T = M 5 = Numero de misión Landsat 010 = Path 064 = Row 2008 = Año de adquisición de la imagen 127 = Día de la toma de Imagen 06/05/2008 CUB00= ID de la estación terrena .tar = Extensión del Archivo
2015	LC80100652015114LGN00.tar	L = Land Sat C = Combinado sensor TIRS y OLI 8 = Numero de misión Landsat 010 = Path 065 = Row 2015 = Año de adquisición de la imagen 114 = Día de la toma de Imagen 24/04/15 LGN00= ID de la estación terrena .tar = Extensión del Archivo

Tabla 8. Caracterización del NDVI y rangos de densidad de cobertura vegetal utilizados en el estudio

Características de la Coberturas Vegetales	Tipo de Cobertura según densidad	Rangos de NDVI para la Clasificación de la Cobertura Vegetal
Cuerpos No vegetales	Bosque Seco Sin Cobertura	0 y menores de 0
Áreas rocosas, arenosas con mínima cobertura vegetal.	Bosque Seco Cobertura Mínima	Entre 0 y 0.1
Áreas pobres con arbustos o pasturas naturales	Bosque Seco Ralo	Entre 0.1 a 0.2
Áreas con árboles y arbustos	Bosque Seco Semi Denso	Entre 0.2 a 0.3
Áreas donde la vegetación se encuentra en un estado de gran vigor y densidad.	Bosque Seco Denso	Mayores 0.3

Tabla 9. Valores estadísticos de las imágenes satelitales LT50100642008127CUB00 y LC80100652015114LGN00 en relación a las resoluciones espectrales

Resoluciones	Valores	Imagen	
		LT50100642008127CUB00	LC80100652015114LGN00
Resolución Espacial	N° Columnas / Fila	305 / 428	305 / 428
	N° Pixeles	65,413	65,413
	Tamaño de celda (X;Y) metros	30 x 30	30 x 30
Resolución Espectral – Radiométrica Valores Estadístico	Número de Bandas	7	12
	Valor Mínimo / NDVI	-0.134328365	0.025364872
	Valor Máximo / NDVI	0.649350643	0.540814459
	Suma	14 1164. 22336	14 501. 42883
	Media	0.216535297	0.221690319
	Desviación típica	0.127112468	0.072156181
	Profundidad de Pixel / bit	32	32

Tabla 10. Valores de Clasificación de la imagen LT50100642008127CUB00 y LC80100652015114LGN00 y cuantificación en hectáreas según su densidad.

Tipo de Cobertura	Valor del NDVI LT50100642008127CUB00			Valor del NDVI LC80100652015114LGN00		
	Valores de NDVI de la Imagen	N° de Pixeles	Hectárea	Valores de NDVI de la Imagen	N° de Pixeles	Hectárea
Bosque Seco Sin Cobertura	-0.1343 - 0	184	16.56	0 - 0.0253	223	20.07
Bosque Seco Cobertura Mínima	0 - 0.1	12,616	1,135.44	0.0254 – 0.1	1,021	91.89
Bosque Seco Ralo	0.1001 - 0.2	20,061	1,805.49	0.1001 - 0.2	23,638	2,127.78
Bosque Seco Semi Denso	0.2001 - 0.3	15,916	1,432.44	0.2001 - 0.3	27,992	2,519.82
Bosque Seco Denso	0.3001 - 0.6493	16,636	1,497.24	0.3001 - 0.5408	12,529	1,127.61
Total		65,413	5,887.17		65,413	5,887.17

The screenshot displays the Earth Explorer interface. At the top, the browser address bar shows earthexplorer.usgs.gov. The main navigation bar includes 'Casa', 'Nuevo sistema de mensajes', 'guardar los criterios', 'cargar favorita', and 'administrar Criterios'.

3. Criterios adicionales (Opcional)
 Si usted tiene más de un conjunto de datos seleccionado, utilice el menú desplegable para seleccionar los criterios adicionales para cada conjunto de datos.

Los conjuntos de datos: L8 OLI / SITR

sensor de ID
 Todas
 OLI
 OLI_TIRS
 SITR

Tipo de datos de nivel 1
 Todas
 nivel 1GT
 nivel 1T

Tipo de datos Nivel 0RP
 Todas
 nivel 0RP

Cubierto de nubes
 Todas
 Menos de 10%

4. Resultados de la búsqueda
 Si ha seleccionado más de un conjunto de datos para buscar, utilice el menú desplegable para ver los resultados de búsqueda para cada conjunto de datos específico.

Mostrar controles de Resultados

Conjunto de datos Haga clic aquí para exportar los resultados

L8 OLI / SITR

4
 Identificación Entidad: LC80100652015114LGN00
 Coordenadas: -7.23133, -80.05212
 Fecha de adquisición: 24-APR-15
 Ruta de acceso: 10
 Fila: 65

5
 Identificación Entidad: LC80100652015060LGN00
 Coordenadas: -7.2314, -80.02072
 Fecha de adquisición: 07-MAR-15
 Ruta de acceso: 10
 Fila: 65

6
 Identificación Entidad: LC80100652015050LGN00
 Coordenadas: -7.23124, -80.01875
 Fecha de adquisición: 19-FEB-15
 Ruta de acceso: 10
 Fila: 65

7
 Identificación Entidad: LC80100652015002LGN00
 Coordenadas: -7.2313, -80.00634
 Fecha de adquisición: 02-ENE-15
 Ruta de acceso: 10

The right side of the interface shows a satellite map of a region in Colombia, with a red polygon highlighting a specific area. A red arrow points from this area to a zoomed-in view of the same area, where a red circle highlights a specific feature labeled 'SHBP'.

Figura 10. Proceso de recopilación de las imágenes Satelitales de la página de internet <http://earthexplorer.usgs.gov/>

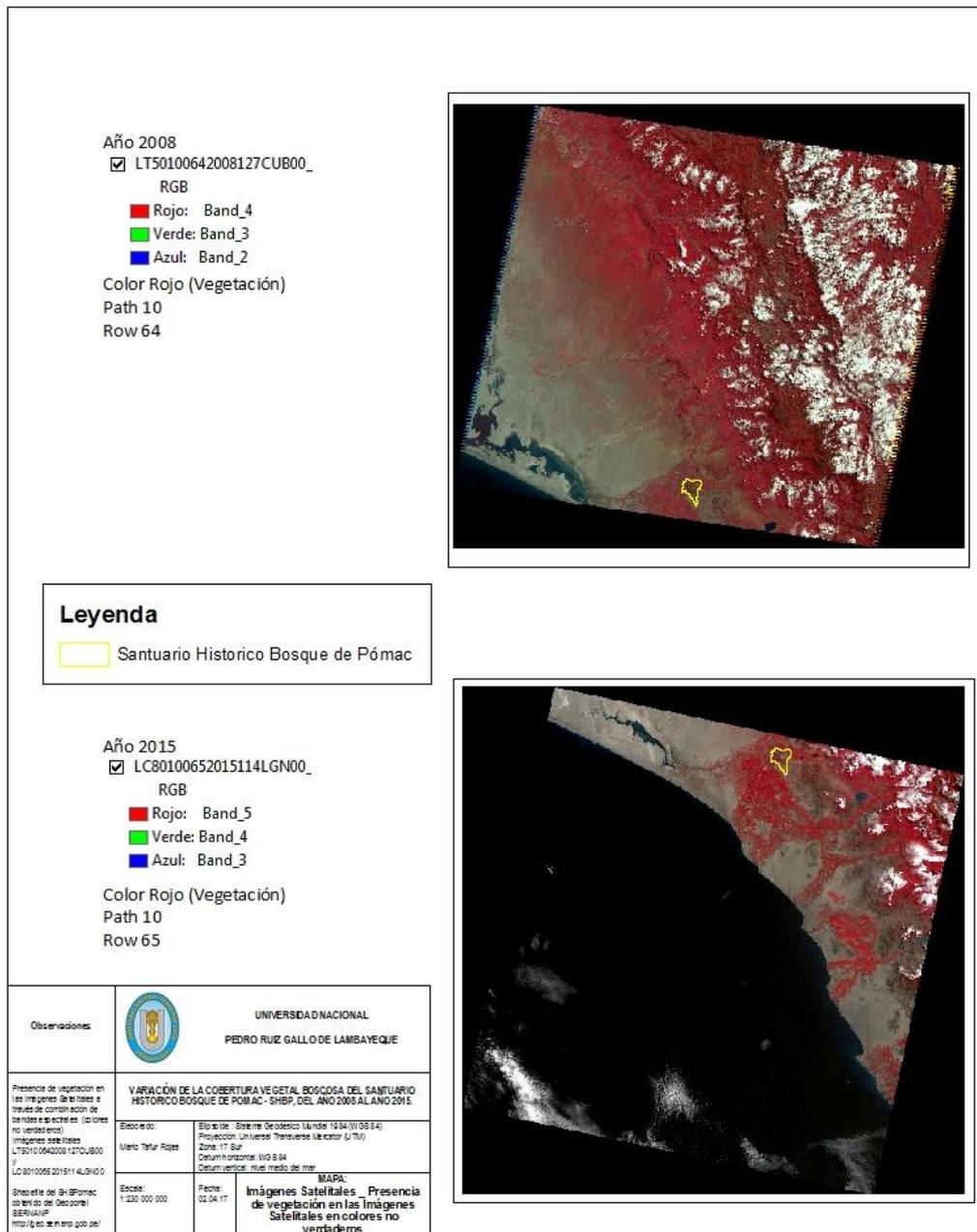


Figura 11. Presencia de vegetación en la Imagen Satelital LT50100642008127CUB00 y LC80100652015114LGN00 en colores no verdaderos

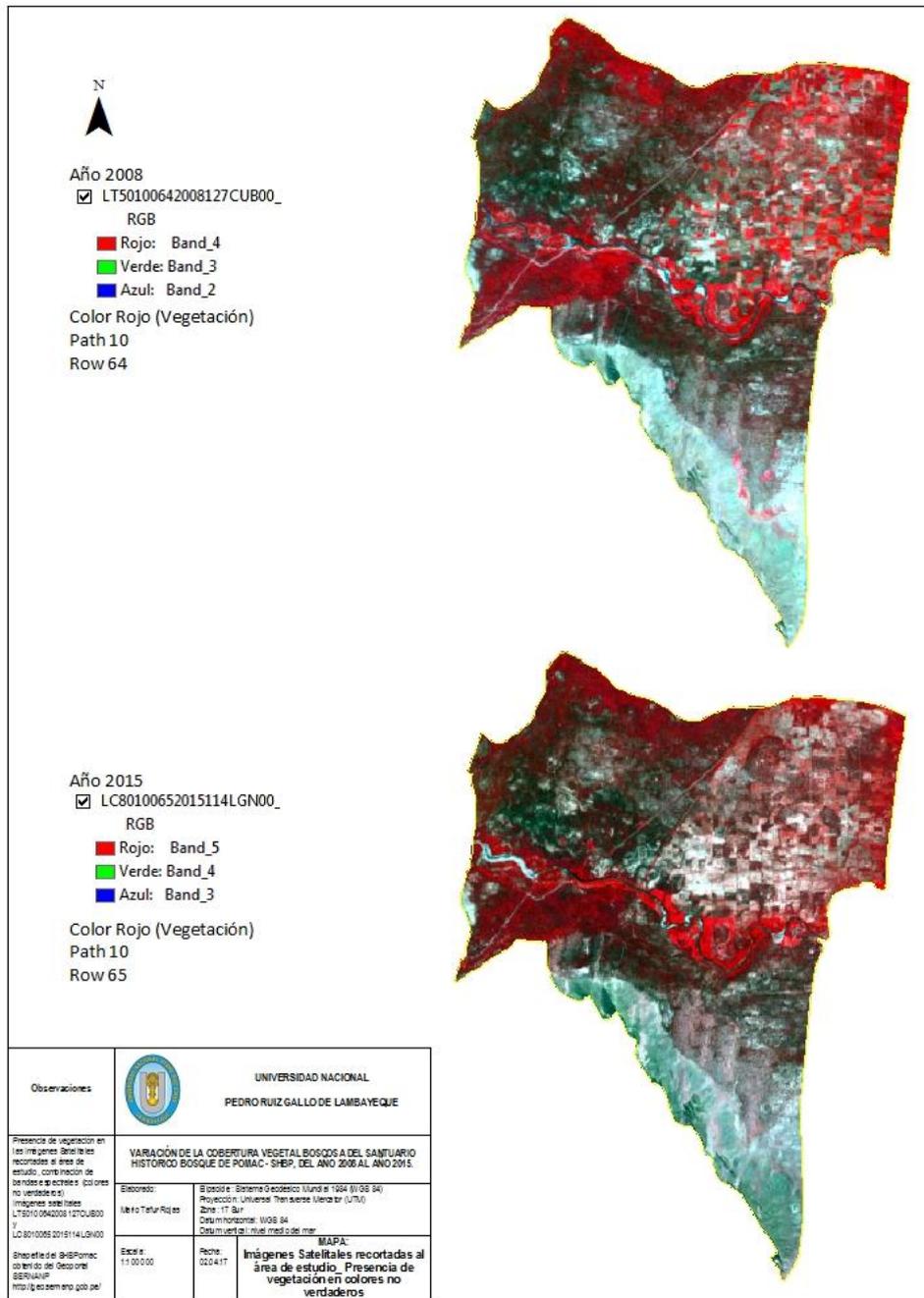


Figura 12. Presencia de vegetación en la Imagen Satelital recortada con el polígono del SHBP, en colores no verdaderos

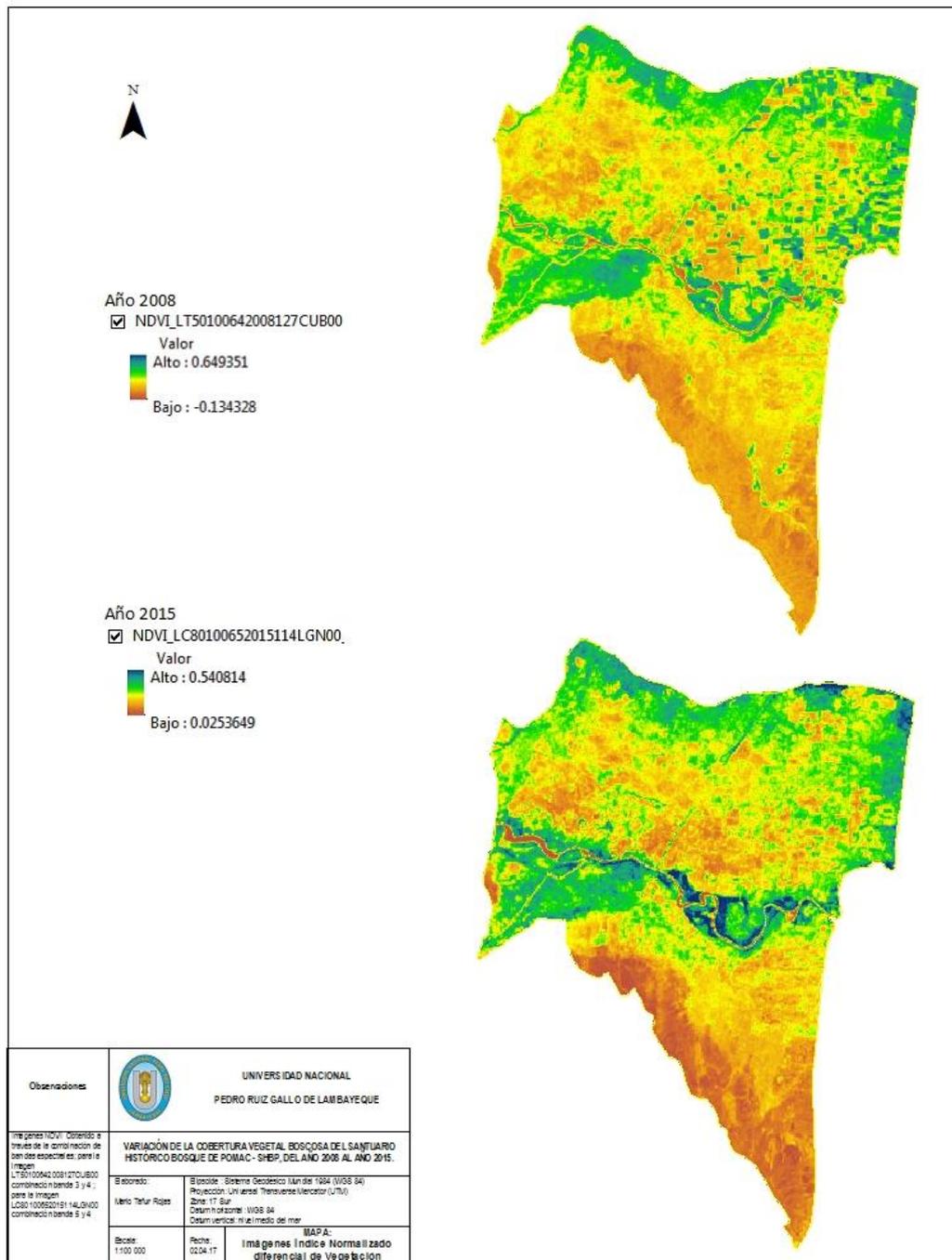
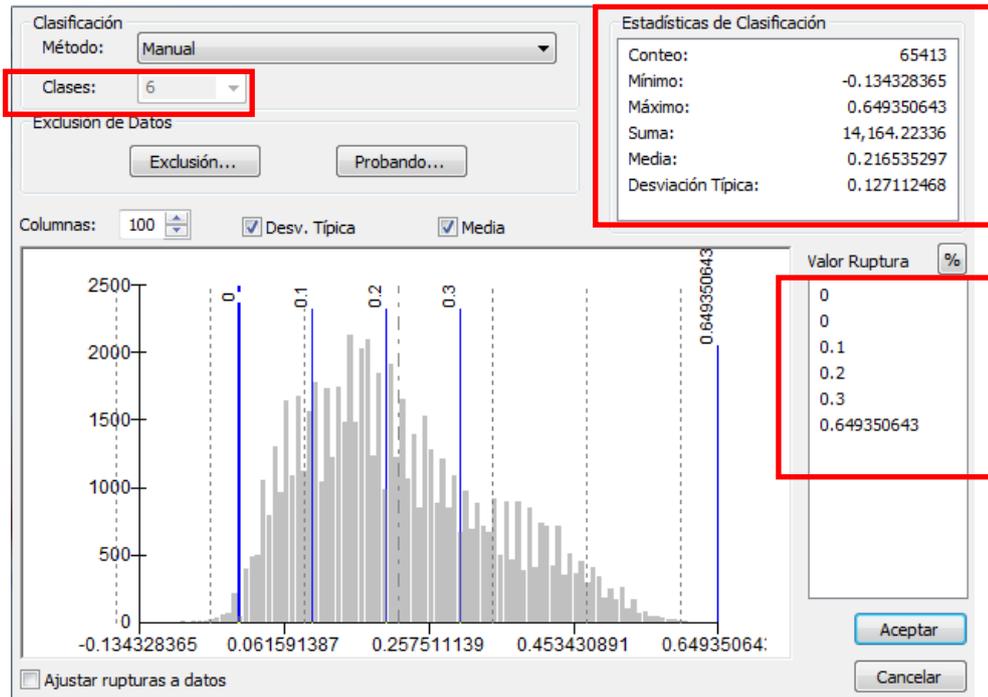
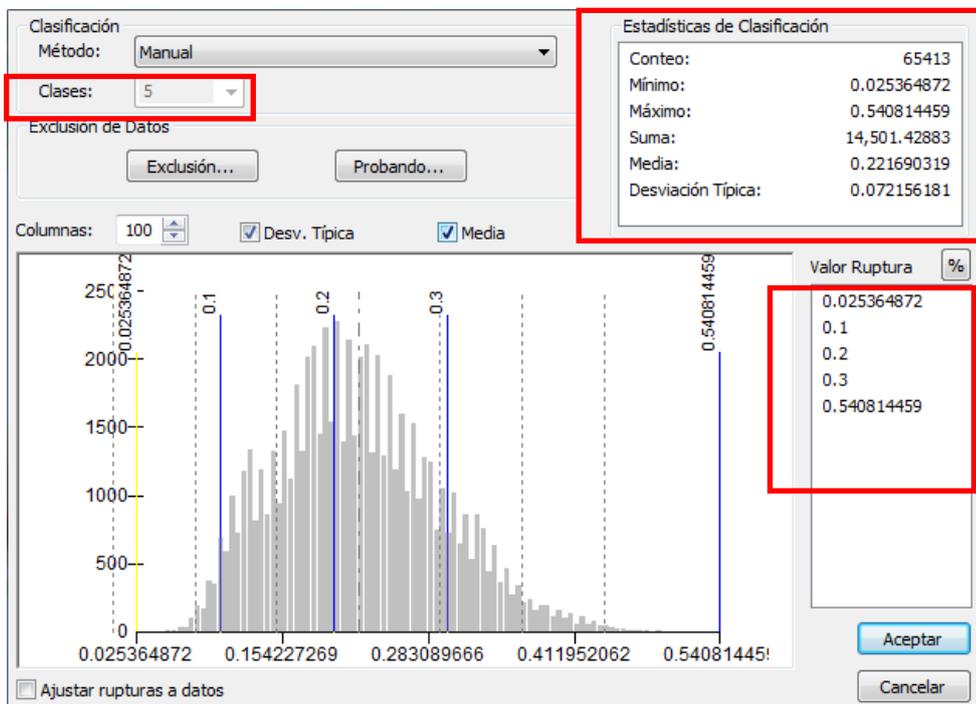


Figura 13. Imágenes de NDVI del año 2008 y 2015 del SHBP sin clasificación



Fuente: Software Ar Gis.

Figura 14. Valores estadísticos de la imagen LT50100642008127CUB00 caracterizadas en 05 tipos, en el software Ar Gis.



Fuente: Software Ar Gis.

Figura 15. Valores estadísticos de la imagen LC80100652015114LGN00 caracterizadas en 05 tipos, en el software Ar Gis.

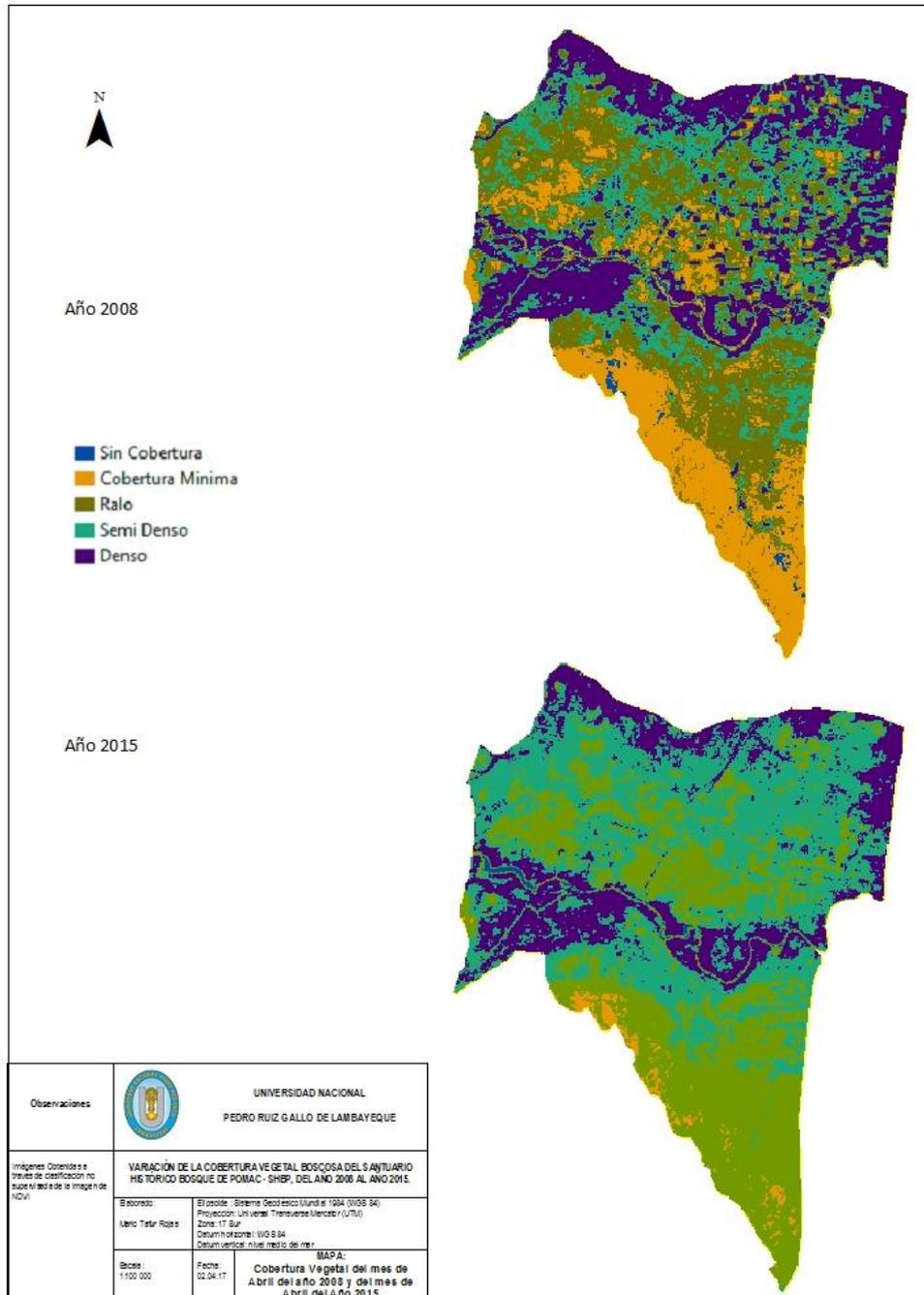


Figura 16. Cobertura Vegetal del mes de Abril del año 2008 y del mes de Abril del 2015 del SHBP

3.2.2. Identificación de las especies de flora mayor más importancia en la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015.

La jerarquización de la importancia de especies de flora mayor solamente se realizó para el año 2015, debido a que se podía recoger información de campo y establecer el Índice de Valor de Importancia - IVI

La imagen NDVI LC80100652015114LGN00 con los 05 tipos de cobertura contiene un total de 65,413 pixeles y representa el 100% la extensión del área del SHBP (5887.17 Hectáreas); el total de pixeles se consideró como la población en estudio y el número de muestras se obtuvo a través de la fórmula matemática 3.1.

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2} \quad (3.1)$$

La desviación estándar se obtuvo a través de la geo estadística (figura 14) y representa los valores del NDVI en los 05 tipos de cobertura, el valor del margen de confiabilidad es el establecido en la función gaussiana y el error el grado de confiabilidad otorgado a la investigación; en la tabla 11 se muestra los valores estadísticos que respalda el número de muestras en la investigación.

Tabla 11 Valores en la determinación de Unidad Muestra.

Definición	Valor
n = Muestra	30.0
N = Universo / Total de Pixeles	65,413
e = Error (99.9742% de precisión)	0.0258%
σ = Desviación estándar o típica	0.072156181
Z = Margen de Confiabilidad (95%)	1.96

Las muestras (pixeles) se convirtieron en las parcelas de evaluación, las cuales en consideración a la resolución espacial de la Imagen Land Sat tienen una longitud de 30 metros de largo por 30 metros de ancho (900m²).

Las muestras se distribuyeron al azar de manera simple y estratificada, como se muestra en la tabla 12 y espacialmente en la figura 17; los estratos constituyeron los 05 tipos de cobertura

Tabla 12. Distribución de las muestras de manera estratificada.

Tipo de Cobertura	Rangos de NDVI	N° de Pixeles (Parcelas)	% En la extensión del SHBP	N° de Muestras
Bosque Seco Sin Cobertura	0 y menores de 0	2	1	1
Bosque Seco Cobertura Mínima	Entre 0 y 0.1	1,467	2	1
Bosque Seco Ralo	Entre 0.1 a 0.2	25,068	38	11
Bosque Seco Semi Denso	Entre 0.2 a 0.3	28,901	44	13
Bosque Seco Denso	Mayores 0.3	9,975	15	4
Total		65,413	100	30

Las muestras (parcelas), se geo referenciaron y en ellas se tomó información cuantitativa del número de plantas y medidas dasométrica para establecer la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies vegetales que permitieron determinar el IVI

En el Anexo 01, se adjunta las coordenadas geográficas de las parcelas en el sistema WGS 1984 Zonas 17 S y en la tabla 13 la información de campo en las 30 parcelas muestras (Datos dasometricos).

En el recojo de información de campo participaron 10 personas capacitadas por el investigador, utilizaron fichas pre establecidas y se formaron 03 grupos los cuales recogieron información de 10 parcelas cada uno durante 10 días calendarios (del 28 de abril al 07 de Mayo del 2015)

Los parámetros de abundancia y frecuencia se obtuvieron al contabilizar y discriminar la presencia de flora mayor (árboles y arbustos), y la dominancia al procesar y relacionar datos dasométricos como la altura de las plantas, el diámetro a la altura de pecho y la longitud de la circunferencia; el procesó de tabulación y determinación del IVI realizó en Microsoft Office Excel a través de hojas de cálculo dinámicas.

En la tabla 14 se muestra los Valores de Abundancia, Frecuencia, Dominancia y del Índice de Valor de Importancia de las parcelas muestras

El Valor del Importancia (IVI) de 300%, se convirtió al 100% para una mejor interpretación; finalmente, para establecer la especie más importante por tipo de cobertura vegetal se promedió el IVI de las especies vegetales presentes, el cual se muestra como resultado de la presente investigación.

Las especies más importantes se generalizaron para el total del área del SHBP a través de la metodología de la clasificación supervisada utilizando el software ArcGis (algoritmo Iso Clúster); también con el software Envi se estableció el comportamiento de la firma espectral en relación a la absorbancia del espectro el cual se muestra en la figura 18

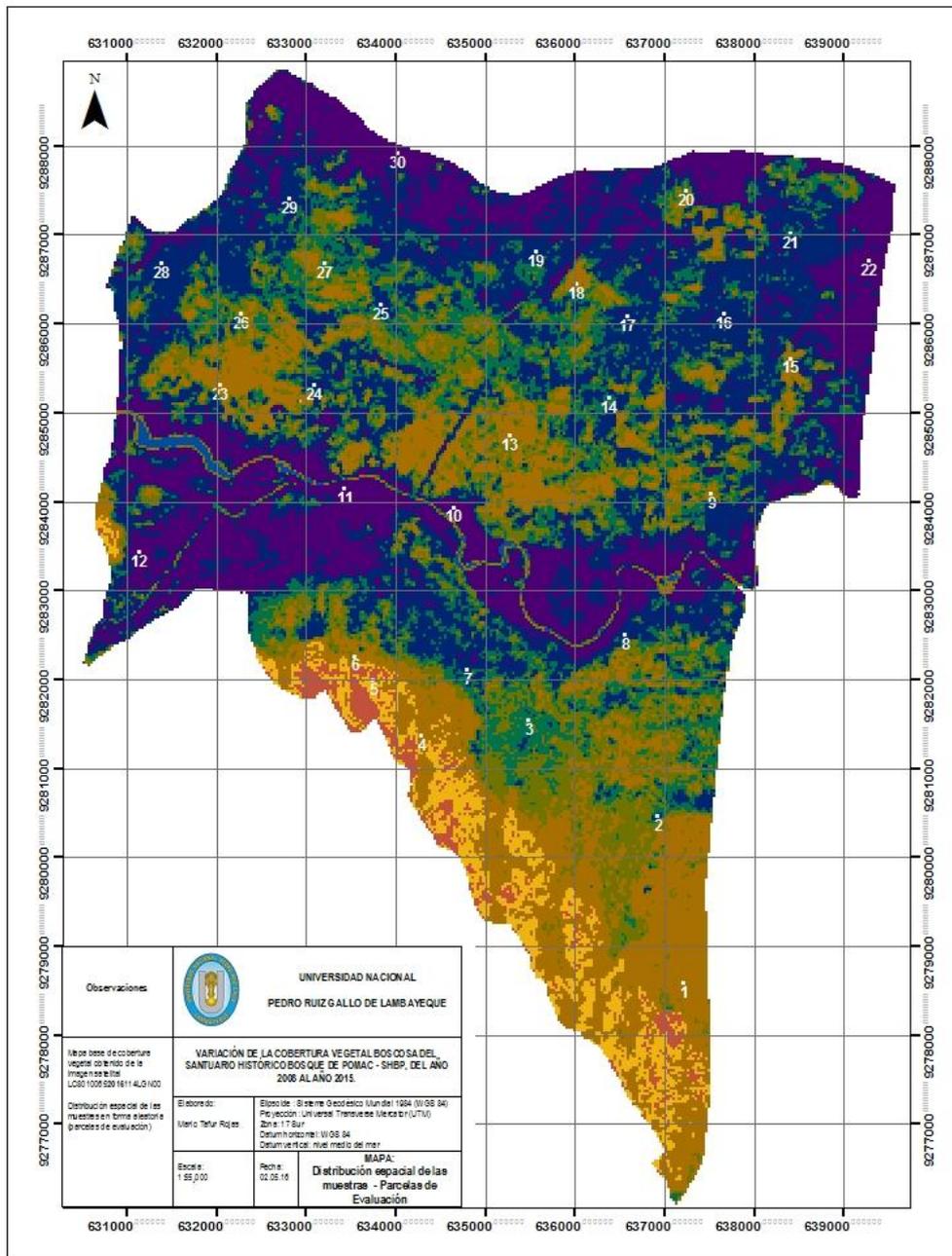


Figura 16. Distribución de las muestras en la superficie del SHBP

Tabla 13. Datos dasométricos obtenidos de las parcelas de evaluación

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
2	cactus	2	25	0.25	0.0490875000
2	cactus	3	13	0.13	0.0132732600
2	cactus	2.8	14	0.14	0.0153938400
2	palo verde	2.9	20	0.2	0.0314160000
3	cactus	3.5	25	0.25	0.0490875000
3	cactus	2.3	28	0.28	0.0615753600
3	cactus	2.4	23	0.23	0.0415476600
3	cactus	2.7	14	0.14	0.0153938400
3	cactus	3.2	16	0.16	0.0201062400
3	palo verde	2.1	24	0.24	0.0452390400
3	palo verde	2.1	25	0.25	0.0490875000
4	cactus	2.9	17	0.17	0.0226980600
4	cactus	3.8	24	0.24	0.0452390400
4	cactus	2.4	22.5	0.225	0.0397608750
4	cactus	2.6	11.8	0.118	0.0109359096
4	cactus	2.7	30	0.3	0.0706860000
4	cactus	2.1	45	0.45	0.1590435000
5	cactus	2.8	23	0.23	0.0415476600
5	cactus	2.4	24	0.24	0.0452390400
5	cactus	2.5	18	0.18	0.0254469600
5	cactus	2.6	22	0.22	0.0380133600
5	cactus	2.8	21	0.21	0.0346361400
5	cactus	2.3	30	0.3	0.0706860000
5	cactus	2.6	29	0.29	0.0660521400
5	Sapote	4.6	25	0.25	0.0490875000
5	Algarrobo	6.8	43	0.43	0.1452204600
5	Sapote	3	15	0.15	0.0176715000
5	palo verde	2.1	9	0.09	0.0063617400
6	cactus	2.5	20	0.2	0.0314160000
6	cactus	2.7	25	0.25	0.0490875000
6	cactus	2.4	30	0.3	0.0706860000
6	cactus	2.5	41	0.41	0.1320257400
6	cactus	2.1	25	0.25	0.0490875000
6	cactus	2.1	18	0.18	0.0254469600
6	cactus	3.9	26	0.26	0.0530930400
6	cactus	2.6	30	0.3	0.0706860000
6	Sapote	1.5	25	0.25	0.0490875000
6	Sapote	2.5	30	0.3	0.0706860000
6	Algarrobo	6.8	43	0.43	0.1452204600
6	Sapote	3	15	0.15	0.0176715000

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
6	Vichayo	2.5	12	0.12	0.0113097600
6	cuncuno	2.7	8.9	0.089	0.0062211534
6	palo verde	2.1	9	0.09	0.0063617400
7	Sapote	2.3	22	0.22	0.0380133600
7	Sapote	2.4	25	0.25	0.0490875000
7	Sapote	2.5	24	0.24	0.0452390400
7	Sapote	2.6	30	0.3	0.0706860000
7	Sapote	3	24	0.24	0.0452390400
7	Sapote	2.5	15	0.15	0.0176715000
7	Sapote	2.6	18	0.18	0.0254469600
7	Sapote	2.6	19	0.19	0.0283529400
7	Sapote	2.5	12	0.12	0.0113097600
7	Vichayo	2.5	20	0.12	0.0113097600
7	cuncuno	2.7	23	0.089	0.0062211534
7	palo verde	2.1	27	0.09	0.0063617400
8	Sapote	3.8	5	0.05	0.0019635000
8	Sapote	4	6	0.06	0.0028274400
8	Sapote	3	7	0.07	0.0038484600
8	Sapote	4	9	0.09	0.0063617400
8	Sapote	3.9	6	0.06	0.0028274400
8	Sapote	5.5	14	0.14	0.0153938400
8	Sapote	5.5	11	0.11	0.0095033400
8	Sapote	4.7	12	0.12	0.0113097600
8	Sapote	4.8	14	0.14	0.0153938400
8	Sapote	4.5	10	0.1	0.0078540000
8	Sapote	3.9	9	0.09	0.0063617400
8	Sapote	5.5	8	0.08	0.0050265600
8	Sapote	4.6	7	0.07	0.0038484600
8	Angolo	3	10	0.1	0.0078540000
8	palo verde	4	14	0.14	0.0153938400
8	palo verde	2.1	9	0.09	0.0063617400
9	Sapote	3.8	6	0.06	0.0028274400
9	Sapote	4	9	0.09	0.0063617400
9	Sapote	3	10	0.1	0.0078540000
9	Sapote	4	9	0.09	0.0063617400
9	Sapote	3.9	8	0.08	0.0050265600
9	Sapote	5.5	14	0.14	0.0153938400
9	Sapote	5.5	15	0.15	0.0176715000
9	Sapote	4.7	12	0.12	0.0113097600
9	Sapote	4.8	9	0.09	0.0063617400
9	Sapote	4.5	8	0.08	0.0050265600
9	Sapote	3.9	7	0.07	0.0038484600

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
9	Sapote	5.5	9	0.09	0.0063617400
9	Sapote	4.6	7	0.07	0.0038484600
9	Algarrobo	6.8	43	0.43	0.1452204600
9	Faique	3.9	25	0.25	0.0490875000
9	Angolo	5.5	9	0.09	0.0063617400
9	palo verde	2.4	5	0.05	0.0019635000
9	látigo de cristo	2.5	6	0.06	0.0028274400
9	Vichayo	5.5	9	0.09	0.0063617400
9	cuncuno	2.4	5	0.05	0.0019635000
9	palo verde	2.5	6	0.06	0.0028274400
10	Sapote	3.8	12	0.12	0.0113097600
10	Sapote	4	13	0.13	0.0132732600
10	Sapote	3	14	0.14	0.0153938400
10	Sapote	4	18	0.18	0.0254469600
10	Sapote	3.9	17	0.17	0.0226980600
10	Sapote	5.5	14	0.14	0.0153938400
10	Sapote	5.5	15	0.15	0.0176715000
10	Sapote	4.7	16	0.16	0.0201062400
10	Sapote	4.8	9	0.09	0.0063617400
10	Sapote	4.5	8	0.08	0.0050265600
10	Sapote	3.9	7	0.07	0.0038484600
10	Sapote	5.5	6	0.06	0.0028274400
10	Sapote	4.6	8	0.08	0.0050265600
10	Sapote	3.9	9	0.09	0.0063617400
10	Sapote	5.5	7	0.07	0.0038484600
10	Sapote	4.6	12	0.12	0.0113097600
10	Sapote	5.5	9	0.09	0.0063617400
10	Sapote	4.6	10	0.1	0.0078540000
10	Algarrobo	5.2	50	0.5	0.1963500000
10	Faique	3	23	0.23	0.0415476600
10	Angolo	4	9	0.09	0.0063617400
10	palo verde	3.9	8	0.08	0.0050265600
10	Vichayo	4.6	13	0.13	0.0132732600
11	Sapote	3.8	12	0.12	0.0113097600
11	Sapote	4	13	0.13	0.0132732600
11	Sapote	3	14	0.14	0.0153938400
11	Sapote	4	18	0.18	0.0254469600
11	Sapote	3.9	17	0.17	0.0226980600
11	Sapote	5.5	14	0.14	0.0153938400
11	Sapote	5.5	15	0.15	0.0176715000
11	Sapote	4.7	16	0.16	0.0201062400
11	Sapote	4.8	9	0.09	0.0063617400

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
11	Sapote	4.5	8	0.08	0.0050265600
11	Sapote	3.9	7	0.07	0.0038484600
11	Sapote	5.5	6	0.06	0.0028274400
11	Sapote	4.6	8	0.08	0.0050265600
11	Sapote	3.9	9	0.09	0.0063617400
11	Sapote	5.5	7	0.07	0.0038484600
11	Sapote	4.6	12	0.12	0.0113097600
11	Sapote	5.5	9	0.09	0.0063617400
11	Sapote	4.6	10	0.1	0.0078540000
11	Algarrobo	7.6	84	0.84	0.5541782400
11	Algarrobo	5.2	50	0.5	0.1963500000
11	Faique	3	23	0.23	0.0415476600
11	Angolo	4	9	0.09	0.0063617400
11	palo verde	3.9	8	0.08	0.0050265600
11	Vichayo	4.6	13	0.13	0.0132732600
12	Sapote	3.8	15	0.15	0.0176715000
12	Sapote	4	14	0.14	0.0153938400
12	Sapote	3	15	0.15	0.0176715000
12	Sapote	4	16	0.16	0.0201062400
12	Sapote	3.9	18	0.18	0.0254469600
12	Sapote	5.5	14	0.14	0.0153938400
12	Sapote	5.5	15	0.15	0.0176715000
12	Sapote	4.7	9	0.09	0.0063617400
12	Sapote	4.8	8	0.08	0.0050265600
12	Algarrobo	6.1	51	0.51	0.2042825400
12	Algarrobo	5.2	74	0.74	0.4300850400
12	Algarrobo	7.5	56	0.56	0.2463014400
12	Algarrobo	7	63	0.63	0.3117252600
12	Algarrobo	5.7	52	0.52	0.2123721600
12	Algarrobo	6.1	64	0.64	0.3216998400
12	Algarrobo	7.2	68	0.68	0.3631689600
12	Algarrobo	5.2	74	0.74	0.4300850400
12	Algarrobo	4.9	56	0.56	0.2463014400
12	Algarrobo	7	63	0.63	0.3117252600
12	Algarrobo	8.3	87	0.87	0.5944692600
12	Algarrobo	5	56	0.56	0.2463014400
12	Algarrobo	6.1	65	0.65	0.3318315000
12	Algarrobo	6.7	78	0.78	0.4778373600
12	Algarrobo	6.1	84	0.84	0.5541782400
12	Vichayo	5	72	0.72	0.4071513600
12	Faique	4	14	0.14	0.0153938400
12	Angolo	3	10	0.1	0.0078540000

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
12	palo verde	4	14	0.14	0.0153938400
12	látigo de cristo	2.5	6	0.06	0.0028274400
13	Sapote	3.8	9	0.09	0.0063617400
13	Sapote	4	7	0.07	0.0038484600
13	Sapote	3	12	0.12	0.0113097600
13	Sapote	4	18	0.18	0.0254469600
13	Sapote	3.9	16	0.16	0.0201062400
13	Algarrobo	5.5	25	0.25	0.0490875000
13	Algarrobo	5.5	40	0.4	0.1256640000
13	Algarrobo	6.1	71	0.71	0.3959201400
13	Algarrobo	5.8	96	0.96	0.7238246400
13	Algarrobo	6.1	85	0.85	0.5674515000
13	Algarrobo	5.9	83	0.83	0.5410620600
13	Algarrobo	6.1	62	0.62	0.3019077600
13	Algarrobo	5	64	0.64	0.3216998400
13	Algarrobo	5	52	0.52	0.2123721600
13	Algarrobo	6.7	63	0.63	0.3117252600
13	Algarrobo	5.3	67	0.67	0.3525660600
13	Algarrobo	7.9	85	0.85	0.5674515000
13	Algarrobo	5.9	84	0.84	0.5541782400
13	Algarrobo	6.1	52	0.52	0.2123721600
13	Algarrobo	7.8	42	0.42	0.1385445600
13	Algarrobo	6.1	56	0.56	0.2463014400
13	Algarrobo	8	84	0.84	0.5541782400
13	Vichayo	6.1	52	0.52	0.2123721600
13	Faique	3.9	18	0.18	0.0254469600
13	Angolo	5.5	14	0.14	0.0153938400
13	palo verde	5.5	15	0.15	0.0176715000
14	Sapote	3.8	8	0.08	0.0050265600
14	Sapote	4	9	0.09	0.0063617400
14	Sapote	3	9	0.09	0.0063617400
14	Sapote	4	9	0.09	0.0063617400
14	Sapote	3.9	9	0.09	0.0063617400
14	Algarrobo	6.1	59	0.59	0.2733977400
14	Algarrobo	6.9	85	0.85	0.5674515000
14	Algarrobo	6.1	86	0.86	0.5808818400
14	Algarrobo	6.4	87	0.87	0.5944692600
14	Algarrobo	6.1	91	0.91	0.6503897400
14	Algarrobo	6.8	92	0.92	0.6647625600
14	Algarrobo	6.1	84	0.84	0.5541782400
14	Algarrobo	5	86	0.86	0.5808818400
14	Algarrobo	5	97	0.97	0.7389828600

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
14	Algarrobo	5.9	96	0.96	0.7238246400
14	Algarrobo	5.8	58	0.58	0.2642085600
14	Algarrobo	5.4	86	0.86	0.5808818400
14	Algarrobo	6.3	75	0.75	0.4417875000
14	Algarrobo	6.1	73	0.73	0.4185396600
14	Algarrobo	5.9	71	0.71	0.3959201400
14	Algarrobo	5.7	69	0.69	0.3739289400
14	Algarrobo	5.9	71	0.71	0.3959201400
14	Vichayo	5.7	69	0.69	0.3739289400
14	Faique	5.9	96	0.96	0.7238246400
14	Angolo	5.5	14	0.14	0.0153938400
14	palo verde	5.5	15	0.15	0.0176715000
15	Algarrobo	11	94	0.94	0.6939794400
15	Algarrobo	5	86	0.86	0.5808818400
15	Algarrobo	6.2	65	0.65	0.3318315000
15	Algarrobo	5	65	0.65	0.3318315000
15	Algarrobo	5	66	0.66	0.3421202400
15	Algarrobo	5	77	0.77	0.4656636600
15	Algarrobo	6.5	89	0.89	0.6221153400
15	Algarrobo	5.2	98	0.98	0.7542981600
15	Algarrobo	7	95	0.95	0.7088235000
15	Algarrobo	6.8	85	0.85	0.5674515000
15	Algarrobo	6	63	0.63	0.3117252600
15	Algarrobo	7	52	0.52	0.2123721600
15	Algarrobo	7	54	0.54	0.2290226400
15	Algarrobo	6	45	0.45	0.1590435000
15	Algarrobo	6.5	62	0.62	0.3019077600
15	Algarrobo	6	45	0.45	0.1590435000
15	Algarrobo	6.5	62	0.62	0.3019077600
15	Algarrobo	5.2	45	0.45	0.1590435000
15	Sapote	3.8	8	0.08	0.0050265600
15	Sapote	4	8	0.08	0.0050265600
15	Sapote	3.8	7	0.07	0.0038484600
15	Sapote	4	14	0.14	0.0153938400
15	Sapote	3	16	0.16	0.0201062400
15	Sapote	4	12	0.12	0.0113097600
15	Sapote	3.9	10	0.1	0.0078540000
15	Angolo	5.5	14	0.14	0.0153938400
15	palo verde	5.5	15	0.15	0.0176715000
15	Vichayo	6.5	62	0.62	0.3019077600
16	Algarrobo	6.5	14	0.14	0.0153938400
16	Algarrobo	5.2	15	0.15	0.0176715000

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
16	Algarrobo	7	9	0.09	0.0063617400
16	Algarrobo	6.8	8	0.08	0.0050265600
16	Algarrobo	6	7	0.07	0.0038484600
16	Algarrobo	7	12	0.12	0.0113097600
16	Algarrobo	7	14	0.14	0.0153938400
16	Algarrobo	6	13	0.13	0.0132732600
16	Algarrobo	6.5	11	0.11	0.0095033400
16	Algarrobo	5.2	14	0.14	0.0153938400
16	Algarrobo	11	8	0.08	0.0050265600
16	Algarrobo	5	9	0.09	0.0063617400
16	Algarrobo	7.2	13	0.13	0.0132732600
16	Algarrobo	5	12	0.12	0.0113097600
16	Algarrobo	5	13	0.13	0.0132732600
16	Algarrobo	5	14	0.14	0.0153938400
16	Algarrobo	8	18	0.18	0.0254469600
16	Algarrobo	9	17	0.17	0.0226980600
16	Algarrobo	7	14	0.14	0.0153938400
16	Algarrobo	6	13	0.13	0.0132732600
16	Sapote	3.9	14	0.14	0.0153938400
16	Sapote	3.8	15	0.15	0.0176715000
16	Sapote	4	16	0.16	0.0201062400
16	Sapote	3.8	9	0.09	0.0063617400
16	Sapote	4	8	0.08	0.0050265600
16	Angolo	3.9	14	0.14	0.0153938400
16	palo verde	3.8	15	0.15	0.0176715000
16	látigo de cristo	4	15	0.15	0.0176715000
16	Vichayo	4	15	0.15	0.0176715000
17	Algarrobo	7	7	0.07	0.0038484600
17	Algarrobo	8	6	0.06	0.0028274400
17	Algarrobo	5	8	0.08	0.0050265600
17	Algarrobo	6.7	56	0.56	0.2463014400
17	Algarrobo	8.9	55	0.55	0.2375835000
17	Algarrobo	7.8	66	0.66	0.3421202400
17	Algarrobo	6.9	85	0.85	0.5674515000
17	Algarrobo	6.4	78	0.78	0.4778373600
17	Algarrobo	16	76	0.76	0.4536470400
17	Algarrobo	8	74	0.74	0.4300850400
17	Algarrobo	8	72	0.72	0.4071513600
17	Algarrobo	10	84	0.84	0.5541782400
17	Algarrobo	8	84	0.84	0.5541782400
17	Algarrobo	5	85	0.85	0.5674515000
17	Algarrobo	7.4	6	0.06	0.0028274400

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
17	Algarrobo	10	71	0.71	0.3959201400
17	Algarrobo	7	73	0.73	0.4185396600
17	Algarrobo	8	84	0.84	0.5541782400
17	Algarrobo	5	85	0.85	0.5674515000
17	Algarrobo	7.4	6	0.06	0.0028274400
17	Sapote	8.9	12	0.12	0.0113097600
17	Sapote	7.8	10	0.1	0.0078540000
17	Sapote	6.9	14	0.14	0.0153938400
17	Angolo	3.9	14	0.14	0.0153938400
17	palo verde	3.8	15	0.15	0.0176715000
18	Algarrobo	6.4	15	0.15	0.0176715000
18	Algarrobo	8	9	0.09	0.0063617400
18	Algarrobo	5	8	0.08	0.0050265600
18	Algarrobo	6.9	7	0.07	0.0038484600
18	Algarrobo	6	12	0.12	0.0113097600
18	Algarrobo	10	14	0.14	0.0153938400
18	Algarrobo	14	13	0.13	0.0132732600
18	Algarrobo	7	11	0.11	0.0095033400
18	Algarrobo	16	14	0.14	0.0153938400
18	Algarrobo	8	8	0.08	0.0050265600
18	Algarrobo	5	85	0.85	0.5674515000
18	Algarrobo	7.4	6	0.06	0.0028274400
18	Algarrobo	8	9	0.09	0.0063617400
18	Algarrobo	10	13	0.13	0.0132732600
18	Algarrobo	10	12	0.12	0.0113097600
18	Algarrobo	7.4	6	0.06	0.0028274400
18	Algarrobo	8	9	0.09	0.0063617400
18	Algarrobo	10	13	0.13	0.0132732600
18	Algarrobo	7	13	0.13	0.0132732600
18	Algarrobo	8	14	0.14	0.0153938400
18	Algarrobo	5	18	0.18	0.0254469600
18	Algarrobo	6.9	17	0.17	0.0226980600
18	Algarrobo	5	14	0.14	0.0153938400
18	Algarrobo	6.7	15	0.15	0.0176715000
18	Sapote	4	16	0.16	0.0201062400
18	Sapote	3.8	9	0.09	0.0063617400
18	Sapote	4	8	0.08	0.0050265600
18	Sapote	4.2	7	0.07	0.0038484600
18	Sapote	4.4	6	0.06	0.0028274400
18	palo verde	3.8	15	0.15	0.0176715000
18	Vichayo	4	15	0.15	0.0176715000
19	Algarrobo	7	7	0.07	0.0038484600

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
19	Algarrobo	8	6	0.06	0.0028274400
19	Algarrobo	5	8	0.08	0.0050265600
19	Algarrobo	6.9	86	0.86	0.5808818400
19	Algarrobo	6	97	0.97	0.7389828600
19	Algarrobo	10	85	0.85	0.5674515000
19	Algarrobo	14	63	0.63	0.3117252600
19	Algarrobo	7	54	0.54	0.2290226400
19	Algarrobo	16	84	0.84	0.5541782400
19	Algarrobo	8	85	0.85	0.5674515000
19	Algarrobo	8	86	0.86	0.5808818400
19	Algarrobo	10	74	0.74	0.4300850400
19	Algarrobo	10	75	0.75	0.4417875000
19	Algarrobo	11	85	0.85	0.5674515000
19	Algarrobo	11	78	0.78	0.4778373600
19	Algarrobo	11.5	83.5	0.835	0.5476005150
19	Algarrobo	11.9	85.7	0.857	0.5768362446
19	Algarrobo	12.3	87.9	0.879	0.6068322414
19	Algarrobo	5	85	0.85	0.5674515000
19	Algarrobo	7.4	74	0.74	0.4300850400
19	Algarrobo	5	65	0.65	0.3318315000
19	Algarrobo	5.4	63	0.63	0.3117252600
19	Sapote	4	12	0.12	0.0113097600
19	Sapote	3.8	10	0.1	0.0078540000
19	Sapote	4	14	0.14	0.0153938400
19	Angolo	3.9	14	0.14	0.0153938400
19	palo verde	3.8	15	0.15	0.0176715000
19	Vichayo	4	15	0.15	0.0176715000
20	Algarrobo	7	15	0.15	0.0176715000
20	Algarrobo	8	9	0.09	0.0063617400
20	Algarrobo	5	8	0.08	0.0050265600
20	Algarrobo	5.5	7	0.07	0.0038484600
20	Algarrobo	6	12	0.12	0.0113097600
20	Algarrobo	10	14	0.14	0.0153938400
20	Algarrobo	14	13	0.13	0.0132732600
20	Algarrobo	7	11	0.11	0.0095033400
20	Algarrobo	16	14	0.14	0.0153938400
20	Algarrobo	8	8	0.08	0.0050265600
20	Algarrobo	8	9	0.09	0.0063617400
20	Algarrobo	10	13	0.13	0.0132732600
20	Algarrobo	10	12	0.12	0.0113097600
20	Algarrobo	10	11	0.11	0.0095033400
20	Algarrobo	10	10	0.1	0.0078540000

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
20	Algarrobo	10	9	0.09	0.0063617400
20	Algarrobo	11	13	0.13	0.0132732600
20	Algarrobo	11	14	0.14	0.0153938400
20	Algarrobo	5	18	0.18	0.0254469600
20	Algarrobo	5	17	0.17	0.0226980600
20	Algarrobo	5	14	0.14	0.0153938400
20	Sapote	4	15	0.15	0.0176715000
20	Sapote	4	16	0.16	0.0201062400
20	Sapote	3.8	9	0.09	0.0063617400
20	Sapote	4	8	0.08	0.0050265600
20	Angolo	3.9	14	0.14	0.0153938400
20	palo verde	3.8	15	0.15	0.0176715000
20	Vichayo	4	15	0.15	0.0176715000
21	Algarrobo	7	7	0.07	0.0038484600
21	Algarrobo	8	6	0.06	0.0028274400
21	Algarrobo	5	8	0.08	0.0050265600
21	Algarrobo	5.1	89	0.89	0.6221153400
21	Algarrobo	6	102	1.02	0.8171301600
21	Algarrobo	10	85	0.85	0.5674515000
21	Algarrobo	14	94	0.94	0.6939794400
21	Algarrobo	7	64	0.64	0.3216998400
21	Algarrobo	16	75	0.75	0.4417875000
21	Algarrobo	8	84	0.84	0.5541782400
21	Algarrobo	8	69	0.69	0.3739289400
21	Algarrobo	10	78	0.78	0.4778373600
21	Algarrobo	10	85	0.85	0.5674515000
21	Algarrobo	11	64	0.64	0.3216998400
21	Algarrobo	11	68	0.68	0.3631689600
21	Algarrobo	5	97	0.97	0.7389828600
21	Algarrobo	16	95	0.95	0.7088235000
21	Algarrobo	8	89	0.89	0.6221153400
21	Algarrobo	11	68	0.68	0.3631689600
21	Algarrobo	5	97	0.97	0.7389828600
21	Algarrobo	16	95	0.95	0.7088235000
21	Algarrobo	5.3	89	0.89	0.6221153400
21	Sapote	5	12	0.12	0.0113097600
21	Sapote	4	10	0.1	0.0078540000
21	Sapote	4	14	0.14	0.0153938400
21	Sapote	3.8	15	0.15	0.0176715000
21	Sapote	4	9	0.09	0.0063617400
21	Angolo	3.9	14	0.14	0.0153938400
21	Vichayo	3.8	15	0.15	0.0176715000

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
21	látigo de cristo	4	15	0.15	0.0176715000
22	Algarrobo	10	8	0.08	0.0050265600
22	Algarrobo	14	7	0.07	0.0038484600
22	Algarrobo	7	12	0.12	0.0113097600
22	Algarrobo	16	14	0.14	0.0153938400
22	Algarrobo	8	13	0.13	0.0132732600
22	Algarrobo	8	13	0.13	0.0132732600
22	Algarrobo	8	12	0.12	0.0113097600
22	Algarrobo	10	13	0.13	0.0132732600
22	Algarrobo	10	14	0.14	0.0153938400
22	Algarrobo	11	18	0.18	0.0254469600
22	Algarrobo	11	17	0.17	0.0226980600
22	Algarrobo	14	14	0.14	0.0153938400
22	Algarrobo	7	8	0.08	0.0050265600
22	Algarrobo	16	9	0.09	0.0063617400
22	Algarrobo	8	13	0.13	0.0132732600
22	Algarrobo	8	12	0.12	0.0113097600
22	Algarrobo	10	13	0.13	0.0132732600
22	Algarrobo	10	14	0.14	0.0153938400
22	Algarrobo	11	18	0.18	0.0254469600
22	Algarrobo	11	17	0.17	0.0226980600
22	Algarrobo	5	14	0.14	0.0153938400
22	Algarrobo	16	15	0.15	0.0176715000
22	Sapote	4	16	0.16	0.0201062400
22	Sapote	4	9	0.09	0.0063617400
22	Sapote	5	8	0.08	0.0050265600
22	Sapote	4	7	0.07	0.0038484600
22	Angolo	3.9	14	0.14	0.0153938400
22	palo verde	3.8	15	0.15	0.0176715000
22	Vichayo	3.8	15	0.15	0.0176715000
23	Algarrobo	10	6	0.06	0.0028274400
23	Algarrobo	14	8	0.08	0.0050265600
23	Algarrobo	7	85	0.85	0.5674515000
23	Algarrobo	16	84	0.84	0.5541782400
23	Algarrobo	8	76	0.76	0.4536470400
23	Algarrobo	10	56	0.56	0.2463014400
23	Algarrobo	14	58	0.58	0.2642085600
23	Algarrobo	8	76	0.76	0.4536470400
23	Algarrobo	10	56	0.56	0.2463014400
23	Algarrobo	14	58	0.58	0.2642085600
23	Algarrobo	9	89	0.89	0.6221153400
23	Algarrobo	16	87	0.87	0.5944692600

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
23	Algarrobo	8	54	0.54	0.2290226400
23	Algarrobo	8	65	0.65	0.3318315000
23	Algarrobo	12	45	0.45	0.1590435000
23	Algarrobo	12	78	0.78	0.4778373600
23	Algarrobo	11	71	0.71	0.3959201400
23	Algarrobo	11	72	0.72	0.4071513600
23	Algarrobo	5	85	0.85	0.5674515000
23	Algarrobo	16	86	0.86	0.5808818400
23	Sapote	4	12	0.12	0.0113097600
23	Sapote	4	10	0.1	0.0078540000
23	Sapote	5	14	0.14	0.0153938400
23	Sapote	4	15	0.15	0.0176715000
23	Vichayo	3	16	0.16	0.0201062400
23	látigo de cristo	2	17	0.17	0.0226980600
24	Algarrobo	10	9	0.09	0.0063617400
24	Algarrobo	14	8	0.08	0.0050265600
24	Algarrobo	7	7	0.07	0.0038484600
24	Algarrobo	16	12	0.12	0.0113097600
24	Algarrobo	8	14	0.14	0.0153938400
24	Algarrobo	10	13	0.13	0.0132732600
24	Algarrobo	14	11	0.11	0.0095033400
24	Algarrobo	9	14	0.14	0.0153938400
24	Algarrobo	16	8	0.08	0.0050265600
24	Algarrobo	8	14	0.14	0.0153938400
24	Algarrobo	10	13	0.13	0.0132732600
24	Algarrobo	14	11	0.11	0.0095033400
24	Algarrobo	9	14	0.14	0.0153938400
24	Algarrobo	16	8	0.08	0.0050265600
24	Algarrobo	8	9	0.09	0.0063617400
24	Algarrobo	8	13	0.13	0.0132732600
24	Algarrobo	12	12	0.12	0.0113097600
24	Algarrobo	12	13	0.13	0.0132732600
24	Algarrobo	11	14	0.14	0.0153938400
24	Algarrobo	11	18	0.18	0.0254469600
24	Algarrobo	5	17	0.17	0.0226980600
24	Algarrobo	16	14	0.14	0.0153938400
24	Algarrobo	15	15	0.15	0.0176715000
24	Algarrobo	13	16	0.16	0.0201062400
24	Sapote	5	9	0.09	0.0063617400
24	Sapote	4	8	0.08	0.0050265600
24	Sapote	5	7	0.07	0.0038484600
24	Sapote	4	6	0.06	0.0028274400

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
24	Angolo	3	5	0.05	0.0019635000
24	Vichayo	2	4	0.04	0.0012566400
25	Algarrobo	10	8	0.08	0.0050265600
25	Algarrobo	14	84	0.84	0.5541782400
25	Algarrobo	7	84	0.84	0.5541782400
25	Algarrobo	16	76	0.76	0.4536470400
25	Algarrobo	8	85	0.85	0.5674515000
25	Algarrobo	10	74	0.74	0.4300850400
25	Algarrobo	14	86	0.86	0.5808818400
25	Algarrobo	9	85	0.85	0.5674515000
25	Algarrobo	16	94	0.94	0.6939794400
25	Algarrobo	8	76	0.76	0.4536470400
25	Algarrobo	8	94	0.94	0.6939794400
25	Algarrobo	12	78	0.78	0.4778373600
25	Algarrobo	12	87	0.87	0.5944692600
25	Algarrobo	11	86	0.86	0.5808818400
25	Algarrobo	11	98	0.98	0.7542981600
25	Algarrobo	5	85	0.85	0.5674515000
25	Algarrobo	16	96	0.96	0.7238246400
25	Algarrobo	15	69	0.69	0.3739289400
25	Algarrobo	13	95	0.95	0.7088235000
25	Sapote	5	12	0.12	0.0113097600
25	Sapote	4	10	0.1	0.0078540000
25	Vichayo	3	8	0.08	0.0050265600
25	Angolo	2	6	0.06	0.0028274400
26	Algarrobo	10	14	0.14	0.0153938400
26	Algarrobo	14	15	0.15	0.0176715000
26	Algarrobo	7	9	0.09	0.0063617400
26	Algarrobo	16	8	0.08	0.0050265600
26	Algarrobo	8	7	0.07	0.0038484600
26	Algarrobo	7	9	0.09	0.0063617400
26	Algarrobo	16	8	0.08	0.0050265600
26	Algarrobo	8	7	0.07	0.0038484600
26	Algarrobo	10	12	0.12	0.0113097600
26	Algarrobo	14	14	0.14	0.0153938400
26	Algarrobo	9	13	0.13	0.0132732600
26	Algarrobo	16	11	0.11	0.0095033400
26	Algarrobo	16	14	0.14	0.0153938400
26	Algarrobo	16	8	0.08	0.0050265600
26	Algarrobo	12	9	0.09	0.0063617400
26	Algarrobo	12	13	0.13	0.0132732600
26	Algarrobo	11	12	0.12	0.0113097600

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
26	Algarrobo	11	13	0.13	0.0132732600
26	Algarrobo	16	14	0.14	0.0153938400
26	Algarrobo	16	18	0.18	0.0254469600
26	Algarrobo	15	17	0.17	0.0226980600
26	Algarrobo	13	14	0.14	0.0153938400
26	Algarrobo	5	15	0.15	0.0176715000
26	Algarrobo	4	16	0.16	0.0201062400
26	Vichayo	3	17	0.17	0.0226980600
26	Sapote	2	18	0.18	0.0254469600
27	Algarrobo	12	9	0.09	0.0063617400
27	Algarrobo	13	8	0.08	0.0050265600
27	Algarrobo	10	7	0.07	0.0038484600
27	Algarrobo	9	6	0.06	0.0028274400
27	Algarrobo	9	8	0.08	0.0050265600
27	Algarrobo	9	95	0.95	0.7088235000
27	Algarrobo	12	87	0.87	0.5944692600
27	Algarrobo	10	88	0.88	0.6082137600
27	Algarrobo	10	82	0.82	0.5281029600
27	Algarrobo	12	83	0.83	0.5410620600
27	Algarrobo	9	83	0.83	0.5410620600
27	Algarrobo	12	94	0.94	0.6939794400
27	Algarrobo	9	95	0.95	0.7088235000
27	Algarrobo	12	83	0.83	0.5410620600
27	Algarrobo	11	84	0.84	0.5541782400
27	Algarrobo	11	85	0.85	0.5674515000
27	Algarrobo	16	86	0.86	0.5808818400
27	Algarrobo	10	88	0.88	0.6082137600
27	Algarrobo	10	82	0.82	0.5281029600
27	Algarrobo	12	83	0.83	0.5410620600
27	Algarrobo	11	84	0.84	0.5541782400
27	Algarrobo	11	85	0.85	0.5674515000
27	Algarrobo	16	86	0.86	0.5808818400
27	Algarrobo	16	78	0.78	0.4778373600
27	Algarrobo	15	55	0.55	0.2375835000
27	Vichayo	14	32	0.32	0.0804249600
27	Sapote	13	9	0.09	0.0063617400
28	Algarrobo	12	65	0.65	0.3318315000
28	Algarrobo	13	84	0.84	0.5541782400
28	Algarrobo	10	82	0.82	0.5281029600
28	Algarrobo	9	95	0.95	0.7088235000
28	Algarrobo	9	87	0.87	0.5944692600
28	Algarrobo	10	72	0.72	0.4071513600

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
28	Algarrobo	9	62	0.62	0.3019077600
28	Algarrobo	12	68	0.68	0.3631689600
28	Algarrobo	10	69	0.69	0.3739289400
28	Algarrobo	10	55	0.55	0.2375835000
28	Algarrobo	9	71	0.71	0.3959201400
28	Algarrobo	12	64	0.64	0.3216998400
28	Algarrobo	9	62	0.62	0.3019077600
28	Algarrobo	12	68	0.68	0.3631689600
28	Algarrobo	11	68.666667	0.686667	0.3703248267
28	Algarrobo	11	70.666667	0.706667	0.3922113067
28	Algarrobo	11	72.666667	0.726667	0.4147261067
28	Algarrobo	10	69	0.69	0.3739289400
28	Algarrobo	10	55	0.55	0.2375835000
28	Algarrobo	12	49	0.49	0.1885745400
28	Algarrobo	11	85	0.85	0.5674515000
28	Algarrobo	11	78	0.78	0.4778373600
28	Algarrobo	16	98	0.98	0.7542981600
28	Algarrobo	16	85	0.85	0.5674515000
28	Algarrobo	15	82	0.82	0.5281029600
28	Algarrobo	10	87	0.87	0.5944692600
28	Algarrobo	12	76	0.76	0.4536470400
28	Algarrobo	11	65	0.65	0.3318315000
28	Vichayo	10	54	0.54	0.2290226400
28	Sapote	9	43	0.43	0.1452204600
29	Algarrobo	12	95	0.95	0.7088235000
29	Algarrobo	11	86	0.86	0.5808818400
29	Algarrobo	11	68	0.68	0.3631689600
29	Algarrobo	11	89	0.89	0.6221153400
29	Algarrobo	11	94	0.94	0.6939794400
29	Algarrobo	9	87	0.87	0.5944692600
29	Algarrobo	7	85	0.85	0.5674515000
29	Algarrobo	10	88	0.88	0.6082137600
29	Algarrobo	12	87	0.87	0.5944692600
29	Algarrobo	12	65	0.65	0.3318315000
29	Algarrobo	12	63	0.63	0.3117252600
29	Algarrobo	12	64	0.64	0.3216998400
29	Algarrobo	12	65	0.65	0.3318315000
29	Algarrobo	12	66	0.66	0.3421202400
29	Algarrobo	12	58	0.58	0.2642085600
29	Algarrobo	11	97	0.97	0.7389828600
29	Algarrobo	12	63	0.63	0.3117252600
29	Algarrobo	12	64	0.64	0.3216998400

...

...

Parcela	Especie(N_Comun)	Altura (m)	DAP (cm)	DAP (m)	AB/m2
29	Algarrobo	12	58	0.58	0.2642085600
29	Algarrobo	11	97	0.97	0.7389828600
29	Algarrobo	11	84	0.84	0.5541782400
29	Algarrobo	16	58	0.58	0.2642085600
29	Algarrobo	16	62	0.62	0.3019077600
29	Vichayo	16	62	0.62	0.3019077600
30	Algarrobo	14	63	0.63	0.3117252600
30	Algarrobo	13	69	0.69	0.3739289400
30	Algarrobo	13.5	78	0.78	0.4778373600
30	Algarrobo	13	84	0.84	0.5541782400
30	Algarrobo	13	95	0.95	0.7088235000
30	Algarrobo	13	89	0.89	0.6221153400
30	Algarrobo	13	92	0.92	0.6647625600
30	Algarrobo	12	85	0.85	0.5674515000
30	Algarrobo	13	86	0.86	0.5808818400
30	Algarrobo	13	95	0.95	0.7088235000
30	Algarrobo	13	89	0.89	0.6221153400
30	Algarrobo	13	92	0.92	0.6647625600
30	Algarrobo	13.2	74	0.74	0.4300850400
30	Algarrobo	10	73	0.73	0.4185396600
30	Algarrobo	13	85	0.85	0.5674515000
30	Algarrobo	13	84	0.84	0.5541782400
30	Algarrobo	13	86	0.86	0.5808818400
30	Algarrobo	13	64	0.64	0.3216998400
30	Algarrobo	14	65	0.65	0.3318315000
30	Algarrobo	14	69	0.69	0.3739289400
30	Algarrobo	11	89	0.89	0.6221153400
30	Algarrobo	16	92	0.92	0.6647625600
30	Algarrobo	16	87	0.87	0.5944692600
30	Algarrobo	12	56	0.56	0.2463014400
30	Vichayo	8	25	0.25	0.0490875000

Tabla 14. Valores de Abundancia, Frecuencia, Dominancia y del Índice de Valor de Importancia de las especies de flora mayor en las parcelas muestras

Parcela	Especies	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IVI al 300%	IVI al 100%
1	Sin Cobertura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00
	Total general	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00
2	Cactus	3.00	75.00	1.00	50.00	0.07775	71.22	196.22	65.41
2	Palo verde	1.00	25.00	1.00	50.00	0.03142	28.78	103.78	34.59
	Total general	4.00	100.00	2.00	100.00	0.10917	100.00	300.00	100.00
3	Cactus	5.00	71.43	1.00	50.00	0.18771	66.56	187.98	62.66
3	Palo verde	2.00	28.57	1.00	50.00	0.09433	33.44	112.02	37.34
	Total general	7.00	100.00	2.00	100.00	0.28204	100.00	300.00	100.00
4	Cactus	5.00	83.33	1.00	50.00	0.18932	54.35	187.68	62.56
4	Palo verde	1.00	16.67	1.00	50.00	0.15904	45.65	112.32	37.44
	Total general	6.00	100.00	2.00	100.00	0.34836	100.00	300.00	100.00
5	Algarrobo	1.00	9.09	1.00	25.00	0.14522	26.89	60.99	20.33
5	cactus	7.00	63.64	1.00	25.00	0.32162	59.56	148.20	49.40
5	Palo verde	1.00	9.09	1.00	25.00	0.00636	1.18	35.27	11.76
5	Sapote	2.00	18.18	1.00	25.00	0.06676	12.36	55.55	18.52
	Total general	11.00	100.00	4.00	100.00	0.54	100.00	300.00	100.00
6	Algarrobo	1.00	6.67	1.00	16.67	0.14522	18.43	41.76	13.92
6	cactus	8.00	53.33	1.00	16.67	0.48153	61.10	131.10	43.70
6	Cuncuno	1.00	6.67	1.00	16.67	0.00622	0.79	24.12	8.04
6	Palo verde	1.00	6.67	1.00	16.67	0.00636	0.81	24.14	8.05
6	Sapote	3.00	20.00	1.00	16.67	0.13745	17.44	54.11	18.04
6	Vichayo	1.00	6.67	1.00	16.67	0.01131	1.44	24.77	8.26
	Total general	15.00	100.00	6.00	100.00	0.79	100.00	300.00	100.00

...

Parcela	Especies	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IVI al 300%	IVI al 100%
7	Cuncuno	1.00	8.33	1.00	25.00	0.00622	1.75	35.09	11.70
7	Palo verde	1.00	8.33	1.00	25.00	0.00636	1.79	35.13	11.71
7	Sapote	9.00	75.00	1.00	25.00	0.33105	93.27	193.27	64.42
7	Vichayo	1.00	8.33	1.00	25.00	0.01131	3.19	36.52	12.17
	Total general	12.00	100.00	4.00	100.00	0.35	100.00	300.00	100.00
8	Angolo	1.00	6.25	1.00	33.33	0.00785	6.43	46.01	15.34
8	Palo verde	2.00	12.50	1.00	33.33	0.02176	17.81	63.65	21.22
8	Sapote	13.00	81.25	1.00	33.33	0.09252	75.76	190.34	63.45
	Total general	16.00	100.00	3.00	100.00	0.12	100.00	300.00	100.00
9	Algarrobo	1.00	4.76	1.00	12.50	0.14522	46.12	63.38	21.13
9	Angolo	1.00	4.76	1.00	12.50	0.00636	2.02	19.28	6.43
9	Cuncuno	1.00	4.76	1.00	12.50	0.00196	0.62	17.89	5.96
9	Faique	1.00	4.76	1.00	12.50	0.04909	15.59	32.85	10.95
9	Latigo de cristo	1.00	4.76	1.00	12.50	0.00283	0.90	18.16	6.05
9	Palo verde	2.00	9.52	1.00	12.50	0.00479	1.52	23.55	7.85
9	Sapote	13.00	61.90	1.00	12.50	0.09825	31.20	105.61	35.20
9	Vichayo	1.00	4.76	1.00	12.50	0.00636	2.02	19.28	6.43
	Total general	21.00	100.00	8.00	100.00	0.31	100.00	300.00	100.00
10	Algarrobo	1.00	4.35	1.00	16.67	0.55418	67.54	88.56	29.52
10	Angolo	1.00	4.35	1.00	16.67	0.00636	0.78	21.79	7.26
10	Faique	1.00	4.35	1.00	16.67	0.04155	5.06	26.08	8.69
10	Palo verde	1.00	4.35	1.00	16.67	0.00503	0.61	21.63	7.21
10	Sapote	18.00	78.26	1.00	16.67	0.20012	24.39	119.32	39.77
10	Vichayo	1.00	4.35	1.00	16.67	0.01327	1.62	22.63	7.54
	Total general	23.00	100.00	6.00	100.00	0.82	100.00	300.00	100.00

Parcela	Especies	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IVI al 300%	IVI al 100%
11	Algarrobo	2.00	8.33	1.00	16.67	0.75053	73.81	98.81	32.94
11	Angolo	1.00	4.17	1.00	16.67	0.00636	0.63	21.46	7.15
11	Faique	1.00	4.17	1.00	16.67	0.04155	4.09	24.92	8.31
11	Palo verde	1.00	4.17	1.00	16.67	0.00503	0.49	21.33	7.11
11	Sapote	18.00	75.00	1.00	16.67	0.20012	19.68	111.35	37.12
11	Vichayo	1.00	4.17	1.00	16.67	0.01327	1.31	22.14	7.38
	Total general	24.00	100.00	6.00	100.00	1.01686	100.00	300.00	100.00
12	Algarrobo	15.00	51.72	1.00	14.29	5.28236	89.96	155.97	51.99
12	Angolo	1.00	3.45	1.00	14.29	0.00785	0.13	17.87	5.96
12	Faique	1.00	3.45	1.00	14.29	0.01539	0.26	18.00	6.00
12	Latigo de cristo	1.00	3.45	1.00	14.29	0.00283	0.05	17.78	5.93
12	Palo verde	1.00	3.45	1.00	14.29	0.01539	0.26	18.00	6.00
12	Sapote	9.00	31.03	1.00	14.29	0.14074	2.40	47.72	15.91
12	Vichayo	1.00	3.45	1.00	14.29	0.40715	6.93	24.67	8.22
	Total general	29.00	100.00	7.00	100.00	5.87173	100.00	300.00	100.00
13	Algarrobo	17.00	65.38	1.00	16.67	6.17631	94.81	176.86	58.95
13	Angolo	1.00	3.85	1.00	16.67	0.01539	0.24	20.75	6.92
13	Faique	1.00	3.85	1.00	16.67	0.02545	0.39	20.90	6.97
13	Palo verde	1.00	3.85	1.00	16.67	0.01767	0.27	20.78	6.93
13	Sapote	5.00	19.23	1.00	16.67	0.06707	1.03	36.93	12.31
13	Vichayo	1.00	3.85	1.00	16.67	0.21237	3.26	23.77	7.92
	Total general	26.00	100.00	6.00	100.00	6.51426	100.00	300.00	100.00
14	Algarrobo	17.00	65.38	1.00	16.67	8.80041	88.34	170.39	56.80
14	Angolo	1.00	3.85	1.00	16.67	0.01539	0.15	20.67	6.89
14	Faique	1.00	3.85	1.00	16.67	0.72382	7.27	27.78	9.26
14	Palo verde	1.00	3.85	1.00	16.67	0.01767	0.18	20.69	6.90
14	Sapote	5.00	19.23	1.00	16.67	0.03047	0.31	36.20	12.07
14	Vichayo	1.00	3.85	1.00	16.67	0.37393	3.75	24.27	8.09
	Total general	26.00	100.00	6.00	100.00	9.96170	100.00	300.00	100.00

Parcela	Especies	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IVI al 300%	IVI al 100%
15	Algarrobo	18.00	64.29	1.00	20.00	7.23306	94.72	179.00	59.67
15	Angolo	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01539	0.20	23.77	7.92
15	Palo verde	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01767	0.23	23.80	7.93
15	Sapote	7.00	25.00	1.00	20.00	0.06857	0.90	45.90	15.30
15	Vichayo	1.00	3.57	1.00	20.00	0.30191	3.95	27.52	9.17
	Total general	28.00	100.00	5.00	100.00	7.63660	100.00	300.00	100.00
16	Algarrobo	20.00	68.97	1.00	16.67	0.25463	65.69	151.33	50.44
16	Angolo	1.00	3.45	1.00	16.67	0.01539	3.97	24.09	8.03
16	Latigo de cristo	1.00	3.45	1.00	16.67	0.01767	4.56	24.67	8.22
16	Palo verde	1.00	3.45	1.00	16.67	0.01767	4.56	24.67	8.22
16	Sapote	5.00	17.24	1.00	16.67	0.06456	16.66	50.56	16.85
16	Vichayo	1.00	3.45	1.00	16.67	0.01767	4.56	24.67	8.22
	Total general	29.00	100.00	6.00	100.00	0.38759	100.00	300.00	100.00
17	Algarrobo	20.00	80.00	1.00	25.00	6.79143	99.01	204.01	68.00
17	Angolo	1.00	4.00	1.00	25.00	0.01539	0.22	29.22	9.74
17	Palo verde	1.00	4.00	1.00	25.00	0.01767	0.26	29.26	9.75
17	Sapote	3.00	12.00	1.00	25.00	0.03456	0.50	37.50	12.50
	Total general	25.00	100.00	4.00	100.00	6.85906	100.00	300.00	100.00
18	Algarrobo	24.00	77.42	1.00	25.00	0.83637	91.92	194.34	64.78
18	Palo verde	1.00	3.23	1.00	25.00	0.01767	1.94	30.17	10.06
18	Sapote	5.00	16.13	1.00	25.00	0.03817	4.20	45.32	15.11
18	Vichayo	1.00	3.23	1.00	25.00	0.01767	1.94	30.17	10.06
	Total general	31.00	100.00	4.00	100.00	0.90989	100.00	300.00	100.00
19	Algarrobo	22.00	78.57	1.00	20.00	9.43180	99.10	197.68	65.89
19	Angolo	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01539	0.16	23.73	7.91
19	Palo verde	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01767	0.19	23.76	7.92
19	Sapote	3.00	10.71	1.00	20.00	0.03456	0.36	31.08	10.36
19	Vichayo	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01767	0.19	23.76	7.92
	Total general	28.00	100.00	5.00	100.00	9.51710	100.00	300.00	100.00

...

Parcela	Especies	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IVI al 300%	IVI al 100%
20	Algarrobo	21.00	75.00	1.00	20.00	0.24968	71.42	166.42	55.47
20	Angolo	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01539	4.40	27.97	9.32
20	Palo verde	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01767	5.06	28.63	9.54
20	Sapote	4.00	14.29	1.00	20.00	0.04917	14.06	48.35	16.12
20	Vichayo	1.00	3.57	1.00	20.00	0.01767	5.06	28.63	9.54
	Total general	28.00	100.00	5.00	100.00	0.34958	100.00	300.00	100.00
21	Algarrobo	22.00	73.33	1.00	20.00	10.63714	98.98	192.32	64.11
21	Angolo	1.00	3.33	1.00	20.00	0.01539	0.14	23.48	7.83
21	Latigo de cristo	1.00	3.33	1.00	20.00	0.01767	0.16	23.50	7.83
21	Sapote	5.00	16.67	1.00	20.00	0.05859	0.55	37.21	12.40
21	Vichayo	1.00	3.33	1.00	20.00	0.01767	0.16	23.50	7.83
	Total general	30.00	100.00	5.00	100.00	10.74647	100.00	300.00	100.00
22	Algarrobo	22.00	75.86	1.00	20.00	0.31149	78.35	174.21	58.07
22	Angolo	1.00	3.45	1.00	20.00	0.01539	3.87	27.32	9.11
22	Palo verde	1.00	3.45	1.00	20.00	0.01767	4.44	27.89	9.30
22	Sapote	4.00	13.79	1.00	20.00	0.03534	8.89	42.68	14.23
22	Vichayo	1.00	3.45	1.00	20.00	0.01767	4.44	27.89	9.30
	Total general	29.00	100.00	5.00	100.00	0.39757	100.00	300.00	100.00
23	Algarrobo	20.00	76.92	1.00	25.00	7.42352	98.74	200.66	66.89
23	Latigo de cristo	1.00	3.85	1.00	25.00	0.02270	0.30	29.15	9.72
23	Sapote	4.00	15.38	1.00	25.00	0.05223	0.69	41.08	13.69
23	Vichayo	1.00	3.85	1.00	25.00	0.02011	0.27	29.11	9.70
	Total general	26.00	100.00	4.00	100.00	7.51856	100.00	300.00	100.00
24	Algarrobo	24.00	80.00	1.00	25.00	0.30466	93.47	198.47	66.16
24	Angolo	1.00	3.33	1.00	25.00	0.00196	0.60	28.94	9.65
24	Sapote	4.00	13.33	1.00	25.00	0.01806	5.54	43.88	14.63
24	Vichayo	1.00	3.33	1.00	25.00	0.00126	0.39	28.72	9.57
	Total general	30.00	100.00	4.00	100.00	0.32594	100.00	300.00	100.00

...

Parcela	Especies	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IVI al 300%	IVI al 100%
25	Algarrobo	19.00	82.61	1.00	25.00	10.33602	99.74	207.35	69.12
25	Angolo	1.00	4.35	1.00	25.00	0.00283	0.03	29.38	9.79
25	Sapote	2.00	8.70	1.00	25.00	0.01916	0.18	33.88	11.29
25	Vichayo	1.00	4.35	1.00	25.00	0.00503	0.05	29.40	9.80
	Total general	23.00	100.00	4.00	100.00	10.36304	100.00	300.00	100.00
26	Algarrobo	24.00	92.31	1.00	33.33	0.29437	85.94	211.58	70.53
26	Sapote	1.00	3.85	1.00	33.33	0.02545	7.43	44.61	14.87
26	Vichayo	1.00	3.85	1.00	33.33	0.02270	6.63	43.81	14.60
	Total general	26.00	100.00	3.00	100.00	0.34251	100.00	300.00	100.00
27	Algarrobo	25.00	92.59	1.00	33.33	11.28651	99.24	225.16	75.05
27	Sapote	1.00	3.70	1.00	33.33	0.00636	0.06	37.09	12.36
27	Vichayo	1.00	3.70	1.00	33.33	0.08042	0.71	37.74	12.58
	Total general	27.00	100.00	3.00	100.00	11.37330	100.00	300.00	100.00
28	Algarrobo	28.00	93.33	1.00	33.33	12.03628	96.98	223.65	74.55
28	Sapote	1.00	3.33	1.00	33.33	0.14522	1.17	37.84	12.61
28	Vichayo	1.00	3.33	1.00	33.33	0.22902	1.85	38.51	12.84
	Total general	30.00	100.00	3.00	100.00	12.41052	100.00	300.00	100.00
29	Algarrobo	23.00	95.83	1.00	50.00	10.73288	97.26	243.10	81.03
29	Vichayo	1.00	4.17	1.00	50.00	0.30191	2.74	56.90	18.97
	Total general	24.00	100.00	2.00	100.00	11.03479	100.00	300.00	100.00
30	Algarrobo	29.00	93.55	1.00	50.00	15.06523	99.35	242.90	80.97
30	Vichayo	2.00	6.45	1.00	50.00	0.09818	0.65	57.10	19.03
	Total general	31.00	100.00	2.00	100.00	15.16	100.00	300.00	100.00

...

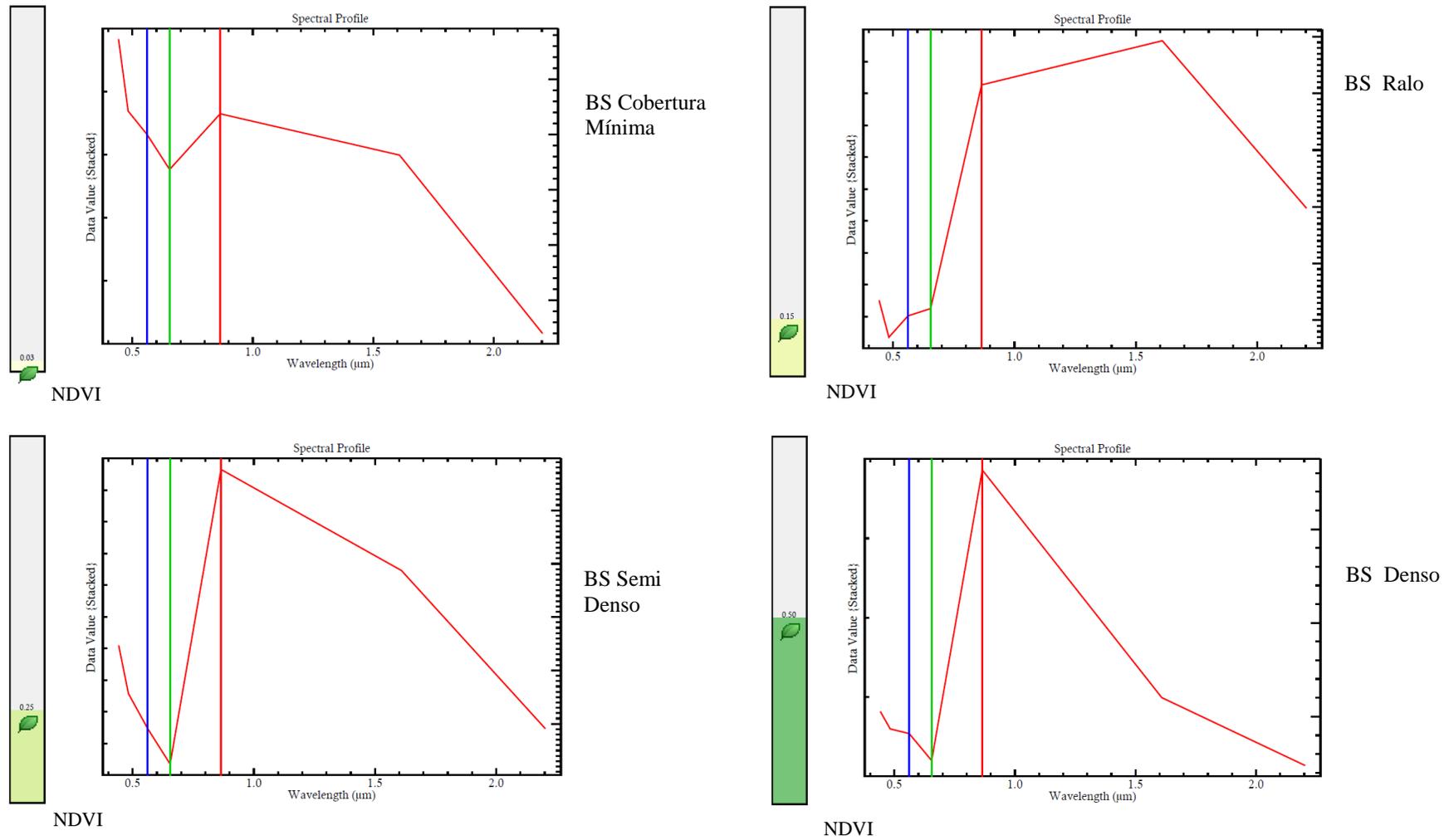


Figura 18. Comportamiento del espectro (bandas azul, verde, rojo e infrarrojo) en relación a la absorbancia según del tipo de

3.2.3. Establecimiento de la dependencia del Índice Normalizado diferencial de la Vegetación (NDVI) con el Índice de Valor de Importancia (IVI), en la cobertura vegetal del SHBP en el mes de Abril del 2015

Con el Inspector de pixeles del Software ArcGis se estableció el valor de NDVI de las 30 parcela muestras, posteriormente se correspondieron con el valor de IVI de las especies en las parcela a través de regresiones lineales simples; la información permitió conocer la dependencia de las especies según la densidad de la cobertura vegetal y su tendencia en permanecía en la cobertura vegetal del SHBP.

En la tabla 15 se presenta las parcelas muestras con una fotografía, el valor de NDVI, el tipo de cobertura, el IVI, la especie predominante.

Tabla 15. Parcela muestra con valor de NDVI, tipo de cobertura, IVI y especie predominante en la cobertura vegetal del SHBP

Parcela	NDVI	Tipo de Cobertura	IVI%	Especie Importante	Fotografía
	0.025364	SN/Cobertura	0.000	0.000000	
2	0.097857	C. Mínima	Cactus: 65.41 Palo verde: 34.59	Cactáceas	
3	0.116198	Ralo	Cactus: 62.66 Palo verde: 37.34	Cactáceas	
4	0.116994	Ralo	Cactus: 62.56 Palo verde: 37.44	Cactáceas	

Parcela	NDVI	Tipo de Cobertura	IVI%	Especie Importante	Fotografía
5	0.117075	Ralo	Algarrobo: 20.33 Cactus: 49.4 Palo verde: 11.76 Sapote: 18.52	Cactáceas	
6	0.117251	Ralo	Algarrobo: 13.92 Cactus: 43.7 Cuncuno: 8.04 Palo verde: 8.05 Sapote: 18.04 Vichayo: 8.26	Cactáceas	
7	0.159603	Ralo	Cuncuno: 11.7 Palo verde: 11.71 Sapote: 64.42 Vichayo: 12.17	Sapotal	
8	0.164336	Ralo	Angolo: 15.34 Palo verde: 21.22 Sapote: 63.45	Sapotal	
9	0.164394	Ralo	Algarrobo: 21.13 Angolo: 6.43 Cuncuno: 5.96 Faique: 10.95 Látigo de cristo: 6.05 Palo verde: 7.85 Sapote: 35.2 Vichayo: 6.43	Sapotal	
10	0.166069	Ralo	Algarrobo: 29.52 Angolo: 7.26 Faique: 8.69 Palo verde: 7.21 Sapote: 39.77 Vichayo: 7.54	Sapotal	
11	0.166554	Ralo	Algarrobo: 32.94 Angolo: 7.15 Faique: 8.31 Palo verde: 7.11 Sapote: 37.12 Vichayo: 7.38	Sapotal	
12	0.167012	Ralo	Algarrobo: 51.99 Angolo: 5.96 Faique: 6 Latigo de cristo: 5.93 Palo verde: 6	Algarrobal	

Parcela	NDVI	Tipo de Cobertura	IVI%	Especie Importante	Fotografía
13	0.195619	Ralo	Algarrobo:58.95 Angolo:6.92 Faique:6.97 Palo verde:6.93 Sapote: 12.31 Vichayo 7.92	Algarrobal	
14	0.200136	Semi Denso	Algarrobo:56.8 Angolo:6.89 Faique:9.26 Palo verde:6.9 Sapote:12.07 Vichayo:8.09	Algarrobal	
15	0.202785	Semi Denso	Algarrobo:59.67 Angolo:7.92 Palo verde:7.93 Sapote:15.3 Vichayo :9.17	Algarrobal	
16	0.205571	Semi Denso	Algarrobo:50.44 Angolo:8.03 Latigo de cristo:8.22 Palo verde:8.22 Sapote:16.85 Vichayo: 8.22	Algarrobal	
17	0.212166	Semi Denso	Algarrobo:68 Angolo:9.74 Palo verde:9.75 Sapote: 12.5	Algarrobal	
18	0.220773	Semi Denso	Algarrobo:64.78 Palo verde:10.06 Sapote: 15.11 Vichayo: 10.06	Algarrobal	
19	0.222199	Semi Denso	Algarrobo:65.89 Angolo:7.91 Palo verde:7.92 Sapote:10.36 Vichayo:7.92	Algarrobal	
20	0.230072	Semi Denso	Algarrobo:55.47 Angolo:9.32 Palo verde:9.54 Sapote:16.12 Vichayo:9.54	Algarrobal	

Parcela	NDVI	Tipo de Cobertura	IVI%	Especie Importante	Fotografía
21	0.248967	Semi Denso	Algarrobo:64.11 Angolo: 7.83 Latigo de cristo:7.83 Sapote: 12.4 Vichayo: 7.83	Algarrobal	
22	0.251009	Semi Denso	Algarrobo:58.07 Angolo:9.11 Palo verde:9.3 Sapote:14.23 Vichayo: 9.3	Algarrobal	
23	0.252576	Semi Denso	Algarrobo:66.89 Latigo de cristo:9.72 Sapote:13.69 Vichayo: 9.7	Algarrobal	
24	0.254489	Semi Denso	Algarrobo:66.16 Angolo:9.65 Sapote:14.63 Vichayo: 9.57	Algarrobal	
25	0.254979	Semi Denso	Algarrobo:69.12 Angolo:9.79 Sapote:11.29 Vichayo: 9.8	Algarrobal	
26	0.286276	Semi Denso	Algarrobo:70.53 Sapote:14.87 Vichayo:14.6	Algarrobal	
27	0.363006	Denso	Algarrobo:75.05 Sapote:12.36 Vichayo: 12.58	Algarrobal	
28	0.366408	Denso	Algarrobo:74.55 Sapote:12.61 Vichayo: 12.84	Algarrobal	

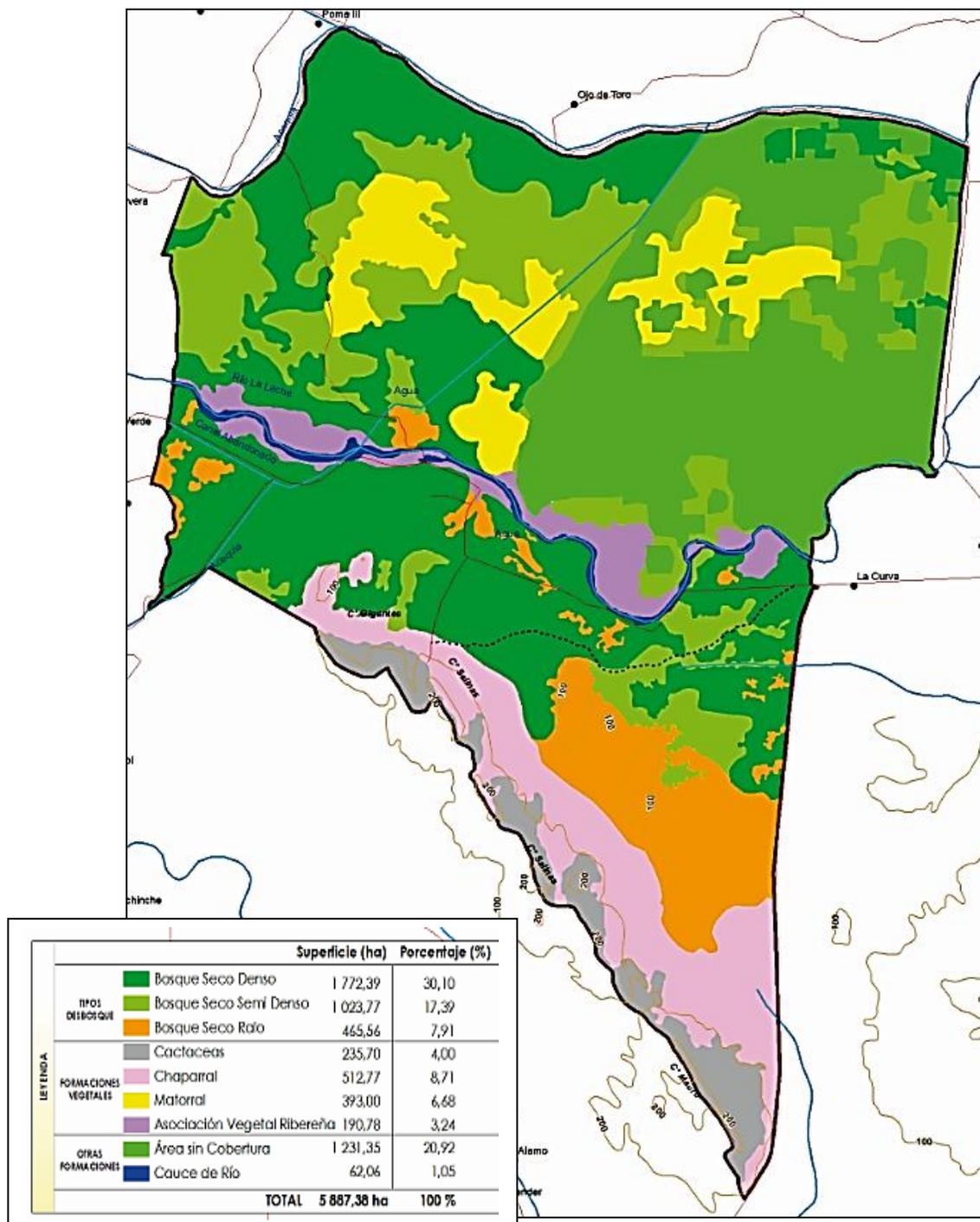
...

Parcela	NDVI	Tipo de Cobertura	IVI%	Especie Importante	Fotografía
29	0.482005	Denso	Algarrobo:81.03 Vichayo: 18.97	Algarrobal	
30	0.492724	Denso	Algarrobo:80.97 Vichayo :19.03	Algarrobal	

3.2.4. Comparación de parámetros de cobertura vegetal descrita en el Plan Maestro 2011-2016, con los resultados de evaluación de cobertura Vegetal del mes de Abril del 2015.

En el Plan Maestro 2011 - 2016 se menciona que en la extensión del SHBP existen 03 tipos de bosques según su densidad y 04 formaciones vegetales; los estudios de estas clasificaciones se realizaron en el año 2008 a nivel de reconocimiento, pero no se detalla la metodología empleada (Pomac 2011); además, en la Jefatura del SHBP, no se cuenta con información archivo de estos estudios.

La Distribución de bosques y formaciones vegetales descrita en el Plan Maestro 25011 – 2016, se muestran en la figura 19 y sus características, en la tabla 16.



Fuente: Plan Maestro del SHBP 2011 – 2016

Figura 19. Distribución espacial de las categorías y Formaciones Vegetales del SHBP, descritas en el Plan Maestro.

Tabla 16. Características de cobertura vegetal descritas en el Plan Maestro 2011 – 2016

Categoría Densidad	Características
Bosque seco Denso	Con 1,912.12 Hectáreas, presenta una cobertura arbórea que supera el 100%, con 263 árboles por Hectárea en promedio, de los cuales 85% es menor de 45 cm de diámetro; predomina el “algarrobo” <i>Prosopis pallida</i> (63%) e incluye arbustos de “cuncuno” <i>Vallesia glabra</i> .
Bosque seco Semi Denso	Con 1654,67 Hectáreas, tiene 59% de cobertura arbórea, con un promedio de 217 árboles por Hectárea, de los cuales el 85% tiene menos de 45 cm de diámetro; presenta igual proporción entre “algarrobo” <i>Prosopis pallida</i> y “Sapote” <i>Capparis angulata</i> , acompañado de especies arbustivas como “vichayo” <i>Capparis ovalifolia</i> y “canutillo” o palo negro” <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> en un 20%.
Bosque seco Ralo	Con 471.77 Hectáreas, tiene una cobertura arbórea del 14% y un promedio de 105 árboles por Hectárea, de los cuales el 84% tiene menos de 15 cm de diámetro predominando el “sapote” <i>Capparis angulata</i> (67%) y un 40% de cobertura de arbustos “vichayo” <i>Capparis ovalifolia</i> y “cuncuno” <i>Vallesia glabra</i>
Formaciones Vegetales	Características
Chaparral	Con 512.62 Hectáreas, caracteriza por encontrarse en el área de transición entre la llanura y los cerros ubicados al sur oeste; tiene una cobertura arbórea de 22%, con 180 árboles por hectárea, sin embargo, el 83% tiene menos de 20 cm de diámetro. Lo acompañan arbustos (30% de cobertura) de “Vichayo” <i>Capparis ovalifolia</i> y algunas matas de “overo” <i>Cordia lutea</i>
Matorral	Con 453.04 Hectáreas; ubicado al norte del río La Leche con una cobertura vegetal de 24% compuesta de arbustos “vichayo” <i>Capparis ovalifolia</i> y “canutillo” o palo negro” <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> y 1.6 % compuesta de árboles de “sapote” <i>Capparis angulata</i> en mayor número pero menor aporte de cobertura (0.6%).
Cactáceas	Abarcan 236.03 Hectáreas y se ubican al sur oeste; e ha identificado tres especies: “rabo de zorro” <i>Haageocereus pseudoversicolor</i> , “asiento de suegra” <i>Melocactus peruvianum</i> , “gigantón” <i>Neoraimondia arequipensi</i> .
Formación vegetal ribereña o bosques de galería	Ubicada como una angosta faja de 201.17 Hectáreas adyacente al Río La Leche, compuesta principalmente, “algarrobo” <i>Prosopis pallida</i> y “faique”, <i>Acacia macracantha</i> en asociación con “caña brava”, <i>Gynerium sagittatum</i> , “junco” <i>Phragmites australis</i> , “carrizo” <i>Cortaderia jubata</i> , “sacuara”, <i>Baccharis lanceolata</i> , “chilca”, “sauce” <i>Salix chilensis</i> y “pájaro bobo” <i>Tessaria integrifolia</i> , “cercillo” <i>Muntingia calabura</i> y “huasimo” <i>Guasuma ulmifolia</i> .

Fuente: Plan Maestro del SHBP 2011 – 2016

IV. RESULTADOS

4.1. Variación de la cobertura vegetal boscosa del mes de abril del año 2008, al mes de abril del año 2015.

El Bosque Semi Denso aumentó su extensión de cobertura vegetal de 1,432.44 a 2,519.82 Hectáreas, el Bosque Ralo de 1,805.49 a 2,127.78 Hectáreas y el Bosque Sin Cobertura de 16.56 a 20.27 Hectáreas; contrariamente, el Bosque de Cobertura Mínima disminuyó de 1,135.44 a 91.89 Hectáreas y el Bosque Denso de 1,497.24 a 1,127.61 Hectáreas.

A nivel porcentual, el Bosque Semi Denso aumentó en 18.5 %, el Bosque Ralo en 5.5. % y el Sin Cobertura en 0.1%; mientras que el Bosque de Cobertura Mínima disminuyó en 17.7 % y el Bosque Denso en 6.3%.

La relación y dependencia entre el espacio (Hectáreas) y la cobertura (densidad) es alta al ser su coeficiente de Pearson de valor 1; significando que de variación de una de ellas afectara al otro.

La tendencia del Bosque Semi Denso, Bosque Ralo y Bosque Sin Cobertura es aumentar como predice la ecuación positiva de la regresión lineal, mientras que el Bosque de Cobertura Mínima y Bosque Denso es a disminuir al ser su ecuación negativa.

En la tabla 17 se muestra los valores de la variación de la cobertura vegetal, en la figura 20 la representación gráfica y en la figura 21 la representación espacial en mapas; así mismo, en la tabla 18 se presenta el valor del coeficiente de Person y las ecuaciones de regresión lineal simple del cambio de cobertura las cuales se esquematizan gráficamente en la figura 22

Tabla 17. Variación de la cobertura Vegetal Boscosa del mes de Abril del Año 2008 al mes de Abril del 2015

Tipo de Cobertura	Valores de NDVI de la Imagen / Hipótesis	Cobertura Vegetal en el mes de Abril del 2008 (Ha)	Cobertura Vegetal en el mes de Abril del 2015 (Ha)	Variación de la Cobertura Vegetal (Ha)	Variación de la Cobertura Vegetal, en relación al total del Área del SHBP (%)
Bosque Seco Sin Cobertura - Rio La Leche	Menor de Cero	16.56	20.07	3.51	0.1
Bosque Seco Cobertura Mínima	Entre 0 y 0.1	1,135.44	91.89	-1043.55	-17.7
Bosque Seco Ralo	0.1001 - 0.2	1,805.49	2,127.78	322.29	5.5
Bosque Seco Semi Denso	0.2001 - 0.3	1,432.44	2,519.82	1087.38	18.5
Bosque Seco Denso	Mayor de 0.3001	1,497.24	1,127.61	-369.63	-6.3
Total		5,887.17	5,887.17		100.00

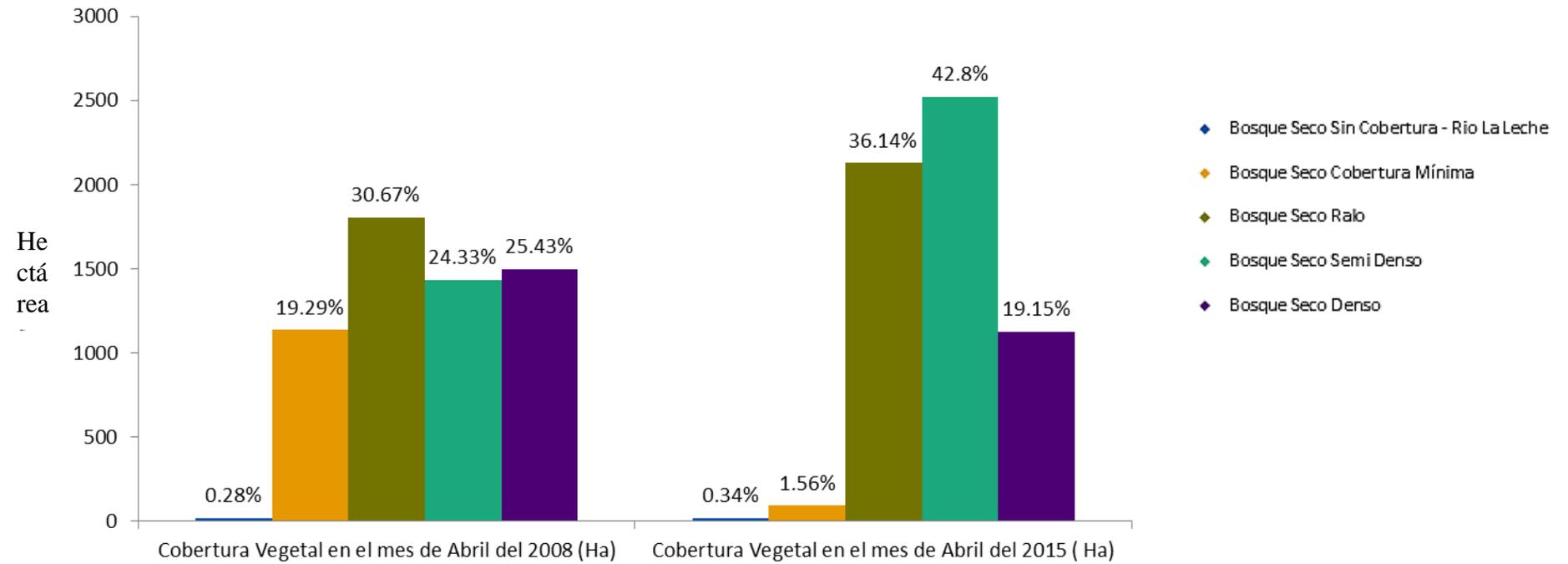


Figura 20. Comparación del cambio de cobertura Vegetal del mes de Abril del Año 2008 al mes de Abril del Año 2015 y porcentaje Representatividad en el área del SHBP

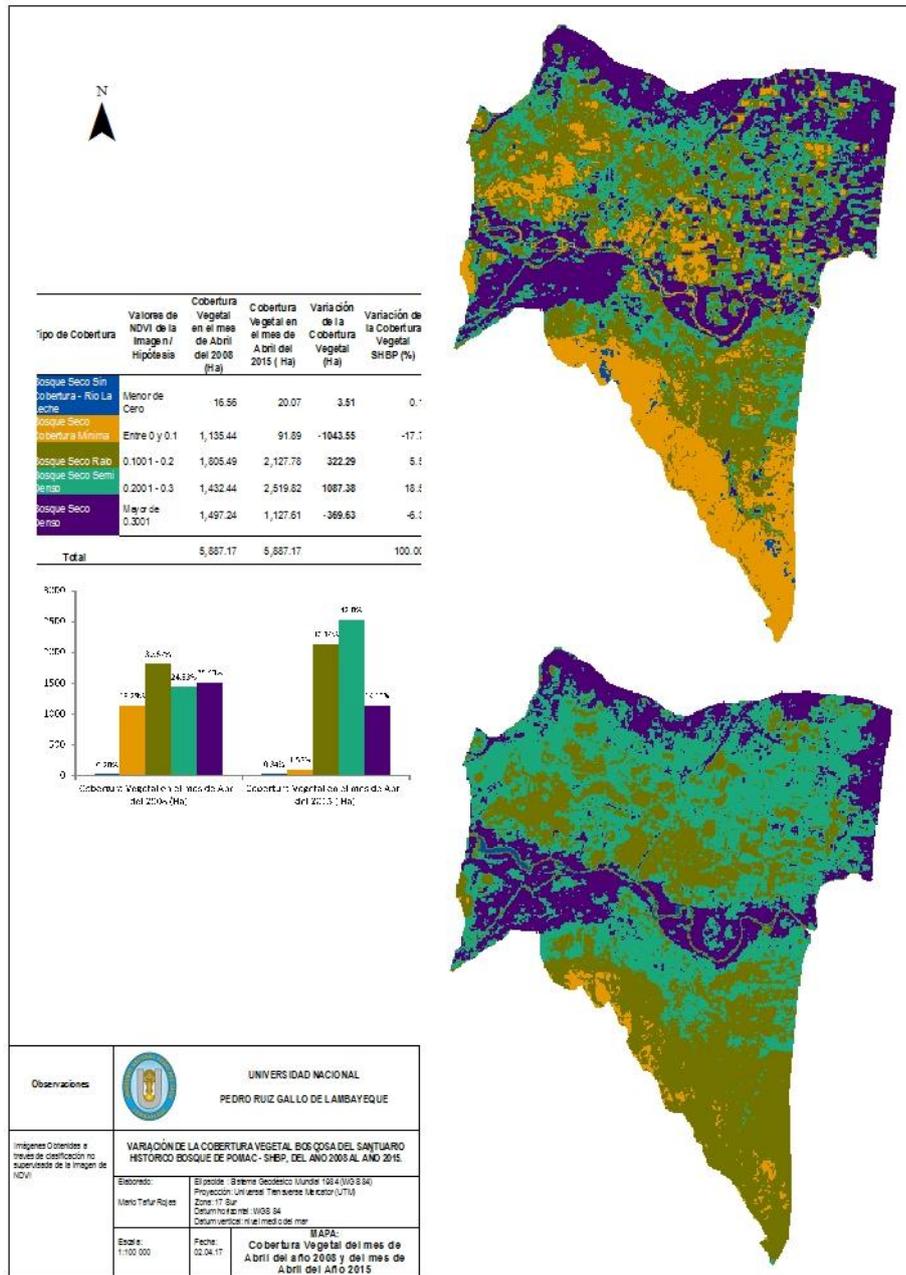


Figura 21. Mapa de Variación de la cobertura Vegetal del mes de Abril del Año 2008 al mes de Abril del Año 2015

Tabla 16 Ecuaciones de regresión lineal simple del cambio de cobertura del mes de Abril del 2008 al mes de Abril del 2015

Tipo de Bosque Seco	Coefficiente de Pearson (R.)	Ecuación Lineal simple
Semi Denso	1	$y = 1,087.4x + 345.06$
Ralo	1	$y = 322.29x + 1483.2$
Sin Cobertura	1	$y = 3.51x + 13.05$
Cobertura Mínima	1	$y = -1,043.6x + 2179$
Denso	1	$y = -369.63x + 1866.9$

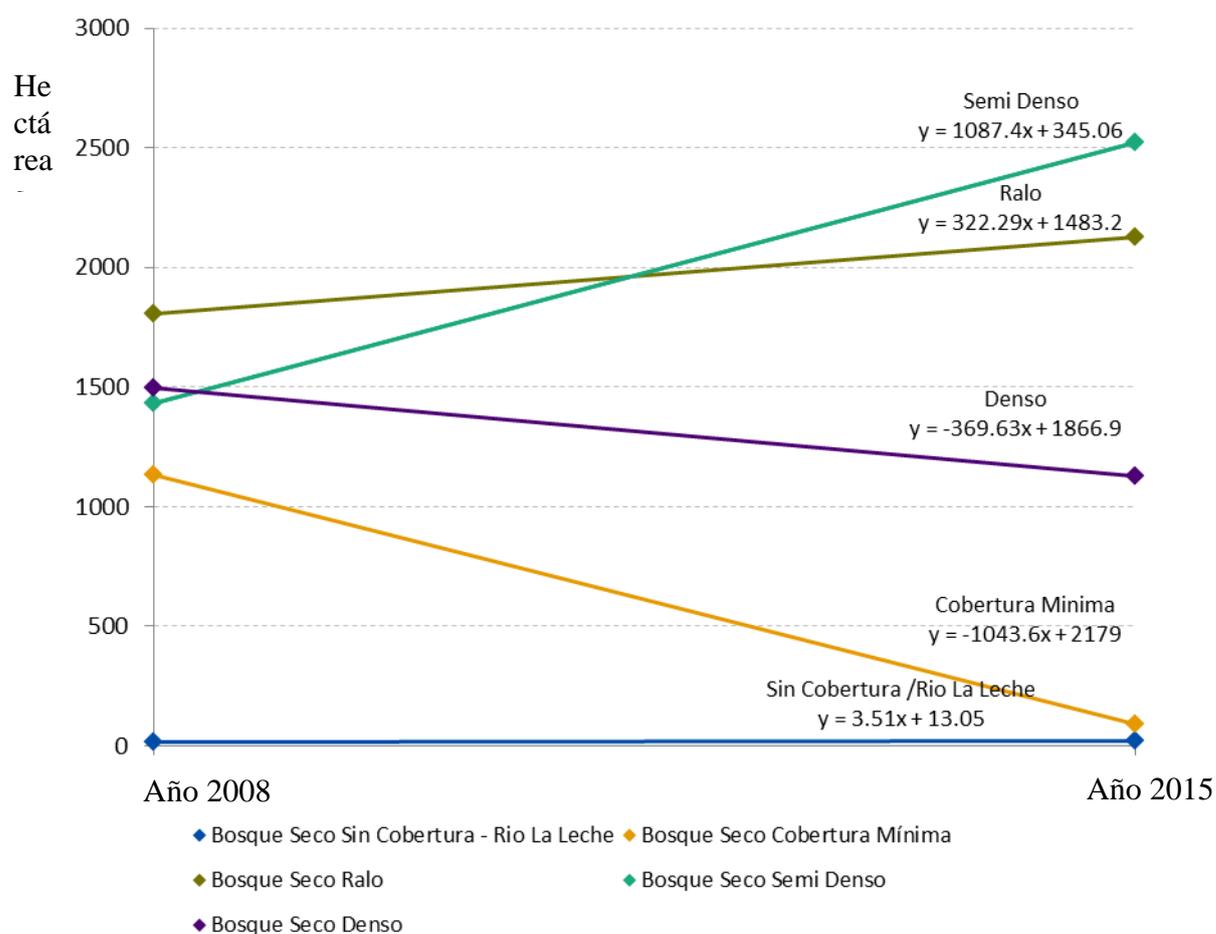


Figura 22. Regresión lineal del cambio de cobertura Vegetal del mes de Abril del Año 2008 al mes de Abril del 2015

4.2. Jerarquización de la importancia de especies de flora mayor (árboles y arbustos), en la cobertura vegetal del mes de Abril del 2015.

La especie más importante de flora mayor (árboles y arbustos) en la cobertura vegetal del SHBP es el Algarrobo (*Prosopis pallida*), al tener en promedio un Índice de valor de importancia de 40.37%, le continúa de manera diferenciada el cactus (*Cactus sp*) con 21.32%, el palo verde (*Cercidium praecox*) con 13.68%, el Sapote (*Capparis angulata*) con 11.94% de IVI en promedio, el Vichayo (*Capparis ovalifolia*) con 7.47% y el Angolo (*Pithecellobium multiflorum*) con 2.77%; en una importancia baja se encuentra el faique (*Acacia macracantha*) con 1.11% de IVI, látigo de cristo (*Parkinsonia aculeata*) con 0.77% y Cuncuno (*Vallesia glabra*) con 0.59%.

En el Bosque Seco de Cobertura Mínima (NDVI entre 0 y 0.1), la cobertura vegetal lo constituye asociaciones vegetales donde la especie vegetal de mayor importancia son los Cactus al tener una importancia de 65.41% en promedio y el Palo Verde con 34.59% en promedio

En el Bosque Seco Ralo (NDVI entre 0.1 y 0.2), la cobertura vegetal lo constituye asociaciones vegetales donde la especie de mayor importancia es el Sapote al tener un 27.70% de IVI en promedio, le continúa el Algarrobo, Cactus y Palo Verde con 20.80%, 19.85% y 14.78% de IVI en promedio respectivamente; otro grupo diferenciado lo constituye el Vichayo con 5.27% de IVI en promedio, el Angolo con 4.46% de IVI en promedio, el Faique con 3.72% de IVI en promedio, el Cuncuno con 2.34% de IVI en promedio y el Látigo de Cristo con 1.09% de IVI en promedio

En el Bosque Seco Semi Denso (NDVI entre 0.2 y 0.3), la cobertura vegetal lo constituye asociaciones vegetales donde la especie de mayor

importancia el Algarrobo al tener 62.76% de IVI en promedio, le continua de una manera diferenciada el Sapote con 13.80% de IVI en promedio; y de forma casi homogénea se encuentra un grupo entre el Vichayo con 8.75% de IVI en promedio, Angolo con 6.63% de IVI en promedio, Palo Verde con 5.36 de IVI en promedio; finalmente con un IVI bajo se encuentra el Látigo de Cristo con 1.98% de IVI en promedio y el Faique con 0.71% de IVI en promedio

En el Bosque Seco Denso (NDVI Mayores de 0.3), la cobertura vegetal está compuesta por asociaciones vegetales donde la especie de mayor importancia es el Algarrobo con un 77.90 % de IVI en promedio, le continua de una manera diferenciada el Vichayo con 15.85% de IVI en promedio y finalmente el Sapote con 6.24 de IVI en promedio

En la tabla 17 se presenta los valores del Índice de Valor de Importancia de las especie de flora mayor (árboles y arbustos) en relación al NDVI y en la figura 23 la gráfica de estos para visualizar su comparación.

Tabla 17. Valores del Índice de Valor de Importancia de las especie de flora mayor, árboles y arbustos

Tipo de Cobertura	NDVI	IVI Algarrobo	IVI Angolo	IVI Cactus	IVI Cuncuno	IVI Faique	IVI Látigo de cristo	IVI Palo verde	IVI Sapote	IVI Vichaco
Bosque Cobertura Mínima	Entre 0 y 0.1	0.00	0.00	65.41	0.00	0.00	0.00	34.59	0.00	0.00
Bosque Ralo	0.1001 - 0.2	20.80	4.46	19.85	2.34	3.72	1.09	14.78	27.70	5.27
Bosque Semi Denso	0.2001 - 0.3	62.76	6.63	0.00	0.00	0.71	1.98	5.36	13.80	8.75
Bosque Denso	Mayor de 0.3	77.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.24	15.85
Promedio		40.37	2.77	21.32	0.59	1.11	0.77	13.68	11.94	7.47

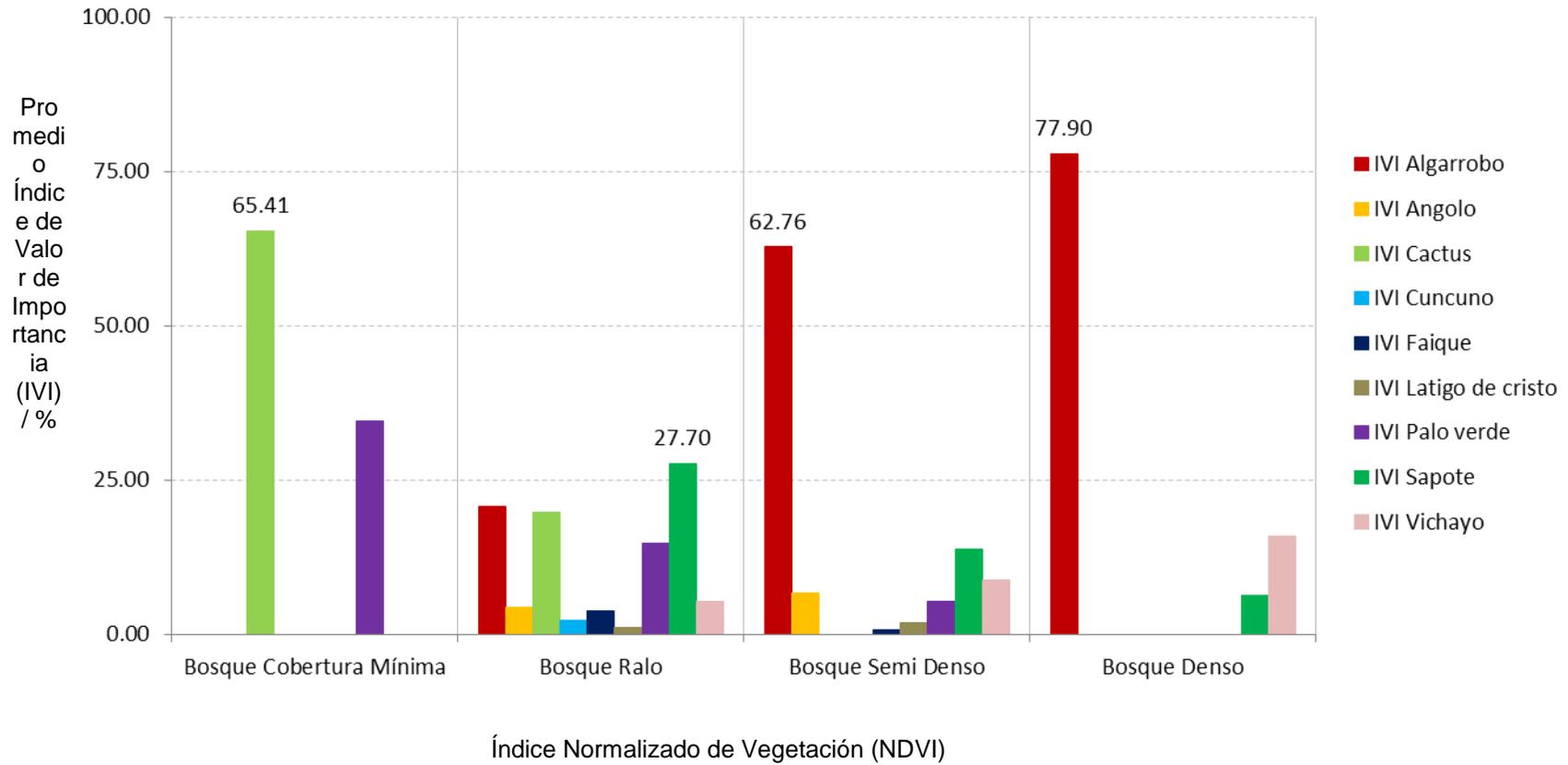


Figura 23. Índice de Valor de Importancia de las especie de flora mayor (árboles y arbustos) de la cobertura vegetal del SHBP

4.3. Relación del Índice Normalizado diferencial de la Vegetación (NDVI) con el Índice de Valor de Importancia (IVI), en la cobertura vegetal del mes de Abril del 2015

La relación del NDVI y del IVI es dependiente para todas especies vegetales al ser el coeficiente de Person (R.) mayor a cero (0); es decir que cuando aumente o disminuya la cobertura vegetal la importancia de las especies variará.

El Vichayo "*Capparis ovalifolia*", tiene la relación de dependencia más alta de todas las especies vegetales al ser el coeficiente de Person de 0.6941; se encuentra presente en todos los tipo de cobertura con una tendencia creciente positiva de Bosque Ralo al Bosque Denso según su regresión línea

La dependencia entre el NDVI y el IVI del Algarrobo "*Prosopis pallida*" es alta al ser el valor del coeficiente de Person de 0.6422; se encuentra en todos los tipos de cobertura y tiene la tendencia alta de crecimiento en importancia de Bosque Ralo a Bosque Denso según su regresión lineal

La dependencia entre el NDVI y el IVI del Palo Verde "*Cercidium praecox*" es baja al tener un coeficiente de Person de 0.2826; se encuentra en todos los tipos de cobertura y tiene la tendencia a disminuir en importancia de Bosque de Cobertura Mínima al Bosque Denso según su regresión lineal.

La dependencia entre el NDVI y el IVI de los Cactus "Cactus sp" es baja al tener un coeficiente de Person de 0.2074; la importancia disminuye drásticamente del Bosque con Cobertura Mínima hacia el Bosque Denso donde desaparece según su regresión lineal.

La dependencia entre el NDVI y el IVI del Sapote "*Capparis angulata*" es baja al tener un coeficiente de Person de 0.0508; se encuentra en todos los tipos de cobertura y tiene la tendencia a disminuir en importancia del Bosque de Cobertura Mínima hacia el Bosque Denso, según su regresión lineal.

La dependencia entre el NDVI y el IVI del Cuncuno "*Vallesia glabra*" es baja al tener un coeficiente de Person de 0.0484, se encuentra en todos los tipos de cobertura y tiene la tendencia a disminuir en importancia de Bosque de Cobertura Mínima hacia el Bosque Denso, según su regresión lineal

La dependencia entre el NDVI y el IVI del Faique "*Acacia macracantha*" es baja al tener un coeficiente de Person de 0.0391; se encuentra en todos los tipos de cobertura y tiene la tendencia a disminuir en importancia de Bosque de Cobertura Mínima hacia el Bosque Denso, según su regresión lineal

La dependencia entre el NDVI y el IVI del Angolo "*Pithecellobium multiflorum*" es muy baja al tener un coeficiente de Person de 0.0087; se encuentra en todos los tipos de cobertura y tiene la tendencia a disminuir en importancia de Bosque de Cobertura Mínima hacia el Bosque Denso, según su regresión lineal

La dependencia entre el NDVI y el IVI del látigo de cristo "*Parkinsonia aculeata*" es muy baja al tener un coeficiente de Person de 0.0002; se encuentra en todos los tipos de cobertura y tiene la tendencia a disminuir en importancia de Bosque de Cobertura Mínima hacia el Bosque Denso, según su regresión lineal

En la tabla 18 se presenta los valores del coeficiente de Pearson y las ecuaciones matemáticas de la regresión lineal entre el NDVI y el IVI de las especies de la cobertura Vegetal.

En la figura 24 se muestra la distribución del IVI de las especies en relación al NDVI de la cobertura vegetal y en las figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, las regresiones lineal simple entre el IVI y el NDVI del Algarrobo, Angolo, Cactus, Cuncuno, Faique, Látigo de Cristo, Palo Verde, Sapote y Vichayo, respectivamente.

Tabla 18. Coeficiente Pearson de las especies vegetales y ecuación lineal de la regresión lineal simple entre el NDVI y el IVI.

Especie	Coeficiente de Person (R.)	Ecuación Lineal	Dependencia
Vichayo	0.6941	$y = 42.764x - 1.456$	Alta
Algarrobo	0.6422	$y = 222.29x - 3.1055$	Alta
Palo Verde	0.2826	$y = -54.64x + 20.77$	Baja
Cactus	0.2074	$y = -96.068x + 30.338$	Baja
Sapote	0.0508	$y = -35.387x + 24.662$	Baja
Cuncuno	0.0484	$y = -5.7975x + 2.1167$	Baja
Faique	0.0391	$y = -6.651x + 3.1181$	Baja
Angolo	0.0087	$y = -4.1344x + 5.4067$	Muy Baja
Látigo de Cristo	0.0002	$y = -0.4063x + 1.3468$	Muy Baja

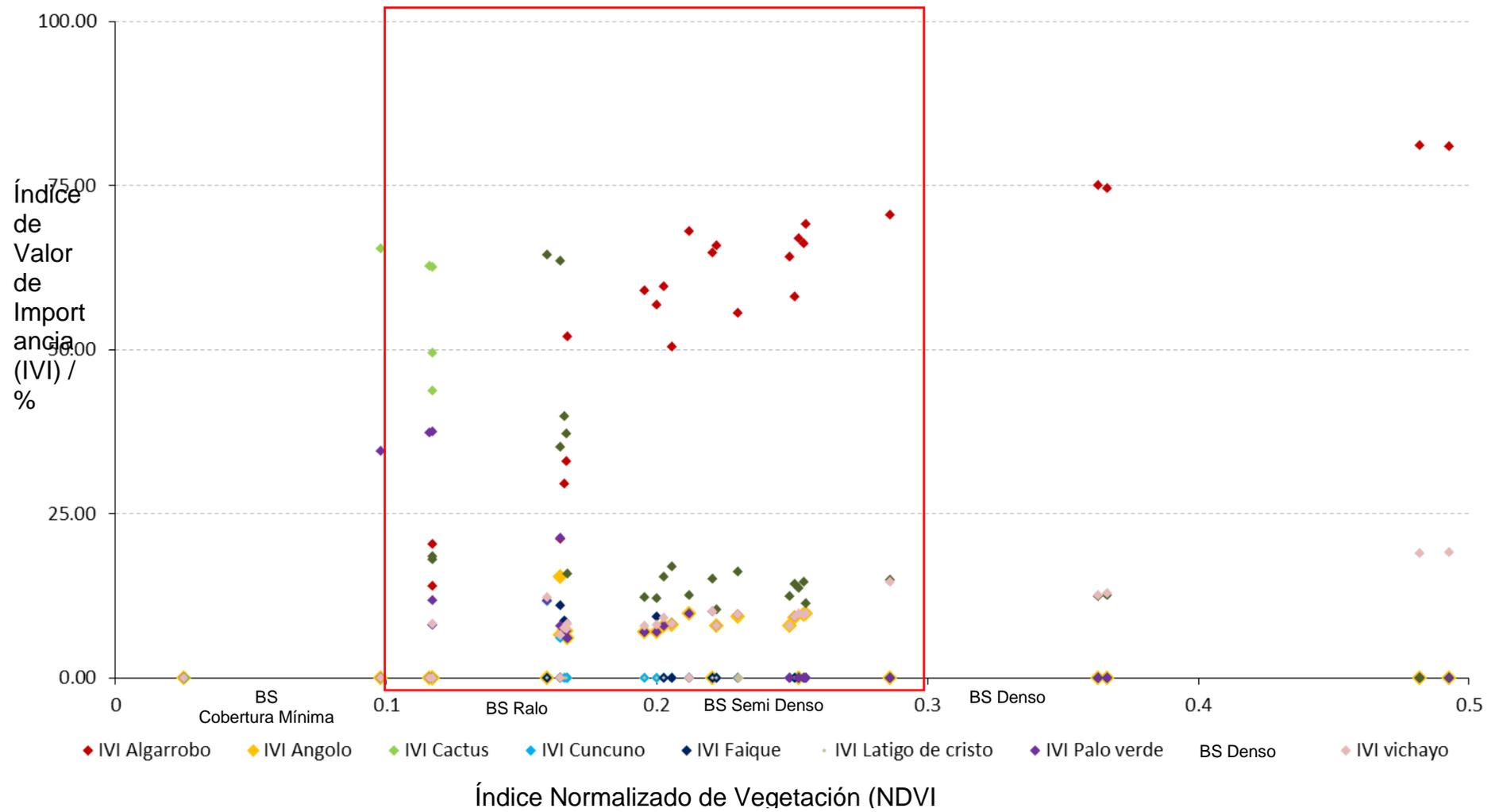


Figura 24. Distribución espacial del IVI en relación a la NDVI de la cobertura vegetal.

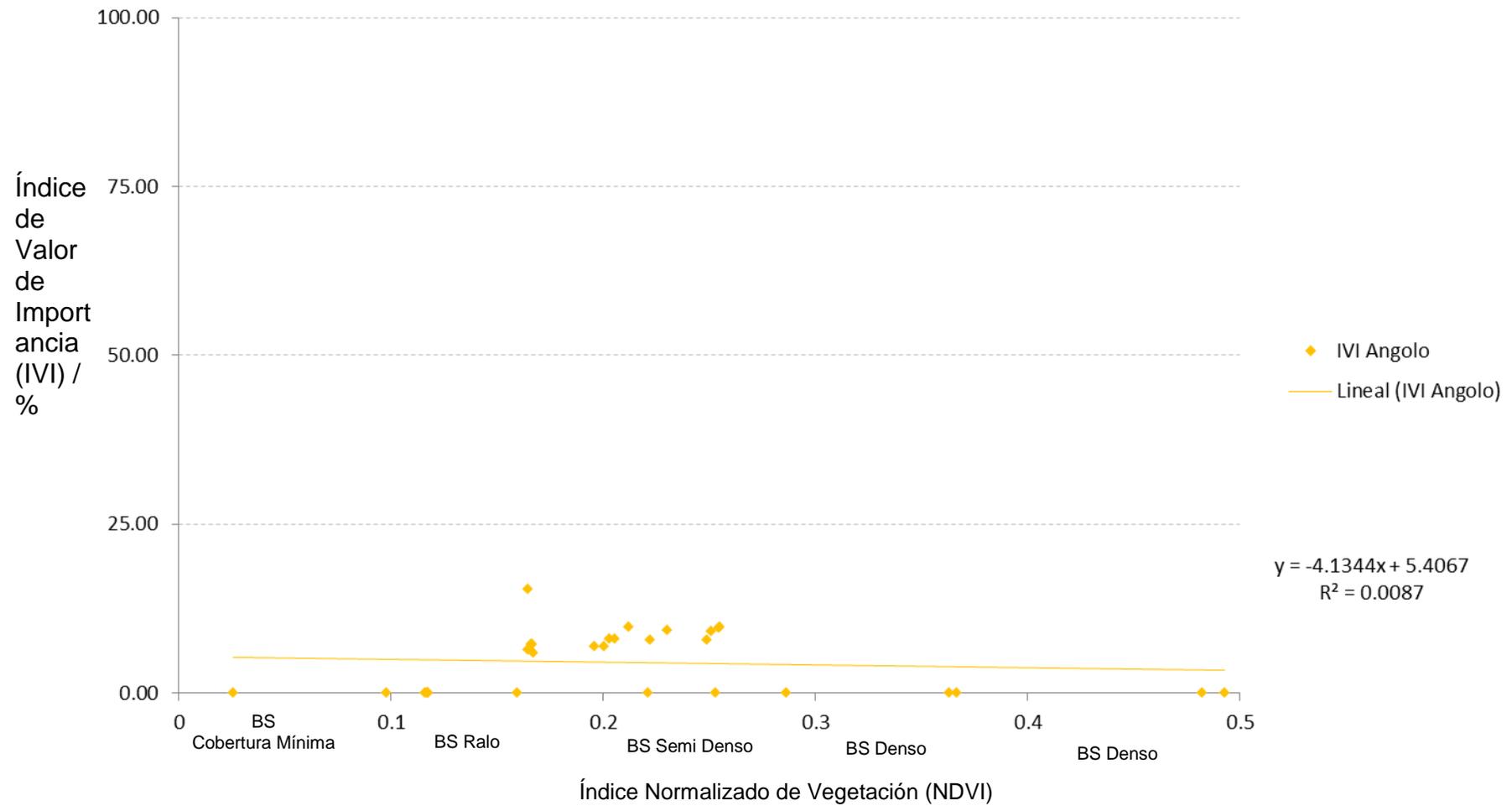


Figura 26. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Angolo

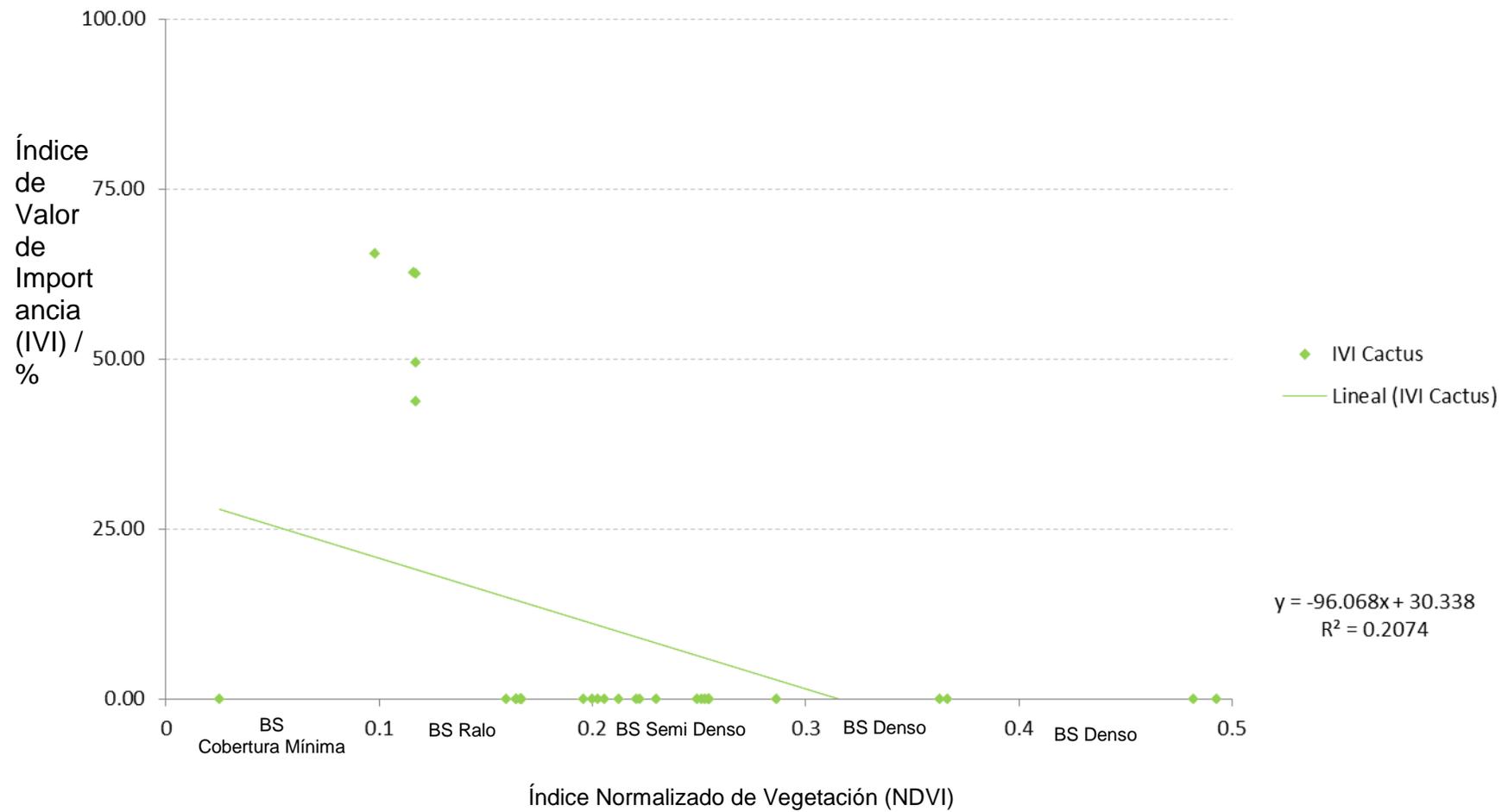


Figura 27. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Cactus

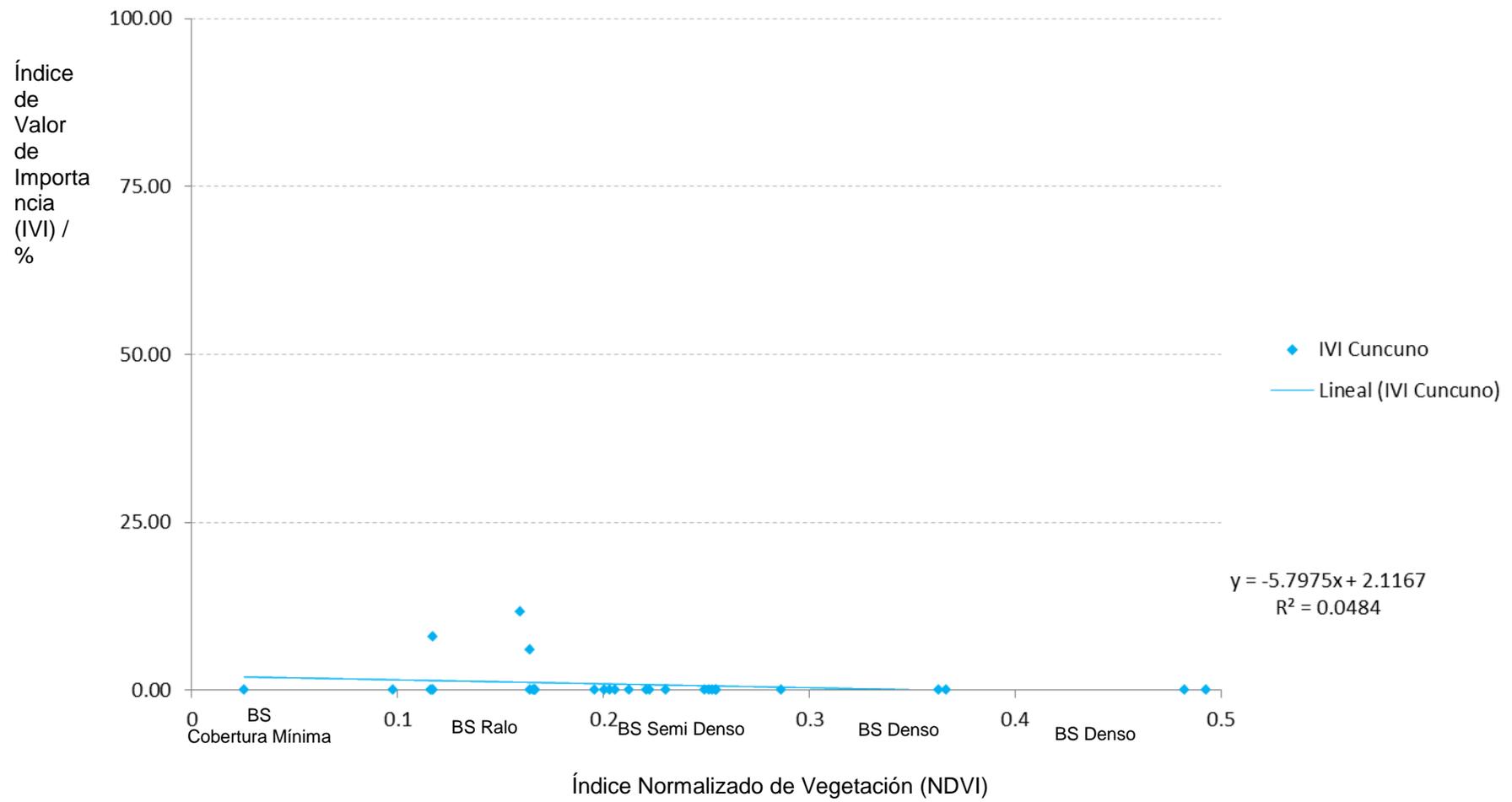


Figura 28. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Cuncuno

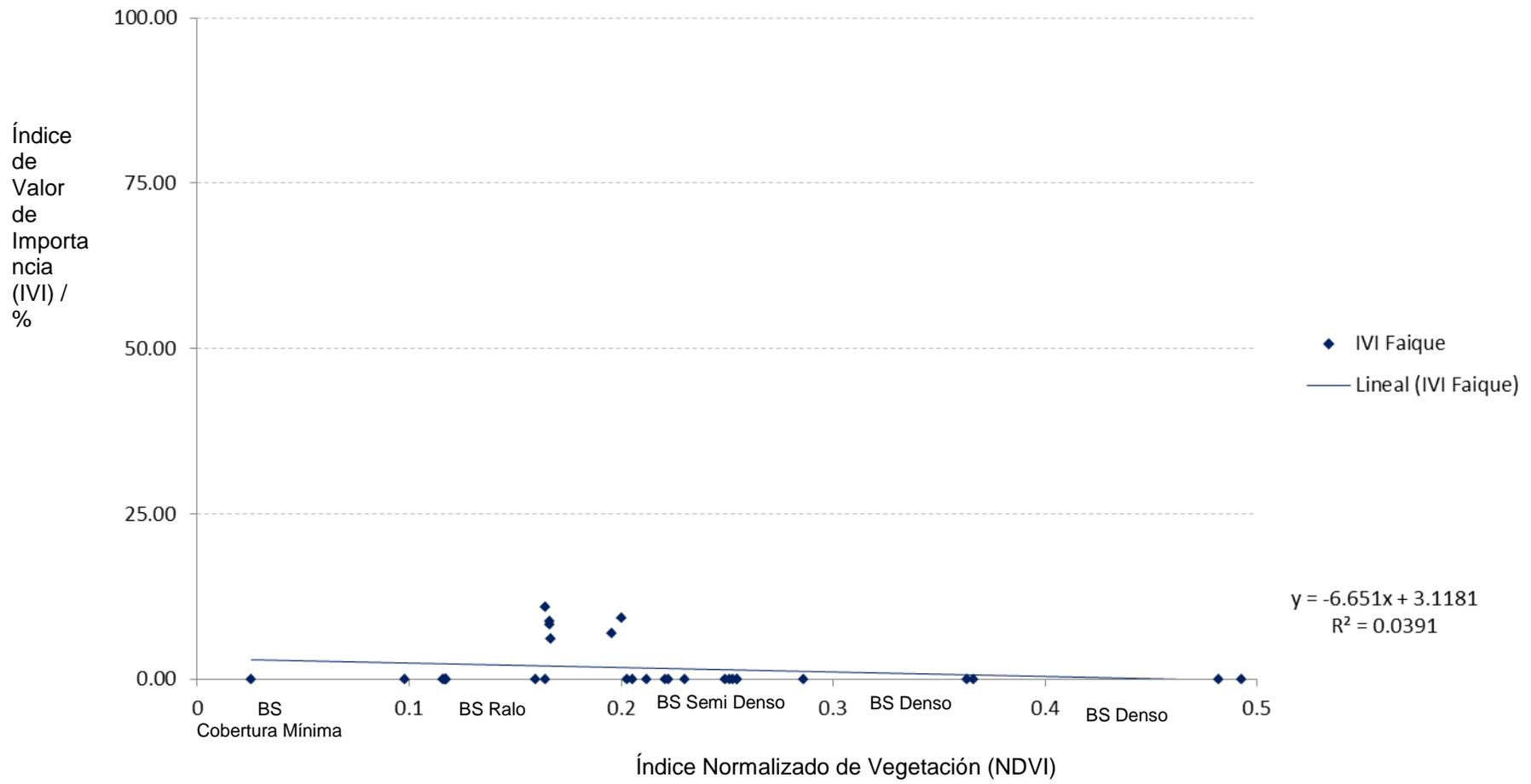


Figura 29. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Faique

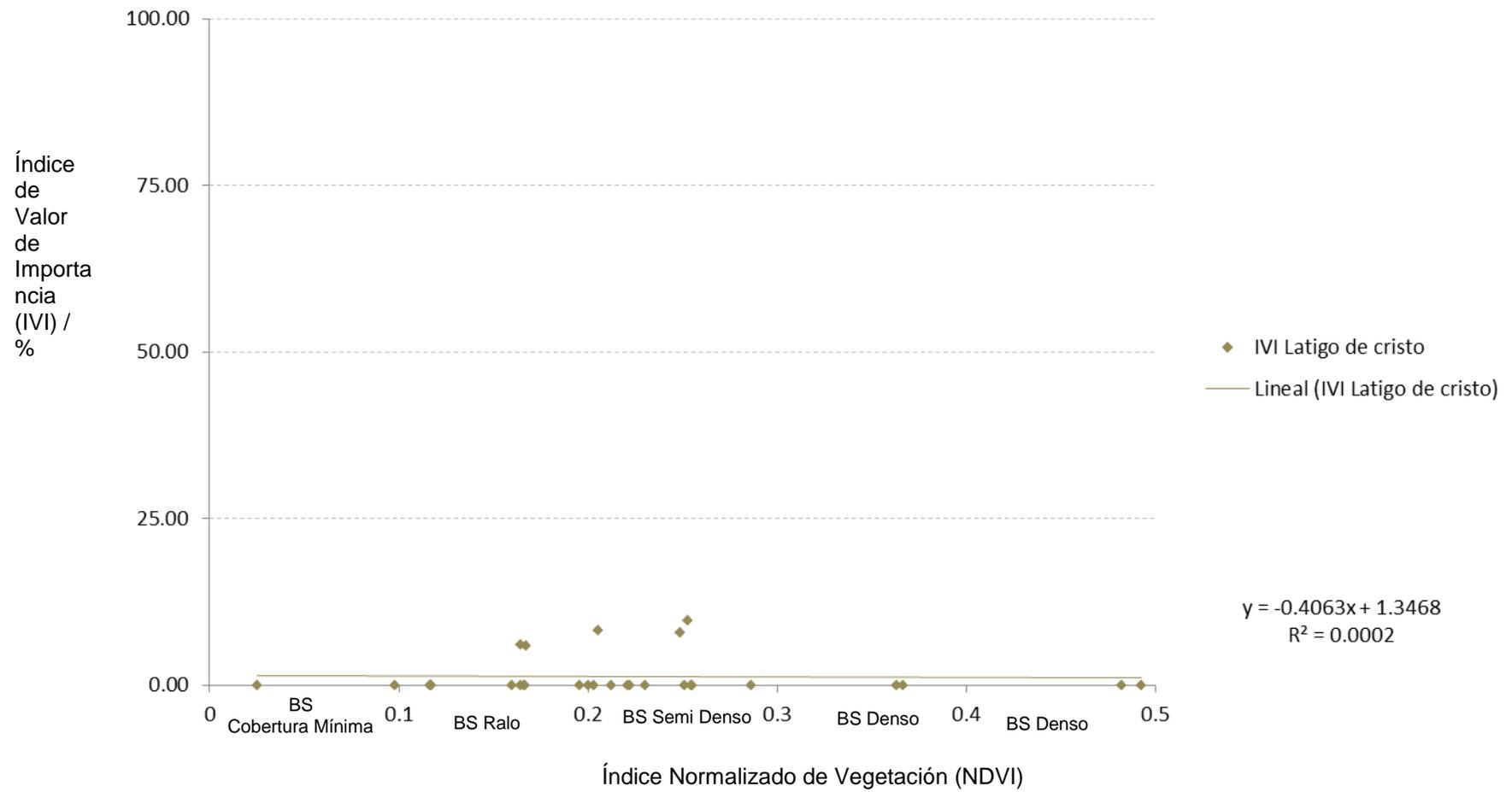


Figura 30. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Látigo de Cristo

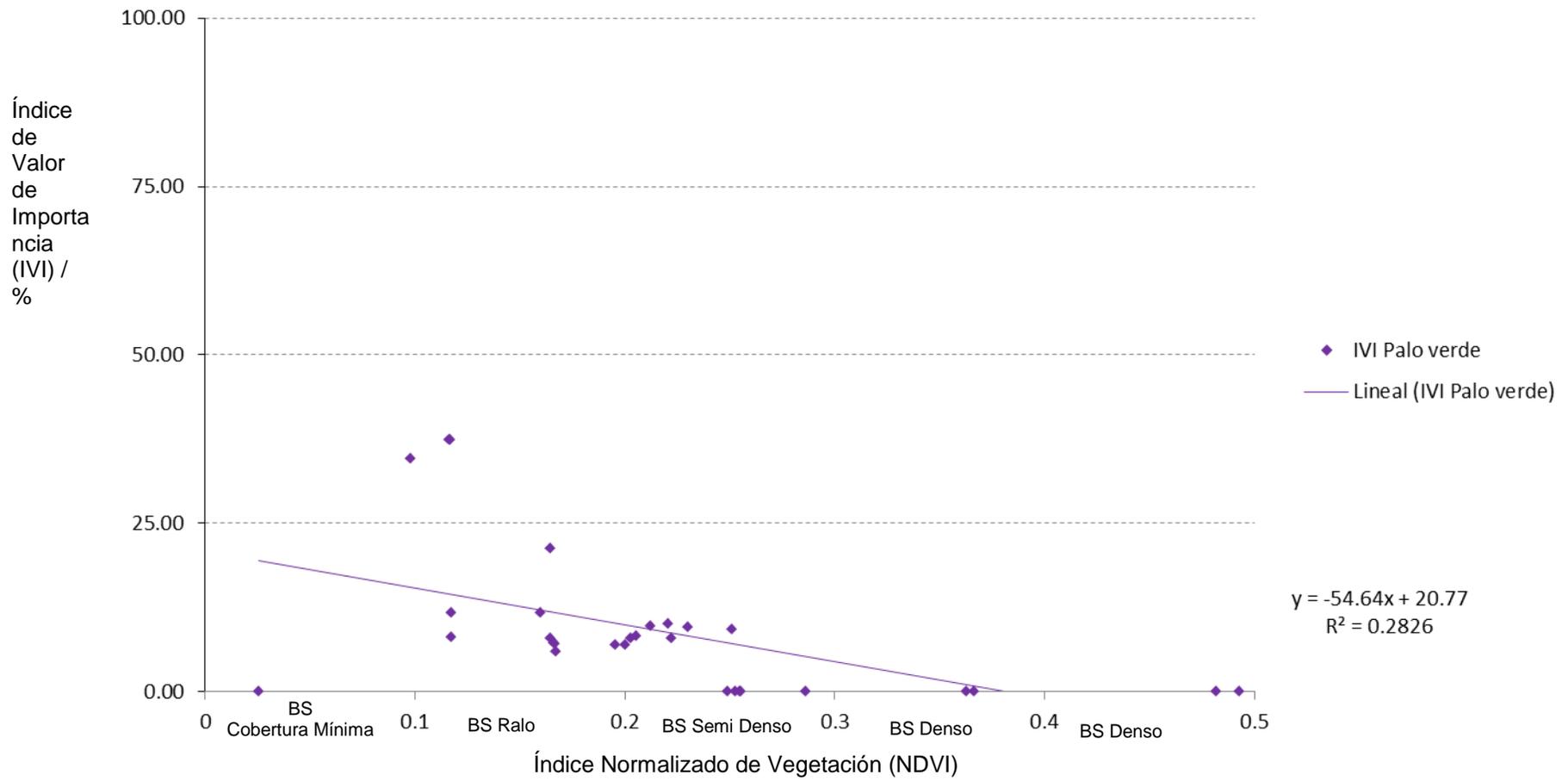


Figura 31. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Palo Verde

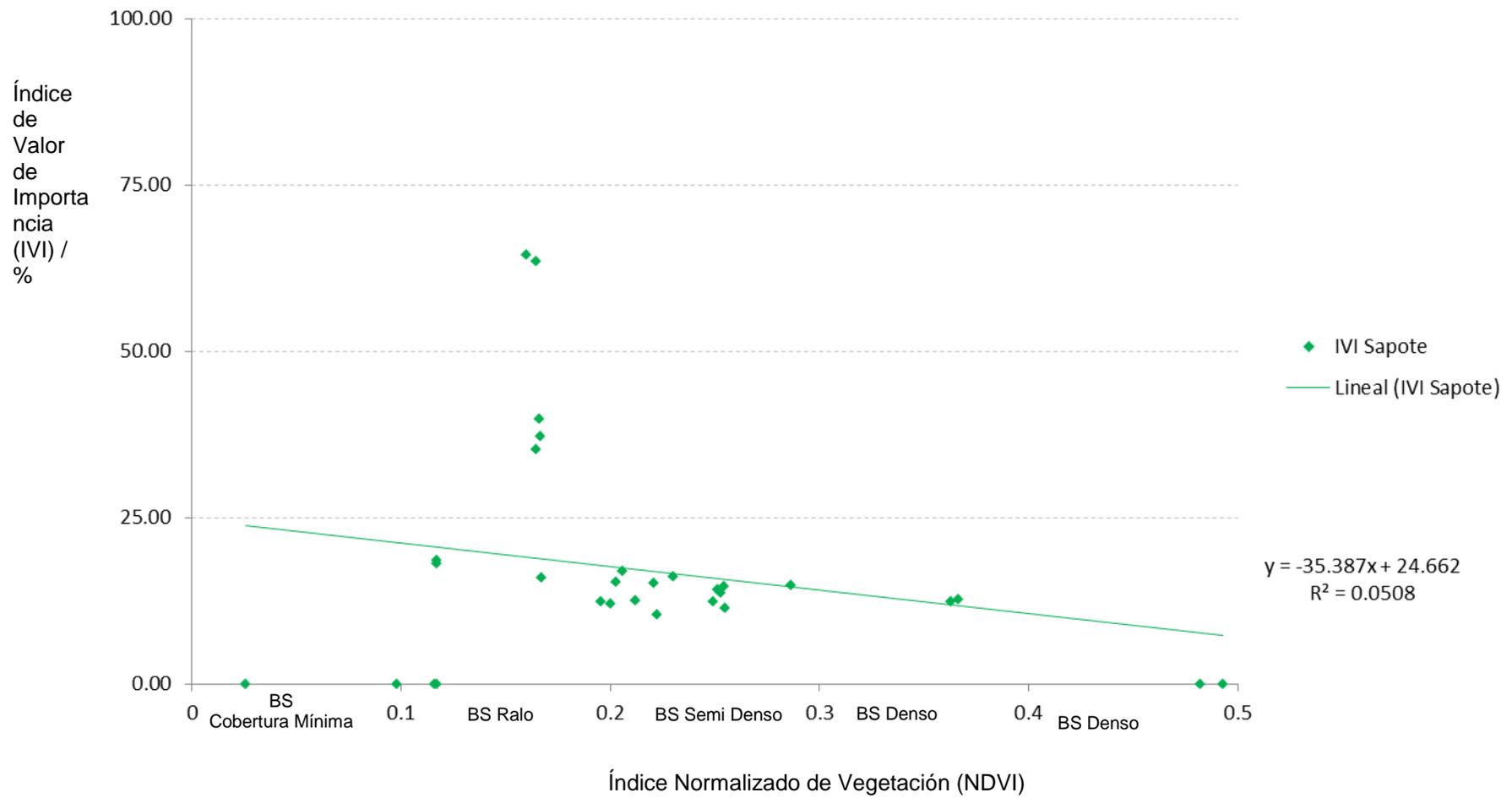


Figura 32. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Sapote

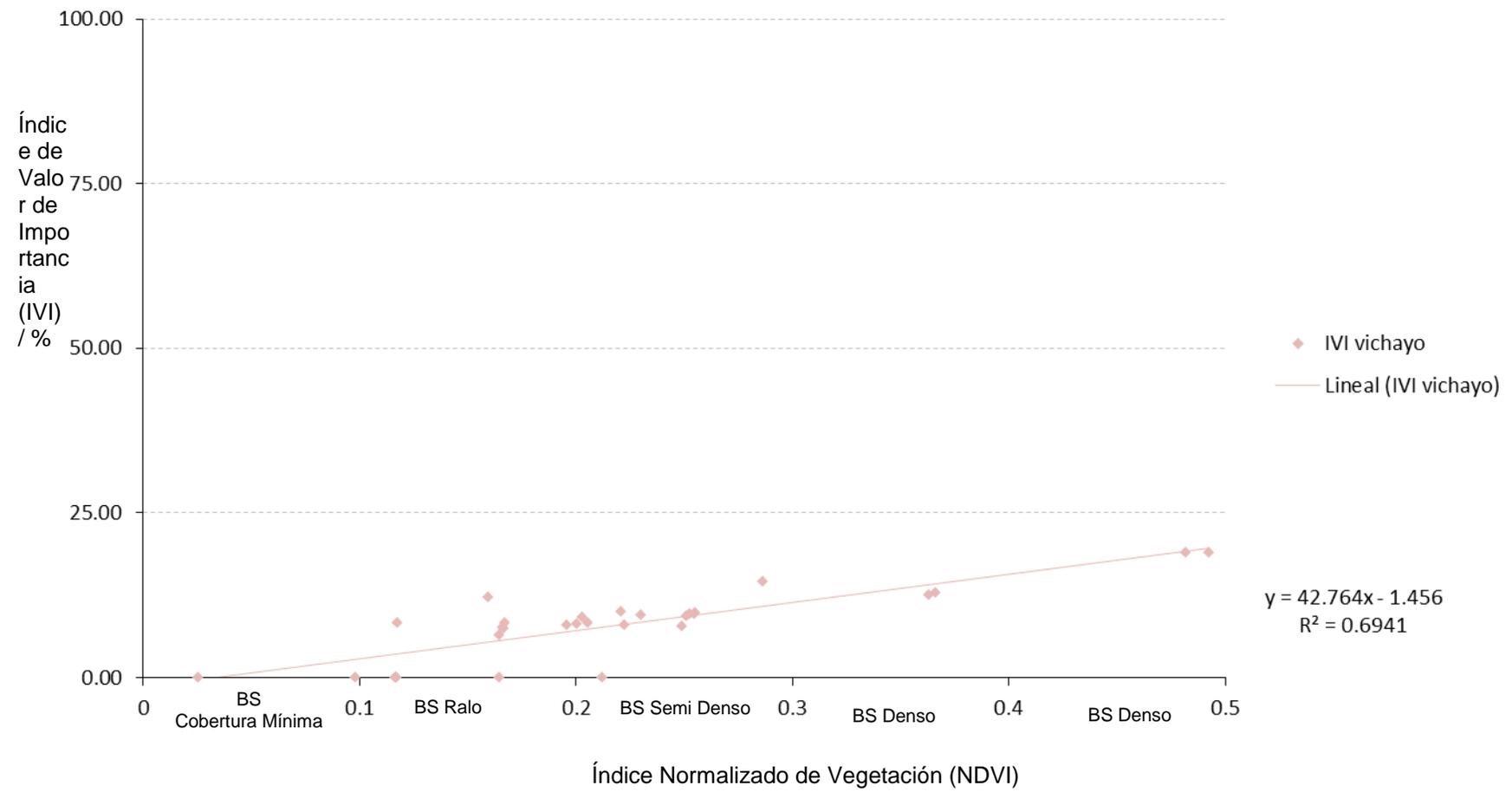


Figura 33. Regresión lineal simple entre IVI y NDVI del Vichayo

4.4. Caracterización de la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de abril del 2015

En el Plan Maestro se describen parámetros de la cobertura vegetal de manera separada a nivel de densidad y formaciones vegetales; en ellas se cuantifican el número de plantas por Hectárea y DAP, creando confusión al momento de comprar con los resultados de la investigación.

Solamente se pudo comparar el número de plantas por Hectárea a nivel de densidad, encontrando variación; así, del mes de Abril del 2008 al mes de Abril del 2015 aumento en el Bosque Denso el número de plantas por hectárea de 263 a 294, en el Bosque Semi Denso de 217 a 307 y en el Bosque Ralo de 105 a 211, el Bosque de Cobertura Mínima registró un promedio de 44 plantas por Hectárea; los parámetros y su comparación se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Comparación de Parámetros de la Cobertura Vegetal en relación a los resultados de la Investigación (Abril del 2015).

Tipo de Bosque (Densidad)	Plan Maestro			Investigación, Abril del 2015		
	Nº Plantas promedio (Ha)	Altura de Planta promedio (m)	DAP (cm)	Nº Plantas promedio (Ha)	Altura de Planta promedio (m)	DAP promedio (cm)
Sin Cobertura. Cobertura Mínima				44	2	18
Ralo	105		15	211	4.32	25.38
Semi Denso	217		84% tiene menos de 45 cm de diámetro	307	8.16	35.05
Denso	263		85% tiene menos de 45 cm de diámetro	294	12.82	52.43

Con los resultados de la evaluación del mes de Abril del 2015 caractericé la cobertura vegetal; además, elaboraré diferentes mapas temáticos.

En Abril del 2015, la mayor extensión del área del SHBP es de Cobertura de tipo Bosque Semi Denso con 2,519.82 Hectáreas (42% del total), tiene una estructura de tipo baja con un promedio de altura de planta de 8.16 m y un DAP en promedio de 35.05 cm; le continua el Bosque de tipo Ralo con 2,127.78 Hectáreas (36.14% del total), tiene estructura baja al tener un promedio de altura de planta de 4.32 m y un DAP en promedio de 25.38 cm; el Bosque Denso se encuentra en tercer lugar con una extensión de 1,127.61 Hectáreas (19.15% del total) tiene estructura media con un altura promedio de plantas de 12.82 m y un DAP en promedio de 52.43 cm; el Bosque de Cobertura Mínima se extiende sobre 91.89 Hectáreas (1.56% del total) la estructura es baja con un promedio de altura de planta de 2 m y un DAP de 18 cm en promedio; finalmente, el Bosque Sin cobertura que generalmente es el cauce del rio la leche se extiende sobre 20.07 Hectáreas (0.34% del total)

En la tabla 20 se presenta la caracterización en relación a la densidad, con los valores de RGB utilizados en el mapa de la figura 34

Tabla 20. Características de Densidad de la cobertura vegetal del SHBP.

Tipo de Cobertura	Hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)	Valor RGB
Bosque Seco Cobertura Mínima	91.89	1.56	230/152/0
Bosque Seco Ralo	2,127.78	36.14	115/115/0
Bosque Seco Semi Denso	2,519.82	42.80	27/168/124
Bosque Seco Denso	1,127.61	19.15	76/0/115
Rio la Leche	20.07	0.34	0/77/168
Total	5,887.17	100.00	

Las 03 especies más importantes en la cobertura vegetal son el Algarrobo, Sapote y los Cactus; el Algarrobo se extiende sobre 4,538.43 Hectáreas (77.09% del total), el Sapote sobre 1,003.05 Hectáreas (17.04% del total) y las Cactáceas sobre 325.62 Hectáreas (5.53% del total)

En la tabla 21 se presenta los valores que caracterizan la distribución de las especies, con los respectivos valores de RGB utilizados en el mapa de la figura 35

Tabla 21. Características por especies en el SHBP.

Especie	Hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)	Valor RGB
Algarrobal	4,538.43	77.09	76/115/0
Sapotal	1,003.05	17.04	168/168/0
Cactal	325.62	5.53	230/152/0
Rio la Leche	20.07	0.34	0/77/168
Total	5887.17	100	

Estructuralmente, la cobertura el SHBP es de tipo baja al extenderse sobre 3,101.94 Hectáreas plantas con menos de 10 m de altura (52.69% del total); el porte medio con alturas de planta entre 10 y 20 metros se extiende sobre 2,785.23 Hectáreas (47.31% del total).

En la tabla 22 se presenta los valores que caracterizan la estructura de la cobertura vegetal, con los respectivos valores de RGB utilizados en el mapa de la figura 36

Tabla 22. Características por estructura en el SHBP.

Especie	Hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)	Valor RGB
Bajo	3,101.94	52.69	230/152/0
Medio	2,785.23	47.31	76/115/0
Total	5887.17	100	

Relacionado los valores de las especie y densidad, se tiene que el porcentaje de Algarrobal Semi Denso es el más extenso al estar distribuido en el 42.80% de la extensión del SHBP, le continua el Algarrobal Denso con 19.15%, el Sapotal Ralo con 17.04%, el Algarrobal Ralo con 15.13%, el Sapotal Ralo con 15.13% y el Cactal de Cobertura Mínima con 1.56%

En la tabla 23 se presenta los valores de las relaciones de densidad y especie de la cobertura vegetal, con los respectivos valores de RGB utilizados en mapa de la figura 37

Tabla 23. Características entre especie y densidad en el SHBP

Espece predominante	Densidad	Hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)	Valor RGB
Algarrobal	Denso	1127.61	19.15	76/0/115
	Semi Denso	2519.82	42.80	0/38/115
	Ralo	891	15.13	0/115/76
Sapotal	Ralo	1003.05	17.04	115/115/0
	Ralo	233.73	3.97	230/152/0
Cactáceas	Cobertura Mínima	91.89	1.56	168/112/0
	Rio la Leche	20.07	0.34	0/77/168
Total		5887.17	100	

Relacionando los valores de la densidad y estructura se tiene que el porcentaje de Bosque Seco Ralo de porte bajo es el más extenso al estar presente en el 36.14% de la extensión del SHBP, le continua el Bosque Semi Denso de porte medio con el 28.16%, el Bosque Denso de porte medio con 19.15%, el Bosque Semi Denso Bajo con 14.65% y el Bosque de Cobertura mínima de porte bajo con 1.56%

En la tabla 24 se presenta los valores de las relaciones de densidad y estructura de la cobertura vegetal, con los respectivos valores de RGB utilizados en el mapa de la figura 38

Tabla 24. Características por densidad y estructura en el SHBP

Densidad	Hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)	Hectáreas (Ha)	Valor RGB
Denso	Medio	1127.61	19.15	76/0/115

Semi Denso	Medio	1657.62	28.16	0/38/115
	Bajo	862.20	14.65	0/115/76
Ralo	Bajo	2127.78	36.14	115/115/0
Cobertura Mínima	Bajo	91.89	1.56	230/152/0
Rio la Leche		20.07	0.34	0/77/168
Total		5887.17	100	

Relacionando los valores de las especie y estructura del Bosque, se tiene que el porcentaje de Algarrobal de porte medio se extiende en el 47.31% de la extensión del SHBP, el Algarrobal bajo en el 29.78%, el Sapotal de porte bajo en el 17.04% y el Cactal Bajo en el 5.52%.

En la en la tabla 25 se presenta los valores de las relaciones que caracterizan a las especies y su estructura en la cobertura vegetal, con los respectivos valores de RGB utilizados en el mapa de la figura 39

Tabla 25 Características por especie y estructura en el SHBP

Especie	Altura (m)	Hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)	Valor RGB
Algarrobal	Medio	2785.23	47.31	76/0/115
	Bajo	1753.2	29.78	0/115/76
Sapotal	Bajo	1003.05	17.04	115/115/0
Cactáceas	Bajo	325	5.52	230/152/0
Rio la Leche		20.69	0.35	0/77/168
Total		5887.17	100.00	

Relacionando los valores de las especie, densidad y altura, se tiene que el Algarrobal Semi Denso y de porte medio es el más distribuido en la extensión del SHBP al estar presente en el 28.16%, le continua el Algarrobal Denso de porte medio con el 19.15% de extensión, el Sapotal Ralo Bajo con 17.04%, el Algarrobal Ralo de porte Bajo con 15.13%, el Algarrobal Semi Denso Bajo con

14.65% y finalmente los Cactales Ralo de porte bajo con 3.97% y el de Cobertura Mínima de porte bajo con 1.56%

En la tabla 26 se presenta los valores de estas relaciones que caracterizan a la especie, densidad y estructura de la cobertura vegetal, también se presentan los valores de RGB utilizados en el mapa de la figura 40

Tabla 26. Características por especie, densidad y estructura en el SHBP

Espece predominante	Hectáreas / Porcentaje del SHBP	Densidad	Hectáreas / Porcentaje del SHBP	Altura	Hectáreas / Porcentaje del SHBP	Valor RGB
Algarrobal	4,538.43 (77.09 %)	Denso	1,127.61 (19.15%)	Media	1127.61 (19.15%)	76/0/115
		Semi Denso	2,519.82 (42.80%)	Media	1657.62 (28.16%)	0/38/115
				Bajo	862.2 (14.65%)	0/115/76
				Bajo	891 (15.13%)	115/115/0
Sapotal	1,003.05 (17.04%)	Ralo	1,003.05 (17.04%)	Bajo	1003.05 (17.04%)	168/112/0
Cactáceas	325.62 (5.53%)	Ralo	233.73 (3.97%)	Bajo	233.73 (3.97%)	240/180/17
		Cobertura Mínima	91.89 (1.56%)	Bajo	91.89 (1.56%)	194/82/60
Rio la Leche	20.07 (0.34%)		20.07 (0.34%)		20.07 (0.34%)	0/77/168

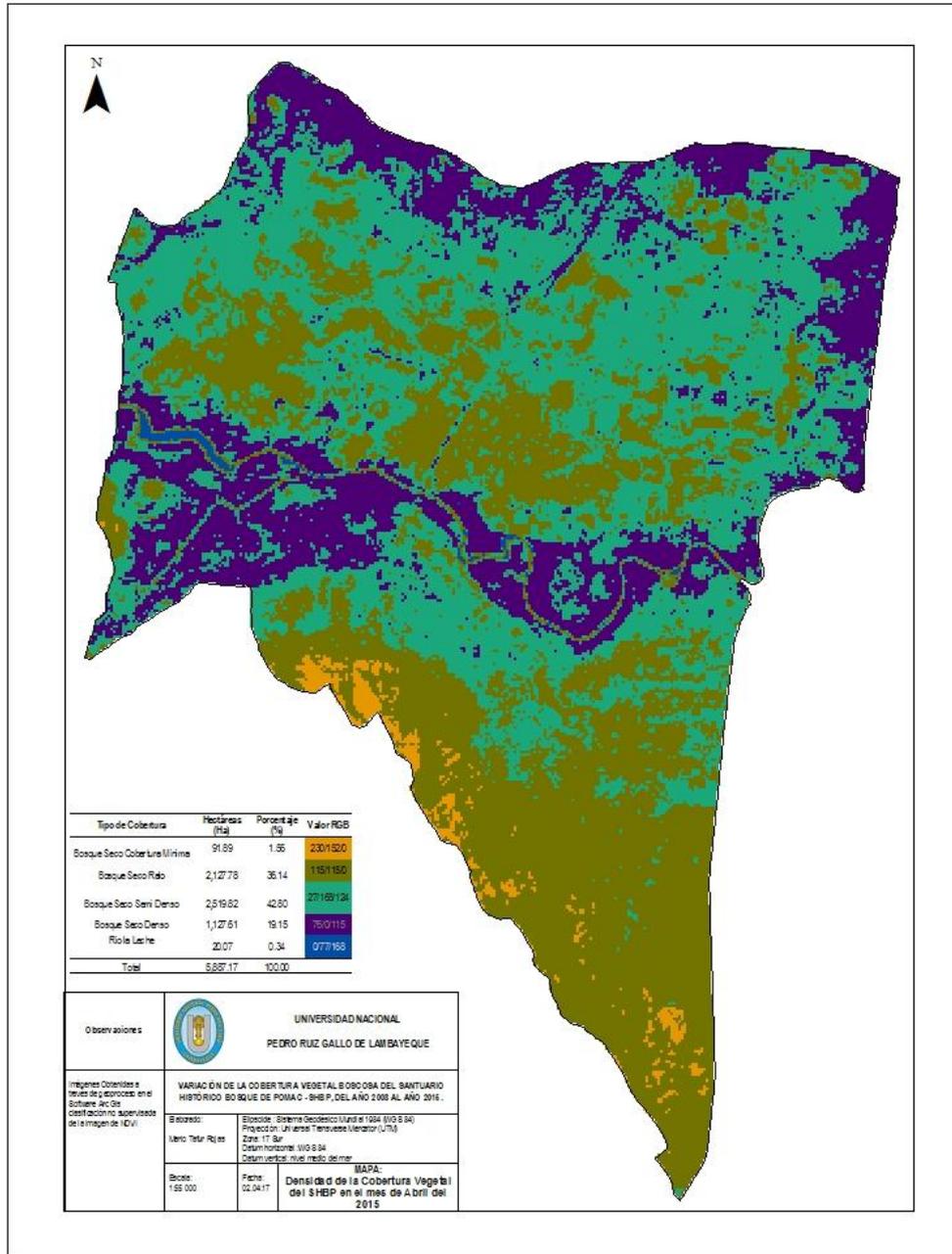


Figura 34. Mapa de distribución de Densidad de la cobertura vegetal en el SHBP, en el mes de Abril del 2015

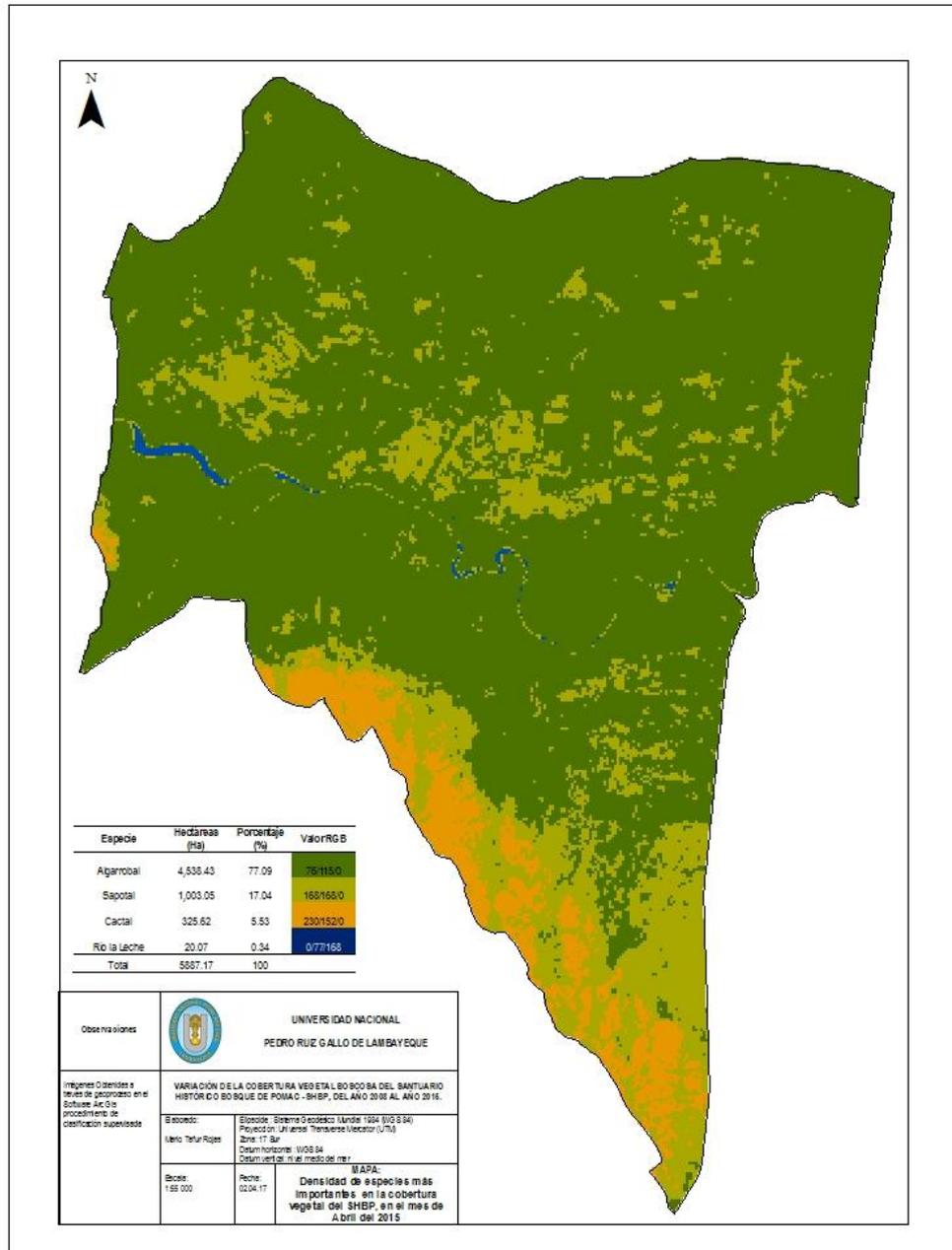


Figura 35. Mapa de distribución de Especie en el SHBP, en el mes de Abril del 2015

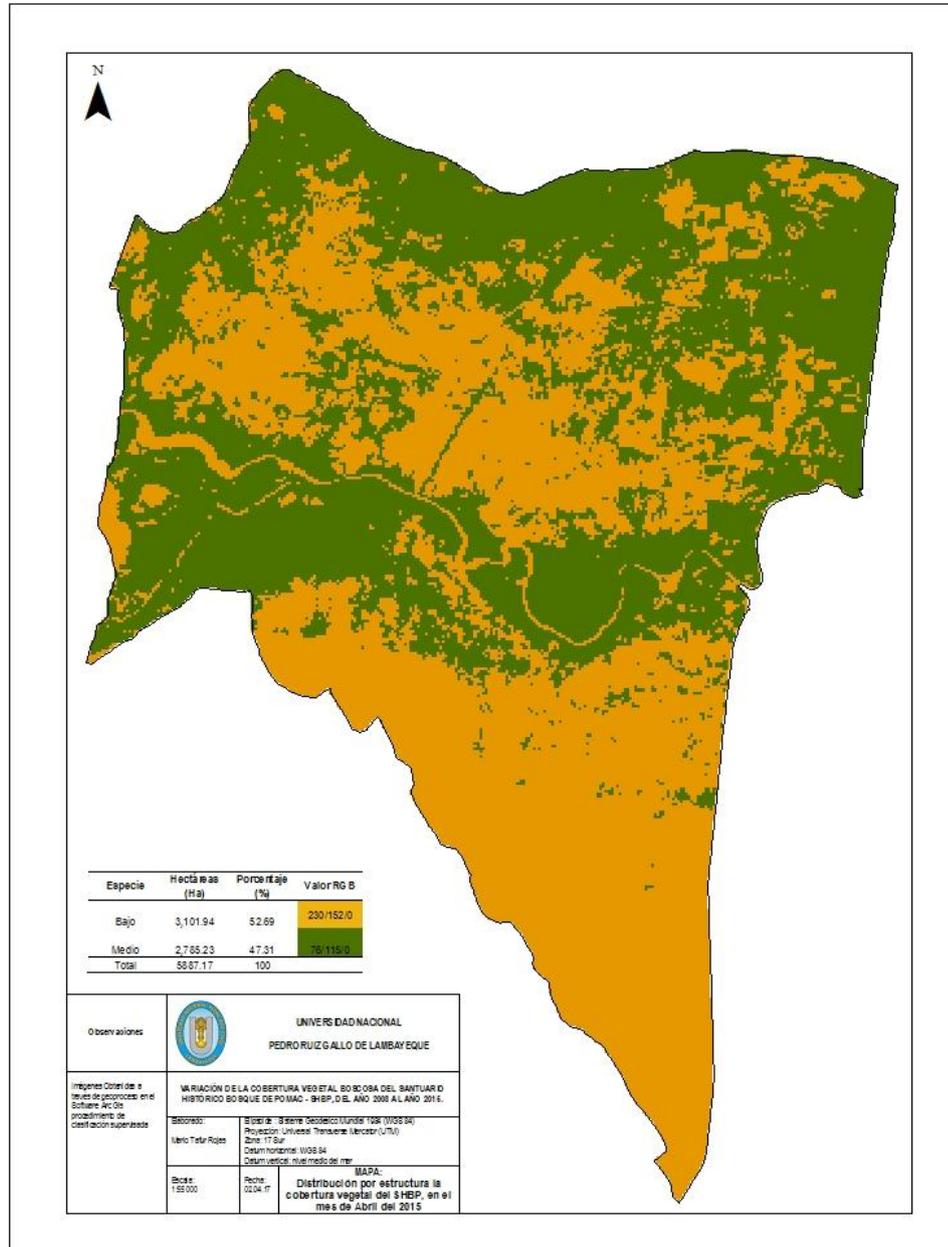


Figura 36. Mapa de distribución por estructura la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015

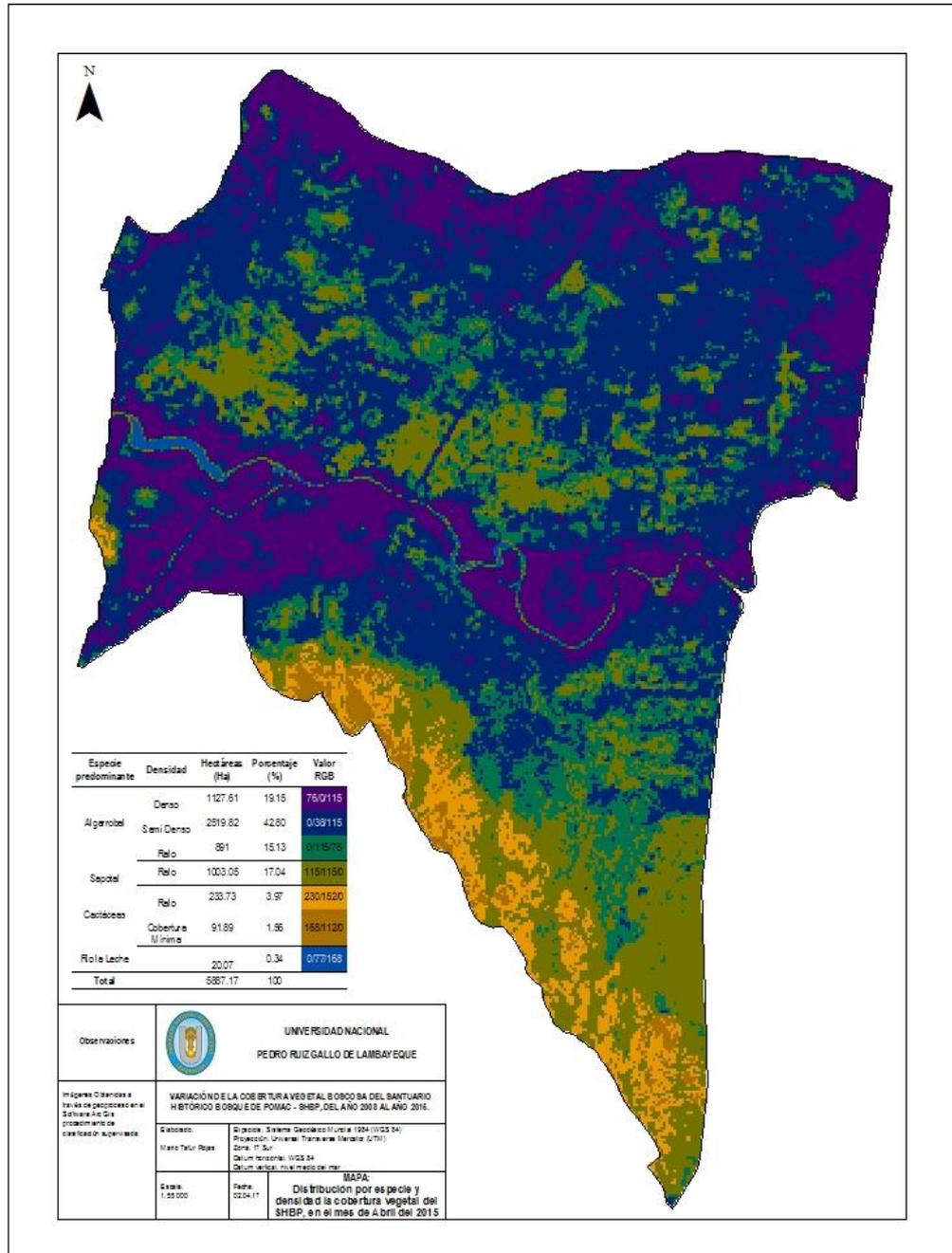


Figura 37. Mapa de distribución por especie y densidad la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015

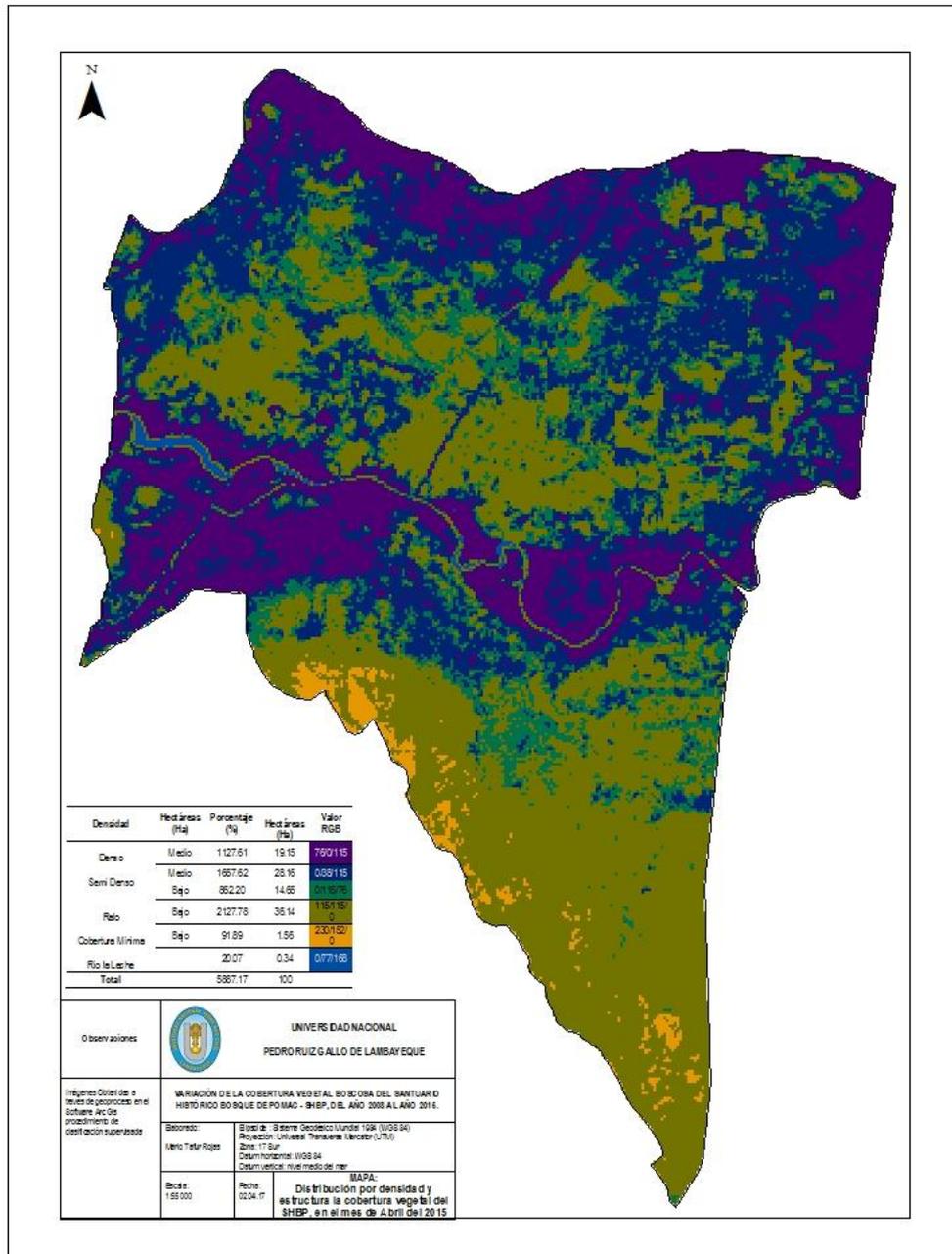


Figura 38. Mapa de distribución por densidad y estructura la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015

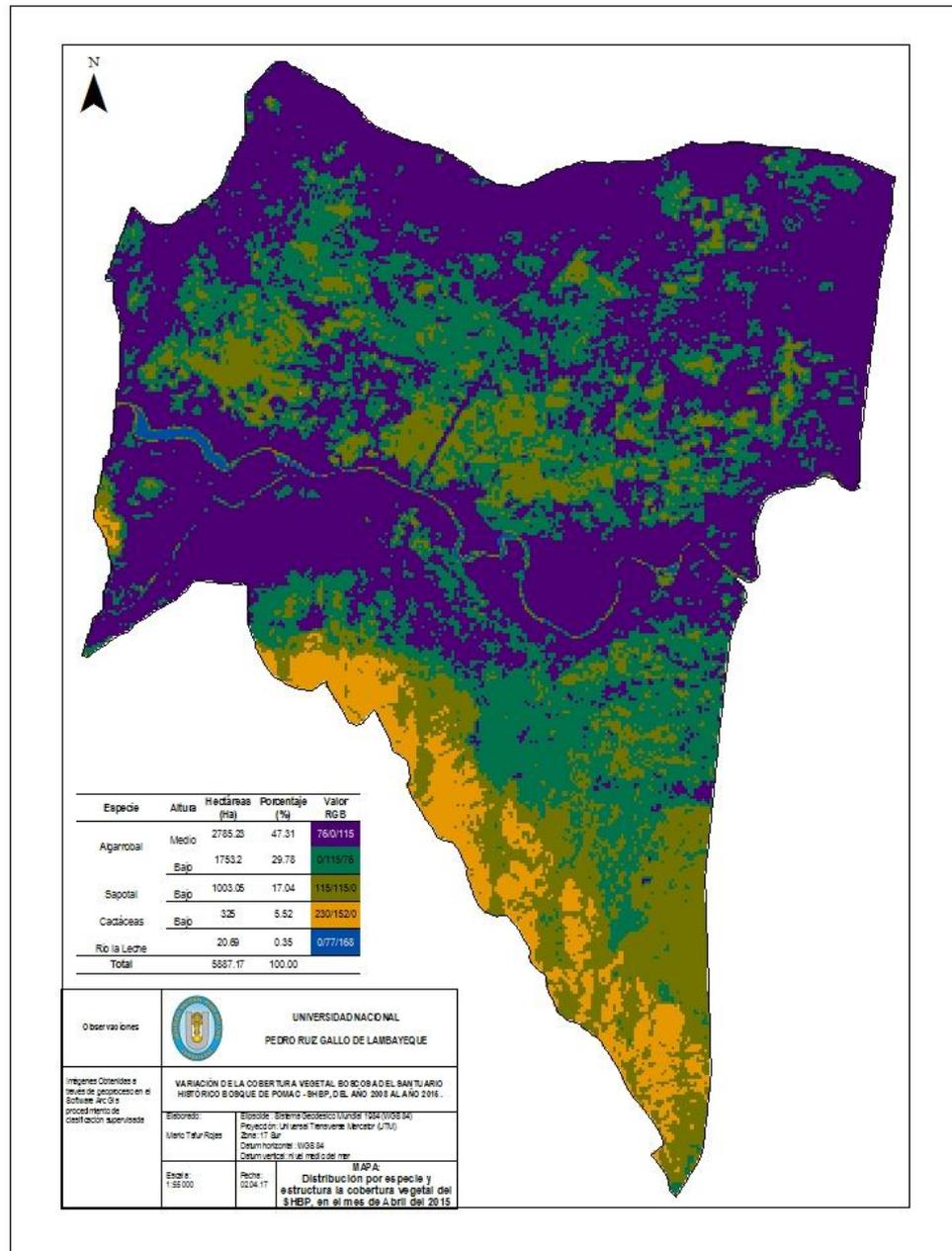


Figura 39. Mapa de distribución por especie y estructura la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015

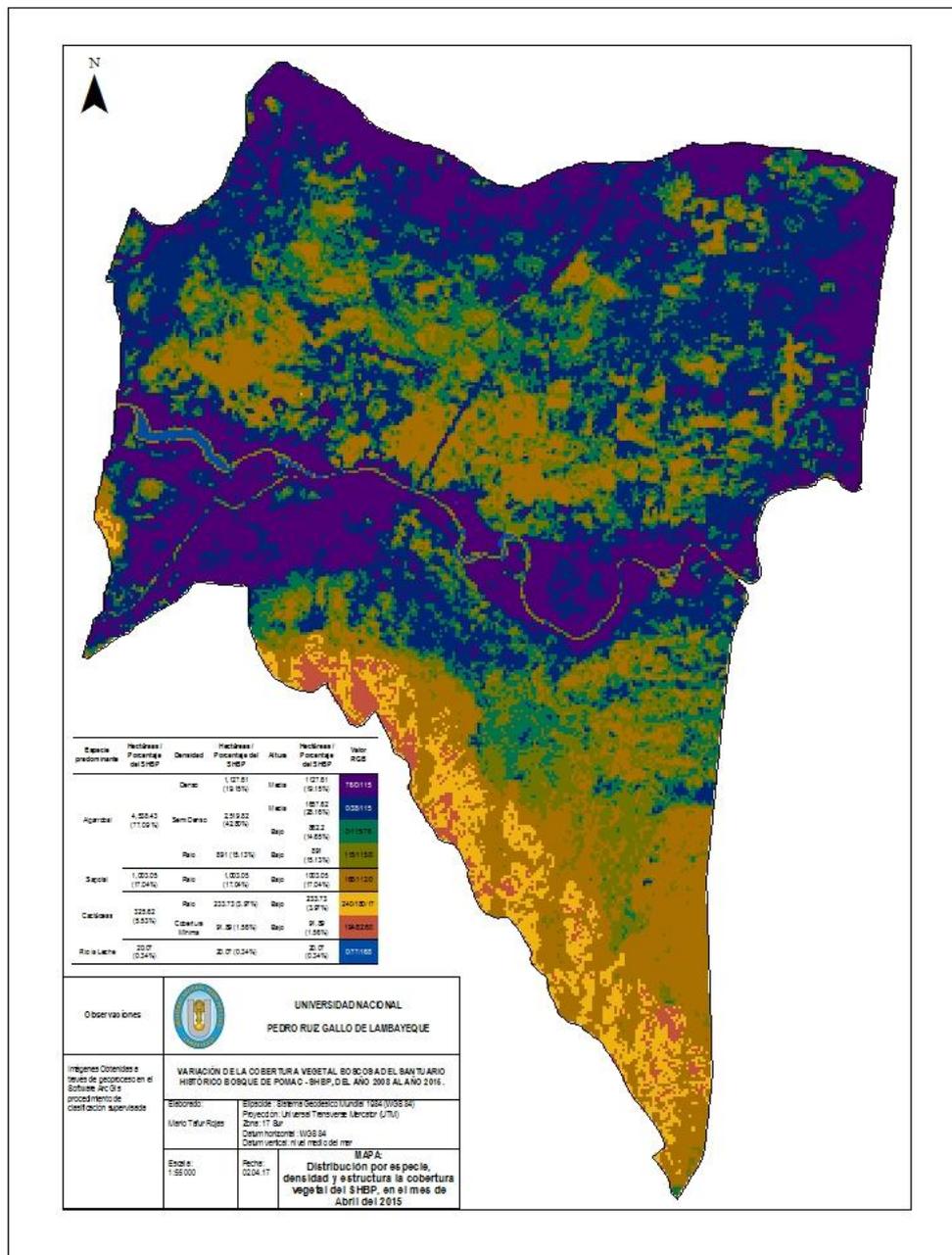


Figura 40. Mapa de distribución por especie, densidad y estructura la cobertura vegetal del SHBP, en el mes de Abril del 2015

V. DISCUSIÓN

Según las consideraciones descritas en la Guía de evaluación de flora y fauna silvestre del Ministerio del Ambiente, la investigación se realizó a nivel de reconocimiento al usar el polígono del SHBP en cartografía de 1:100,000; se utilizaron 30 muestras como parcelas de evaluación estando acorde a la recomendación el cual plantea que sea mayor de 25.

Debido a que el SHBP se encuentra categorizado oficialmente en toda su extensión como Bosque Seco Ecuatorial, la denominación de Bosque Claro no se utilizó en la investigación para referirse a los espacios sin cobertura como recomienda la FAO.

La evaluación de la variación de la cobertura vegetal se realizó a través de la metodología de la teledetección pasiva, al ser la banda espectral del Infrarrojo térmico (NIR) y el Rojo (R) transmitida y absorbida la que se analiza para determinar el Índice Normalizado diferencial de la vegetación - NDVI, como lo recomienda Rouse, Haas, Schell y Deering.

Considerando la investigación que realizó Meses Tovar sobre México, se estratificó la cobertura vegetal del SHBP en 05 rangos del índice normalizado diferencial de la vegetación – NDVI; obtenido de esta manera los 05 tipos de cobertura que permitió comparar el comportamiento del mes de Abril del año 2008 al mes de Abril de 2015: (1) Bosques de Cobertura Mínima, (2) Bosque Ralo, (3) Bosques Semi Denso, (4) Bosque Denso y (5) Bosque Sin cobertura.

Zorogastúa, Quiroz y Garatuza, en el año 2011 analizaron el comportamiento de las condiciones climáticas y su relación con la cobertura vegetal en los Bosques Secos de la Región Piura; caracterizaron por densidad a los Bosques como: (1) Bosque Ralo a muy Ralo, (2) Bosque Ralo, (3) Bosque Seco Semidenso, (4) Bosque Denso,

(5) Matorrales y (6) áreas Sin vegetación; la caracterización es similar a la utilizada en la investigación donde se han utilizado las denominaciones de: (1) Bosques de Cobertura Mínima, que vendría a ser el Bosque Ralo muy Ralo, (2) Bosque Ralo, (3) Bosques Semi Denso, (4) Bosque Denso y (5) Bosque Sin cobertura que vendría a ser las áreas sin vegetación; los matorrales que generalmente son herbáceas y temporales no fueron objetivos de la investigación.

Sancha Emilio sostiene que el comportamiento del NDVI depende los factores que conforman el balance hídrico como la evapotranspiración, para la fotosíntesis; este planteamiento respalda el valor más alto de NDVI del año 2008 debido a que existió mayor humedad y temperatura en el ambiente por el paso de un evento fuerte de “El niño” (Humedad relativa 80 % en el 2008 en comparación de 75% en el 2015, 24.3 °C en el 2008 en comparación con 19.8 °C en el 2015).

Después del evento fuerte del el niño en el 2008 la humedad en el suelo del SHBP se ha mantenido por infiltraciones en la parte media por el paso del rio la leche de Este a Oeste, el cual lleva agua con un caudal mínimo promedio de 60 m³/seg solo en los meses de Noviembre a Abril y cuando llueve en las partes altas de la cuenca; otra infiltración son los rezagos de humedad del canal denominado “estiaje”, el cual atraviesa de Oeste a Norte y lleva agua temporalmente cuando se autoriza los riegos

En Abril del 2015, la actividad fotosintética, la conservación de la cobertura vegetal y su regeneración se encuentra amenazada al tener agotamiento las plantas por la respiración, al tener menor humedad relativa en el ambiente, una sequía prolongada, una precipitación anual baja e incremento de la evapotranspiración por aumento de la temperatura.

El tipo de fotosíntesis que realizan las plantas determina el comportamiento del NDVI; así, las asociaciones vegetales de Bosques de Cobertura Mínima (NDVI entre 0 y 0.1) donde los cactus son los más importantes se realiza generalmente actividad fotosintética CAM y en menor proporción C3 y C4, en este tipo de cobertura la absorbancia de las bandas electromagnéticas roja, verde, azul e Infrarrojo tienen un comportamiento medio.

En el Bosque Ralo (NDVI entre 0.1 y 0.2), crecen asociaciones vegetales distantes de árboles y arbustos de Algarrobo, Sapote, Vichayo, Angolo, Cuncuno, Faique, generalmente se realiza fotosíntesis de tipo C4 y C3; disminuye la absorbancia de la banda azul, el verde aumenta y el rojo y el Infrarrojo aumentan al máximo.

En los Bosques Semi Denso (NDVI entre 0.2 y 0.3) crecen asociaciones vegetales de árboles y arbustos de Algarrobo, Sapote, Vichayo, Angolo, Cuncuno, Faique de manera cerca, se realiza fotosíntesis de tipo C4 y C3 y en absorbancia la banda azul tiene tendencia decreciente, el verde disminuye en su totalidad, el rojo aumenta al máximo y el Infrarrojo disminuye a casi igual que en el tipo de Cobertura Mínima.

En el Bosque Denso (NDVI mayor de 0.3), crecen asociaciones vegetales de árboles y arbustos de Algarrobo, Sapote, Vichayo, Angolo, Cuncuno, Faique de manera muy cerca, se realiza fotosíntesis de tipo C4 y C3, las bandas azul, verde y roja tienen el mismo comportamiento de absorbancia que en el Semi Denso y la absorbancia del Infrarrojo es menor que en otros tipos de cobertura vegetal.

Con la tecnología de la teledetección y en especial con el NDVI se identifica la huella espacial de impactos ambientales en las coberturas vegetales, permitiendo a los directivos a tomar medidas correctivas y

prospectivas; pero es necesario profundizar en el tema sobre todo definiendo el comportamiento del NDVI por especie vegetal presente.

VI. CONCLUSIONES

El Bosque Semi Denso, Ralo y Sin Cobertura aumentaron su extensión de cobertura vegetal del mes de Abril del año 2008 al mes de Abril del Año 2015; el Semi Denso de 1,432.44 Hectáreas a 2,519. 82 Hectáreas, el Ralo de 1,805.49 Hectáreas a 2,127.78 Hectáreas y el sin cobertura de 16.56 Hectáreas a 20.27 Hectáreas; contrariamente el Bosque de Cobertura Mínima y Denso disminuyeron en su extensión, el Bosque de Cobertura Mínima de 1,135.44 Hectáreas a 91.89 Hectáreas y el Bosque Denso de 1,497.24 Hectáreas a 1,127.61 Hectáreas.

La tendencia del Bosque Semi Denso, Ralo y Sin Cobertura es aumentar, mientras que el Bosque de Cobertura Mínima y Denso es a disminuir, como establece su regresión lineal simple.

La especie más importante en la cobertura vegetal del SHBP en orden jerárquico es el Algarrobo (*Prosopis pallida*), al tener en promedio un Índice de valor de importancia de 40.37%, le continua de manera diferenciada el cactus (*Cactus sp*) con 21.32, el palo verde (*Cercidium praecox*) con 13.68%, el Sapote (*Capparis angulata*) con 11.94% de IVI en promedio, el Vichayo (*Capparis ovalifolia*) con 7.47% y el Angolo (*Pithecellobium multiflorum*) con 2.77%; en una importancia baja se encuentra el faique (*Acacia macracantha*) con 1.11% de IVI, látigo de cristo (*Parkinsonia aculeata*) con 0.77% y Cuncuno (*Vallesia glabra*) con 0.59%.

En el Bosque Seco de Cobertura Mínima las especies vegetales de mayor importancia es el cactus al tener una importancia de 65.41%; en el Bosque Seco Ralo, la especie de mayor importancia es el Sapote al tener un 27.70% de IVI; en el Bosque seco Semi Denso, la especie de mayor importancia el Algarrobo al tener 62.76% de IVI y en el Bosque Seco

Denso, la especie de mayor importancia es el Algarrobo con un 77.90 % de IVI.

La relación entre el NDVI y el IVI del Vichayo (*Capparis ovalifolia*) y Algarrobo (*Prosopis pallida*) es positiva y alta, su permanencia ha ido en aumento de Bosque Sin cobertura a Denso por lo que su presencia modifica la densidad de la cobertura vegetal.

La relación entre el NDVI y el IVI del Palo Verde (*Cercidium praecox*), Cactus (*Cactus sp*), Sapote (*Capparis angulata*), Cuncuno (*Vallesia glabra*), Faique (*Acacia macracantha*), es negativa y baja; su permanencia disminuyó del Bosque Sin cobertura al Denso modificando en menor proporción la densidad de la cobertura.

La relación entre el NDVI y el IVI del Angolo (*Pithecellobium multiflorum*) y Látigo de Cristo (*Parkinsonia aculeata*) es negativa y muy baja; su permanencia disminuyó de Bosque Sin cobertura a Denso pero no modifica la densidad de la cobertura.

Para el mes de Abril del 2015; el Algarrobal Semi Denso y de porte medio es el más extenso al estar presente en 28.16% del territorio del SHBP, le continua el Algarrobal Denso de porte medio con el 19.15% de extensión, el Sapotal Ralo Bajo con 17.04%, el Algarrobal Ralo de porte Bajo con 15.13%, el Algarrobal Semi Denso Bajo con 14.65%, los Cactales Ralo de porte bajo con 3.97%, el de Cobertura Mínima de porte bajo con 1.56% y el Bosque Seco Sin Cobertura que es el cauce del rio la leche con el 0.34%.

VII. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de completar la información del comportamiento de la cobertura vegetal del SHBP y entender mejor los valores de NDVI, se deben realizar las siguientes investigaciones.

- Determinar de la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en la troposfera del SHBP
- Determinar la disponibilidad de agua en el aire y en el suelo del SHBP
- Determinar el tipo de fotosíntesis que realizan las plantas del SHBP, en especial de las más importantes como el Algarrobo, Sapote y Cactus y las que tiene tendencia a permanecer en la cobertura
- Determinar las causas de la mortandad de plantas de Algarrobo que afectan al buen estado de la cobertura vegetal

La cobertura vegetal del SHBP se debe caracterizar independientemente y no de forma mezclada como se ha realizado en el Plan Maestro; es decir deben existir clasificaciones por densidad y estructura según la altura de planta y formaciones vegetales.

Utilizar la metodología de la investigación en evaluaciones futuras de cobertura vegetal en el SHBP, las cuales deben ser cada dos años y en dos estaciones diferenciadas (Febrero y Julio), en Febrero época con las avenidas de agua en el río la leche y canal estiaje y con mayor radiación y en Julio época sin avenidas de agua en el río la leche y canal estiaje y con menor radiación solar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ÁLVARO YÉBENES GÓMEZ, ÁLVARO GINER SOTOS. Clasificación digital de imágenes satelitales. Sistemas de Telemedida, s.f.

ARGIS. s.f. <https://desktop.arcgis.com/es/desktop/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/iso-cluster.htm> (último acceso: 02 de Febrero de 2016).

ARIZA, ALEXANDER (2013). Descripción y Corrección de Productos Landsat 8. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOSQUES ANDINOS. S.F. http://www.bosquesandinos.info/ECOBONA/documentos/actualizacion_plan_archidona/unir/Metodologia%20Cobertura%20Vegetal.pdf (último acceso: 07 de Noviembre de 2014).

CABRERA, JORGE A. WATANABE. Manejo del ENVI V4.5. s.f. <http://www.monografias.com/trabajos82/manejo-envi/manejo-envi.shtml> (último acceso: 07 de Marzo de 2016).

CASTILLEJO GONZÁLEZ, SÁNCHEZ DE LA ORDEN, LÓPEZ GRANADOS (2011). Análisis de técnicas de clasificación de imágenes satélite basadas en píxeles y objetos para la planificación y gestión de recursos naturales. Córdoba Argentina: Universidad de Córdoba, 103pp

CAMPO, GARCÍA GONZALES R, MARINAS A, GARTZIA M (2015). Relaciones entre el índice espectral de vegetación NDVI y la cobertura vegetal en pastos de puerto del Pirineo Occidental. Editado por XLV Reunión Científica de la SEEP. ,2015. <https://www.researchgate.net> (último acceso: 12 de Noviembre de 2015).

CHUVIECO, EMILIO (1998) Fundamentos de Teledetección Especial. Segunda. Madrid: RIALP S.A.

CLASLITE, EQUIPO. claslite software. s.f. <http://claslite.carnegiescience.edu/en/about/software.html> (último acceso: 07 de Marzo de 2016).

CLAUDIA PALESE, MARISA G. COGLIATI. ATLAS NEUQUEN. s.f. <http://atlasneuquen.uncoma.edu.ar/articulos/?e=18> (último acceso: 01 de Febrero de 2016).

COPPEL, IGNACIO ALONSO FERNÁNDEZ (2001). El Satélite Land Sat - Análisis Visual de Imágenes obtenidas del Sensor ETM+ Satélite Land Sat. Valladolid: Universidad de Valladolid.

DECRETO SUPREMO N° 034-2001-AG.Creación del Santuario Histórico Bosque de Pomac. Lima, Lima: El Perú, 2004 de Junio de 2001.

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y FINANCIAMIENTO DEL PATRIMONIO NATURAL (2010) Guía de Evaluación de Flora y Fauna Silvestre. Lima: Ministerio del Ambiente Perú, 221pp.

DOMINGO ATAUCUSI. <http://es.slideshare.net/>. 14 de Mayo de 2011. <http://es.slideshare.net/FranreyMar/el-bosque-seco-ecuatorial-infanteoliverahuamanidomingosagastegui-yllescasactividad1> (último acceso: 2014 de Noviembre de 06).

ELVIRA SALZAR DE PUERTA, Cálculo de la Humedad Relativa.s.f. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/rbaw/n4_1996/a12.pdf (último acceso: 15 de Agosto de 2016).

FAO, Robert Davis (2015). Editado por FAO. <http://www.fao.org/docrep/007/ad102s/AD102S03.htm> (último acceso: 12 de 12 de 2015).

GÓMEZ C, CALDERÓN D. (2012) Estudio Multitemporal con Imágenes Land Sat TM5 de la variación de la cobertura del suelo de la región circundante a una Zona de Lahar Volcánico: Caso de estudio Volcán Nevado del Ruiz (1985-2011). Tesis, Especialización en Geomántica, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, 61pp.

GONZÁLEZ, ALBA BEATRIZ VELÁZQUEZ. (2012) Análisis multitemporal de imágenes satelitales para conocer la calidad del agua en la presa: Valle de Bravo. Tesis, México df: Universidad nacional autónoma de México

GORDO, JOSE F. ALVIS. (2009) Análisis estructural de un bosque Natural localizado en la Zona Rural del Municipio de Popayan. Investigación Tull. Cauca - Colombia: Universidad del Cauca, 8 pp

GREENFACTS. GREENFACTS. s.f. <http://www.greenfacts.org/es/glosario/def/espectro-electromagnetico.htm> (último acceso: 02 de 02 de 2016).

HERNÁNDEZ, RUBÉN. Libro de Botánica On Line. Universidad de Los Andes - Mérida - Venezuela. s.f. <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/fotosintesis/> (último acceso: 15 de Agosto de 2016).

HURTADO, YANNYRA. Plantas C3, C4 y CAM.» s.f. <http://yannyrahurtadoquinto.blogspot.pe/> (último acceso: 15 de Agosto de 2016).

IMAGEN DE MAPA DE BITS. S.F. https://es.wikipedia.org/wiki/Imagen_de_mapa_de_bits (último acceso: 02 de Febrero de 2016).

JHON FREDY ARDILA LEÓN, OSCAR YESID QUINTERO DELGADO (2013) Aplicación de la teledetección y los sistemas de información geográfica en la interpretación de zonas inundables. Caso de estudio: río Soapaga, sector paz de Río, Boyacá. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 22pp.

LAZO, JULIA (2014) Estrategia de Restauración del Santuario Histórico Bosque de Pomac. Recursos Naturales, SERNANP, Chiclayo: SERNANP, 60 pp.

LEY N° 26834. Ley de Áreas Naturales Protegidas. Lima, Lima: "Diario Oficial el Peruano", 17 de Junio de 1997.

LLONTOP, JORGE (2010) Causa Biológica y Magnitud de daños de la declinación del algarrobo en las regiones de Lambayeque y Piura, Peru. Informe Técnico, Chiclayo: SENASA, 120pp

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE ESPAÑA -. Oficina de Planificación Hidrológica. s.f.
<http://idechg.chguadalquivir.es/geoportal/es/teledeteccion/introduccion.html>
 (último acceso: 16 de Diciembre de 2015).

MINISTERIO DEL AMBIENTE (2014). Orto rectificación de Imágenes Satelitales. Lima: Ministerio del Ambiente Perú, 38pp

NAVARRO, EMILIO FRANCISCO SANCHA (2010) El estudio de los índices de vegetación como base para conocer. Editado por Universidad de Sevilla. Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos (Universidad de Sevilla), 1095 pp

NDVI. s.f. <https://teledeteccionacademia.wordpress.com/2015/08/22/indice-de-vegetacion-diferencial-normalizado-ndvi-en-la-region-metropolitana-por-carolina-chacon/> (último acceso: 04 de 01 de 2016).

ORTIZ, CAMILO MENA. (2012) Análisis espectral de imagen del sensor Landsat, como herramienta para la definición de tipos de bosque de mangle, en la ciénaga de La Caimanera, Departamento de Sucre. Tesis, Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada - Facultad de Ingeniería - Especialización en Geomática, 72pp.

PARUELO, J. CABELLO Y J.M (2008). La teledetección en estudios ecológicos Ecosistemas, 4pp.

POMAC (2001), JEFATURA SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE POMAC. Plan Maestro del Santuario Histórico Bosque de Pomac. Lima: SERNANP, 2011.

ROMERO, FRANCISCO SACRISTÁN (2006). La Teledetección satelital y los Sistemas de protección ambiental. AquaTIC, 29pp.

SERNANP. s.f. <http://www.sernanp.gob.pe/conservacion-de-ecosistemas> (último acceso: 27 de Julio de 2016).

SPACE FOR EUROPE. S.F.
http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_ES/SEMO1U3FEXF_0.html (último acceso: 10 de Noviembre de 2014).

TAFUR, MARIO (2015). Memoria Anual del Santuario Histórico Bosque de Pomac 2015. Informe Técnico, SERNANP, SERNANP, Chiclayo: SERNANP, 84pp.

TOVAR, MENESES (2011) El índice normalizado diferencial de la vegetación como indicador de la degradación de Bosque. Editado por Comisión Nacional Forestal de México. Unasyva (Comisión Nacional Forestal de México.), 238.pp

VALDIVIA, RUDY (2016) Análisis del estado de conservación de los ecosistemas dentro de las ANP mediante la evaluación de los efectos generados por las actividades económicas – Segundo Trimestre. Informe Técnico, Dirección Desarrollo Estratégico, SERNANP, Lima: SERNANP, 32pp.

VÁSQUEZ, SERGIO. Universidad Politécnica de Cataluña / Facultad de Nautica. s.f. http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_03/Raster_Vector.html (último acceso: 02 de Febrero de 2016).

WIKIPEDIA. S.F Plantas C3, C4 y CAM.» s.f. <http://yannyrahurtadoquinto.blogspot.pe/> (último acceso: 15 de Agosto de 2016).

ZOROGASTÚA CRUZ, QUIROZ GUERRA PERCY ROBERTO, GARATUZA PAYÁN JAIME (2011). Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la Tierra con imágenes satelitales en Piura: Editado por Universidad Nacional Agraria La Molina. Ecología Aplicada (Universidad Nacional Agraria La Molina), Mayo ,2011: 10.

Anexos

Anexo 01. Coordenadas geográficas de las parcelas muestras (WGS84 – Z17S)

Parcela	X	Y	VERTICE
1	637225.432000	9278584.845000	1
1	637254.867000	9278584.514000	2
1	637255.198000	9278614.280000	3
1	637225.763000	9278614.611000	4
2	636925.980000	9280470.402000	1
2	636955.825000	9280470.402000	2
2	636955.667000	9280500.406000	3
2	636926.139000	9280500.406000	4
3	635489.008000	9281548.071000	1
3	635519.038000	9281548.071000	2
3	635519.038000	9281577.969000	3
3	635489.074000	9281578.101000	4
4	634291.614000	9281368.472000	1
4	634321.565000	9281368.419000	2
4	634321.512000	9281398.475000	3
4	634291.614000	9281398.423000	4
5	633752.767000	9281997.105000	1
5	633782.717000	9281997.105000	2
5	633782.770000	9282027.056000	3
5	633752.767000	9282027.109000	4
6	633543.212000	9282266.521000	1
6	633573.163000	9282266.521000	2
6	633573.216000	9282296.472000	3
6	633543.212000	9282296.472000	4
7	634800.464000	9282116.872000	1
7	634830.468000	9282116.872000	2
7	634830.468000	9282146.797000	3
7	634800.543000	9282146.797000	4
8	636566.627000	9282506.058000	1
8	636596.631000	9282505.978000	2
8	636596.631000	9282535.982000	3
8	636566.707000	9282535.982000	4
9	637524.672000	9284092.569000	1
9	637554.700000	9284092.701000	2
9	637554.504000	9284122.599000	3
9	637524.738000	9284122.533000	4
10	634650.811000	9283942.907000	1
10	634680.775000	9283942.907000	2
10	634650.811000	9283972.911000	3
10	634680.775000	9283972.871000	4

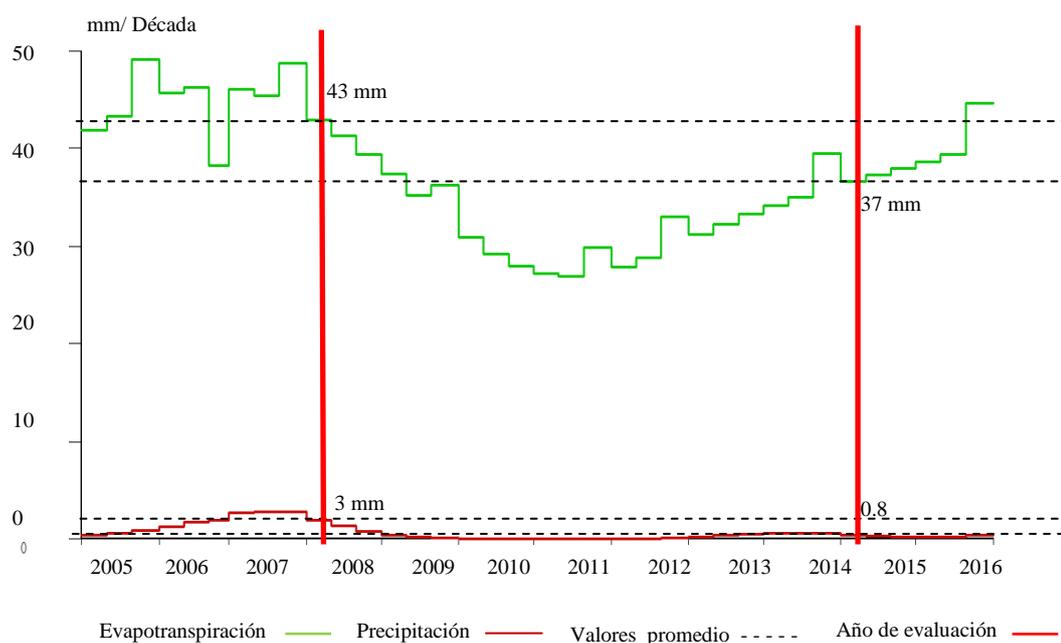
Parcela	X	Y	VERTICE
11	633423.459000	9284152.497000	1
11	633453.410000	9284152.444000	2
11	633453.410000	9284182.395000	3
11	633423.459000	9284182.395000	4
12	631148.301000	9283434.030000	1
12	631178.344000	9283434.030000	2
12	631178.304000	9283463.995000	3
12	631148.340000	9283463.995000	4
13	635279.381000	9284751.221000	1
13	635309.438000	9284751.221000	2
13	635309.438000	9284781.119000	3
13	635279.487000	9284781.172000	4
14	636387.097000	9285170.234000	1
14	636417.047000	9285170.234000	2
14	636417.047000	9285200.290000	3
14	636387.097000	9285200.238000	4
15	638422.686000	9285619.233000	1
15	638452.650000	9285619.299000	2
15	638452.650000	9285649.263000	3
15	638422.752000	9285649.197000	4
16	637674.333000	9286128.209000	1
16	637704.298000	9286128.249000	2
16	637704.298000	9286158.173000	3
16	637674.373000	9286158.173000	4
17	636596.581000	9286098.344000	1
17	636626.638000	9286098.291000	2
17	636626.638000	9286128.242000	3
17	636596.634000	9286128.295000	4
18	636027.785000	9286457.541000	1
18	636057.816000	9286457.475000	2
18	636057.882000	9286487.505000	3
18	636027.918000	9286487.373000	4
19	635578.773000	9286816.727000	1
19	635608.830000	9286816.727000	2
19	635608.830000	9286846.677000	3
19	635578.826000	9286846.677000	4
20	637255.211000	9287505.292000	1
20	637285.189000	9287505.282000	2
20	637285.189000	9287535.207000	3
20	637255.264000	9287535.167000	4

Parcela	X	Y	VERTICE
21	638422.727000	9287026.240000	1
21	638452.652000	9287026.319000	2
21	638452.691000	9287056.244000	3
21	638422.727000	9287056.244000	4
22	639290.793000	9286726.882000	1
22	639320.796000	9286726.882000	2
22	639320.744000	9286756.886000	3
22	639290.793000	9286756.833000	4
23	632046.372000	9285319.944000	1
23	632076.455000	9285319.984000	2
23	632076.415000	9285349.948000	3
23	632046.451000	9285349.869000	4
24	633094.181000	9285319.984000	1
24	633124.207000	9285319.878000	2
24	633124.088000	9285349.895000	3
24	633094.190000	9285349.895000	4
25	633841.943000	9286220.184000	1
25	633871.943000	9286220.184000	2
25	633871.943000	9286250.184000	3
25	633841.943000	9286250.184000	4
26	632285.873000	9286128.260000	1
26	632315.837000	9286128.194000	2
26	632315.903000	9286158.224000	3
26	632285.873000	9286158.224000	4
27	633213.914000	9286696.983000	1
27	633243.839000	9286696.983000	2
27	633243.839000	9286726.947000	3
27	633213.954000	9286726.947000	4
28	631387.856000	9286696.993000	1
28	631417.754000	9286696.979000	2
28	631417.807000	9286726.877000	3
28	631387.909000	9286726.930000	4
29	632824.776000	9287415.503000	1
29	632854.740000	9287415.370000	2
29	632854.740000	9287445.401000	3
29	632824.842000	9287445.401000	4
30	634022.137000	9287924.386000	1
30	634052.140000	9287924.333000	2
30	634052.193000	9287954.390000	3
30	634022.190000	9287954.390000	4

Anexo 02: Valores de variables climáticas referentes a la Investigación.

Variables Climáticas	Abril del 2008	Abril del 2015
Temperatura Promedio (°C)	24.3	19.8
Valor aproximado de Humedad Relativa (%)	80	75
Evapotranspiración Potencial (mm)	43	37
Precipitación (mm)	3	0.8
Diferencia entre Evapotranspiración y Precipitación (mm)	40	36.2
Horas Luz (H)	12	12.5

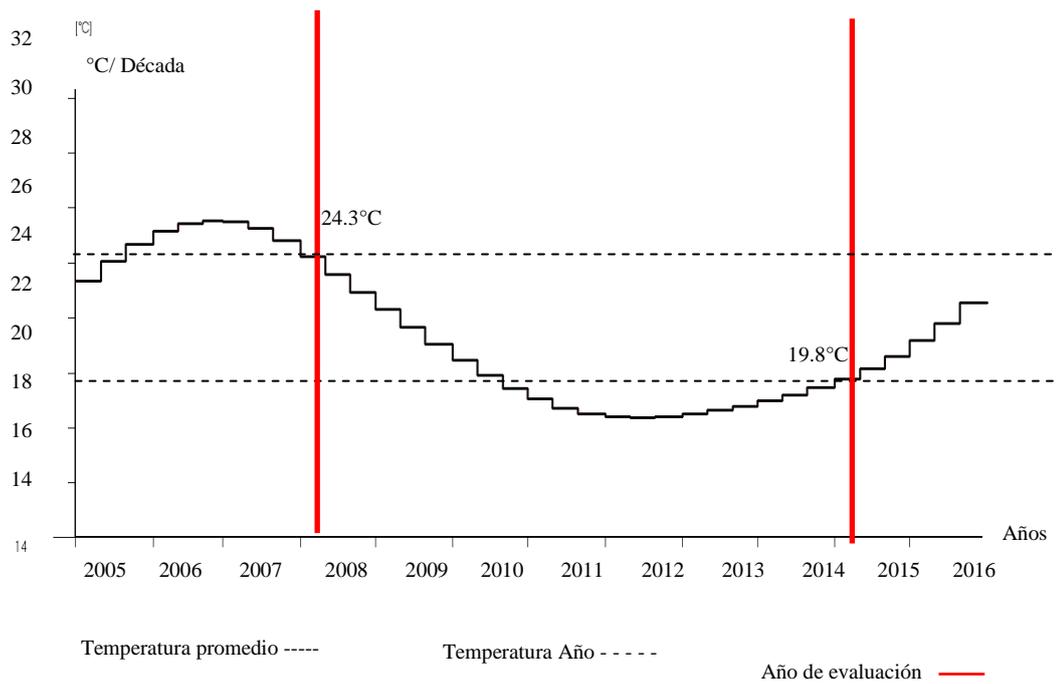
Fuente: Loc Clim⁵



Fuente: Loc Clim

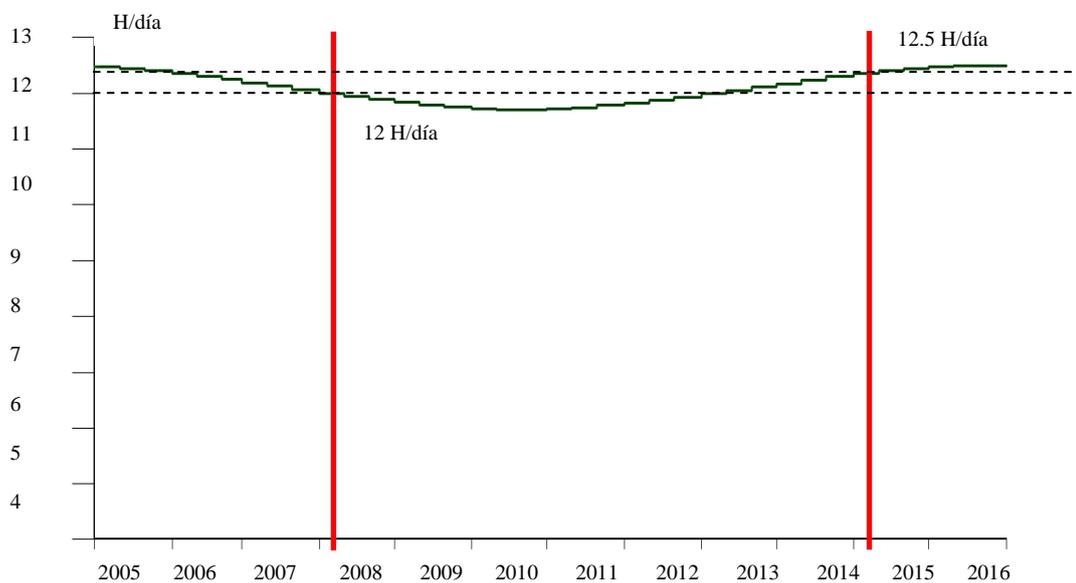
Anexo 03. Comportamiento de la evapotranspiración y precipitación durante los últimos 10 años

⁵ Software diseñado por la FAO para proporcionar datos climáticos de una posición específica en el mundo, posee la facilidad de generar mapas climáticos de la zona de interés mediante la interpolación rigurosa de datos climáticos de 30.000 estaciones al rededor del mundo.



Fuente: Loc Clim

Anexo 04. Comportamiento de la temperatura durante los últimos 10 años



Fuente: Loc Clim

Anexo 05. Comportamiento de horas de luz por día durante los últimos 10 años