

# **Distribución de «varillales» y «chamizales» en la zona reservada Allpahuayo Mishana (zram) utilizando imagen digital del satélite Landsat tm.**

Darwin Gómez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

awin@viabcp.com

## **RESUMEN**

*El objetivo de este trabajo ha sido caracterizar la vegetación amazónica por sus valores de reflectancia y correlacionarlos con las características del terreno en la ZRAM. La imagen del satélite Landsat TM es de setiembre del 2000, el trabajo de campo se realizó en setiembre del 2001, con un año de diferencia las características de la vegetación no cambia. Se utilizó un GPS para correlacionar nuestra interpretación del campo con la imagen del satélite Landsat TM que mostraba los «varillales» y «chamizales», esta distribución espacial en la imagen se correlacionó en el terreno con la imagen del satélite y los puntos en el GPS..*

**PALABRAS CLAVE:** Amazonía, vegetación, satélite, Iquitos, biodiversidad.

## **ABSTRACT**

*The objective has been to characterize the Amazon vegetation by reflectance value in satellite image and correlating with land surface. The Landsat TM satellite image is of September 2000 and field work has been realized in September 2001, the Amazon vegetation does not change in one year. For precision we use the GPS, the results in Landsat TM satellite image showed the «varillares» and «chamizales» correlated with GPS points.*

**KEY WORDS:** Amazonia, vegetation, satellite, Iquitos, biodiversity.

## INTRODUCCIÓN

La selva baja peruana se percibe muy homogénea desde el espacio. Pero cuando observamos los bosques a escala pequeña, fácilmente podemos reconocer muchos detalles, podemos diferenciar variaciones en la estructura y composición florística de la vegetación.

En principio, la variabilidad de los bosques refleja factores ambientales, como los diferentes tipos de sedimentos que existen en cada lugar y que generan diferentes tipos de suelos, sobre los que se desarrolla la vegetación amazónica.

En la Zona Reservada Allpahuayo Mishana (ZRAM) se pueden distinguir tres tipos de vegetación sobre arena blanca: varillal seco, varillal húmedo y chamizales; los chamizales presentan dosel bajo y tienen apariencia de matorral. (Roukolainen Kalle, 1998)

Nosotros utilizamos la imagen del satélite Landsat TM para diferenciar espacialmente los varillales de los chamizales que luego puede ser útil para cuantificar y cartografiar los diferentes tipos de vegetación.

Suponemos que existe una correlación entre la variación geográfica en los niveles de energía captados por el satélite Landsat TM y la composición florística de la vegetación.

Se ha tomado de la literatura el nombre «varillal» y «chamizal» que está descrito por los botánicos que han trabajado anteriormente en la Amazonía peruana como mostramos en la bibliografía. Filomeno Encarnación describió muy bien este tipo de vegetación y asesoró el trabajo de campo, también nos acompañó Cristina López, estudiante de la UNAP (Universidad de la Amazonía Peruana) en setiembre de 2001.

El tratamiento de la imagen está descrita dentro del proyecto BIODAMAZ y se presentó un protocolo de trabajo con la imagen del satélite Landsat TM para los investigadores de campo del proyecto BIODAMAZ. Trabajamos con ERDAS IMAGINE como Software de procesamiento digital de la imagen del satélite Landsat TM. Básicamente se combinó las bandas (7-4-2) de la imagen del satélite. El segundo paso es *ecualizar el histograma* de la imagen Landsat TM cuya combinación de bandas es (7-4-2) y aplicando el filtro *inversa al histograma ecualizado* nos muestra los «varillales» y los «chamizales»; es una distribución espacial de estos tipos de vegetación en la ZRAM, muy útil para los fines de la ZRAM.

Hemos presentado una metodología para caracterizar los «varillales» y «chamizales» en la ZRAM, que ha sido el objetivo principal de este trabajo que era necesario en los estudios de vegetación en la ZRAM; queda a los que trabajan en geociencias utilizar esta información y con la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y las coberturas de SIG asociados a sus atributos poder

hacer consultas a estas bases de datos, hacer análisis espacial, estadística espacial y tener mayor información de la ZRAM.

Creemos que hemos cumplido con nuestro objetivo para este trabajo y así contribuir con los programas de conservación de la biodiversidad que se realizan en la ZRAM.

Queda por hacer un trabajo muy intensivo si queremos tener un lugar turístico cerca de la ciudad de Iquitos. Los turistas quieren todas las comodidades que brinda el mundo moderno, como aire acondicionado y un lugar para disfrutar de la naturaleza cerca de una ciudad a 30 minutos de Iquitos como es la ZRAM, cuya vegetación por cierto es algo agradable de disfrutar.

## MÉTODOS

El ámbito de este estudio es la Zona Reservada Allpahuayo Mishana (ZRAM) que está ubicada a 20 km de la ciudad de Iquitos en la Región Nororiental del Perú.

En este trabajo utilizamos la imagen del satélite Landsat TM de setiembre del 2000, georreferenciada, y que tiene las 7 bandas espectrales, lo que permite hacer una buena interpretación visual y digital.

### INTERPRETACIÓN VISUAL

A cada banda se le asignó un RGB para hacer las combinaciones y obtener información temática, se realizaron las siguientes combinaciones:

1. (RGB) (5-4-3)
2. (RGB) (4-5-3)
3. (RGB) (7-5-3).

### INTERPRETACIÓN DIGITAL

El comportamiento típico de la vegetación vigorosa muestra poca reflectividad en las bandas del visible con un máximo relativo en torno a 0.55  $\mu\text{m}$  (banda 2). Por el contrario, en el infrarrojo cercano (banda 4) presenta una elevada reflectividad reduciéndose paulatinamente hacia el infrarrojo medio (banda 5) y presentado un pico en el infrarrojo lejano (banda 7). (Chuvieco, 1996)

Nosotros elegimos trabajar con los valores máximos RGB (banda 7) (banda 4) (banda 2) respectivamente.

## RESULTADOS

### INTERPRETACIÓN VISUAL

La combinación de las bandas ha permitido diferenciar los tipos de vegetación y algunas características geomorfológicos en la imagen.

1. La combinación de bandas (5-4-3) presenta muchas características de la vegetación. (Fig.-1)

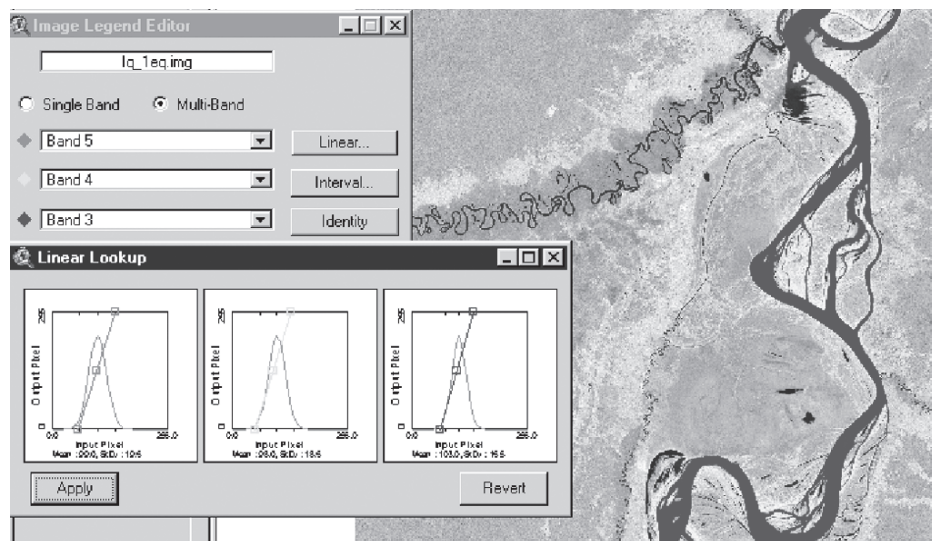


Fig. 1. Combinación de bandas (5-4-3)

2. La combinación de bandas (4-5-3) muestra igualmente varios tipos de vegetación; pero, además se observan algunas características geomorfológicas. (Fig.-2)

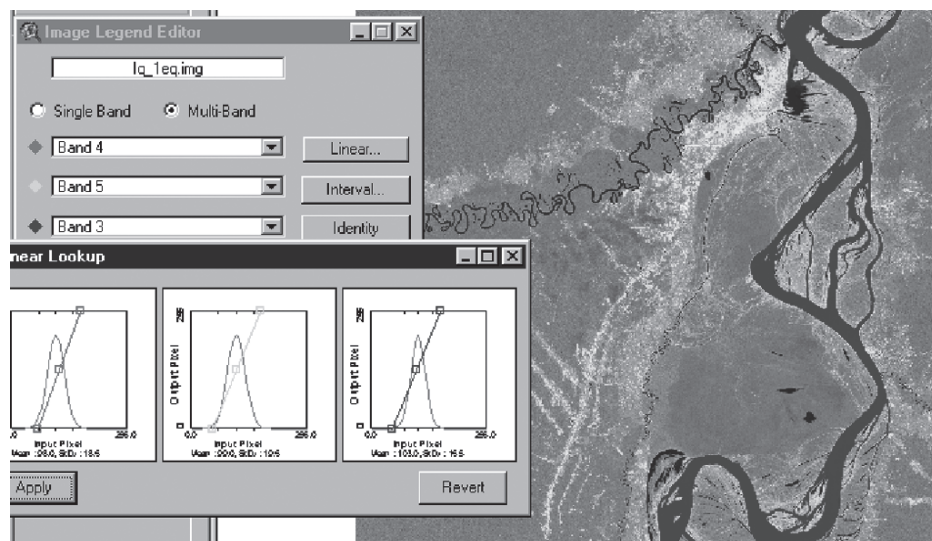


Fig. 2. Combinación de bandas (4-5-3)

3. Combinación (7-5-3) presenta nítidamente las áreas deforestadas. (Fig.- 3)

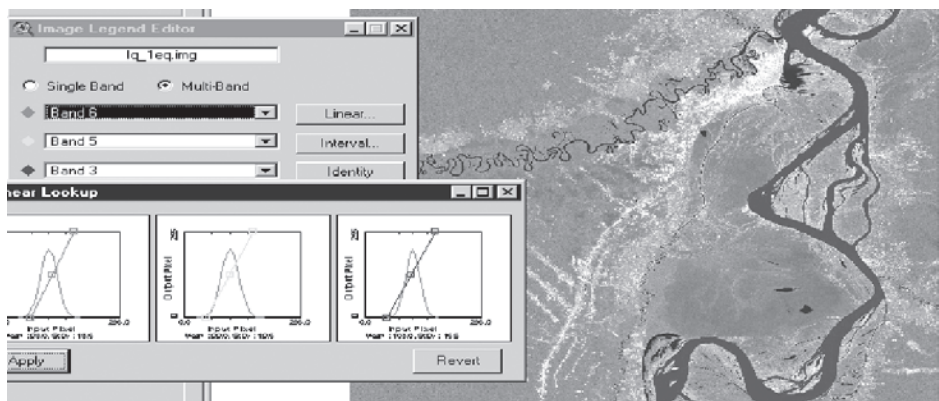


Fig. 3. Combinación de bandas (7-5-3)

#### INTERPRETACIÓN DIGITAL

Ahora para nosotros es claro que la sola combinación de las bandas no muestra diferencias en las características de la vegetación, que se ve muy uniforme en la imagen, luego el siguiente paso es *ecualizar el histograma* de las bandas elegidas (7-4-2) en la metodología; la ecualización es una forma de realce no lineal, donde todos los valores de los píxeles de la imagen se redistribuyen. El contraste aumenta en el rango más poblado de los valores digitales del histograma y automáticamente se reduce en las partes oscuras de la imagen asociadas a las colas del histograma.

A esta imagen ecualizada, le aplicamos un filtro *inverso del histograma ecualizado*. El resultado se muestra en la Fig. 4.

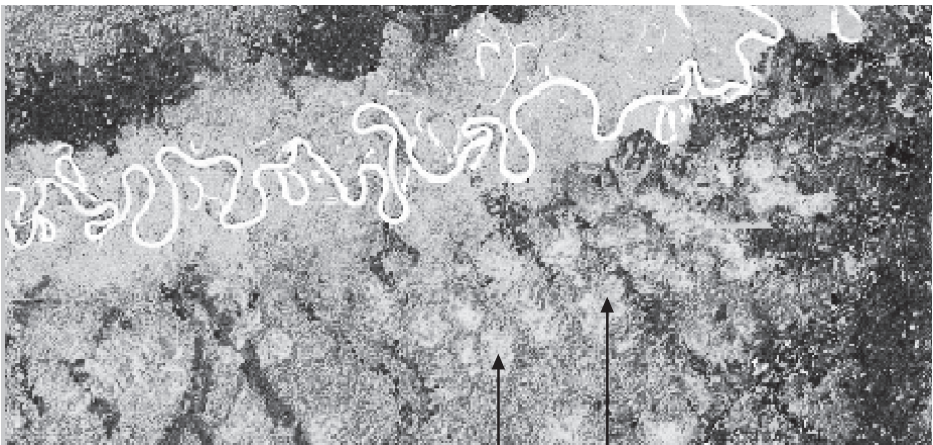


Fig. 4.

VARILLAL  
CHAMIZAL

En las imágenes: original, histograma ecualizado e inversa del histograma ecualizado realizamos el muestreo de los píxeles, se extrajeron valores de reflectancia de luz de las bandas RGB (7-4-2) para varillales, bosque primario y áreas deforestadas como mostramos a continuación.

#### IMAGEN ORIGINAL

	ROJO	VERDE	AZUL	VALORES	ORDEN	CANTIDAD
Varillal y Chamizal	0.451	0.415	0.418	1	1	192
Bosque Primario	0.513	0.405	0.376	1	1	190
Deforestación	0.686	0.638	0.699	1	1	929

#### HISTOGRAMA ECUALIZADO

	ROJO	VERDE	AZUL	VALORES	ORDEN	CANTIDAD
Varillal y Chamizal	0.460	0.411	0.440	1	1	189
Bosque Primario	0.509	0.400	0.374	1	1	323
Deforestación	0.651	0.692	0.752	1	1	950

#### INVERSA DEL HISTOGRAMA ECUALIZADO

	ROJO	VERDE	AZUL	VALORES	ORDEN	CANTIDAD
Varillal y Chamizal	0.453	0.412	0.434	1	1	264
Bosque Primario	0.550	0.397	0.384	1	1	281
Deforestación	0.575	0.872	0.809	1	1	790

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Cuando se discute la biodiversidad de la Amazonía peruana a escala regional la pregunta no es para saber el número de especies por hectárea. El dato básico es conocer el número de hábitat, la proporción en flora de dos hábitat diferentes, los patrones de distribución de las especies, diversidad y composición de especies entre dos lugares diferentes.

Para estos estudios las imágenes de satélite son útiles porque permiten alcanzar conclusiones regionales de biodiversidad gamma.



En la imagen del satélite Landsat TM se han reconocido dos hábitat «varillales» y «chamizales» muy claramente. Pero espectralmente los «varillales» y los «chamizales» no están muy diferenciados, es muy poca la diferencia espectral, pero su determinación y ubicación permite cuantificar, hacer mapas y verificar en qué grado son florísticamente diferentes o similares.

La diversidad regional de especies no puede leerse directamente en las imágenes sin un tratamiento previo, hace falta el análisis digital de las imágenes.

Hemos comprobado con la verificación de campo que las diferentes combinaciones de las bandas son útiles para diferentes aplicaciones temáticas.

El análisis digital de las imágenes se direccionan a aplicaciones precisas. Al aplicar el filtro *inverso del histograma ecualizado* en la imagen del satélite Landsat TM permite diferenciar los «varillales» y los «chamizales»; no necesariamente este análisis digital es útil para otras aplicaciones, en este último caso habrá que utilizar otros tratamientos digitales a la imagen.

## BIBLIOGRAFÍA

CHUVIECO, Emilio

1996 *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid, Rialp.

ROUKOLAINEN, Kalle y TUOMISTO, Hanna

1998 «Vegetación natural de la zona de Iquitos». En *Geoecología y desarrollo amazónico: Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú*. Risto Kalliola & Salvador Flores Paitan Editores.

## ANEXOS

### 1. IMAGEN ORIGINAL

#### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: VARILLAL

Number of pixels: 192

Statistics				
Layer	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	94.000	101.000	98.016	1.394
2	96.000	104.000	100.266	1.446
3	94.000	103.000	98.568	1.567
4	83.000	105.000	95.120	4.344
5	84.000	97.000	90.698	2.217
7	92.000	100.000	95.776	1.690

Covariance						
Layer	1	2	3	4	5	7
1	1.942	0.137	0.619	-1.148	0.335	0.428
2	0.137	2.091	0.471	2.738	1.128	0.138
3	0.619	0.471	2.456	0.136	0.738	0.437
4	-1.148	2.738	0.136	18.870	3.885	-1.397
5	0.335	1.128	0.738	3.885	4.914	1.063
7	0.428	0.138	0.437	-1.397	1.063	2.855

#### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: BOSQUE PRIMARIO

Number of pixels: 190

Statistics				
Layer	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	94.000	101.000	97.537	1.402
2	94.000	101.000	98.037	1.412
3	93.000	103.000	97.947	1.606
4	89.000	112.000	99.674	4.398
5	90.000	109.000	98.379	3.766
7	95.000	105.000	98.926	1.827



Layer	Covariance					
	1	2	3	4	5	7
1	1.964	0.197	0.499	0.827	0.568	0.230
2	0.197	1.993	0.727	2.636	2.245	0.749
3	0.499	0.727	2.579	1.062	0.771	0.171
4	0.827	2.636	1.062	19.343	11.648	2.881
5	0.568	2.245	0.771	11.648	14.184	4.171
7	0.230	0.749	0.171	2.881	4.171	3.338

#### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: DEFORESTACION

Number of pixels: 929

Layer	Statistics			
	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	95.000	162.000	105.590	7.135
2	93.000	176.000	109.753	8.132
3	97.000	216.000	112.467	13.644
4	54.000	154.000	112.357	11.488
5	64.000	237.000	130.060	20.630
7	90.000	227.000	118.231	16.600

Layer	Covariance					
	1	2	3	4	5	7
1	50.902	55.039	93.020	-4.817	118.501	103.516
2	55.039	66.136	104.819	6.136	134.467	114.294
3	93.020	104.819	186.146	-24.828	245.392	209.579
4	-4.817	6.136	-24.828	131.976	-33.043	-43.320
5	118.501	134.467	245.392	-33.043	425.583	328.168
7	103.516	114.294	209.579	-43.320	328.168	275.570

## 2. HISTOGRAMA ECUALIZADO

### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: VARILLAL

Number of pixels: 189

Statistics				
Layer	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	94.000	101.000	97.894	1.345
2	96.000	104.000	100.333	1.341
3	94.000	103.000	98.365	1.512
4	83.000	105.000	95.767	4.105
5	84.000	96.000	90.608	2.025
7	92.000	100.000	95.534	1.539

Covariance						
Layer	1	2	3	4	5	7
1	1.808	-0.034	0.512	-1.413	0.006	0.163
2	-0.034	1.798	0.160	2.014	0.450	-0.174
3	0.512	0.160	2.286	-0.457	0.314	0.315
4	-1.413	2.014	-0.457	16.850	2.190	-1.503
5	0.006	0.450	0.314	2.190	4.101	0.625
7	0.163	-0.174	0.315	-1.503	0.625	2.367

### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: BOSQUE PRIMARIO

Number of pixels: 323

Statistics				
Layer	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	94.000	102.000	97.873	1.438
2	94.000	102.000	97.950	1.378
3	92.000	103.000	97.635	1.595
4	86.000	112.000	99.344	5.042
5	86.000	108.000	97.740	3.495
7	93.000	104.000	98.666	1.797

Layer	Covariance					
	1	2	3	4	5	7
1	2.068	0.565	0.627	0.836	1.048	0.336
2	0.565	1.898	0.569	2.731	2.130	0.769
3	0.627	0.569	2.543	1.610	1.687	0.865
4	0.836	2.731	1.610	25.425	12.515	3.429
5	1.048	2.130	1.687	12.515	12.212	3.655
7	0.336	0.769	0.865	3.429	3.655	3.229

#### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: DEFORESTACIÓN

Number of pixels: 950

Layer	Statistics			
	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	97.000	222.000	106.867	11.036
2	98.000	255.000	111.659	14.127
3	97.000	255.000	115.825	21.215
4	62.000	159.000	109.787	12.875
5	64.000	255.000	133.331	27.242
7	91.000	255.000	122.014	24.055

Layer	Covariance					
	1	2	3	4	5	7
1	121.784	151.714	225.124	21.583	248.591	235.947
2	151.714	199.561	286.762	45.021	313.401	294.304
3	225.124	286.762	450.090	23.289	508.439	474.727
4	21.583	45.021	23.289	165.757	26.173	0.942
5	248.591	313.401	508.439	26.173	742.141	632.226
7	235.947	294.304	474.727	0.942	632.226	578.635

### 3. INVERSA DEL HISTOGRAMA ECUALIZADO

#### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: VARILLAL

Number of pixels: 264

Layer	Statistics			
	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	94.000	101.000	97.981	1.312
2	96.000	104.000	100.129	1.367
3	94.000	103.000	98.405	1.525
4	83.000	105.000	95.265	3.955
5	84.000	99.000	90.962	2.290
7	92.000	101.000	95.848	1.643

Layer	Covariance					
	1	2	3	4	5	7
1	1.722	-0.005	0.415	-1.238	0.174	0.275
2	-0.005	1.869	0.237	2.084	0.248	-0.133
3	0.415	0.237	2.326	-0.214	0.631	0.370
4	-1.238	2.084	-0.214	15.640	2.109	-1.298
5	0.174	0.248	0.631	2.109	5.246	1.382
7	0.275	-0.133	0.370	-1.298	1.382	2.699

#### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: BOSQUE PRIMARIO

Number of pixels: 281

Layer	Statistics			
	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	94.000	102.000	97.922	1.447
2	94.000	105.000	98.327	1.606
3	94.000	102.000	97.445	1.416
4	90.000	138.000	102.399	6.485
5	89.000	140.000	98.993	5.452
7	94.000	113.000	98.776	2.317

Layer	Covariance					
	1	2	3	4	5	7
1	2.094	0.369	0.314	1.231	1.571	0.547
2	0.369	2.578	0.472	5.819	4.445	1.809
3	0.314	0.472	2.005	2.633	1.917	0.879
4	1.231	5.819	2.633	42.055	28.756	9.640
5	1.571	4.445	1.917	28.756	29.721	10.034
7	0.547	1.809	0.879	9.640	10.034	5.367

#### Signature Listing

Number of signatures: 1

Number of layers: 7

Signature: DEFORESTACIÓN

Number of pixels: 790

Layer	Statistics			
	Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	96.000	180.000	110.489	14.678
2	97.000	187.000	113.729	15.637
3	96.000	240.000	121.406	26.326
4	35.000	143.000	104.225	14.483
5	39.000	255.000	137.319	34.316
7	81.000	250.000	129.395	32.235

Layer	Covariance					
	1	2	3	4	5	7
1	215.442	224.955	380.062	-12.403	447.143	446.590
2	224.955	244.530	404.366	5.933	480.261	468.647
3	380.062	404.366	693.073	-31.680	825.126	813.934
4	-12.403	5.933	-31.680	209.749	29.737	-50.757
5	447.143	480.261	825.126	29.737	1177.558	1066.176
7	446.590	468.647	813.934	-50.757	1066.176	1039.121