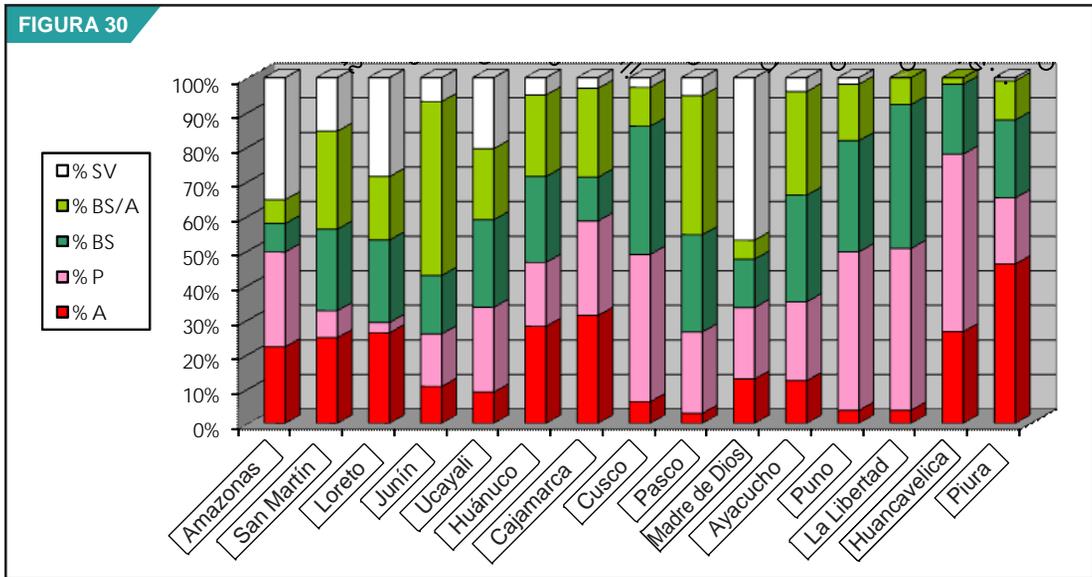


Cuadro N° 12: Superficie de clases de uso de la tierra acumuladas al año 2000 por departamentos.

	Superficie (ha)					Áreas sin Vegetación (SV)	TOTALES
	Agricultura (A)	Pastos (P)	Bosque Secundario (BS)	Bosque Secundario/Agricultura (BS/A)			
San Martín	136 926,83	73 695,08	390 384,10	718 521,55	8 140,96	1 327 668,52	
Amazonas	172 470,85	364 750,45	192 009,09	246 142,16	26 094,63	1 001 467,16	
Loreto	130 633,51	25 297,67	355 897,72	420 223,42	13 538,29	945 590,61	
Junín	24 588,81	59 687,59	116 824,74	531 657,92	1 513,67	734 272,72	
Ucayali	25 356,29	117 810,88	213 223,08	265 194,31	5 479,85	627 064,40	
Huánuco	69 458,09	78 094,93	184 029,49	267 860,15	1 177,77	600 620,43	
Cusco	13 937,51	161 713,42	246 736,28	114 620,39	593,50	537 601,10	
Cajamarca	69 353,30	103 697,37	84 290,69	262 042,14	646,95	520 030,46	
Pasco	2 823,65	38 874,31	81 421,56	178 408,08	480,03	302 007,62	
Madre de Dios	21 860,64	60 100,97	71 432,44	42 884,80	7 599,95	203 878,80	
Puno	2 165,79	45 091,31	55 467,14	43 205,95	102,96	146 033,14	
Ayacucho	5 942,40	18 727,27	44 387,35	66 126,59	182,78	135 366,39	
Huancavelica	7 510,80	24 850,02	17 164,41	2 461,36	0,00	51 986,59	
Piura	7 373,94	5 221,99	10 803,64	8 321,89	13,32	31 734,78	
La Libertad	112,14	2 368,89	3 693,45	1 056,78	0,00	7 231,26	
<b>Total</b>	<b>690 514,54</b>	<b>1 179 982,14</b>	<b>2 067 765,17</b>	<b>3 168 727,48</b>	<b>65 564,64</b>	<b>7 172 553,97</b>	



**Porcentaje de superficie de clases de uso de la tierra por departamentos.**

### 3.3 Validación estadística

El mapa de deforestación preliminar, elaborado en gabinete, fue sometido a un proceso de validación estadística con el objeto de determinar su fiabilidad. Esta validación fue realizada en cuatro (4) zonas, las mismas que fueron elegidas por su mayor representatividad.

- Pucallpa – carretera Federico Basadre – río Aguaytía.
- Iquitos – Nauta.
- La Merced – Satipo.
- Moyobamba – Tarapoto – Yurimaguas.

En la Figura N° 31 se observa el mapa de ubicación de las cuatro zonas de validación estadística.

En cada zona de validación se realizó la localización de los puntos de muestreo seleccionados aleatoriamente, empleando para ello unidades de GPS. Se verificó que las clases de uso de la tierra del mapa correspondan a la verdad del campo.

Se realizó también la caracterización de las clases, acompañadas de material filmico, fotográfico y se levantaron parcelas de muestreo para los bosques secundarios. En los Cuadros Nos 14 y 15 se presentan los resúmenes de las especies más abundantes encontradas en las zonas de validación de Iquitos y Pucallpa, respectivamente.

En los Anexos Nos 03, 04 y 05 se presenta el resumen de las especies forestales inventariadas para la zona de Pucallpa, Iquitos y San Martín, respectivamente.

Los equipos empleados para cada trabajo de campo fueron: unidades receptoras GPS Garmin, cámaras filmadoras, cámaras fotográficas, forcípulas. Como materiales figuran: imágenes de satélite impresas a escalas: 1: 250 000, 1: 100 000 y 1: 50 000, libretas de campo, plumones indelebles, lápices, lapiceros, cinta adhesiva, reglas de plástico, películas para video y cámara fotográfica, pilas, cordel, forro autoadhesivo, etc.

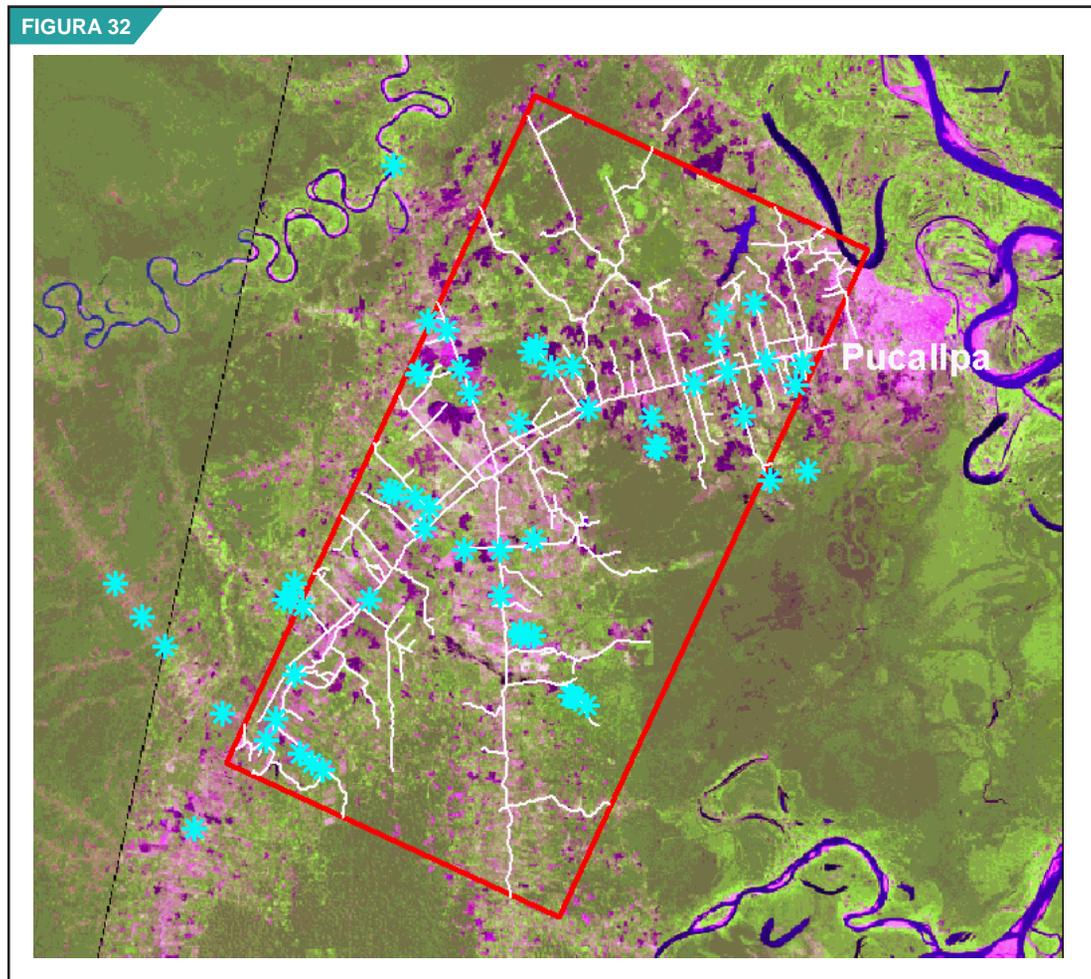


La inspección de los puntos dio un listado de puntos de verificación con sus respectivos datos de clasificación, según el mapa y comprobación real, proveniente del trabajo de campo.

En el Cuadro N° 13 se observa la distribución de los puntos de muestreo por clase interpretada que fueron levantados en el campo para las Zonas de Validación.

**Cuadro N° 13: Número y distribución, por clase de área deforestada, de puntos de muestreo tomados en campo.**

Código	Zona de Validación				Total
	Pucallpa	Iquitos	Satipo	San Martín	
A	5	12	37	17	71
P	34	12	2	13	61
BS	27	18	10	15	70
BS/A	3	20	0	6	29
D	0	0	1	0	1
B	1	0	1	0	2
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>62</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>234</b>



**Distribución de los puntos de muestreo tomados en campo en la zona Pucallpa – carretera Federico Basadre.**

A continuación, se presenta la distribución de los puntos de muestreo tomados en campo para cada zona de validación:

### ***Pucallpa:***

En la Figura N° 32 se aprecia la distribución de puntos de muestreo tomados durante el trabajo de campo realizado en la zona Pucallpa – carretera Federico Basadre.

Durante el trabajo de campo se realizó el control terrestre de la interpretación a lo largo de la carretera Federico Basadre y caminos de penetración, utilizando para ello las imágenes impresas y los GPS. En las Figuras Nos 33 al 36 se muestran las clases de uso de la tierra visitadas.

Por otro lado, se realizó también un sobrevuelo sobre todo a las áreas que eran inaccesibles vía terrestre. El sobrevuelo se realizó en dos rutas: la primera ruta que comprendió las zonas de Pucallpa, Río Abujao, Masisea, Laguna Imiria y terminando en Pucallpa. La segunda ruta comprendió las zonas de Pucallpa, Aguaytía, Neshuya, A. von Humboldt, Tournavista, Honoria, Campo Verde terminando en Pucallpa, como se observa en la Figura N° 37.

### ***Iquitos***

En la Figura N° 38 se observa la distribución de los puntos de muestreo que fueron levantados en la zona de validación Iquitos – carretera Iquitos – Nauta.

Durante el trabajo de campo se realizó el control terrestre de la interpretación a lo largo de la carretera Iquitos – Nauta y caminos de penetración llegando hasta el río Itaya, utilizando para ello las imágenes impresas y los GPS. En las Figuras Nos 39 al 43 se muestran las clases de uso de la tierra visitadas.



**Agricultura en la zona Pucallpa – carretera Federico Basadre.**

**FIGURA 34**



**Pastizal en la ruta Campo Verde Tournavista.**

**FIGURA 35**



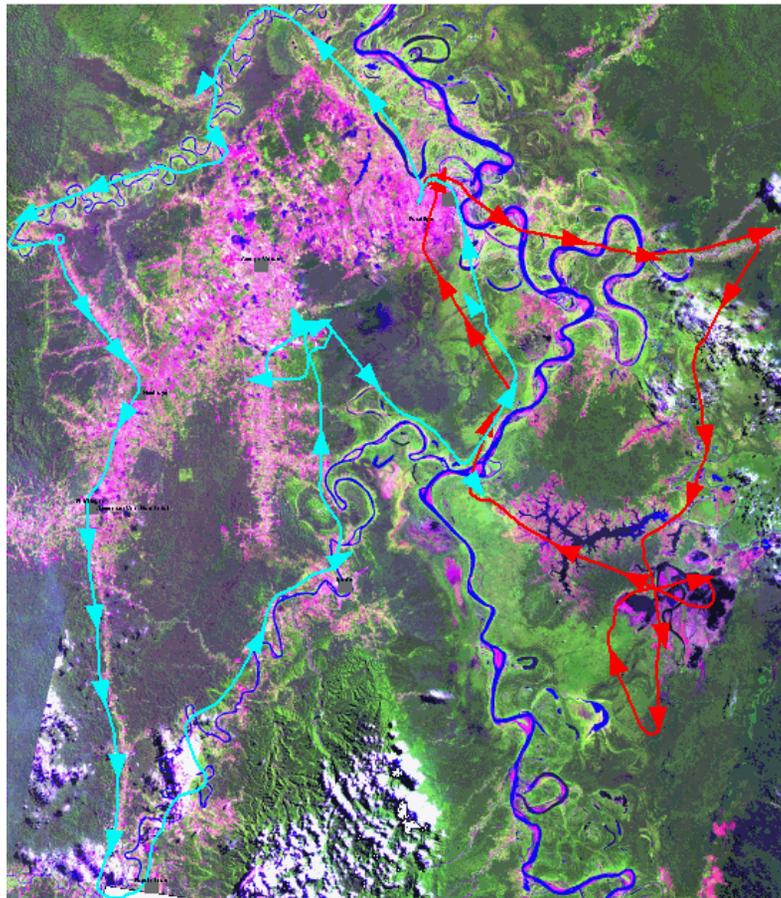
**Bosque secundario en la zona Pucallpa – carretera Federico Basadre.**

FIGURA 36



Purma quemada en la zona Pucallpa – carretera Federico Basadre.

FIGURA 37



Rutas de sobrevuelo en la zona Pucallpa – carretera Federico Basadre.

FIGURA 38



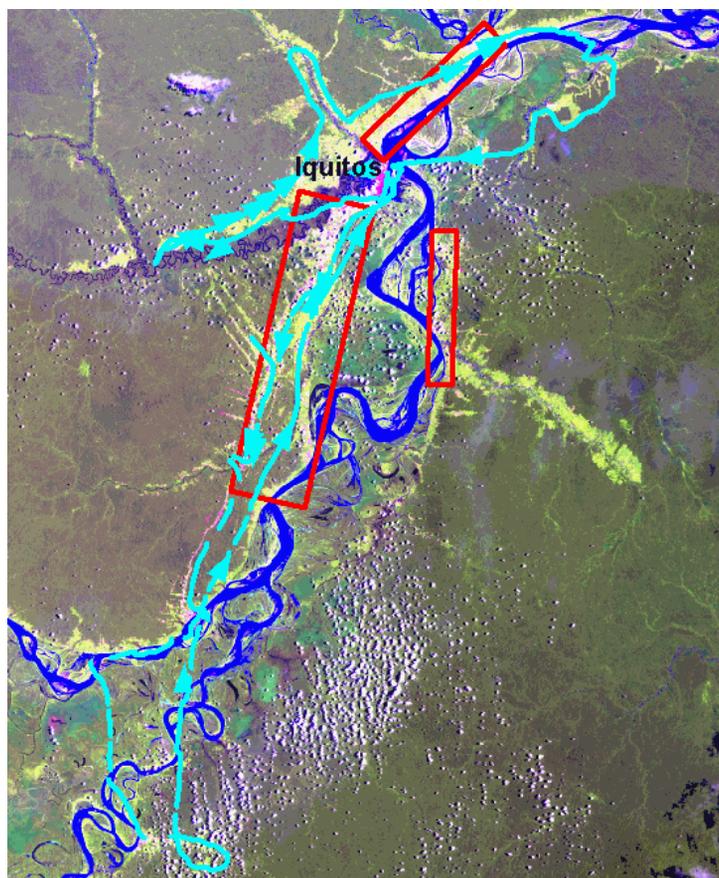
Distribución de los puntos de muestreo tomados en campo en la zona Iquitos – carretera Iquitos – Nauta.

FIGURA 39



Caracterización de bosque secundario en la zona Iquitos – carretera Iquitos – Nauta.

FIGURA 40



Rutas de sobrevuelo en la zona Iquitos – carretera Iquitos – Nauta.

FIGURA 41



Pastizales en la zona Iquitos – carretera Iquitos – Nauta.

Por otro lado, se realizó también un sobrevuelo, sobre todo a las áreas que eran inaccesibles vía terrestre. El sobrevuelo se realizó en dos rutas: la primera ruta, realizada hacia el sur de Iquitos, comprendió Iquitos – Varillal – Paujil – Nuevo Miraflores – Nauta – Jenaro Herrera – Iquitos.

La segunda ruta, realizada hacia el noroeste y noreste de Iquitos, abarcó los centros poblados de Naranjal – Santa María del Alto Nanay – San Juan – Santiago Lores – Catalán y finalizando en la ciudad de Iquitos. Durante el sobrevuelo en hidroavión se observaron las unidades que están cerca de los ríos Maniti, Napo, Mazán, Momón, Nanay, Pintoyacu, Itaya, Tigre y Ucayali, como puede observarse en la Figura N° 44.

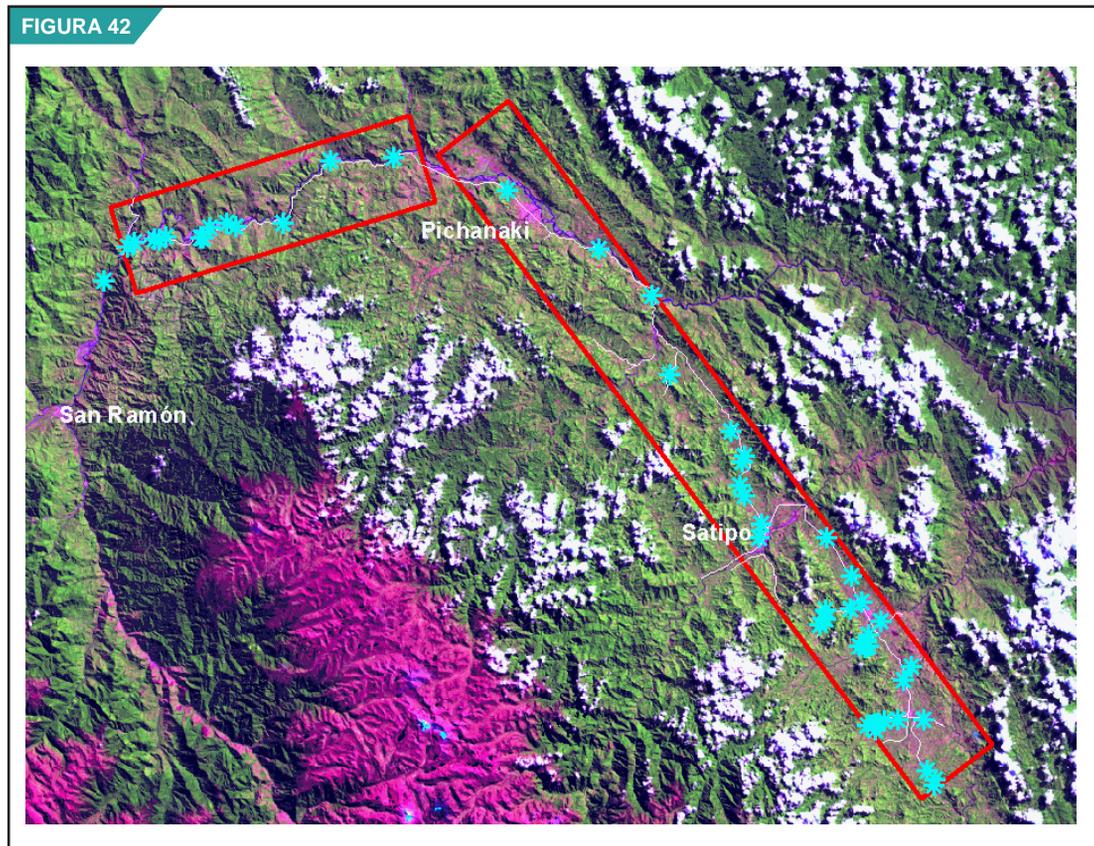
En la Figura N° 41 se muestran fotos aéreas del sobrevuelo para la zona Iquitos – carretera Iquitos – Nauta.

### **Satipo**

En la Figura N° 42 se observa la distribución de los puntos de muestreo que fueron levantados en el campo.

Durante el trabajo de campo se realizó el control terrestre de la interpretación a lo largo de la carretera central aledaña a los poblados de La Merced, Satipo, Puerto Victoria, Pichanaki, principalmente, así como caminos de penetración llegando hasta Oxapampa. Para ello, se utilizaron las imágenes impresas y los GPS.

Para esta zona de validación no se consideró realizar sobrevuelo pues la zona es bastante accesible y la distancia a recorrer era menor que en las anteriores zonas de validación estadística. En las Figuras Nos 43 al 45 se muestran las clases de uso de la tierra visitadas en la zona de validación La Merced – Satipo.



**Distribución de los puntos de muestreo tomados en la zona La Merced – Satipo.**

FIGURA 43

**Pastizal en la zona La Merced – Satipo.**

FIGURA 44

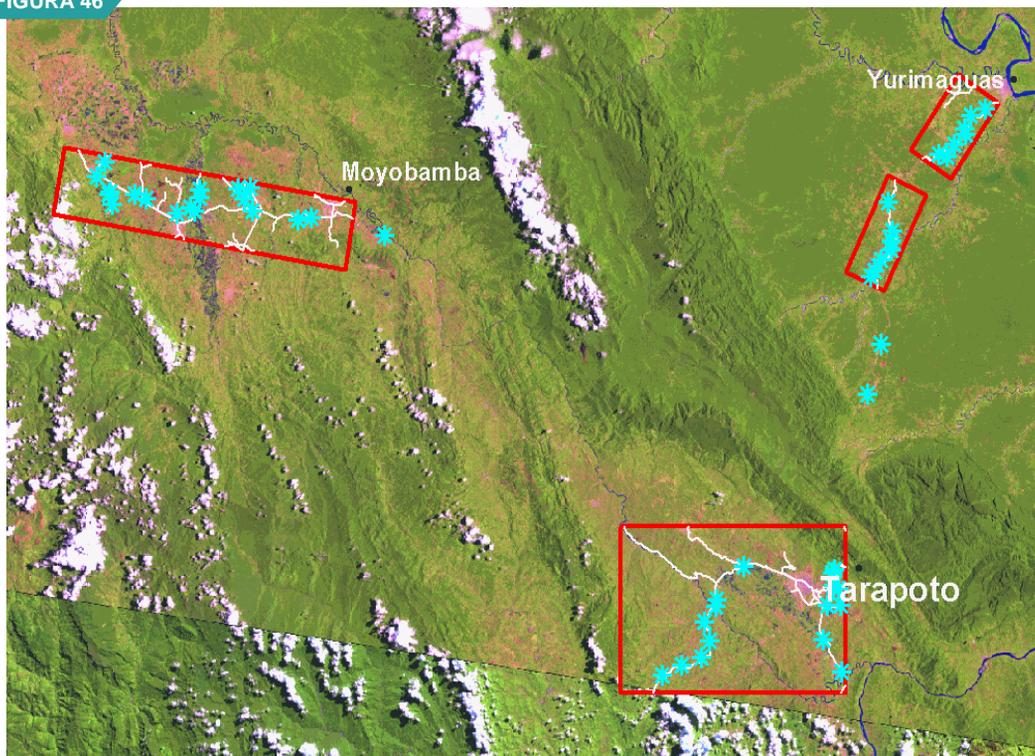
**Ganado pastando en la zona La Merced – Satipo.**

FIGURA 45



Figura N° 45: Agricultura en la zona La Merced – Satipo.

FIGURA 46



Ubicación de los puntos de muestreo levantados en la zona Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.

### **San Martín**

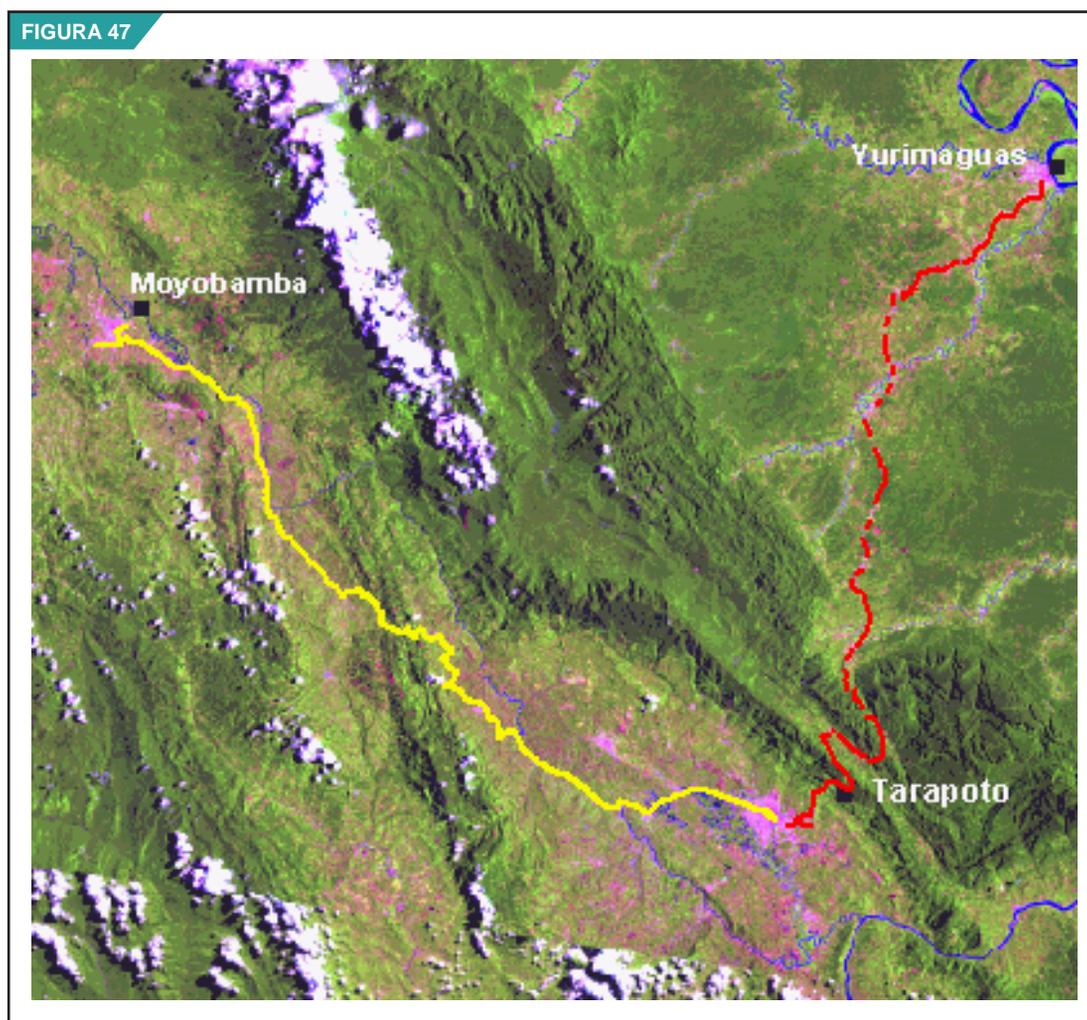
En la Figura N° 46 se puede observar la distribución de los puntos de muestreo levantados en campo para la zona de validación Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.

Cabe señalar que la zona trabajada es productora de arroz, café y cacao, principalmente, distribuidos en la mayor parte de su territorio; asimismo, se encuentran muchas áreas dedicadas al pastoreo.

Durante el trabajo de campo se realizó el control terrestre de la interpretación a lo largo de la carretera Tarapoto – Moyabamba – Tarapoto y Yurimaguas – Tarapoto, así como por caminos de penetración. Para ello, se utilizaron las imágenes impresas y los GPS.

En la Figura N° 47 se observan las líneas de control terrestre, realizadas para la zona de trabajo, desde las cuales también se tomaron las coordenadas (con el GPS) de puntos al interior de unidades de uso de la tierra y sus respectivos códigos.

En las Figuras Nos 48 al 53 se muestran las clases de uso de la tierra visitadas en la zona de validación Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.



**Líneas de control terrestre realizadas en la zona  
Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.**

FIGURA 48



Equipo levantando información en la zona  
Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.

FIGURA 49



Agricultura (arroz) en la zona Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.

FIGURA 50

**Pastizal en la zona de Yurimaguas.**

FIGURA 51

**Bosques secundarios y pastizales en la zona Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.**

**FIGURA 52**



**Bosque secundario joven en la zona de Moyabamba.**

**FIGURA 53**



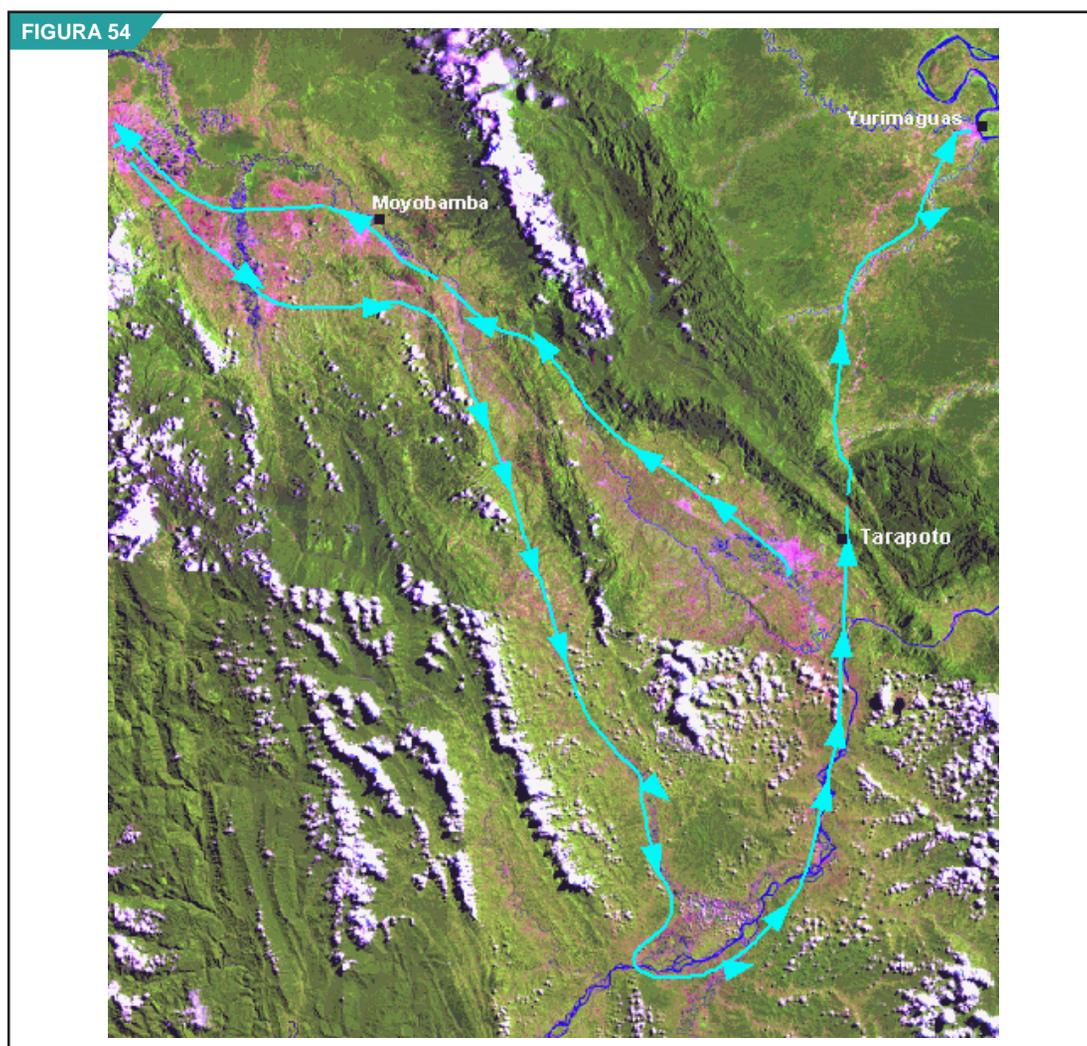
**Figura N° 53: Bosque secundario en la zona de Moyabamba.**

En esta zona de validación se realizó, además, un sobrevuelo siguiendo las rutas Tarapoto – Cacatachi – Lamas – Moyabamba – La Unión – Nueva Cajamarca – Rioja – Soritor – Jepelacio – Sisa – San Pablo – Bellavista – Picota – Juan Guerra – Tarapoto – Pongo de Caynarachi – Shanusi – Yurimaguas, principalmente para validar por aire las áreas inaccesible desde tierra. En la Figura N° 54 se observa la línea de sobrevuelo realizada para la zona de trabajo, desde la cual también se tomaron las coordenadas (con el GPS) de puntos al interior de unidades de uso de la tierra y sus respectivos códigos.

En la Figura N° 55 se muestra una foto aérea del sobrevuelo para la zona Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.

Los datos levantados en campo permitieron realizar la validación estadística de la interpretación. Se determinaron la precisión y los niveles de concordancia de la interpretación de clases de uso de la tierra y la precisión y los niveles de concordancia entre bosque y deforestación.

En el Cuadro N° 14 se muestran los resultados de la validación estadística de la interpretación de imágenes de satélite. Con respecto a las clases de uso de la tierra, el nivel de concordancia resultó ser Moderada; mientras que la precisión resultó de un 60% a 80%, obteniéndose la mayor precisión en la zona de Pucallpa. En cuanto la precisión a nivel general de áreas deforestadas, es decir considerando todas las clases de uso de la tierra como una sola unidad, la precisión de la interpretación resultó ser arriba del 90% y se obtuvo una concordancia Alta.



**Línea de sobrevuelo realizada en la zona Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.**

FIGURA 55



Vista aérea de pastizales y bosques secundarios en la zona Tarapoto – Moyabamba – Yurimaguas.

Cuadro N° 14: Resumen de la validación estadística

	Zona de Validación			
	Pucallpa	Iquitos	Satipo	San Martín
Puntos de muestreo	70	62	51	51
Aciertos entre clases	56	43	31	32
Precisión entre clases	80%	69,35%	60,78%	62,75%
Concordancia	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Precisión entre deforestación-bosque	90%	96,77%	96,08%	100%
Concordancia	Alta	Alta	Alta	Alta
U.T. = uso de la tierra.				

### 3.4 Tasa de deforestación

La tasa anual de deforestación fue calculada de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TAD = (X - Y) / N$$

Donde:

- TAD : Tasa anual de deforestación, expresada en ha/año  
 X : Superficie deforestada en el año 2000, expresada en ha  
 Y : Superficie deforestada en el año 1990, expresada en ha  
 N : Número de años transcurridos en el periodo 1990-2000.

El cálculo del área total deforestada durante el periodo 1990-2000 fue de 1 496 317,56 ha, que representa el 10,36% de la superficie total de bosques de la selva amazónica. Luego se obtiene un promedio anual de áreas deforestadas al dividir esta cantidad por 10 años, resultando un valor de 149 631,76 ha/año, como se puede observar en el Cuadro N° 15.

**Cuadro N° 15: Tasa de Deforestación Anual 1990-2000.**

Estudios	Superficie (ha)
Deforestación al año 1990 (Mapa ajustado de deforestación-1990: Base de Datos RR.NN.-INRENA)	5 676 236,41
Deforestación al año 2000 (Subprograma IM-03)	7 172 553,97
Superficie deforestada, periodo 1990-2000	1 496 317,56
Promedio anual de deforestación, periodo 1990-2000	149 631,76

Las superficies deforestadas a nivel departamental para el estudio de la Base de Datos de Recursos Naturales, así como para el mapa de deforestación de la presente investigación, se presentan en el Cuadro N° 16.

**Cuadro N° 16: Superficies deforestadas acumuladas al año 1990 y año 2000, a nivel departamental.**

Departamentos	*Mapa de Deforestación Base de Datos de RR.NN. 1990	**Mapa de Deforestación 2000 PROCLIM	Incremento de la Deforestación 1990-2000	% del incremento de la Deforestación 1990-2000
Amazonas	645 581,97	1 001 467,16	355 885,19	23,78
Loreto	638 070,95	945 590,61	307 519,66	20,55
Cajamarca	366 617,55	520 030,46	153 412,91	10,25
Cusco	395 849,46	537 601,10	141 751,64	9,47
Madre de Dios	79 267,85	203 878,80	124 610,95	8,33
Junín	622 859,14	734 272,72	111 413,58	7,45
Ucayali	547 749,65	627 064,40	79 314,75	5,30
Huánuco	532 457,40	600 620,43	68 163,03	4,56
Puno	101 357,65	146 033,14	44 675,50	2,99
Piura	286,66	31 734,78	31 448,12	2,10
Huancavelica	23 560,52	51 986,59	28 426,07	1,90
San Martín	1 300 013,85	1 327 668,52	27 654,67	1,85
Pasco	287 352,54	302 007,62	14 655,08	0,98
Ayacucho	128 641,68	135 366,39	6 724,71	0,45
La Libertad	6 569,55	7 231,26	661,71	0,04
<b>Total</b>	<b>5 676 236,41</b>	<b>7 172 553,97</b>	<b>1 496 317,56</b>	<b>100,00</b>

Fuente: \*\* INRENA – 2005, Subprograma IM-03.

\*INRENA – 2000, Base de Datos de RR.NN. (primera aproximación).

Los departamentos que presentan mayor incremento de la deforestación en el periodo 1990-2000 son:

- Amazonas con 355 855,19 ha (23,78% del incremento de la deforestación), Loreto con 307 519,66 ha (20,55%) y Cajamarca con 153 412,91 ha (10,25%).

Mientras que los departamentos que tuvieron menor incremento de la deforestación en el periodo 1990-2000 son:

- La Libertad con 661,71 ha (0,04%), Ayacucho con 6 724,71 ha (0,45%) y Pasco con 14 655,08 ha (0,98%).

En el Cuadro N° 17 se muestran los promedios de superficies deforestadas (ha) a nivel de cada departamento, comprendido en el periodo 1990-2000.

Los valores promedios más altos lo presentan los departamentos de Amazonas (35 588 ha/año), le siguen en orden de menores valores los departamentos de Loreto (30 752 ha/año), Cajamarca (15 341 ha/año) y así sucesivamente.

**Cuadro N° 17: Promedio anual de deforestación por departamento, periodo 1990-2000.**

Departamentos	** Mapa ajustado de Deforestación - 1990 (Base de Datos de RR.NN. INRENA) (ha)	***Mapa de Deforestación al año 2000 (PROCLIM-INRENA) (ha)	Incremento de la Deforestación periodo 1990-2000 (ha)	Promedio anual de Deforestación 1990-2000 (ha)
Amazonas	645 581,97	1 001 467,16	355 885,19	35 588,52
Loreto	638 070,95	945 590,61	307 519,66	30 751,97
Cajamarca	366 617,55	520 030,46	153 412,91	15 341,29
Cusco	395 849,46	537 601,10	141 751,64	14 175,16
Madre de Dios	79 267,85	203 878,80	124 610,95	12 461,10
Junín	622 859,14	734 272,72	111 413,58	11 141,36
Ucayali	547 749,65	627 064,40	79 314,75	7 931,48
Huánuco	532 457,40	600 620,43	68 163,03	6 816,30
Puno	101 357,65	146 033,14	44 675,50	4 467,55
Piura	286,66	31 734,78	31 448,12	3 144,81
Huancavelica	23 560,52	51 986,59	28 426,07	2 842,61
San Martín	1 300 013,85	1 327 668,52	27 654,67	2 765,47
Pasco	287 352,54	302 007,62	14 655,08	1 465,51
Ayacucho	128 641,68	135 366,39	6 724,71	672,47
La Libertad	6 569,55	7 231,26	661,71	66,17
<b>Total</b>	<b>5 676 236,41</b>	<b>7 172 553,97</b>	<b>1 496 317,56</b>	<b>149 631,76</b>

Fuente: \* INRENA, 2000. Base de Datos de Recursos Naturales e Infraestructura (primera aproximación).

\*\* INRENA-PROCLIM, 2005.