



**UNODC**

Oficina de las Naciones Unidas  
contra la Droga y el Delito



Estado Plurinacional de Bolivia



# **Estado Plurinacional de Bolivia**

## **Monitoreo de Cultivos de Coca 2009**

**Junio 2010**



## PREFACIO

En el Estado Plurinacional de Bolivia, el cultivo de hoja de coca en el año 2009 tuvo 1% de incremento respecto al 2008, alcanzando 30,900 hectáreas. Este es el cuarto año consecutivo de incremento.

El acuerdo social en el Trópico de Cochabamba (Chapare) parece estar funcionando, sin embargo, en las zonas de Yungas y Chapare, se requiere mayor erradicación y un mayor apoyo para el desarrollo, sin descuidar la generación de medios de vida alternativos.

Se requiere una acción urgente para reparar el daño ambiental ocasionado en las regiones severamente afectadas por el mono-cultivo de hoja de coca. Los cultivos en parques nacionales y áreas protegidas continúan estables, gracias a las medidas de reducción efectivas.

Las fuerzas del mercado parecen haber hecho de la coca un negocio menos lucrativo. En el 2009, los ingresos por el cultivo de hoja de coca fueron 10% que el año anterior (\$293 a \$265 millones).

La aplicación de la ley tuvo resultados diversos. La cantidad de hojas de coca incautadas cayó 21% a 1,574 Toneladas. La cantidad de clorhidrato de cocaína incautado también decreció, 32% a 4,922 kg. Sin embargo, la cantidad de cocaína base incautada se mantuvo en niveles relativamente altos a 21,970 kg. (2% incremento respecto a 2008).

El Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia debe continuar trabajando con todos sus socios para reducir la cantidad de cultivo de hoja de coca a la necesaria para el consumo tradicional.



Antonio Maria Costa  
Director Ejecutivo  
Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>9</b>
2.1	CULTIVOS DE HOJA DE COCA .....	9
2.2	ANÁLISIS REGIONAL .....	13
2.3	RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE HOJA DE COCA .....	29
2.4	PRECIOS Y COMERCIALIZACIÓN DE HOJA DE COCA .....	31
2.5	TEMAS RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE HOJA DE COCA.....	40
2.5.1	<i>Estudios ambientales en los Yungas de La Paz.....</i>	<i>40</i>
2.5.2	<i>Cultivo de hoja de coca relacionado con otros cultivos .....</i>	<i>45</i>
2.5.3	<i>Cultivo de hoja de coca en Parques Nacionales .....</i>	<i>50</i>
2.6	RACIONALIZACIÓN DEL CULTIVO DE HOJA DE COCA .....	52
2.7	INCAUTACIONES .....	54
<b>3</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>56</b>
3.1	CULTIVO DE HOJA DE COCA .....	56

	<b>2008</b>	<b>%cambio en 2009</b>	<b>2009</b>
Cultivo de hoja de coca (en hectáreas)	30,500	1%	30,900
En los Yungas de La Paz	20,700	1%	20,900
en Trópico de Cochabamba	9,500	2%	9,700
en Apolo	300		300
Permitidas por la Ley 1008 <sup>1</sup>	12,000		12,000
En parques nacionales	2,063	0%	2,057
Rendimiento anual promedio de hoja de coca secada al sol			
en Trópico de Cochabamba	2,764 kg/ha		2,764 kg/ha
En los Yungas de La Paz	1,321 kg/ha		1,321 kg/ha
en los Yungas, zona tradicional de cultivo de hoja de coca	1,215 kg/ha		1,215 kg/ha
Producción de hoja de coca	51,000 tm	6%	54,600 tm
Promedio ponderado nacional de precios de hoja de coca (fuera de los mercados autorizados)	US\$ 5.3/kg	-8%	US\$ 4.9/kg
Precio promedio de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba	US\$ 5.2/kg	-8%	US\$ 4.8/kg
Valor total pie de finca de la producción de hoja de coca	US\$ 297 millón	-14%	US\$ 265 millón
PIB (país) <sup>2</sup>	US\$ 9.7 billón	3.6%	US\$ 13.0 billón
Valor de la hoja de coca en porcentaje del PIB	3.0%	-1%	2%
Valor del PIB del sector agrícola	US\$ 1.40 billón	36%	US\$ 1.90 billón
Valor de la hoja de coca en porcentaje del PIB del sector agrícola	21%	-7%	14%
Racionalización/erradicación reportada	5,484 ha	16%	6,341 ha
Incautaciones de cocaína base	21,641 kg	2%	21,970
Incautaciones de clorhidrato de cocaína	7,246 kg	-32%	4,922

<sup>1</sup> Ley en actual revisión

<sup>2</sup> PIB del año correspondiente reportado por el Gobierno. Fuente: Instituto Nacional de Estadística

## **Resumen Ejecutivo**

La UNODC, en el marco de su Programa de Monitoreo de Cultivos Ilícitos, (ICMP) apoya al Estado Plurinacional de Bolivia en la implementación de un sistema nacional de monitoreo de cultivo de hoja de coca. Este reporte, es el séptimo desde el año 2003, y provee una cuantificación de este cultivo a nivel nacional para el año 2009, así como información acerca del rendimiento, precios y otros temas relacionados con la producción de hoja de coca en Bolivia.

El estudio de este año revela que existen 30,900 ha de cultivo de hoja de coca en Bolivia, un incremento de 1% comparado con el resultado del año pasado, en el que se reportó 30,600 ha. El cultivo de hoja de coca en Bolivia alcanza a 19% del total global en el 2008, muy por debajo de los niveles estimados a principios y a mediados de los años noventa cuando Bolivia tenía cerca de un cuarto del total global. En 2008, el cultivo de hoja de coca en Bolivia permanece por debajo de los niveles de cultivo en Colombia y Perú.

El ligero incremento del cultivo de hoja de coca en Bolivia (1%) representa la tasa de crecimiento más baja de los últimos cuatro periodos. El cultivo de hoja de coca en los Yungas llegó a 20,900 ha, un incremento del 1% y en el Trópico de Cochabamba a 9,700 ha, (+2%) En los Yungas de La Paz, se encuentra el 68% del total cultivado en el 2009.

En el Trópico de Cochabamba, se encontraron un total de 2,057 ha de cultivo de hoja de coca en dos parques nacionales, (Isiboro Sécore y Carrasco) representando el 21% de cultivo de hoja de coca en esta región. El cultivo de hoja de coca también se ha mantenido estable en los parques nacionales

En el área de producción de hoja de coca, se generan aproximadamente 54,600 toneladas métricas de hoja de coca seca.

Los precios en pie de finca de hoja de coca seca decrecieron en 22 % respecto al 2008. Por otra parte, los precios de pasta base de cocaína y clorhidrato de cocaína se mantuvieron estables. Los niveles de incautación de hoja de coca disminuyeron en 2009 de 2,065 toneladas métricas a 1525 toneladas métricas. Las incautaciones de cocaína HCL decrecieron de 7,246 toneladas métricas en 2008 a 4,922 toneladas métricas en 2009.

El valor en pie de finca de la producción de hoja de coca en Bolivia alcanzó aproximadamente US\$ 265 millones en 2009. Esta estimación toma en cuenta el valor total de la hoja de coca en los mercados controlados por DIGCOIN, así como el valor en pie de finca fuera de los mercados.

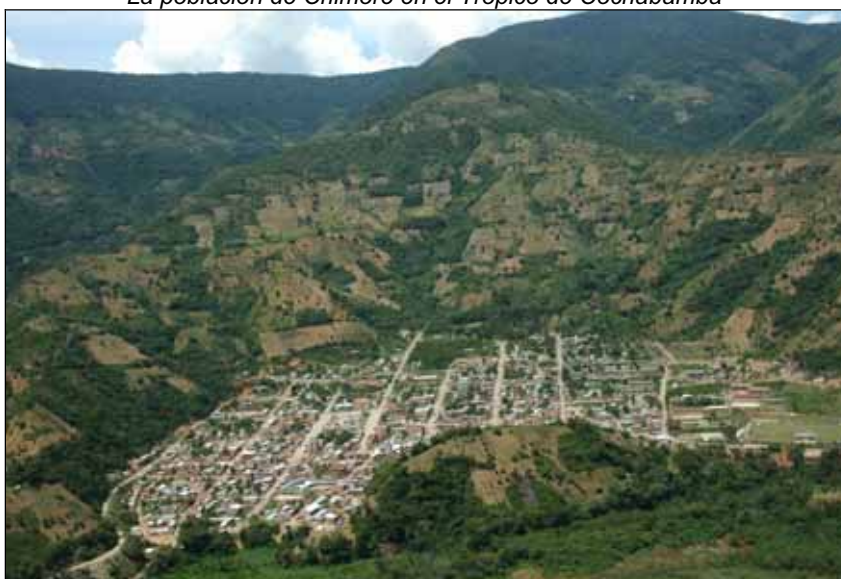
El valor total es equivalente al 2% del PIB del país para 2009 (US\$ 13.0 billones) o 19% del PIB del sector agrícola en 2009 (US\$ 1.90 billones).



*La población de Caranavi, a orillas de los ríos Yara y Coroico*



*La población de Chimoré en el Trópico de Cochabamba*



*La Población de La Asunta en los Yungas de La Paz*



## **1 INTRODUCCIÓN**

La UNODC, a través del Programa Global de Monitoreo de Cultivos Ilícitos (ICMP) apoya el desarrollo y mantenimiento de una red global de monitoreo de cultivos para fines ilícitos que se encuentra activa en siete países: Afganistán, Bolivia, Colombia, Lao PDR, Ecuador, Myanmar, y Perú.

Los objetivos del ICMP son establecer metodologías para la recolección y análisis de datos sobre cultivos para fines ilícitos, y mejorar la capacidad interna de los gobiernos para monitorearlos, en el contexto de la estrategia de eliminación adoptada por los Estados Miembros en la Asamblea General, en la Sesión Especial sobre Drogas de junio de 1998.

El presente reporte de monitoreo de cultivos de coca es el séptimo a nivel nacional generado en forma conjunta por el Gobierno de Bolivia y la UNODC. Como en años anteriores, el informe detalla la cuantificación de cultivo de hoja de coca a nivel nacional y adicionalmente, información complementaria acerca de rendimiento, precios y otros temas relacionados con la producción de hoja de coca en Bolivia. Este informe incluye datos de la relación del cultivo de hoja de coca con el medioambiente en las regiones productoras.

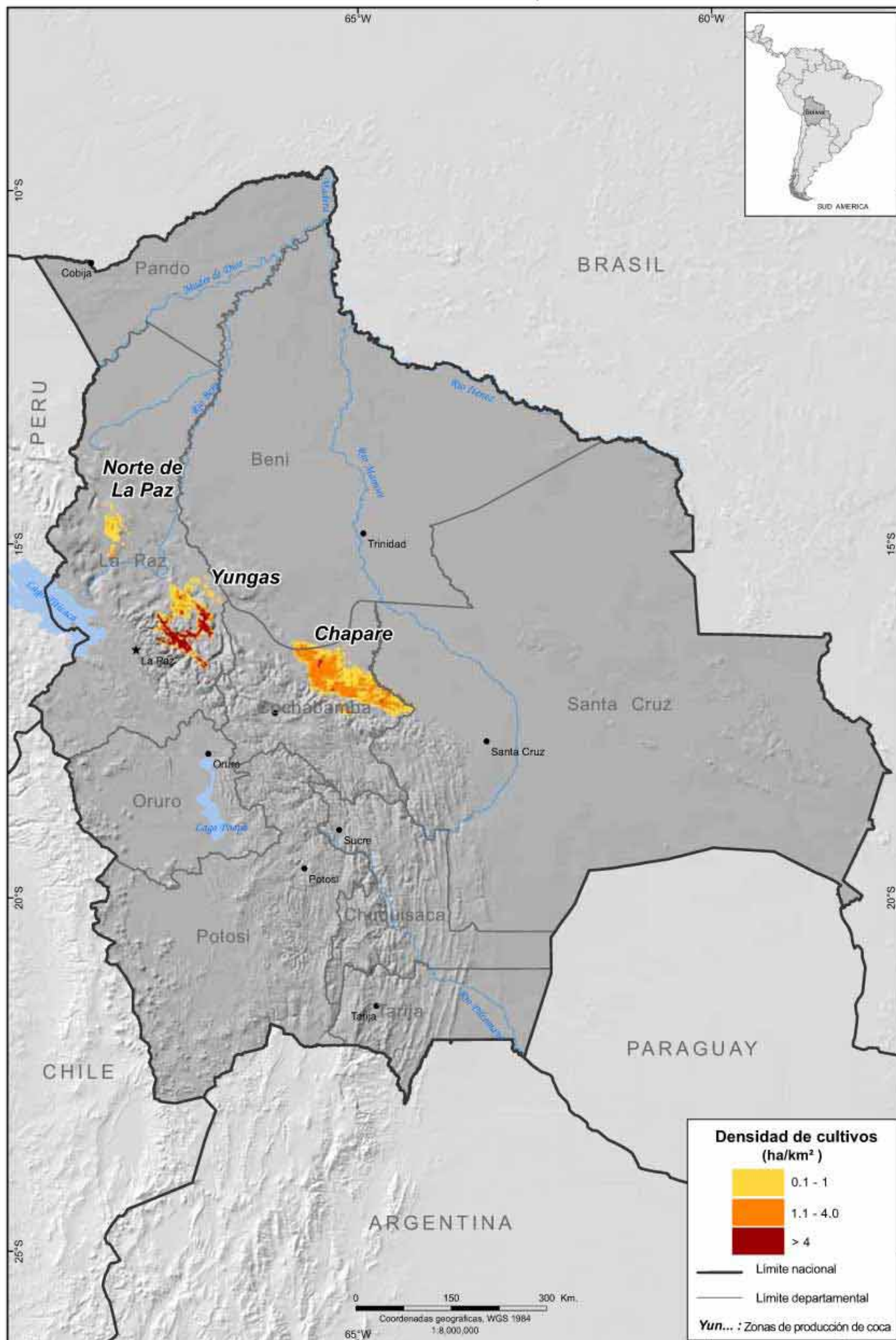
Es importante destacar la cooperación de los Viceministerios de Defensa Social y Sustancias Controladas y de Coca y Desarrollo Integral, que a través de la Dirección Nacional de Desarrollo de las Áreas Productoras de Coca (DIGPROCoca), ha proporcionado información muy importante sobre la racionalización y mensura de cultivos de hoja de coca principalmente en el Trópico de Cochabamba. Adicionalmente, la Dirección Nacional de Comercialización e Industrialización de la Hoja de Coca (DIGCOIN) ha proporcionado los datos de circulación, comercialización y precios de mercado, y la Fuerza Especial de Lucha contra el Narcotráfico (FELCN) ha contribuido con la información de incautaciones de hoja de coca desviada al narcotráfico, así como de pasta base y clorhidrato de cocaína.

El presente informe es reconocido por el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia por constituirse en una herramienta importante para la planificación y ejecución de estrategias de lucha contra el tráfico ilícito de Drogas y el Desarrollo Integral y sostenible de las regiones de cultivos de hoja de coca.

La nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia establece en su artículo 384 que la hoja de coca es patrimonio cultural, recurso natural renovable de la biodiversidad y factor de cohesión social, que en su estado natural no es estupefaciente.

El Gobierno del Estado Plurinacional lleva adelante el “Estudio Integral de la Hoja de Coca en Bolivia”, financiado por la Unión Europea, que se encuentra en su etapa final y cuyos resultados permitirán formular políticas públicas sobre la materia.

# Densidad del cultivo de coca, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC.

Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.

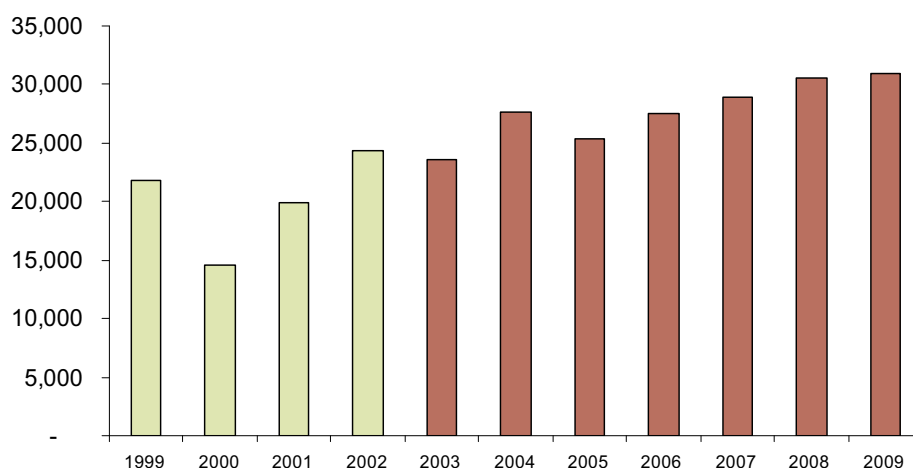
## 2 RESULTADOS

### 2.1 CULTIVOS DE HOJA DE COCA

La superficie total de cultivos de hoja de coca en Bolivia para el año 2009 fue cuantificada en 30,900 ha, registrándose un leve incremento de 1% respecto a la gestión anterior (30,500 ha), que representa una reducción sustancial en el promedio porcentual anual registrado en el periodo 2006-2008 (6%). Este resultado podría mostrar un cambio de tendencia hacia una reducción neta efectiva de la superficie de cultivos de hoja de coca, en conformidad con los compromisos internacionales del Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia.

El incremento de 1% se produjo en las dos regiones principales de producción: los Yungas de La Paz y el Chapare. En la región de La Asunta, el área de mayor crecimiento de cultivos de hoja de coca en los últimos años, no se ha verificado un aumento similar al de otros periodos, e inclusive se ha podido constatar que en ciertas zonas la racionalización de cultivos de hoja de coca ha sido efectiva ya que no ha sido seguida de replante.

Figura 1. Cultivo de hoja de coca en Bolivia, 1999 – 2009 (ha)



Fuentes USA Departamento de Estado Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC

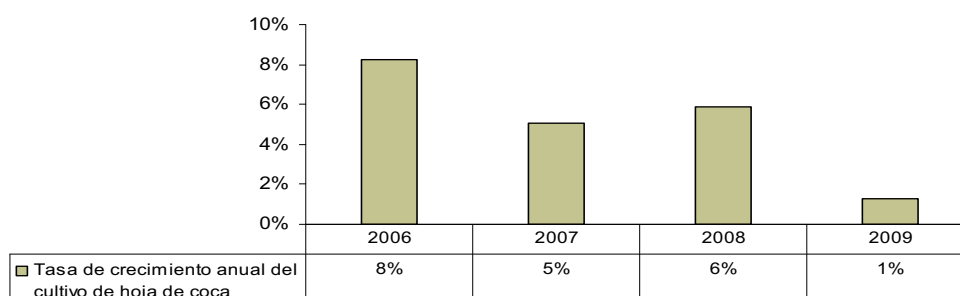
Tabla 1. Cultivo de hoja de coca en Bolivia 1999 – 2009 (ha)

Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Total Redondeado	21,800	14,600	19,900	24,400	23,600	27,700	25,400	27,500	28,900	30,500	30,900

Fuentes USA Departamento de Estado Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC

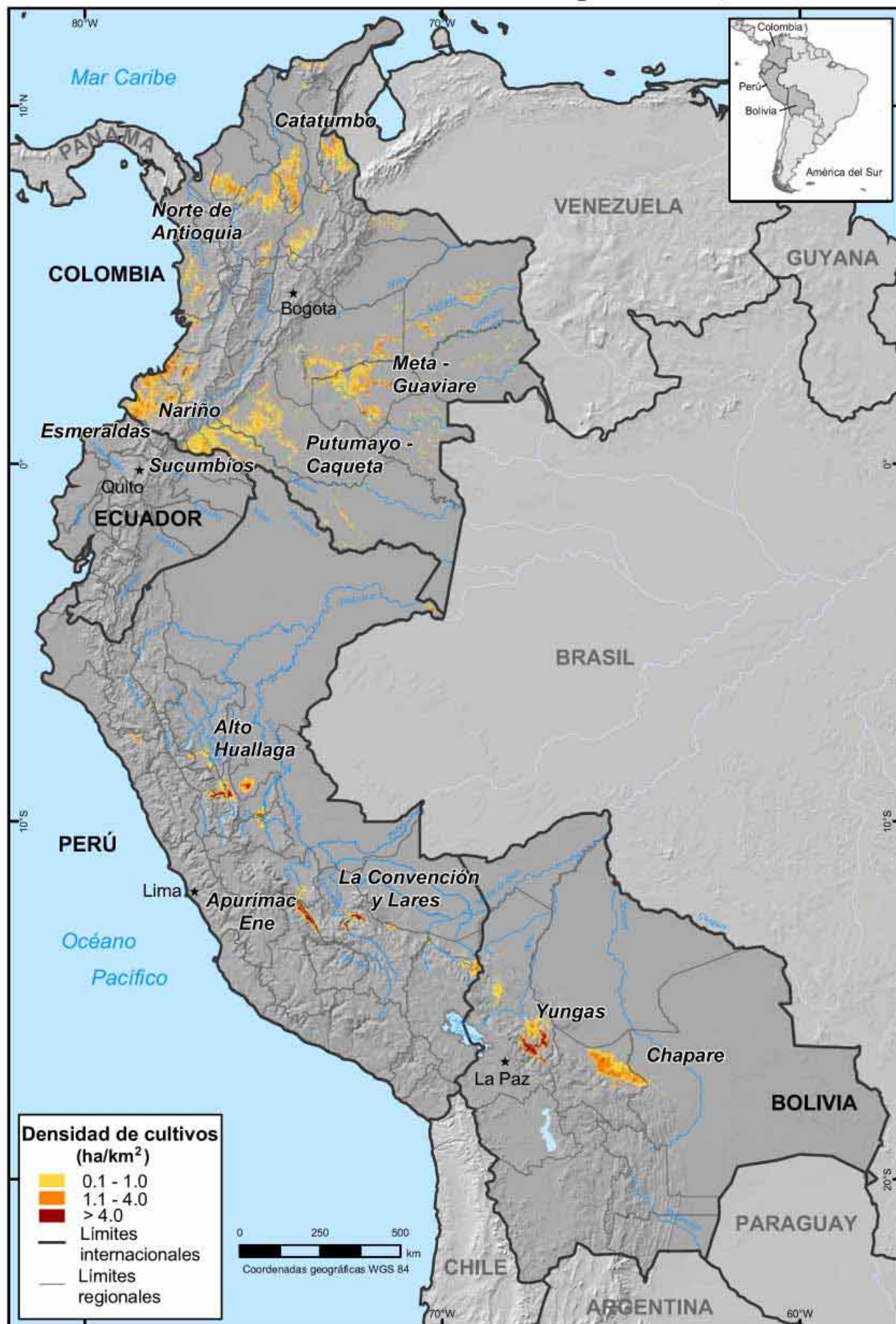
En el periodo 2008-2009, se ha registrado la menor tasa de crecimiento en los últimos cuatro años

Figura 2. Tasa de crecimiento anual del cultivo de hoja de coca en Bolivia, 2006 – 2009 (%)





## Densidad de cultivos de coca en la Región Andina, 2009



Fuente: Sistemas nacionales de monitoreo apoyados por ONUDD - Gobiernos de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú  
Los límites políticos y los nombres utilizados en este mapa no implican la aceptación oficial por parte de las Naciones Unidas

A nivel de los tres principales países productores de hoja de coca, el cultivo disminuyó en 5%, debido al significativo decremento ocurrido en Colombia (-16%). En el 2009, el cultivo de hoja de coca en Bolivia representa el 19% del cultivo de hoja de coca en la región andina, comparado con el 18% en el 2008. Detrás de Colombia (43%) y Perú (38%), que juntos alcanzan el 81% de la producción total de hoja de coca, Bolivia permanece como el menor productor.

Figura 3. Cultivo de hoja de coca en la región Andina 1990 – 2009 (ha)

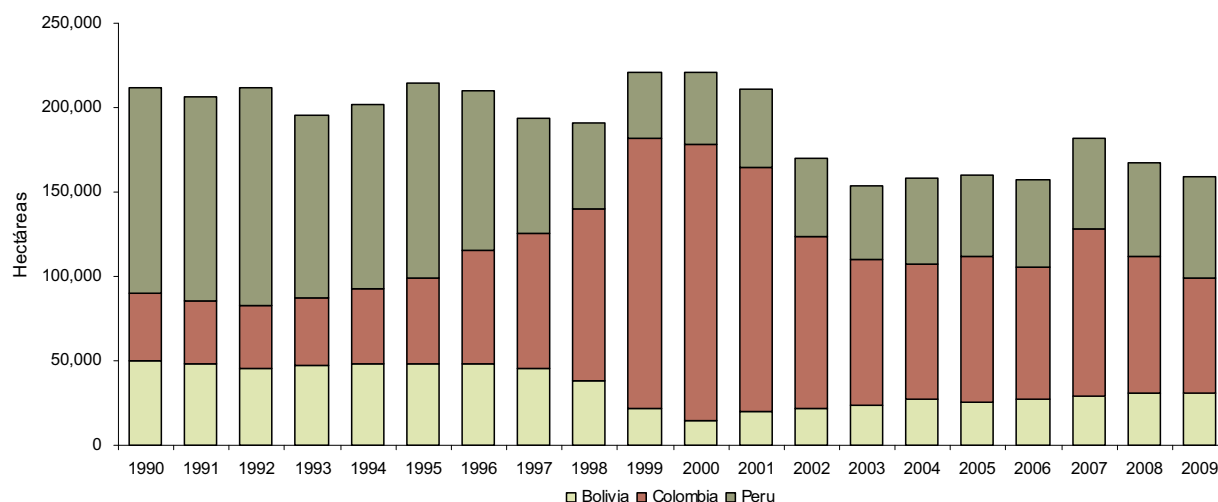


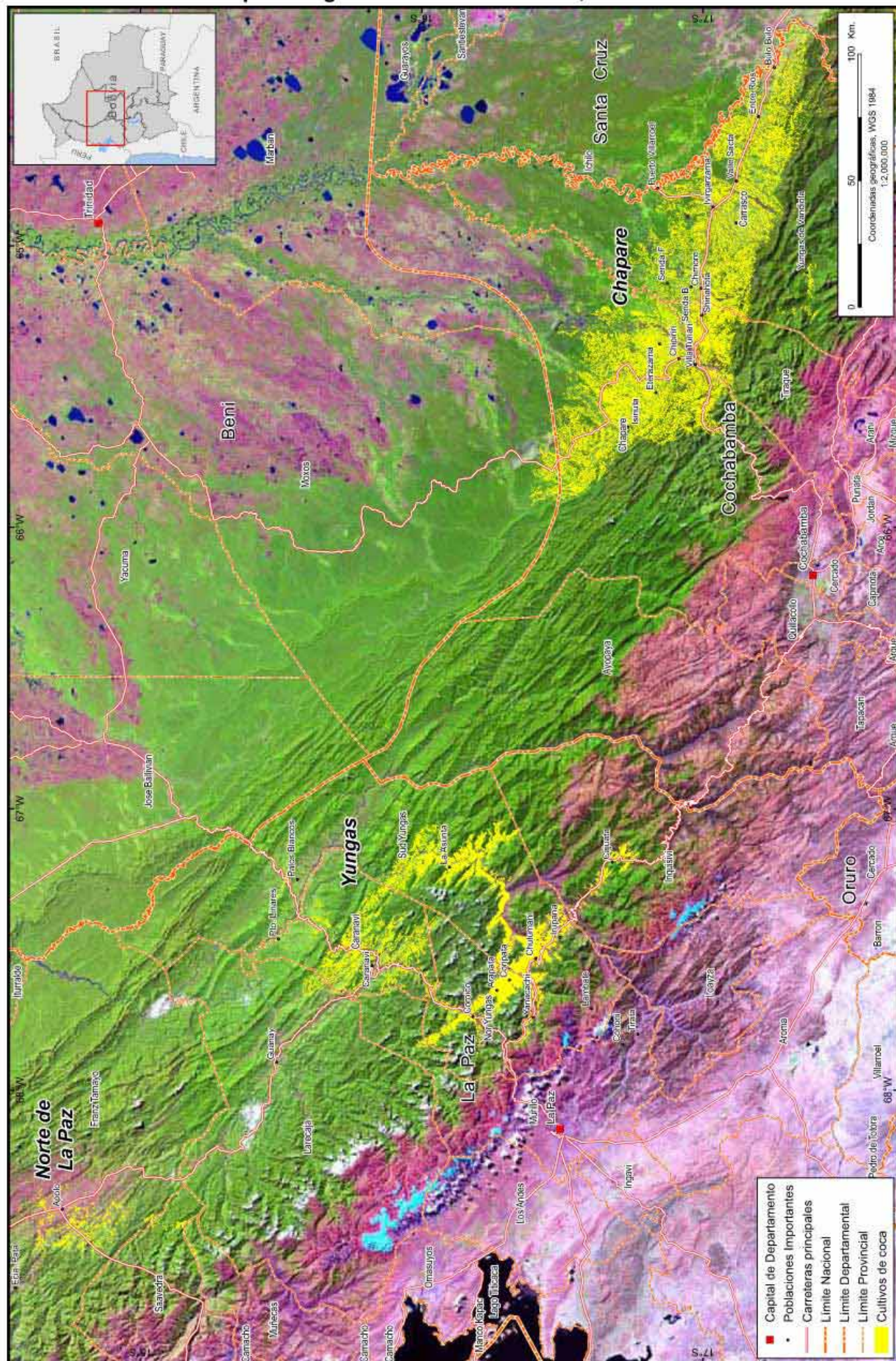
Tabla 2. Cultivo de hoja de coca en la Región Andina 1999- 2009 (ha)

País	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	% cambio
Bolivia	21,800	14,600	19,900	21,600	23,600	27,700	25,400	27,500	28,900	30,500	30,900	1%
Colombia	160,100	163,300	144,800	102,000	86,000	80,000	86,000	78,000	99,000	81,000	68,000	-16%
Perú	38,700	43,400	46,200	46,700	44,200	50,300	48,200	51,400	53,700	56,100	59,900	7%
<b>Total</b>	<b>220,600</b>	<b>221,300</b>	<b>210,900</b>	<b>170,300</b>	<b>153,800</b>	<b>158,000</b>	<b>159,600</b>	<b>156,900</b>	<b>181,600</b>	<b>167,700</b>	<b>158,800</b>	<b>-5%</b>

Fuentes   USA Departamento de Estado   Sistema de monitoreo nacional apoyado por UNODC



# Mapa de regiones de cultivo de coca, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC. Los límites y nombres mostrados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.



## 2.2 ANÁLISIS REGIONAL

El incremento de 30,500 a 30,900ha equivalente a 1% demuestra que los cultivos de hoja de coca se han mantenido estables en Bolivia durante el año 2009. Las regiones principales de producción de hoja de coca han tenido un ligero incremento de 1% en los Yungas de La Paz y de 2% en el Trópico de Cochabamba.

Por primera vez desde el inicio del monitoreo de cultivos de hoja de coca, se ha observado una efectiva racionalización del cultivo de hoja de coca en el municipio de La Asunta, que es la región donde se había localizado el mayor aumento de cultivo de hoja de coca en el periodo 2005-2008, y se ha mantenido estable durante el 2009.

Tabla 3. Cuantificación del cultivo de hoja de coca por región 2002 – 2009 (ha)

Región	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	% cambio 2008-2009	% del total 2009
Yungas de La Paz	13,800	16,200	17,300	18,100	18,900	19,800	20,700	20,900	1%	68%
Trópico de Cochabamba	n.a.	7,300	10,100	7,000	8,300	8,800	9,500	9,700	2%	31%
Provincias del Norte de La Paz*	n.a.	50	300	300	300	300	300	300	0%	1%
Total		23,550	27,700	25,400	27,500	28,900	30,500	30,900	1%	100%

\*Incluye las provincias, Franz Tamayo, Muñecas y Bautista Saavedra

Figura 4. Cuantificación del cultivo de hoja de coca por regiones, 2002 – 2009 (ha)

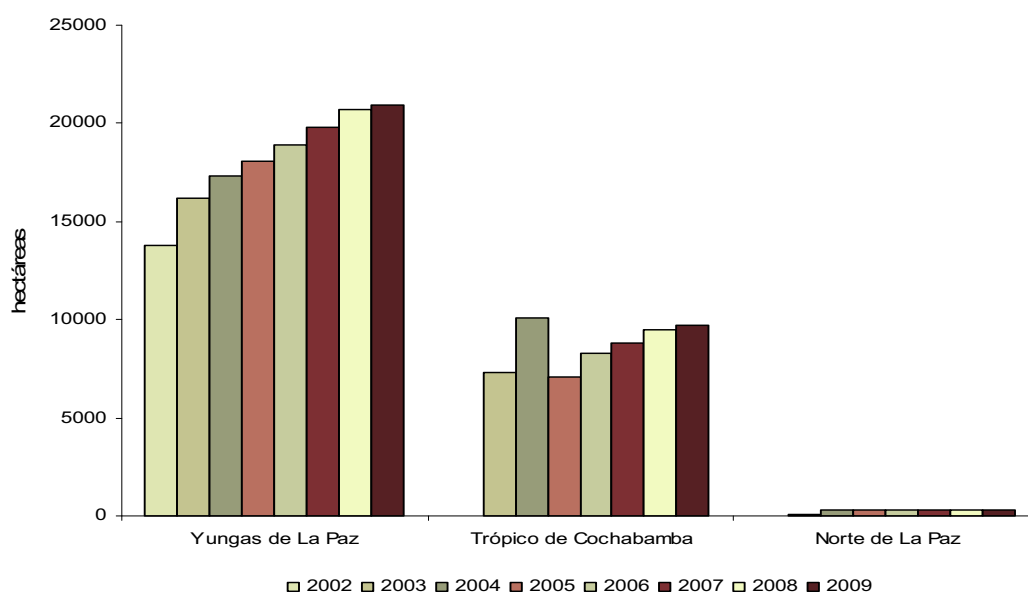
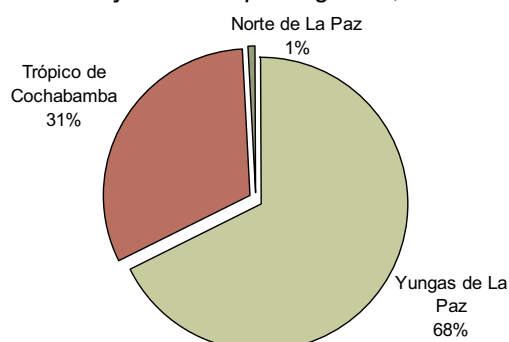
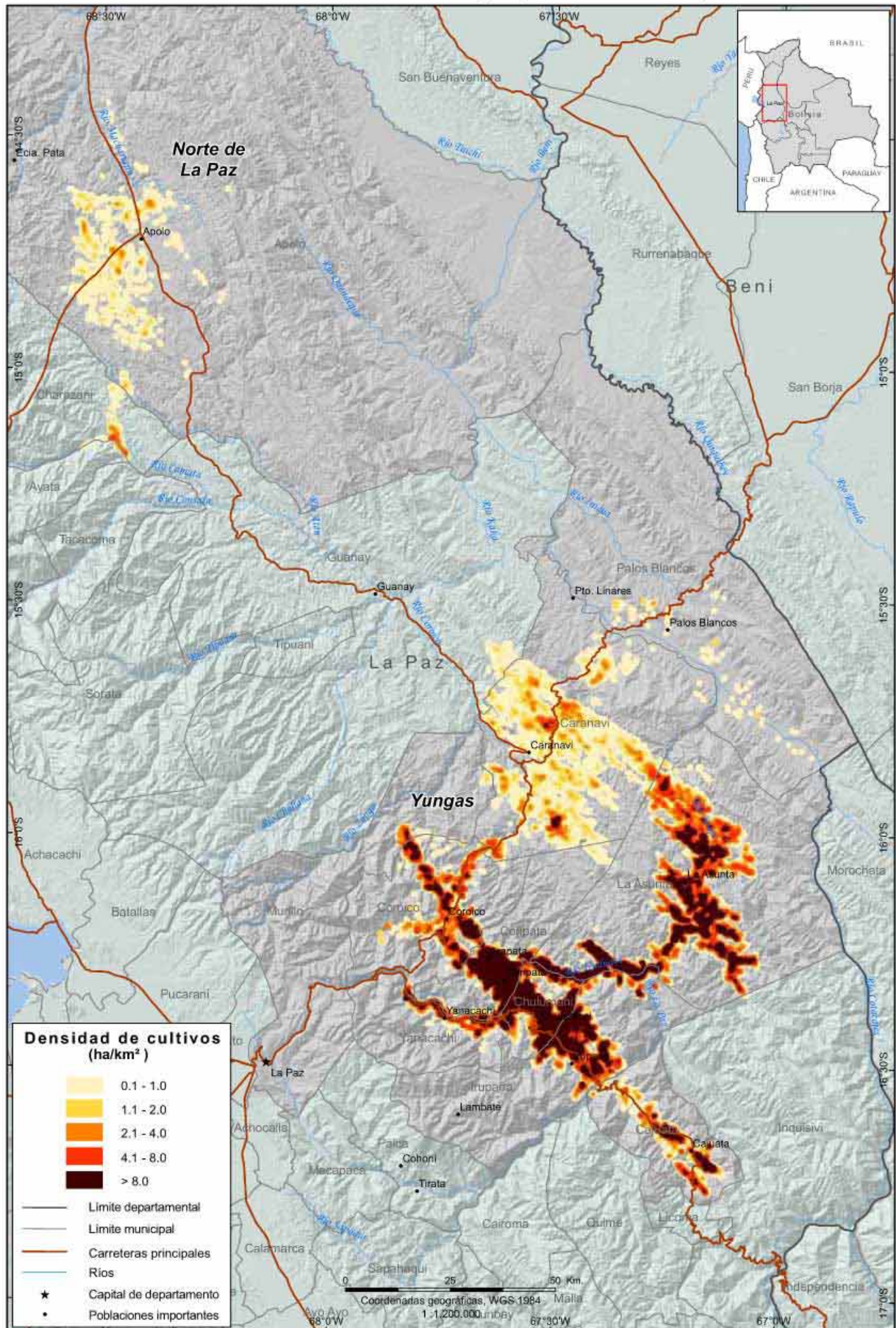


Figura 5. Distribución del cultivo de hoja de coca por regiones, Bolivia 2009



# Densidad del cultivo de coca en los Yungas y Norte de La Paz, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC.  
 Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.



### 2.2.1 Cultivo de hoja de coca en los Yungas de La Paz

La región conocida como Yungas de La Paz se encuentra sobre la vertiente oriental de la Cordillera Real. Tiene una topografía muy compleja y ríos turbulentos que alimentan la cuenca amazónica; sus elevaciones varían desde 300 a 4,000 metros sobre el nivel del mar. La hoja de coca es cultivada principalmente en terrazas angostas, construidas en laderas de alta pendiente.



*Vista aérea de las serranías de la provincia Caranavi*

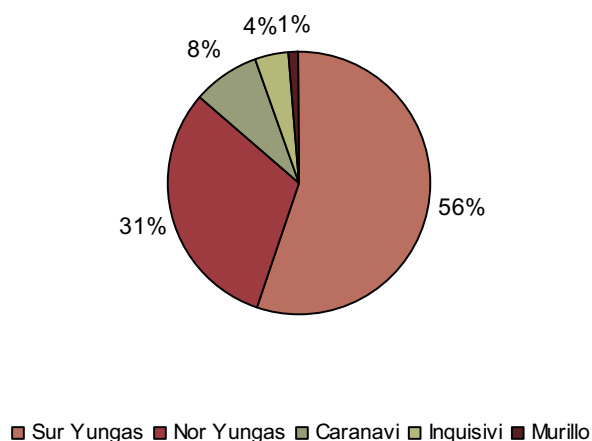
Los Yungas de La Paz presentan una tendencia creciente en el cultivo de hoja de coca desde el año 2002. Sin embargo, en el año 2009, se ha detectado el crecimiento más bajo del periodo de monitoreo (1%) alcanzando las 20,900 ha.

La mayor parte del cultivo de hoja de coca se localiza en la zona occidental de los Yungas y en el municipio de La Asunta, donde se ha detectado un marcado monocultivo de hoja de coca.

*Tabla 4. Distribución del cultivo de hoja de coca en los Yungas de La Paz por provincias*

Provincia	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	% cambio 2008-2009	% total 2009
Sur Yungas	7,182	8,356	8,867	9,395	9,753	10,588	11,291	11,490	2%	55%
Nor Yungas	5,187	5,914	6,166	6,257	6,432	6,532	6,654	6,524	-2%	31%
Caranavi	491	889	1,248	1,381	1,714	1,653	1,630	1,760	7%	8%
Inquisivi	741	801	805	807	809	813	897	875	-2%	4%
Murillo	151	210	217	223	225	229	247	240	-3%	1%
<b>Total redondeado</b>	<b>13,800</b>	<b>16,200</b>	<b>17,300</b>	<b>18,100</b>	<b>18,900</b>	<b>19,800</b>	<b>20,700</b>	<b>20,900</b>	<b>1%</b>	<b>100%</b>

Figura 6. Distribución del cultivo de hoja de coca en Los Yungas de La Paz por provincias, 2009 (%)



En el Departamento de La Paz, la hoja de coca para consumo tradicional y otros usos legales, se comercializa en el mercado de coca de Villa Fátima, donde DIGCOIN controla y supervisa los volúmenes, en el marco de la Ley 1008 vigente desde el año 1988, y que se encuentra en actual revisión.

Figura 7. Imágenes del cultivo de hoja de coca en Yungas

Cultivo de hoja de coca en terreno de laderas en la región de La Asunta



Diferentes estados de cultivos de hoja de coca en la provincia Nor Yungas

Cultivos de coca en la región de Alto Los Andes, Caranavi





Figura 8. Ejemplos de la evolución del cultivo de hoja de coca en Bolívar, en el límite entre los municipios de La Asunta y Caranavi

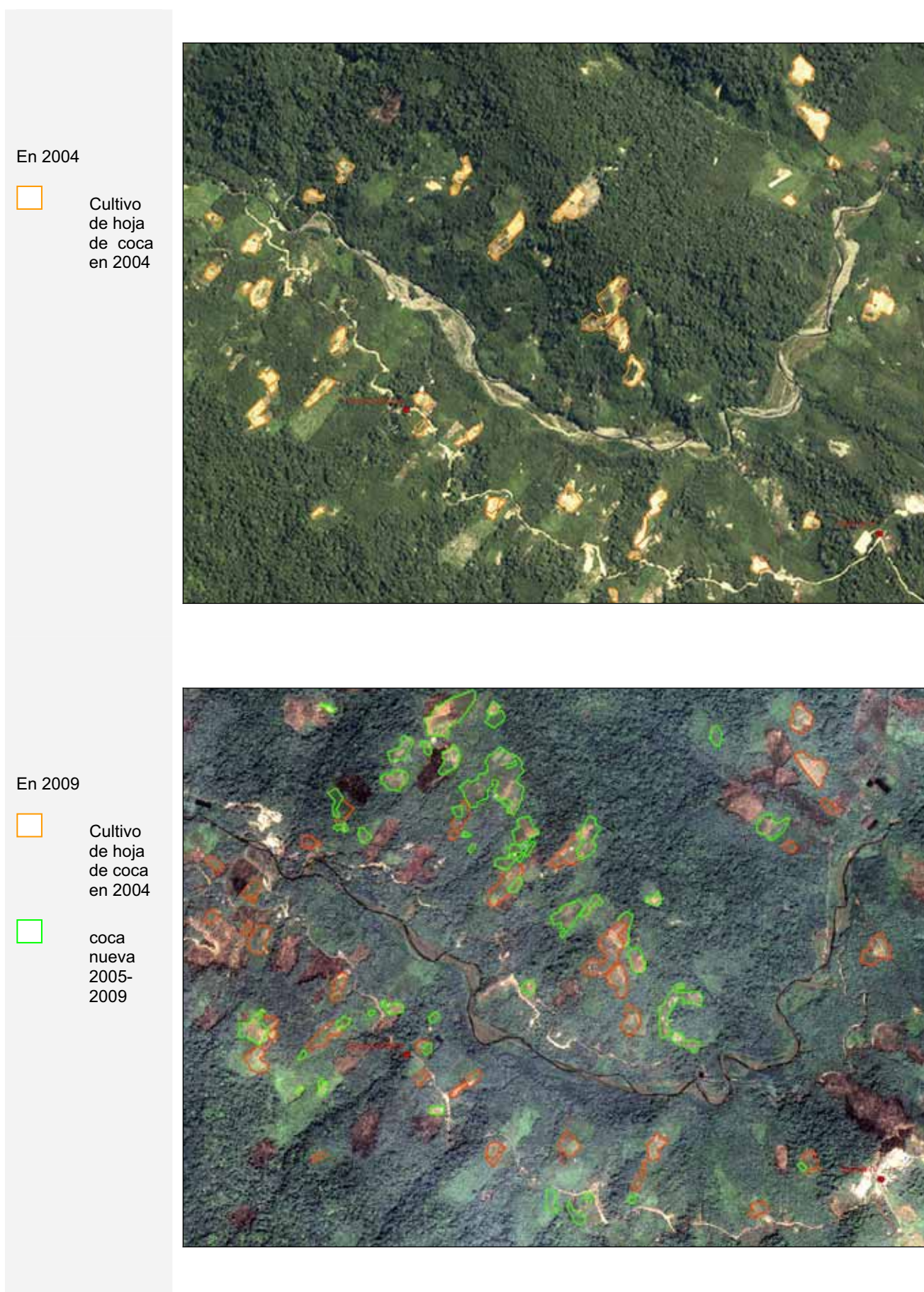




Figura 9. Técnicas de cultivo de hoja de coca en Yungas de La Paz

1. Habilitación de terrenos para establecimiento de nuevos cultivos

- a. roza: corte de especies arbustivas y herbáceas.
- b. tumba: corte de especies arbóreas.
- c. secado: deshidratación solar de la cobertura vegetal.
- d. quema: destrucción con fuego de la cobertura vegetal seca.
- e. fertilización: distribución homogénea de cenizas y residuos en toda la parcela.



2. Diseño y trazado de terrazas

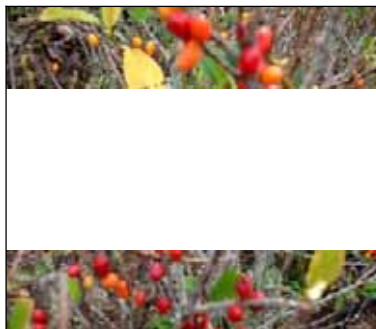
- dimensionamiento del terreno para la división de cortes (conjunto de *wuachus* o terrazas).
- excavación de zanjas o *wuachus* y compactación de terrazas: remoción de capa arable para estructurar y formar las terrazas con tierra o calzadas de piedra.
- compostura de terreno: diseño del sistema de drenaje para época de lluvias y acumulación de humedad en época seca.
- Esta tecnología se utiliza en la zona tradicional de los Yungas de La Paz.

El ancho y la forma de los *wuachus* varían de acuerdo con el talud y la estructura del terreno.

### 3. Selección de semilla y preparación de almácigos

- Identificación de parcelas de producción de entre 5 a 10 años de edad para la obtención de semilla.
- Pregerminación de semilla en hojas secas de banano en ambiente húmedo.
- Preparación de sustrato: mezcla de tierra del lugar, cascarilla de arroz y arena, luego de cuatro días se adiciona materia orgánica (restos vegetales) para la formación de platabandas.
- Siembra: distribución homogénea de semilla pregerminada al voleo en platabandas y tapado con sustrato y hojas secas de banano para mantener humedad
- Instalación de semi-sombra y protección de almácigo: una vez germinada la semilla, se establece la semisombra con hojas de banano y se protege con malla de gallinero para evitar golpes de sol que dañen los plantines y el ataque de aves de corral y otros animales.

Se aplica riego de manera regular.



Semillas de coca en planta y almacenadas



Los almácigos permanecen entre 4 a 6 semanas hasta el transplante de los plantines al cultivo final





#### 4. Trasplante de almácigo a parcelas de producción

Los plantines sanos y bien conformados son transplantados en forma definitiva al surco.

Las plantas se ubican en hileras cada 5 cm., haciendo pequeños huecos en el surco.



Plantas de hoja de coca fertilizadas con abono orgánico

#### 5. Labores culturales

- Deshierbe Eliminación y limpieza de especies herbáceas que compiten con el cultivo de coca

- Fertilización Uso de fertilizantes orgánicos y químicos.

- Riego. La práctica de riego por aspersión es ampliamente difundida.

- Poda de rejuvenecimiento o *pillu*. Es un corte transversal de 45° a 5 cm. de la base de la planta para inducir el rebrote se realiza a partir del quinto año de instalación del cultivo.



Plantas de coca antigua con varios *pillu*







#### 6. Cosecha

La primera cosecha de un cultivo de coca se produce aproximadamente 12 meses después del trasplante. La cosecha se hace en forma manual hoja por hoja, removiendo toda la masa foliar para su almacenamiento y posterior secado.

En los Yungas de La Paz la cosecha de coca es realizada por toda la familia

#### 7. Secado y transporte de las hojas:

El secado se realiza de manera cuidadosa para proteger las hojas y mantener su calidad. Después de la cosecha las hojas de coca frescas se almacenan por al menos una noche en un lugar alejado de la luz, posteriormente, son esparcidas para su secado al sol. En el área tradicional, las hojas se esparcen en un piso especial construido de piedra llamado “*cachi*”. El “*cachi*” acelera considerablemente el tiempo de secado. En otras áreas las hojas se esparcen sobre redes agrícolas o láminas de plástico. Si las hojas de coca son esparcidas inmediatamente después de la cosecha, se dañan y su precio se reduce considerablemente. Si la lluvia cae sobre las hojas dispuestas para secado o se recogen antes de estar completamente secas, también se dañan.



Secado de hoja de coca sobre láminas de plástico



Secado de hoja de coca sobre *cachi*



## 2.2.2 Cultivo de hoja de coca en las Provincias Franz Tamayo, Bautista Saavedra y Muñecas

En el año 2009, el proyecto ha monitoreado por primera vez la región tropical de los ríos Camata y Yuyo. El río Camata sirve de límite entre las provincias Muñecas y Bautista Saavedra. Esta región es tropical, con características similares a los Yungas de La Paz, pendientes muy pronunciadas y valles cerrados donde en los últimos años se ha apreciado un crecimiento importante en el cultivo de hoja de coca. Los cultivos de hoja de coca se encuentran dispuestos a ambos lados del río Camata y Yuyo, en las provincias mencionadas.

En años anteriores, el proyecto había monitoreado de manera global las tres provincias, clasificándolas dentro de la región conocida como Apolo. Este año, con la adquisición de imágenes para las áreas de Bautista Saavedra y Muñecas, se ha desglosado la cuantificación de hoja de coca para cada una de las provincias

Tabla 5. *Cultivo de hoja de coca en las provincias del Norte de La Paz Franz Tamayo, Bautista Saavedra y Muñecas - 2009 (en ha)*

Provincia	2009
Franz Tamayo	220
Bautista Saavedra	35
Muñecas	55

El cultivo de hoja de coca en Apolo, Provincia Franz Tamayo, es tradicionalmente asociado con yuca, para aprovechar el mismo surco con dos diferentes cultivos. Los cultivos de hoja de coca en Apolo son dispersos y relativamente pequeños (aproximadamente 200 m<sup>2</sup>) comparados con los campos de coca en otras regiones del país. No se usan terrazas. Las técnicas de cultivo y el secado de la hoja de coca son similares a las empleadas en los Yungas de La Paz.

En la zona norte de Apolo se encuentra el Parque Nacional Madidi, la más grande reserva de biosfera de Bolivia. Solamente algunos cultivos de hoja de coca dispersos se encontraron en la región occidental del Parque Madidi. En Apolo, el cultivo de hoja de coca es considerado tradicional de acuerdo con la Ley 1008. No se realizan tareas de racionalización de cultivo de hoja de coca en esta región.



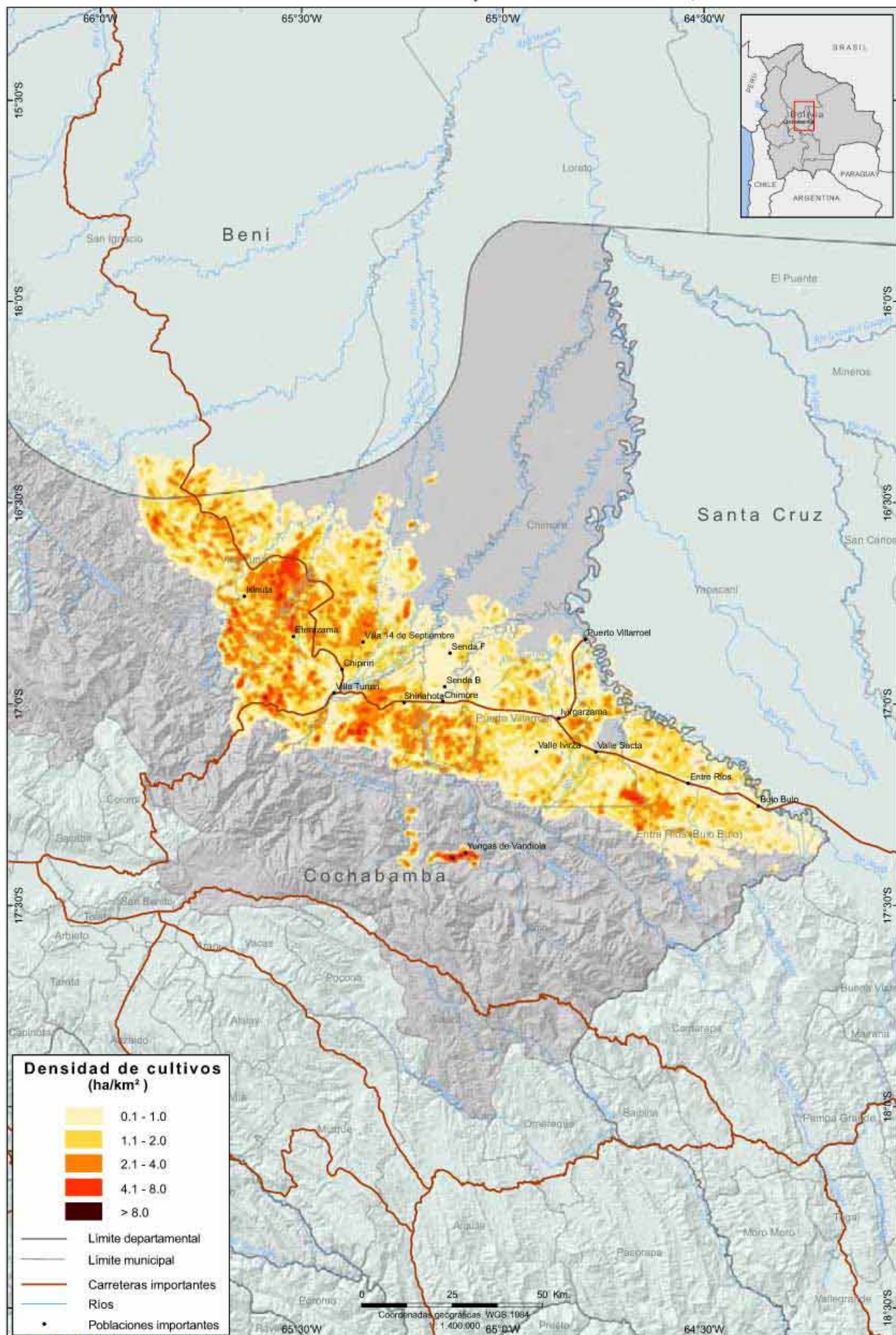
*Expansión de cultivo de hoja de coca  
Provincia Muñecas*



*Coca asociada con Yuca en Apolo,  
Provincia Franz Tamayo*



## Densidad del cultivo de coca en el Trópico de Cochabamba, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC.

Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.

### 2.2.3 Cultivo de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba

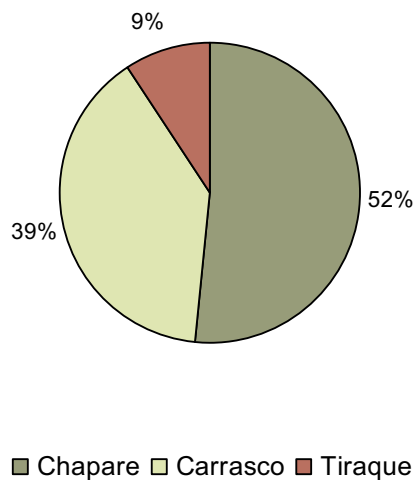
La región del Trópico de Cochabamba tiene pendientes más moderadas y ríos de amplio caudal. Las elevaciones varían de 300 a 2,500 metros sobre el nivel del mar, la coca se cultiva generalmente desde 300 a 1,000 metros. En esta región se encuentran los Parques nacionales Isiboro Sécure, Al nor-oeste y Carrasco al Sur, en la zona montañosa. Las grandes sabanas tropicales de Bolivia, y llanuras de inundación comienzan al Norte de esta región. Las temperaturas son tropicales, y la región registra los niveles más altos de precipitación del país.

El monitoreo 2009 ha encontrado que el cultivo de hoja de coca permanece estable en esta región, con 9,700 ha, equivalente a un leve incremento del 2% respecto a la gestión 2008.

Tabla 6. Distribución por provincia del cultivo de hoja de coca en la región del Trópico de Cochabamba, 2003-2009

Provincia	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	% cambio 2008-2009	% del total 2009
Chapare	4,250	5,844	4,094	4,857	4,536	4,767	5,020	5%	52%
Carrasco	2,864	3,520	2,312	2,791	3,492	3,807	3,795	0%	39%
Tiraque	214	723	605	691	777	959	886	-8%	9%
<b>Total redondeado</b>	<b>7,300</b>	<b>10,100</b>	<b>7,000</b>	<b>8,300</b>	<b>8,800</b>	<b>9,500</b>	<b>9,700</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>

Figura 10. Distribución del cultivo de coca por provincias en el Trópico de Cochabamba





*Figura 11. Cultivos de hoja de coca de tamaño de un cato en el Trópico de Cochabamba*



*Vista aérea de un cultivo de hoja de coca del tamaño de un cato (40x40m) en el Trópico de Cochabamba*



*Foto aérea con cultivos de hoja de coca interpretados del tamaño de un cato (1,600m<sup>2</sup>)*

Es generalmente aceptado que el cultivo de hoja de coca se implementa con mucho más cuidado en los Yungas de La Paz que en el Trópico de Cochabamba, y las técnicas de cultivo difieren de las empleadas en Yungas. Por ejemplo, los almácigos normalmente no son cubiertos.

En las regiones de terreno plano, no hay necesidad de construir terrazas, sin embargo en las áreas de colinas las terrazas tampoco son construidas. Los arbustos de coca en el Trópico de Cochabamba son de mayor tamaño que en los Yungas.



Figura 12. Imágenes del cultivo de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba



*Suelo preparado para cultivo de hoja de coca en áreas de Colinas. La práctica de quema para sembrar coca es común en los Yungas y el Trópico de Cochabamba, sin embargo es también realizada para implementar otros cultivos.*

*La topografía y condiciones de clima difieren enormemente en el Trópico de Cochabamba y en los Yungas, y en consecuencia las técnicas de cultivar coca son también diferentes*



*Cultivo de hoja de coca en estado pre-cosecha implementado en terreno plano*

*Los suelos en pendientes son muy frágiles en el Trópico de Cochabamba. El establecimiento de cultivos de hoja de coca o cualquier actividad agrícola en estas tierras, sin el manejo adecuado produce rápidamente efectos de erosión y degradación de suelos*





*La práctica de establecer cultivos de hoja de coca con surcos en el mismo sentido de la pendiente produce erosión en el suelo*



*Algunas veces un cato es implementado en forma rectangular, no 40x40m, pero mantiene la superficie de 1,600 m<sup>2</sup>. Esta práctica se observa cuando un cultivo de hoja de coca es implementado en medio de otro cultivo, como este ejemplo de cultivo de hoja de coca en el medio de una plantación de cítrico y banano.*

*En el Trópico de Cochabamba, Las hojas de coca se secan al sol antes de su comercialización, pero no con el mismo cuidado que en los Yungas de La Paz.*



*Las hojas de coca se tienden en láminas de plástico o en el suelo desnudo, y deben permanecer por lo menos tres horas al sol, dependiendo de las condiciones de clima. Después del secado, las hojas de coca se empaquetan para su comercialización.*

## 2.3 RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE HOJA DE COCA

En diciembre de 2005, la UNODC inició un estudio de rendimiento de la hoja de coca en los Yungas de La Paz. Este estudio fue implementado en forma conjunta por el ICMP de la UNODC a través de sus expertos en Bolivia y en Viena. El trabajo de campo fue implementado por investigadores de la Unidad Académica Campesina (UAC) de Carmen Pampa de Yungas de La Paz, de la Universidad Católica Boliviana.

Durante el estudio, se pesaron 100 muestras de hoja de coca secada al sol de parcelas seleccionadas al azar en toda la región. Para determinar el rendimiento de hoja de coca secada al sol en los Yungas de La Paz, el estudio boliviano se basa en un diseño de marco muestral multi-etapa estratificado por área.

### 2.3.1 Resultados de rendimiento de hoja de coca en los Yungas de La Paz

Los promedios presentados a continuación se derivan de los hallazgos del trabajo de campo, y corresponden a los promedios simples encontrados en el muestreo y extrapolados completos al marco muestral.

A partir del análisis de los datos obtenidos, el rendimiento anual de hoja de coca secada al sol, se estima en 1,333 kg/hectárea. El mayor rendimiento anual fue encontrado en el estrato 1 (altura entre 300 y 1,000 metros, y pendiente menor a 15 grados), y el rendimiento más bajo se encontró en el estrato 5 (altura mayor a 2,000 metros y pendiente menor que 15 grados). El resumen de promedios por estrato se describe a continuación.

Tabla 7. Resultados de rendimiento en Los Yungas de La Paz para 2008 y 2009

Estrato	Superficie de coca (ha)		% Incremento	Número de muestras	Rendimiento promedio ponderado tm/ha/año		Monto potencial de hojas de coca secadas al sol (tm)	
	2008	2009			2008	2009	2008	2009
1	2,483	2,590	4%	6	2.17	2.17	5,388	5,620
2	76	78	3%	0	1.23	1.23	93	96
3	11,738	11,790	0%	71	1.24	1.24	14,555	14,620
4	4,335	4,340	0%	12	1.21	1.21	5,245	5,251
5	1,245	1,276	2%	6	0.82	0.82	1,021	1,046
6	842	840	0%	3	1.49	1.49	1,255	1,252
	<b>20,719</b>	<b>20,914</b>	<b>1%</b>	<b>98</b>	<b>1.311</b>	<b>1.333</b>	<b>27,558</b>	<b>27,817</b>

Se puede concluir que la producción estimada de hoja de coca secada al sol en los Yungas de La Paz es de 27,817 toneladas métricas en 2009. Esto representa un incremento de 1% en comparación con el 2008.

### 2.3.2 Resultados de rendimiento de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba

En el Trópico de Cochabamba, no existe un estudio actualizado de rendimiento de hoja de coca, por esta razón, el proyecto utiliza otras fuentes de información para determinar la cantidad potencial de hoja de coca producida en esta región, principalmente, el informe mundial sobre las drogas producido por la UNODC. .

De acuerdo con estos estudios, se determina que en el Trópico de Cochabamba, una hectárea de cultivo de hoja de coca produce 2764Kg de hoja de coca secada al sol en un periodo de un año. Utilizando este factor, se concluye que la producción potencial de cultivo de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba es de 26,811 toneladas métricas.

La suma de la producción potencial de los Yungas de La Paz y del Trópico de Cochabamba alcanza a 54,628 toneladas métricas en el 2009.

Respecto a la producción potencial de cocaína, el ICMP se encuentra revisando los factores de conversión de hoja de coca a clorhidrato de cocaína 100% puro. Estos factores de conversión dependen del contenido del alcaloide de las hojas y de la eficiencia del proceso para extraerlos. Los métodos de extracción normalmente no tienen variación significativa de un año a otro. Sin embargo, existen varios indicadores de que la eficiencia de los laboratorios en Perú y en Bolivia ha cambiado gradualmente. Información más detallada se encuentra disponible en el Informe Mundial sobre las Drogas 2010 anexo 4.1.1 “Desafíos en la estimación de producción de clorhidrato de cocaína”.



## 2.4 PRECIOS Y COMERCIALIZACIÓN DE HOJA DE COCA

En Bolivia, la comercialización de hoja de coca es regulada por la Dirección General de Comercialización e Industrialización de la Hoja de Coca, (DIGCOIN), que autoriza la circulación de los volúmenes y registra los precios de mercado de hoja comercializada en los mercados de Villa Fátima en la ciudad de La Paz y el municipio de Sacaba, próximo a la ciudad de Cochabamba.

Durante el 2009, un total de 19,467 toneladas métricas de hoja de coca pasaron por el control de DIGCOIN, 1% más que el año 2008. En línea con el ligero aumento en la superficie cultivada, la comercialización también ha mostrado estabilidad durante el periodo 2008-2009. La coca se comercializa a través de las modalidades indicadas en el siguiente cuadro

*Tabla 8. Formas y volúmenes (TM) de comercialización de hoja de coca autorizadas por DIGCOIN en el 2009*

Formas de comercialización	DIGCOIN Mercado/Oficina		
	La Paz	Cochabamba	Total
Detallistas en los mercados	12,922	1,081	14,002
Intercambio autorizado	69	215	284
Venta directa (convenios)	1	63	64
Venta directa (puntos fijos de venta)	4,665	446	5,112
Provisión para industrialización	5	0	5
<b>Total</b>	<b>17,662</b>	<b>1,805</b>	<b>19,467</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>91%</b>	<b>9%</b>	<b>100%</b>

Fuente: DIGCOIN

La mayor cantidad de hoja de coca, 17,662 toneladas métricas o 91%, ha sido comercializada en el mercado de Villa Fátima de La Paz. Las restantes 1,805 toneladas métricas (9%) se han comercializado en Sacaba o en oficinas de DIGCOIN Cochabamba.

Como en años anteriores, los precios de hoja de coca en La Paz fueron más altos que en el mercado de Sacaba, con promedios anuales de 35 bolivianos/kg (US\$ 4.9/kg) y 28 bolivianos/kg (US\$ 4.1kg) respectivamente. El promedio anual ponderado de precio de hoja de coca en estos dos mercados fue de 34 bolivianos/kg (US\$ 4.8kg) en 2009.

*Tabla 9. Precios mensuales de hoja de coca comercializados a través de DIGCOIN en 2009*

Mes	Mercado de Sacaba		Mercado de Villa Fátima		Promedio ponderado	
	Bs./kg	Cantidad vendida (tm)	Bs./kg	Cantidad vendida (tm)	Bs./kg	US\$/kg
Enero	31	151	35	1579	34	4.9
Febrero	27	123	30	1527	30	4.2
Marzo	27	198	33	1476	32	4.6
Abril	22	186	32	1494	31	4.4
Mayo	25	143	30	1521	30	4.2
Junio	28	154	34	1507	33	4.7
Julio	29	130	34	1458	34	4.8
Agosto	30	115	35	1339	35	5.0
Septiembre	30	131	36	1364	36	5.1
Octubre	31	167	37	1444	36	5.1
Noviembre	31	160	38	1447	37	5.3
Diciembre	34	148	39	1507	39	5.5
<b>Promedio</b>	<b>29</b>	<b>1,805</b>	<b>35</b>	<b>17,662</b>	<b>34</b>	<b>4.8</b>

Fuente: DIGCOIN

Los precios reportados por DIGCOIN el 2009 muestran un significativo decremento respecto a los precios del año 2008 como puede verse en el siguiente cuadro

Tabla 10. Precios de hoja de coca 2008-2009 DIGCOIN

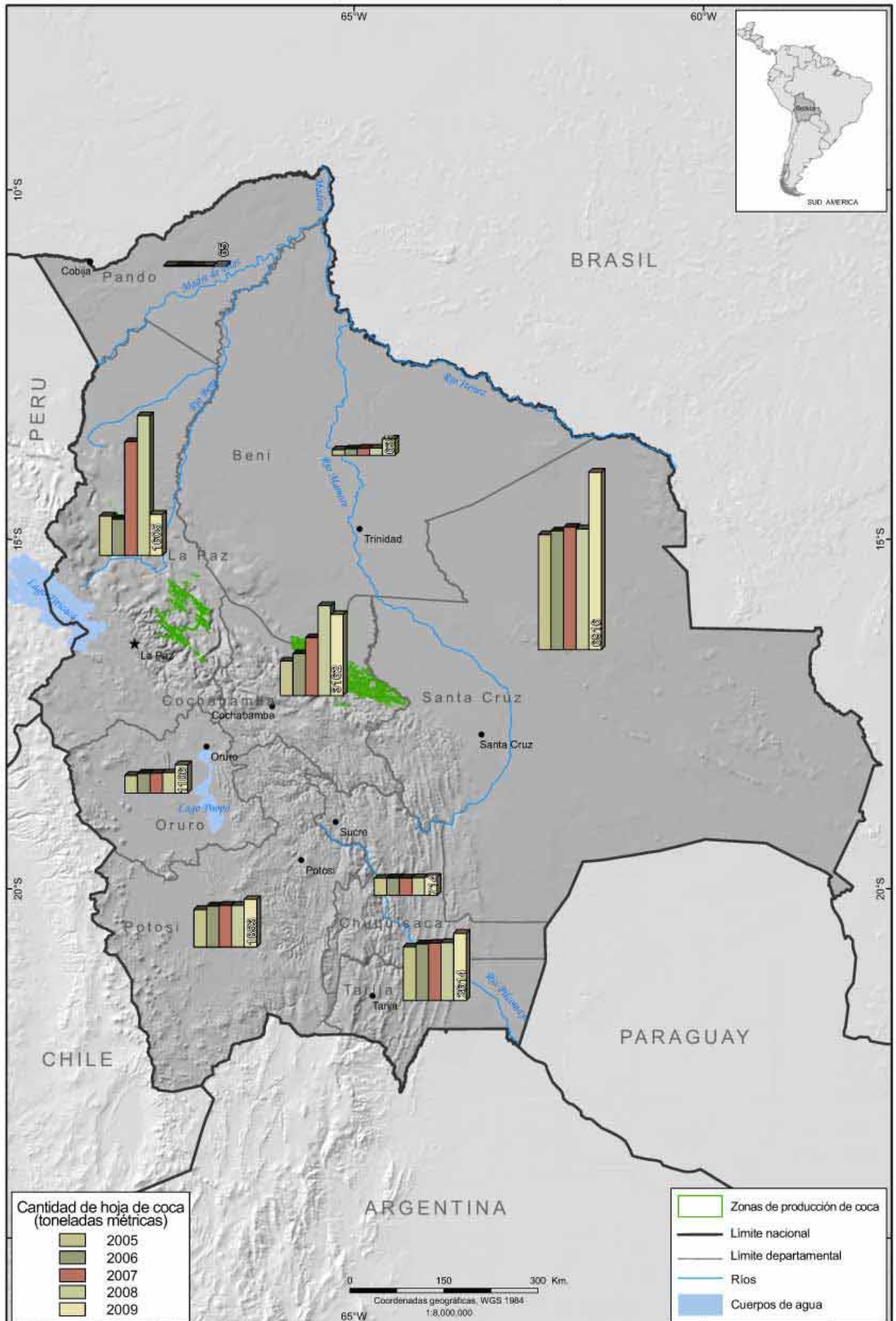
Mercado	2008	2009	%cambio
Precio promedio mercado de Sacaba Bs./Kg	40	29	-28%
Precio promedio mercado de La Paz Bs./Kg	44	34	-23%
Precio promedio ponderado de acuerdo a cantidad vendida \$US/Kg	6.1	4.8	-21%

De acuerdo con la información de DIGCOIN, 17,662 toneladas métricas de coca comercializada provienen de los Yungas. En base a los resultados del estudio de rendimiento, el área equivalente es de 13,249 ha de hoja de coca cultivada en los Yungas de La Paz. Mientras que 1,805 toneladas métricas comercializadas en el Trópico de Cochabamba corresponden a 654 ha.

El siguiente mapa muestra la distribución de hoja de coca comercializada en todo el país de acuerdo con los registros de DIGCOIN. En el 2009, la mayoría de la hoja de coca terminó en el Departamento de Santa Cruz, seguido de los Departamentos de Tarija, La Paz y Potosí.

La demanda de hoja de coca en el Departamento de Santa Cruz, proviene de los trabajadores de la industria agrícola de soya y caña de azúcar que acostumbran *akullicar*. Este hábito es también muy difundido entre los mineros de los Departamentos de La Paz, Potosí y Oruro. Una creciente cantidad de hojas de coca comercializadas en la parte sur del país es trasladada de contrabando a la Argentina.

# Comercialización de la hoja de coca autorizada por DIGCOIN, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia – Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC.  
Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.

DIGPROCoca recolecta precios pie de finca de hoja de coca seca al sol en el Trópico de Cochabamba en forma mensual desde 1990, y el proyecto de monitoreo de la UNODC recolecta estos precios en los Yungas de La Paz desde el 2004. Los precios promedio de hoja de coca fueron, una vez más, más altos en los Yungas de La Paz con 38 Bs. /kg (US\$ 4.8/kg) que en Trópico de Cochabamba: 29.3 Bs./kg (US\$ 3.8/kg).

Tabla 11. Precios mensuales en Los Yungas de La Paz, 2009

Mes	Municipio de Coripata Bs./Kg	Municipio de Chulumani Bs./Kg	Municipio de La Asunta Bs./Kg	Municipio de Caranavi Bs./Kg	Promedio	
					Bs./Kg	\$US/Kg
Enero	40	37	40	40	39	5.09
Febrero	40	36	40	40	39	5.10
Marzo	37	37	40	39	38	5.07
Abril	37	36	39	38	37	5.01
Mayo	35	35	40	38	37	5.04
Junio	37	36	39	39	38	5.21
Julio	38	37	39	39	38	5.30
Agosto	37	36	39	40	38	5.32
Septiembre	36	36	39	40	38	5.31
Octubre	36	37	38	40	38	5.32
Noviembre	35	36	37	38	37	5.17
Diciembre	35	35	37	37	36	5.10
<b>Promedio anual</b>	37	36	39	39	38	5.17

En los Yungas de La Paz, el precio promedio ha decrecido de 5.17 \$US/Kg a 5.02 \$US/Kg o 3%. Por otra parte, en el Trópico de Cochabamba se observa un decremento de 12%.

Tabla 12. Precios mensuales de hoja de coca en Trópico de Cochabamba, 2009

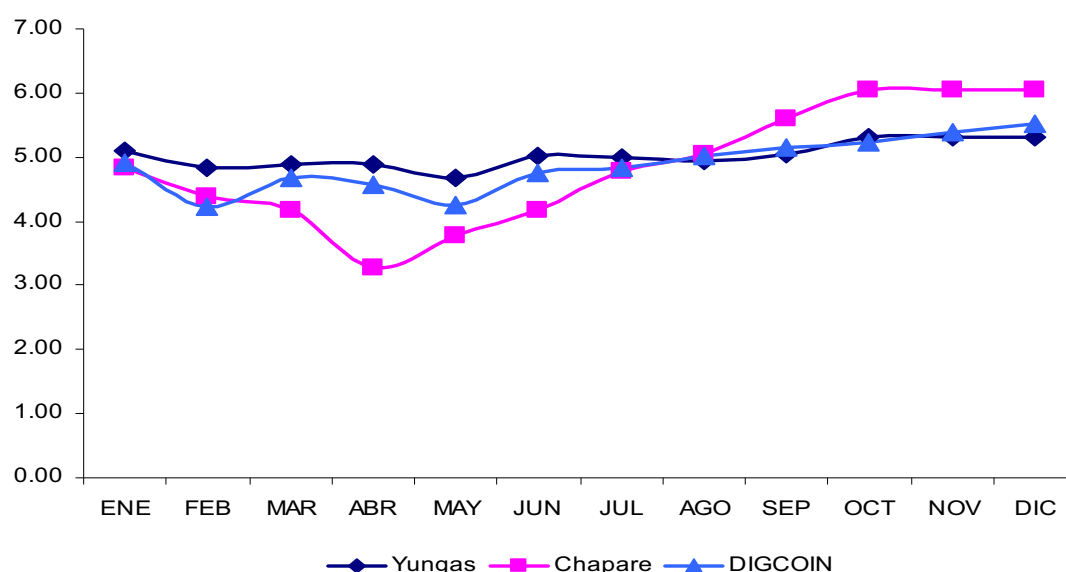
Mes	Bs/kg	US\$/kg
Enero	34	4.8
Febrero	31	4.4
Marzo	29	4.2
Abril	23	3.3
Mayo	27	3.8
Junio	30	4.2
Julio	34	4.8
Agosto	36	5.0
Septiembre	40	5.6
Octubre	43	6.0
Noviembre	43	6.0
Diciembre	43	6.0
<b>Promedio anual</b>	<b>34</b>	<b>4.8</b>

Fuente: DIGPROCoca

La tendencia creciente de precios de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba, registrada hasta el año 2008, ha sido revertida en el año 2009, con un decremento significativo de Bs. 40.2 a Bs.34, (-15%), junto a superficie cultivada estable.

Como se puede observar, existe un decremento permanente en los primeros cinco meses del año. En este periodo, la producción de hoja de coca es favorecida por la temporada de lluvias, lo que pudo haber generado una sobreproducción, mientras que en la época seca, desde mayo hasta septiembre la producción tiende a disminuir, y por lo tanto los precios vuelven a incrementarse.

Figura 13. Precios mensuales de hoja de coca en Los Yungas de La Paz y Trópico de Cochabamba Bolivia 2009



Fuentes: UNODC proyecto de monitoreo /DIGPROCoca/ DIGCOIN

En las Provincias del Norte de La Paz (Bautista Saavedra, Franz Tamayo y Muñecas) no se ha registrado precios de hoja de coca en forma sistemática. Información del terreno reporta precios mucho más bajos en Apolo respecto a las otras zonas productoras del país, en un rango de US\$2.5 a US\$ 2.8/kg en 2009. La razón para estos precios bajos puede atribuirse a la situación aislada de la región, alejada de los principales centros de comercio, además de la baja producción de hoja de coca (281 toneladas métricas), poco significativa comparada con el total nacional, y en consecuencia no ha sido tomada en cuenta para la estimación del precio nacional.

La tendencia de precios a largo plazo puede ser apreciada para los precios de hoja de coca del Trópico de Cochabamba recolectados por DIGPROCoca desde 1990. Luego de una fuerte subida de precios en 1999 – en línea con el fuerte aumento en la erradicación – los precios de hoja de coca alcanzaron un pico máximo de US\$ 5.7 /kg en el 2000. Desde entonces los precios bajaron a su valor mínimo desde 1998 (US\$ 3.2/kg en 2006) y volvieron a subir significativamente a US\$5.5/kg en 2008, y se ha registrado una nueva caída de precios en el 2009 a 4.8\$US/Kg

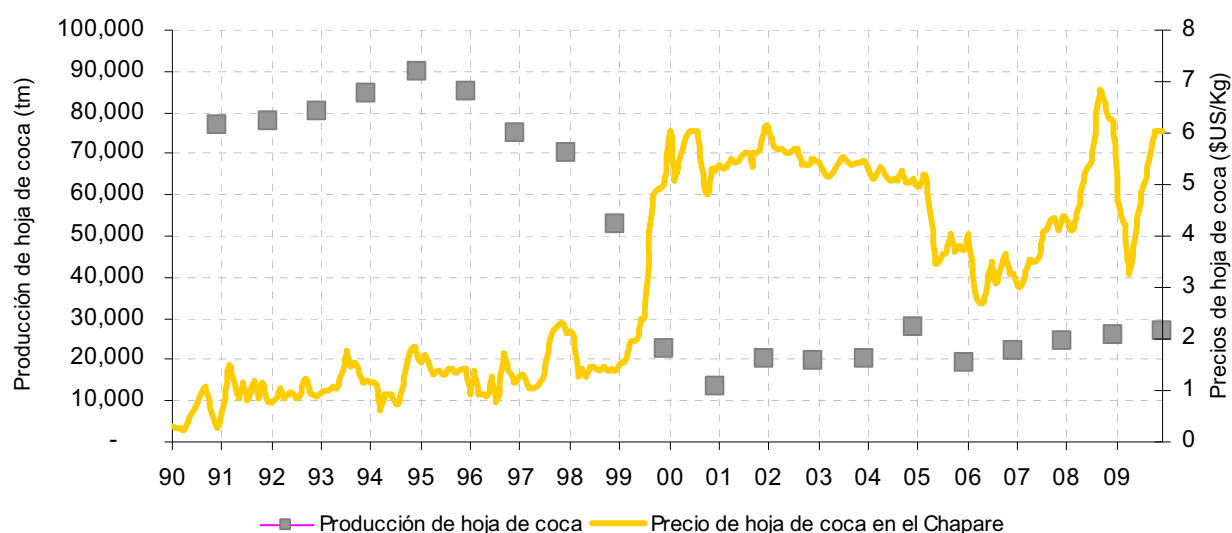
Durante el 2009, los precios de hoja de coca en Bolivia continúan siendo substancialmente más altos que los del Perú donde el precio promedio de la hoja de coca alcanzó a US\$ 3.2/kg.

Tabla 13. Precios de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba (US\$/kg) 1995-2009

Mes	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0.9	1.1	1.3	2.0	5.9	5.4	5.7	6.1	5.4	5.3	4.9	4.0	3.0	4.30	4.8
Febrero	1.3	1.2	1.5	2.4	6.0	5.5	5.6	5.8	5.3	5.1	5.1	3.3	3.0	4.11	4.4
Marzo	0.8	1.4	1.5	2.4	6.0	5.6	5.6	5.7	5.2	5.2	5.2	2.8	3.2	4.36	4.2
Abril	1.1	1.9	1.4	3.7	6.0	5.6	5.7	5.7	5.2	5.3	4.4	2.7	3.6	4.80	3.3
Mayo	1.7	2.2	1.5	4.8	5.3	5.3	5.7	5.6	5.3	5.2	3.5	2.7	3.5	5.21	3.8
Junio	1.4	2.2	1.4	4.9	4.8	5.6	5.4	5.6	5.4	5.1	3.5	3.1	3.6	5.29	4.2
Julio	1.3	2.3	1.4	4.9	5.3	5.6	5.4	5.7	5.5	5.1	3.6	3.5	4.1	5.32	4.8
Agosto	1.2	2.1	1.4	5.0	5.3	5.7	5.4	5.7	5.5	5.1	3.7	3.1	4.1	6.25	5.0
Septiembre	1.3	2.1	1.5	6.0	5.4	6.1	5.5	5.4	5.4	5.3	4.0	3.4	4.3	6.84	5.6
Octubre	1.2	2.0	1.5	5.1	5.3	6.1	5.4	5.4	5.4	5.0	3.7	3.7	4.4	6.82	6.0
Noviembre	1.1	1.3	1.7	5.4	5.3	5.8	5.3	5.4	5.4	5.0	3.8	3.3	4.1	6.66	6.0
Diciembre	1.0	1.4	2.0	5.7	5.5	5.7	5.2	5.5	5.5	5.1	3.7	3.3	4.4	6.65	6.0
<b>Promedio Anual US\$/kg</b>	<b>1.2</b>	<b>1.8</b>	<b>1.5</b>	<b>4.4</b>	<b>5.5</b>	<b>5.7</b>	<b>5.5</b>	<b>5.6</b>	<b>5.4</b>	<b>5.2</b>	<b>4.1</b>	<b>3.2</b>	<b>3.8</b>	<b>5.5</b>	<b>4.8</b>

Fuente: DIGPROCOCA

Figura 14. Precios y producción de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba 1990 a 2009



La estimación del valor total en finca de la producción de hoja de coca en Bolivia, combina el valor total de los mercados de hoja de coca autorizada por DIGCOIN para circular en el país y el valor en las zonas de producción de hoja de coca fuera de estos mercados. En el 2009, este valor redondeado alcanzó US\$ 265 millones.

Tabla 14. Estimación del valor total de la producción de hoja de coca en Bolivia, 2009

Región	Coca promedio ponderado Precio US\$/Kg		Producción de coca (toneladas métricas)			Valor de la coca US\$		
	Mercado Autorizado	Fuera del Mercado Autorizado	Producción total	Mercado Autorizado	Fuera del Mercado Autorizado	Mercado Autorizado	Fuera del Mercado Autorizado	Valor total
Yungas	4.9	5.0	27,797	17,656	10,141	86,514,400	50,907,820	137,422,220
Trópico de Cochabamba	4.1	4.8	26,811	1,804	25,007	7,426,894	120,033,600	127,460,494
<b>Total redondeado</b>			<b>54,608</b>	<b>19,460</b>	<b>35,148</b>	<b>94,000,000</b>	<b>171,000,000</b>	<b>265,000,000</b>



El valor total en pie de finca de la producción de hoja de coca en 2009 fue equivalente al 2% del PIB de Bolivia proyectado<sup>3</sup> de US\$ 13.0 billones para el 2009 o 14% comparado con el valor proyectado del PIB del sector agrícola de US\$ 1.90 billones en 2009. Estas cifras sugieren que, para el país en su conjunto, la producción de hoja de coca tiene impacto en la economía boliviana, y continúa jugando un rol muy importante dentro de las regiones productoras de hoja de coca.

La FELCN también ha reportado precios de la calle de pasta base de cocaína y clorhidrato de cocaína de grado de pureza desconocido en las principales ciudades de Bolivia y en centros urbanos cercanos a las fronteras con otros países

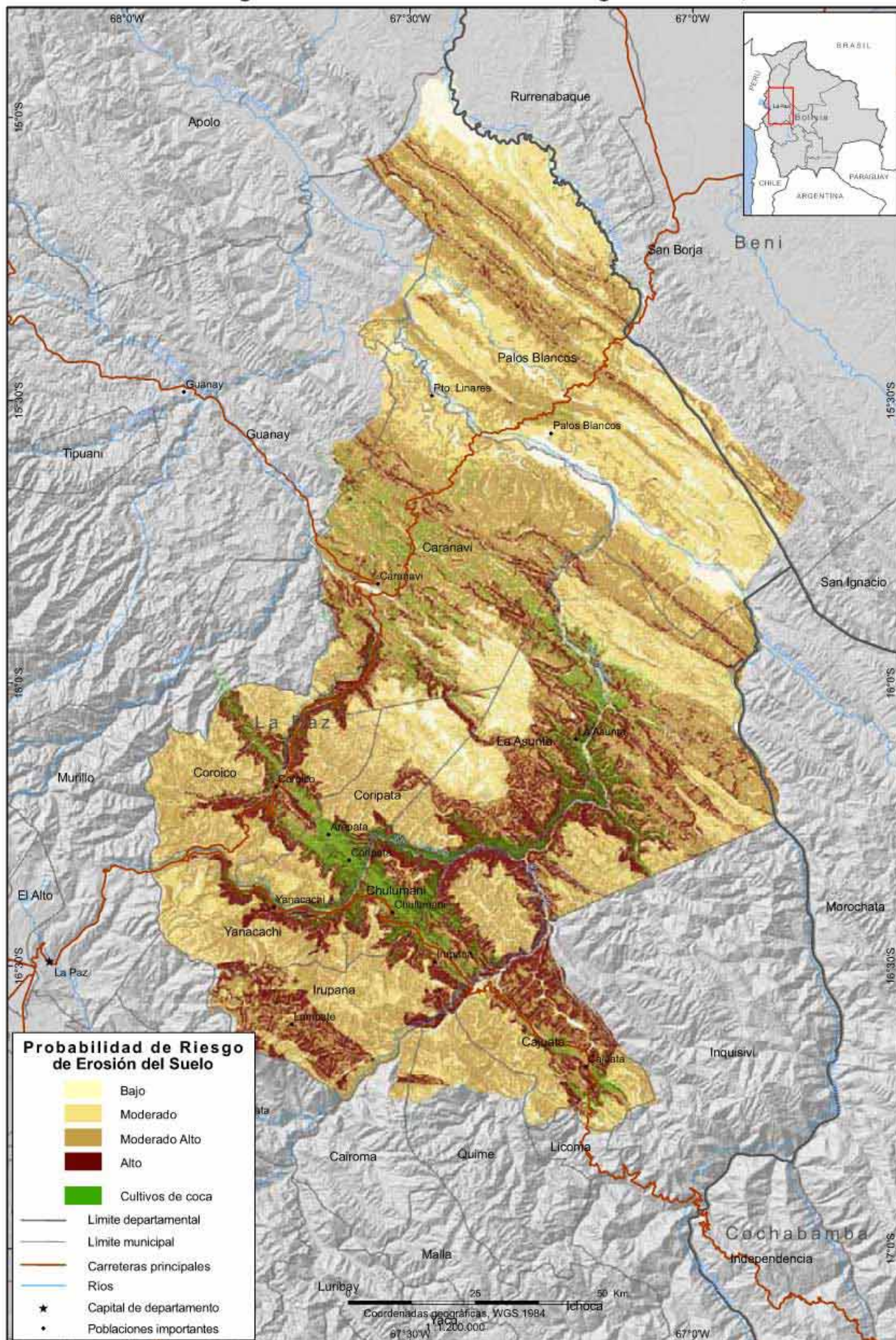
Tabla 15. Precios de base de cocaína y HCL de Cocaína, Bolivia, 2009 (US\$/kg)

Ciudad	Cocaína base	Cocaína HCL
Ciudad de La Paz	800	2,000
El Alto	900	2,000
Ciudad de Cochabamba	1,200	2,200
Ciudad de Santa Cruz	1,400	2,100
Puerto Quijarro (frontera con Brasil)	1,700	2,400
San Matías (frontera con Brasil)	1,800	2,400
Tarija	1,050	n.a.
Yacuiba (frontera con Argentina)	1,300	1,500

Fuente: FELCN

<sup>3</sup> Fuente INE, 2009

# Probabilidad de riesgo de erosión del suelo en los Yungas de La Paz, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC.  
Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.



*Figura 15. Imágenes de erosión de suelos en la región Occidental de los Yungas de La Paz*



*Yungas, muestra erosión debido al cultivo de hoja de coca intensivo*

*Fotografía aérea de la población de Trinidad Pampa, en el Municipio de Coripata, una región de cultivo intensivo de hoja de coca*



*Fotografía de campo de las colinas que rodean a Trinidad Pampa, con erosión de suelos*

## 2.5 TEMAS RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE HOJA DE COCA

### 2.5.1 ESTUDIOS AMBIENTALES EN LOS YUNGAS DE LA PAZ

Durante el 2009, el proyecto ha desarrollado estudios de calidad de agua, fauna acuática y fertilidad del suelo en los Yungas de La Paz. Los estudios han revelado la presencia de erosión en la región occidental de los Yungas. Esta región tiene características topográficas complejas y una alta probabilidad de riesgo de erosión.

El monocultivo de hoja de coca con escasa o nula cobertura vegetal en el suelo, puede determinar la pérdida de partículas de suelo por efecto de erosión hídrica y eólica. Otras regiones de uso del suelo con sistemas diversificados o multiestrato, no han mostrado problemas de erosión.

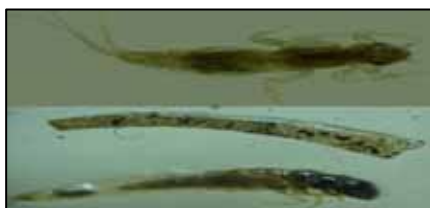
El establecimiento de mono-cultivos en zonas tropicales de pendientes pronunciadas, altos niveles de precipitación pluvial y sin la aplicación de técnicas adecuadas de manejo y conservación determinan la degradación progresiva de los suelos.

#### Estudio de fauna acuática y calidad de agua

Para la evaluación integral de la calidad del agua y de los ambientes fluviales, el estudio incluyó además de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos básicos, el análisis de comunidades de macroinvertebrados bentónicos y peces, por sus características bien conocidas como indicadores de la calidad ambiental de ecosistemas acuáticos. En la colecta de peces, se utilizó la técnica de pesca eléctrica, que consiste en realizar descargas eléctricas en el agua. Esta técnica es inocua para los peces pues pasado el efecto del campo eléctrico estos se recuperan y sobreviven sin lesión alguna. Esta técnica sólo es permitida para fines de investigación.



*Obtención de muestras de ictofauna  
A través de pesca eléctrica*



*Ejemplares de macroinvertebrados  
y peces encontrados*



*Colección de muestras de  
macroinvertebrados*

Para la colecta de las muestras de macroinvertebrados bentónicos se utilizó una red Surber de 250  $\mu\text{m}$  de abertura de malla y 900  $\text{cm}^2$  de área colectora. Se tomó una muestra compuesta de cinco réplicas representativas de las zonas de rabión (torrente) de cada estación en los sitios en los que toda la estructura del arroyo era similar y no existía un rabión claramente definido, se tomó la muestra en el plano o canal, la muestra colectada se depositó en frascos de polietileno de 500cc de capacidad y se conservó agregando formol a una concentración del 4 %.

En el laboratorio se procedió al lavado de los peces con agua corriente durante 24 hrs., luego a la separación por morfoespecies, cada morfoespecie separada, se pesó, contó y conservó en frascos de polietileno con alcohol al 75%, los ejemplares separados fueron identificados a nivel taxonómico de especie. Se determinó la riqueza de especies, la densidad de individuos y la biomasa para cada estación colectada, estas tres variables fueron estandarizadas por área, dividiendo los valores de cada estación entre el área mínima pescada. Los análisis de laboratorio

han sido realizados por la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) de la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba.

Para la evaluación fisicoquímica del agua, se tomaron en cada punto de muestreo con medidores electrónicos portátiles el pH, la conductividad y la temperatura. Se tomaron además muestras de agua, que fueron enviadas al laboratorio del Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS) de la Universidad Mayor de San Andrés en La Paz para la determinación de: turbiedad, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, nitratos, fosfatos, demanda química de oxígeno (DQO), alcalinidad y coliformes fecales.

Para determinar el efecto de los cultivos en la calidad del agua, se usó el modelo estadístico stepwise, (paso a paso) opción forward del análisis de regresión múltiple con un nivel de significancia  $p \leq 0.05$ . Se consideraron como variables independientes el porcentaje de cultivos de coca y el de otros cultivos (café, cítricos, banano, etc) en la cuenca y como variables ambientales la distancia a la fuente, el área de la cuenca, altura sobre el nivel del mar, el porcentaje de cobertura vegetal en el sitio de colecta, la velocidad de la corriente, y la profundidad del arroyo; contra las 18 variables de respuesta que son a) físico químicas: conductividad, pH, turbiedad, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, alcalinidad, nitratos, fosfatos, DQO, coliformes fecales, y b) variables biológicas: riqueza y densidad de macroinvertebrados, cantidad de macroinvertebrados sensibles y tolerantes a la contaminación, riqueza, densidad, y biomasa de peces.

Los resultados de las variables más significativas, comparadas entre cultivos de coca y otros cultivos se muestran a continuación.

Tabla 16. Análisis de significancia de variables físico químicas y biológicas respecto a cultivos

Variables Físico Químicas	Otros cultivos			Coca		
	R	p	Significancia	R	p	Significancia
Turbiedad	-0.205	0.373	n.s.	0.473	0.002	**
Sólidos totales	-0.162	0.484	n.s.	0.430	0.005	**
Sólidos suspendidos	0.417	0.06	n.s.	0.355	0.355	n.s.
Sólidos disueltos	-0.086	0.709	n.s.	0.331	0.034	*
Nitratos	-0.183	0.427	n.s.	0.410	0.008	**
Conductividad	-0.046	0.842	n.s.	0.249	0.117	n.s.
Coliformes fecales	-0.288	0.205	n.s.	0.236	0.137	n.s.

Variables biológicas	Otros cultivos			Coca		
	R	P	Significancia	R	P	Significancia
Riqueza macroinvertebrados	0.064	0.783	n.s.	-0.277	0.075	n.s.
EPTC	-0.112	0.629	n.s.	-0.441	0.004	**
Tolerantes	-0.017	0.942	n.s.	0.017	0.004	n.s.

R=correlación; P=significancia

n.s. No significativo

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

La evaluación del efecto de los mono-cultivos de coca en las variables físico-químicas y biológicas mostró que a medida que se incrementan la cantidad de cultivos de coca en la cuenca, se incrementan significativamente varios parámetros físico químicos relacionados con la erosión: la turbiedad, los sólidos totales y los sólidos disueltos. Asimismo, La evaluación de parámetros biológicos en esta región mostró que la cantidad de macroinvertebrados bentónicos sensibles (EPTC) a la contaminación disminuye significativamente a medida que se incrementan la cantidad de cultivos de coca en la cuenca. Otra variable importante que ha resultado significativa en las áreas de cultivo de hoja de coca es la importante presencia de nitratos. Otras variables consideradas en el estudio no han mostrado una correlación significativa con los cultivos.



## Estudio de Fertilidad de suelos

Para desarrollar los estudios de suelos y la caracterización de la fertilidad se adoptó el método convencional de levantamiento y mapeo de suelos que involucra la interpretación geomorfológica del territorio (paisaje) con el uso de imágenes satelitales para establecer unidades de paisaje. Sobre estas unidades, se definieron los puntos de muestreo para obtener la caracterización de la fertilidad de suelos a nivel regional.



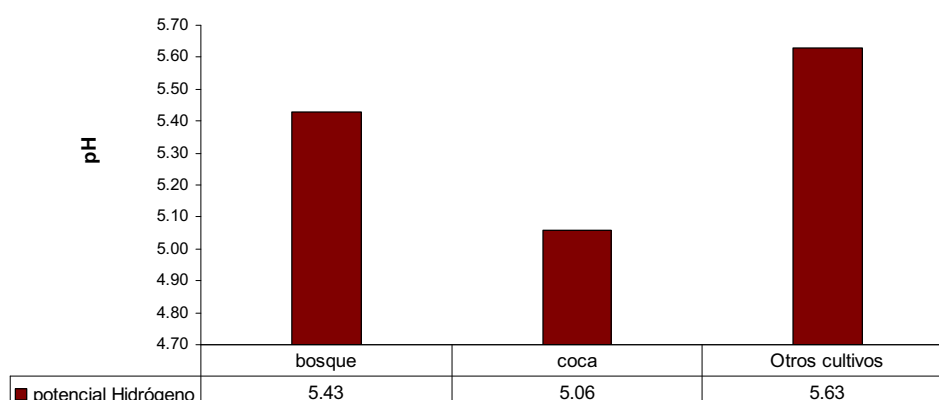
Con el objetivo de evaluar la fertilidad de los suelos, se consideraron los siguientes parámetros: potencial Hidrógeno (pH), macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), materia orgánica, saturación de bases, salinidad, alcalinidad y contenido de aluminio.

### Potencial Hidrógeno (pH)

El potencial Hidrógeno de los suelos es un indicador de la acidez o alcalinidad de los suelos. Un suelo demasiado ácido limita la asimilación de nutrientes por los cultivos; por otra parte, los suelos demasiado alcalinos limitan el desarrollo de los cultivos. Los valores óptimos para desarrollo de cultivos y asimilación de nutrientes se encuentran alrededor de 7.0 considerado neutro.

Los suelos de regiones tropicales tienden a ser ácidos por naturaleza.

Figura 16. Niveles de pH en los suelos de los Yungas de La Paz de acuerdo a su cobertura

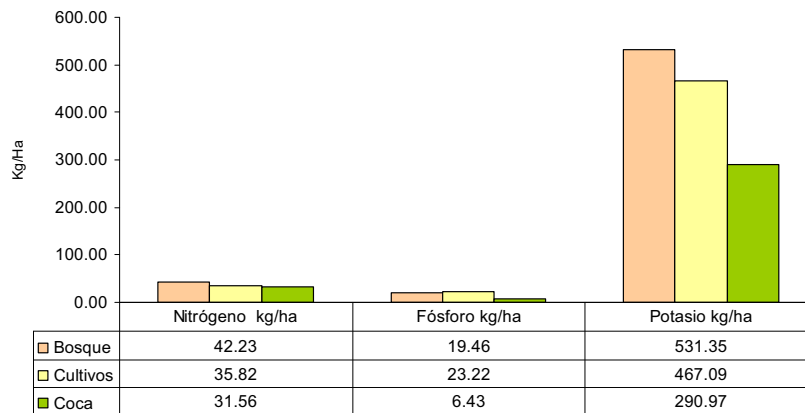


Se puede observar que los suelos donde se practica mono-cultivos de hoja de coca tienen un pH significativamente más bajo que los suelos cubiertos por áreas de bosque o por otros cultivos. Esta calidad de suelo muy ácido limita la absorción de nutrientes por las plantas y por consiguiente, también limita su fertilidad.

### Macronutrientes Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)

El estudio ha determinado que en los Yungas de La Paz los suelos tienen en general cantidades bajas de Fósforo y Nitrógeno, y cantidades altas de Potasio, como se observa en el siguiente gráfico.

Figura 17. Macronutrientes en los suelos de los Yungas de La Paz de acuerdo a cobertura en Kg/ha

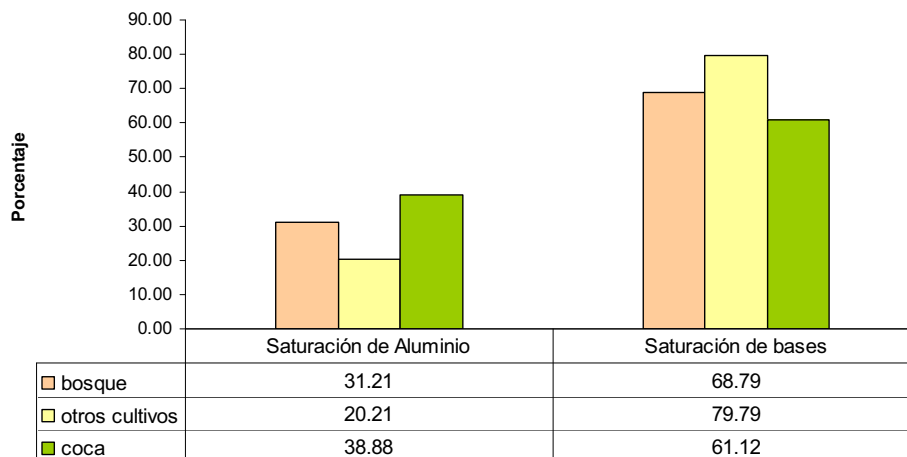


Los suelos cultivados con coca muestran los niveles más bajos de todos los macronutrientes analizados en relación a suelos de bosque o de otros cultivos.

### Saturación de Aluminio y saturación de bases

La saturación de Aluminio presente en los suelos es un indicador del nivel de toxicidad de los suelos, que restringe la asimilación de otros nutrientes por la planta. Por otra parte, el porcentaje de saturación de bases es un buen indicador de disponibilidad de nutrientes asimilables por el cultivo.

Figura 18. Saturación de Aluminio y saturación de bases de acuerdo a cobertura en los yungas de La Paz

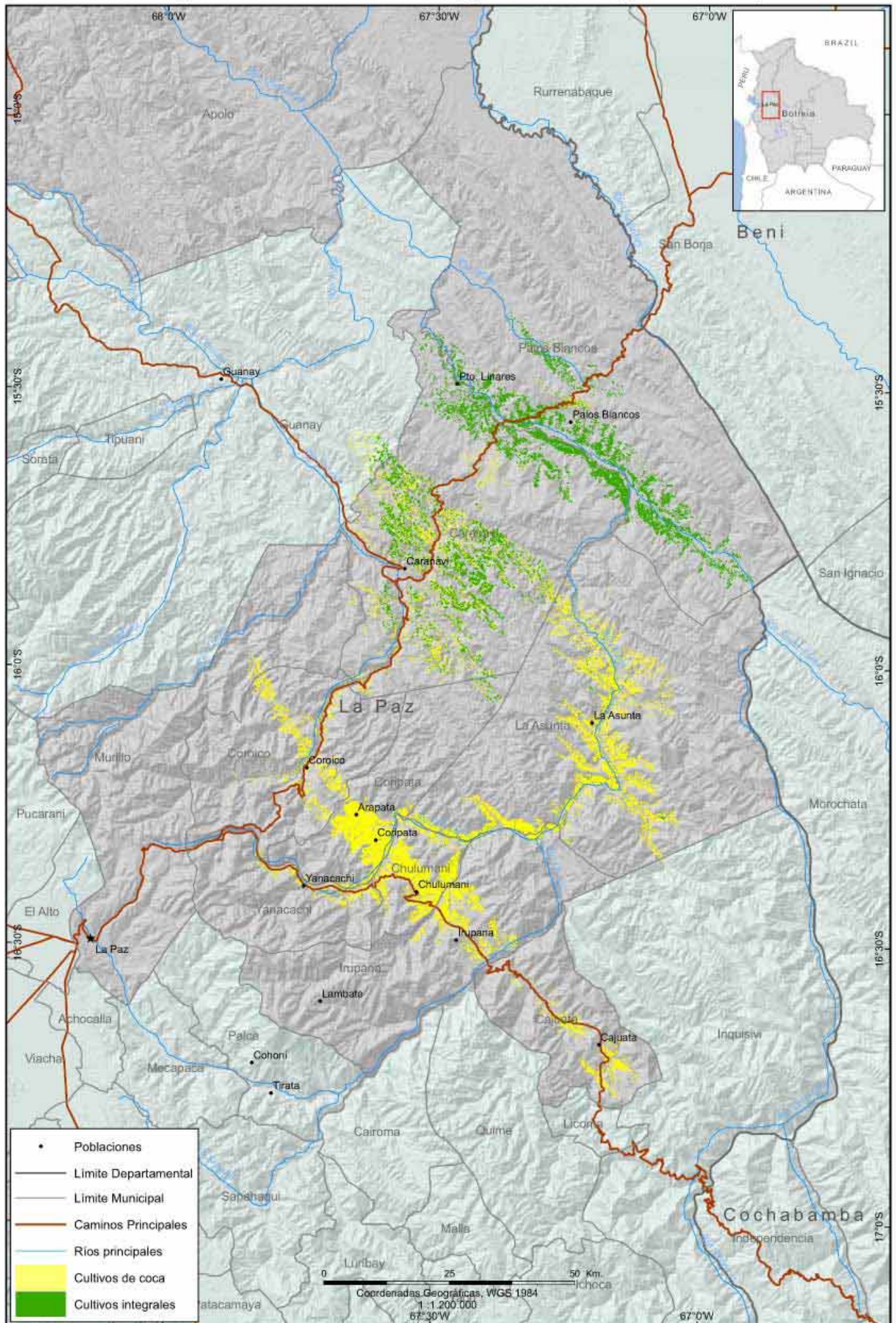


Los suelos de mono-cultivo de hoja de coca tienen una alta saturación de aluminio y una saturación de bases significativamente más baja que la existente en suelos de bosques o en otros cultivos.

Los resultados de los estudios sobre calidad de agua, ictofauna y fertilidad del suelo en los Yungas de La Paz muestran un proceso de degradación de los suelos principalmente en la región occidental, determinado por la fragilidad del ecosistema y el uso intensivo del suelo con prácticas inadecuadas de manejo. En la zona occidental de los Yungas también existe el uso de prácticas tradicionales adecuadas como los "huachos" o terrazas y la poda al ras o "pillu" que prolongan la vida de la planta. Sin embargo, estas prácticas deben ser complementadas con otras técnicas de manejo y conservación de suelos para minimizar la degradación continua de los suelos y lograr un equilibrio entre producción y conservación de las tierras.



# Cultivos de coca y cultivos de desarrollo integral en los Yungas de La Paz, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC.  
 Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.



## 2.5.2 CULTIVO DE HOJA DE COCA RELACIONADO CON OTROS CULTIVOS

En el año 2005, el proyecto comenzó a cuantificar y monitorear, además del cultivo de hoja de coca, los cultivos más importantes en Trópico de Cochabamba y Yungas de La Paz. De esta manera, se ha generado un mapa completo de uso del suelo para ambas regiones. Estos datos han sido utilizados para analizar la dinámica de cultivo de hoja de coca en relación con otros cultivos.

### Yungas de La Paz

En los Yungas de La Paz, el área de mayor intervención del desarrollo integral es la parte norte del Municipio de Caranavi y la región del Alto Beni, que contiene menos del 1% del total nacional de cultivo de hoja de coca en el 2009.

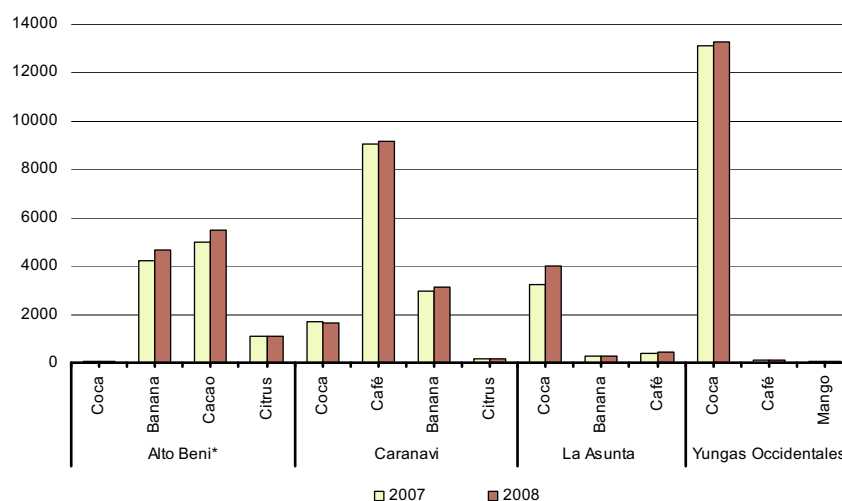
Sin embargo, la región sud-occidental de los Yungas y La Asunta contienen la mayor cantidad de hoja de coca en el 2009, El monitoreo del uso del suelo muestra que en estas regiones no existen cultivos de exportación, a excepción de algunas plantaciones de café dispersas. Otros productos son solamente de subsistencia e insignificantes comparados con el cultivo de la coca. Estas áreas se pueden considerar como mono-cultivadoras de hoja de coca.

Tabla 17. Cultivo de hoja de coca y otros cultivos significativos en los Yungas de La Paz en 2008 (ha)

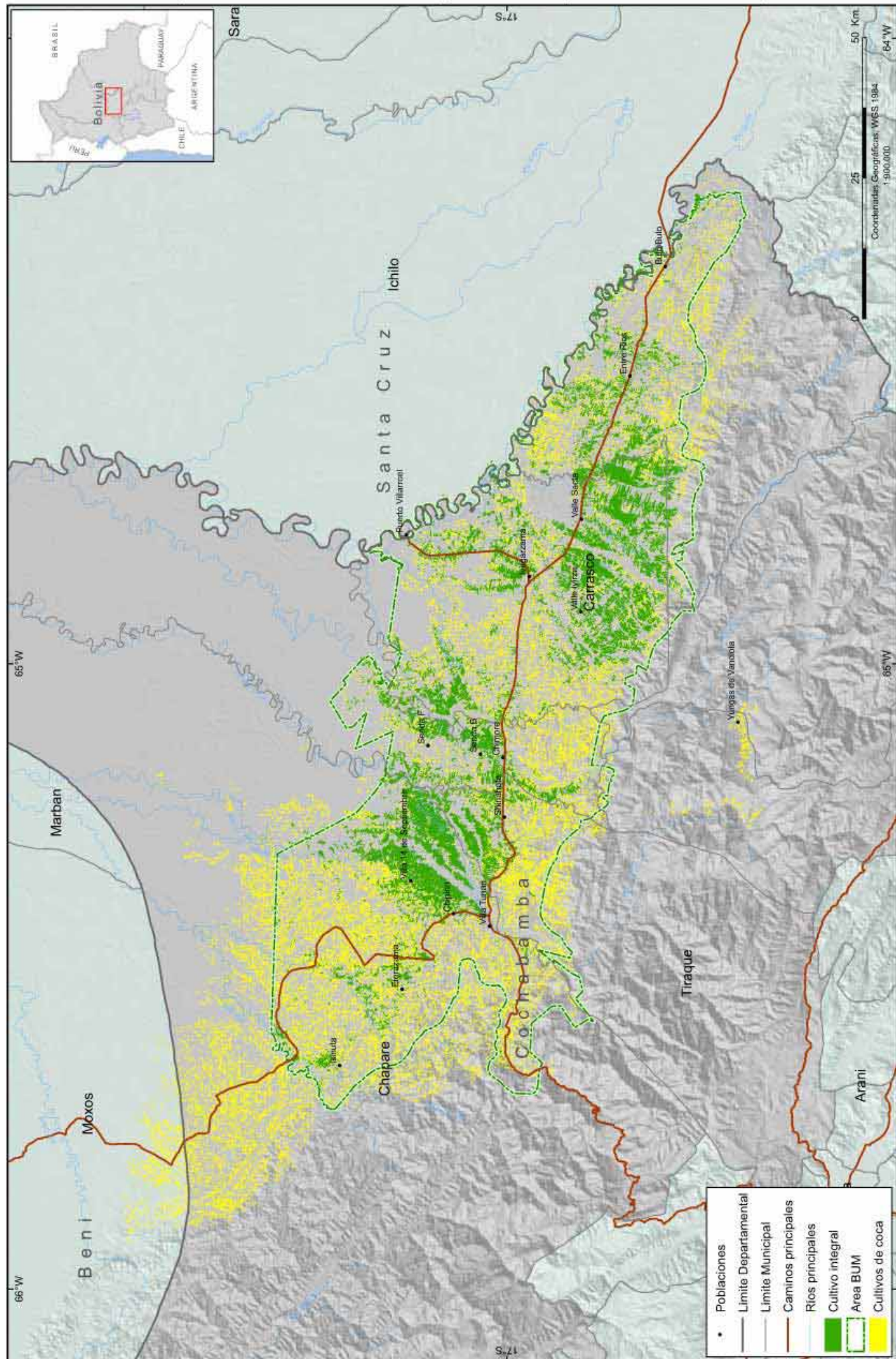
Zona	Principal clase de uso del suelo	Superficie cultivada (ha)		% de cambio 2007 – 2008
		2007	2008	
Alto Beni*	Coca	50	49	-2%
	Banana	4,247	4,647	9%
	Cacao	5,017	5,506	10%
	Cítrico	1,077	1,121	4%
Caranavi	Coca	1,714	1,653	-4%
	Café	9,074	9,187	1%
	Banana	2,948	3,120	6%
	Cítrico	145	150	3%
La Asunta	Coca	3,266	4,028	23%
	Banana	291	298	2%
	Café	395	431	9%
Yungas occidentales**	Coca	13,095	13,274	1%
	Café	110	107	-3%
	Mango	70	70	0%

Fuente: Monitoreo del uso del suelo, UNODC 2006-2008

Figura 19. cultivo de hoja de coca y otros cultivos por región en los Yungas de la Paz 2007-2008



# Cultivos de coca y cultivos de desarrollo integral en el Trópico de Cochabamba, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC. Los límites y nombres mostrados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.

### Trópico de Cochabamba

Esta región es donde el desarrollo alternativo realizó sus mayores esfuerzos, por lo tanto, existe una significativa cantidad de productos que abastecen los mercados locales y de exportación.

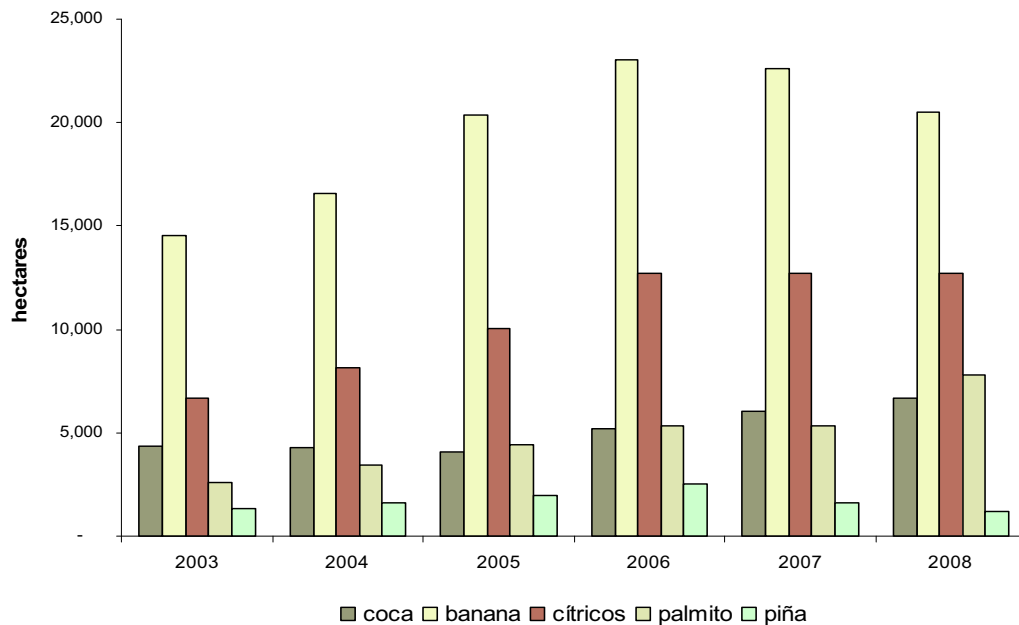
En el Trópico de Cochabamba, las acciones de desarrollo integral se han concentrado mayormente en la región conocida como Bosque de Uso Múltiple (BUM), ubicada en el área central, sin considerar los parques nacionales. El proyecto ha realizado la cuantificación de uso del suelo en esta área usando imágenes satelitales desde el año 2003.

La siguiente tabla compara el área de cultivo de hoja de coca con los principales cultivos de exportación

Tabla 18. Cultivo de hoja de coca y desarrollo alternativo en el área BUM (en ha 2003-2008) en ha

Cultivo	2003	2004	2005	2006	2007	2008	% de cambio 2007 – 2008
Coca	4,370	4,317	4,107	5,200	6,015	6,686	11%
Banana	14,555	16,548	20,358	23,005	22,646	20,522	-9%
Cítricos	6,679	8,120	10,052	12,686	12,702	12,706	0%
Palmito	2,607	3,428	4,448	5,329	5,358	7,806	46%
Piña	1,359	1,582	1,967	2,526	1,634	1,190	-27%

Figura 20. Cultivo de hoja de coca y cultivos de exportación en el Trópico de Cochabamba desde 2003



El cultivo de palmito es el de más importante crecimiento en la región del Trópico de Cochabamba con un significativo 46%, gracias al buen precio en mercados principalmente internacionales.



Figura 21. Imágenes de cultivos alternativos en los Yungas de La Paz



*Plantación de banano en el Alto Beni. Esta región es reconocida por las plantaciones orgánicas de banano, cítricos y café*

*EL café de Caranavi es reconocido por su alta calidad y también es cultivado de manera orgánica, con alto valor agregado*



*El cacao es uno de los productos de exportación más exitosos de la región del Alto Beni*



Figura 22. Imágenes de cultivos del desarrollo integral el Trópico de Cochabamba

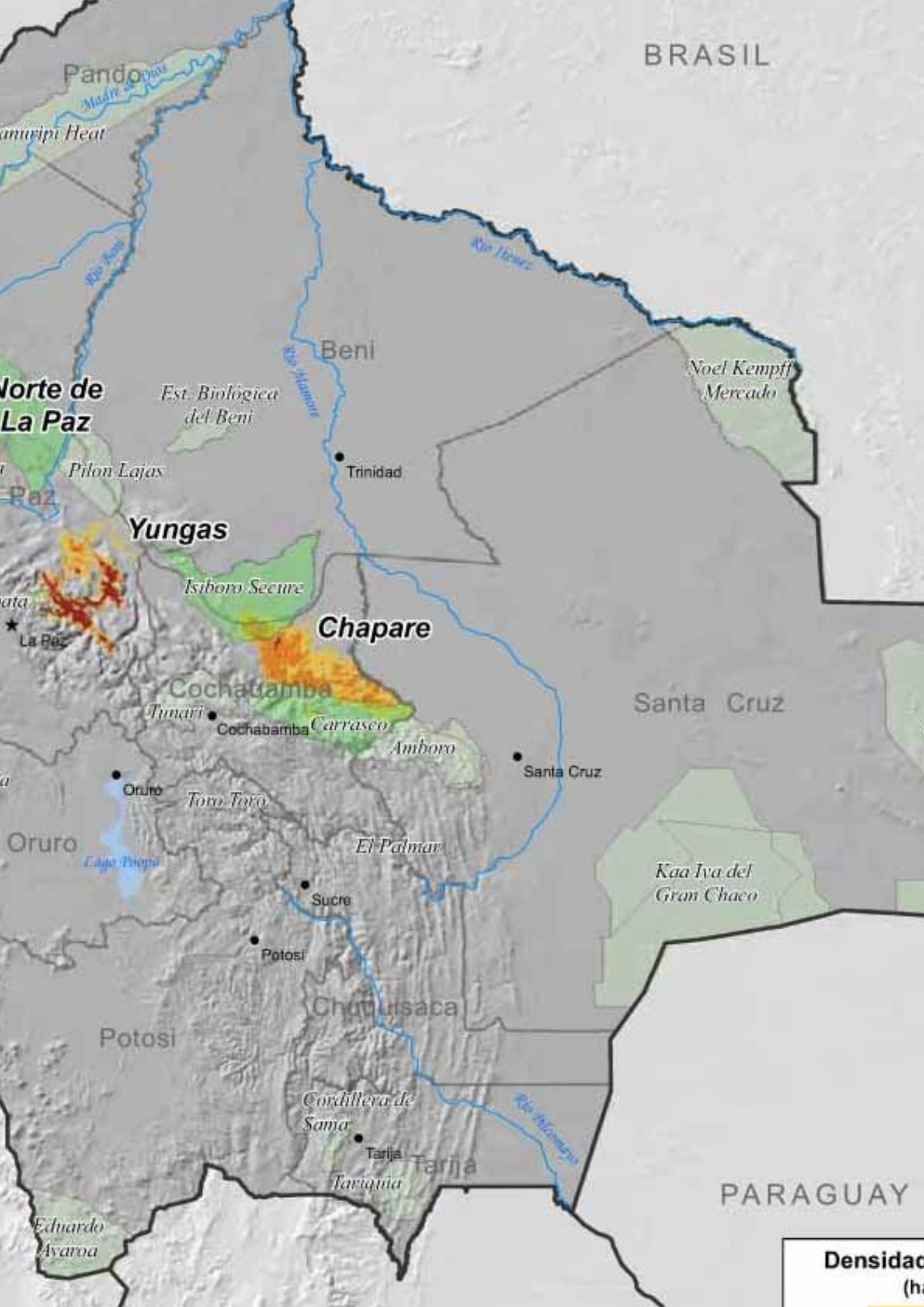
*Plantación de palmito, el cultivo de exportación de mayor crecimiento en el periodo 2007-2008*



El banano de exportación es el cultivo con la mayor superficie cultivada en el Trópico de Cochabamba

Los cítricos del Trópico de Cochabamba abastecen gran parte del mercado nacional







### 2.5.3 CULTIVO DE HOJA DE COCA EN PARQUES NACIONALES

En Bolivia existen 21 áreas protegidas, totalizando un área de 165,000 km<sup>2</sup>, representando aproximadamente el 15% del territorio nacional. Los parques nacionales tienen zonas de amortiguación conocidas como Áreas Naturales de Manejo Integrado (ANMI), donde se permite la actividad agrícola con limitaciones, también existen zonas de colonización consolidadas y tierras comunitarias de origen (TCO), en los parques nacionales no se permite el cultivo de hoja de coca y la erradicación es forzosa. Sin embargo, en algunas áreas colindantes a los parques nacionales los límites aún no están claramente definidos.

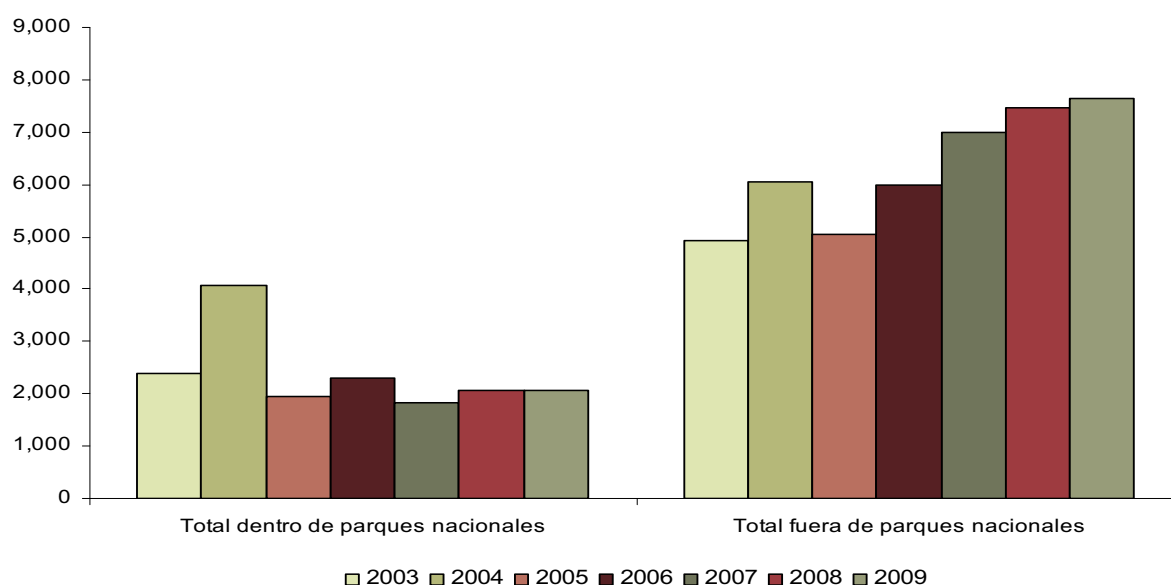
En el 2009, el cultivo de hoja de coca se mantiene estable en los parques nacionales, lejos del nivel más alto reportado el año 2004.

Los ecosistemas de los Parques Nacionales son particularmente frágiles y la deforestación produce daños irreversibles al medioambiente.

Tabla 19. Cuantificación de cultivos de hoja de coca dentro y fuera de parques nacionales en Trópico de Cochabamba 2003 – 2007 (en ha)

Área	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	% cambio 2008 - 2009	% del total 2009
Parque Nacional Isiboro Sécore	1,605	2,807	1,161	1,451	985	1,081	1,083	0%	11%
Parque Nacional Carrasco	778	1,257	781	837	830	972	974	0%	10%
<b>Total dentro de Parques Nacionales</b>	<b>2,383</b>	<b>4,074</b>	<b>1,952</b>	<b>2,298</b>	<b>1,825</b>	<b>2,053</b>	<b>2,057</b>	<b>0%</b>	<b>21%</b>
Fuera de Parques Nacionales	4,917	6,026	5,053	6,002	6,975	7,474	7,643	2%	79%
<b>Total redondeado</b>	<b>7,300</b>	<b>10,100</b>	<b>7,005</b>	<b>8,300</b>	<b>8,800</b>	<b>9,500</b>	<b>9,700</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>

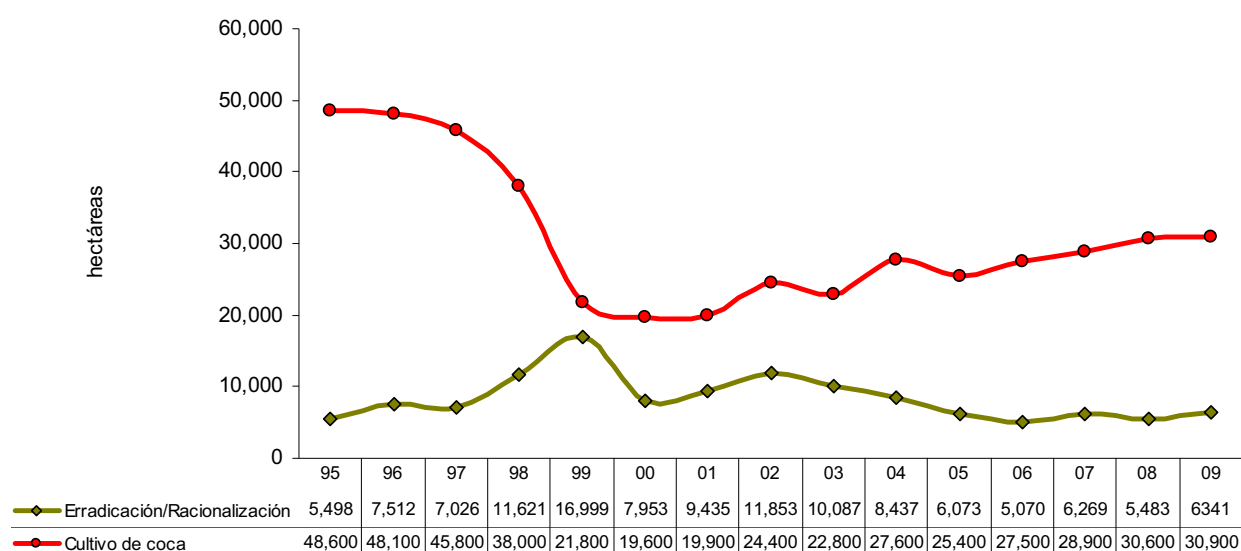
Figura 23. Distribución del cultivo de hoja de coca en la región del Trópico de Cochabamba, dentro y fuera de los parques nacionales, 2003 – 2009 (en ha)



## 2.6 RACIONALIZACIÓN DEL CULTIVO DE HOJA DE COCA

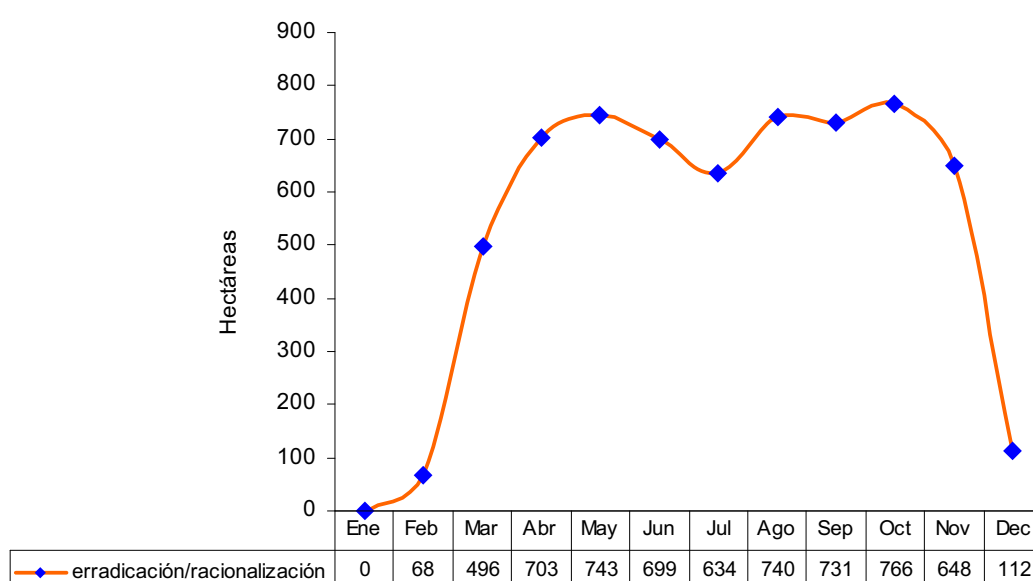
El Estado Plurinacional de Bolivia ha cambiado la política de erradicación forzosa por la de racionalización concertada de cultivos de hoja coca. Esta nueva política no se aplica dentro de los parques nacionales, donde la eliminación es obligatoria, por lo tanto en estas regiones, se aplica la erradicación forzosa. Dentro de esta nueva política, el Gobierno de Bolivia ha reportado una racionalización/erradicación de 6,341 ha de cultivos de hoja de coca en el 2009, 16% más que en el 2008. 460 ha de cultivo de hoja de coca fueron eliminadas en Yungas de La Paz, (7%) y 5,881 ha en el Trópico de Cochabamba (93%). En Bolivia, la racionalización/erradicación de cultivos de hoja de coca es exclusivamente manual, no se utiliza fumigación química. En el 2009, la racionalización/erradicación de cultivo de hoja de coca no reportó enfrentamientos ni hechos de violencia.

Figura 24. Racionalización/erradicación de cultivo de hoja de coca en Bolivia y superficie cultivada (ha), 1995 – 2009



Fuentes: Para cultivo de hoja de coca: UNODC Para erradicación: DIGPROCoca

Figura 25. Racionalización/erradicación mensual de cultivo de hoja de coca en Bolivia, 2009 (ha)



Fuente: DIGPROCoca

El Gobierno de Bolivia también reportó la eliminación de 3.4 ha de almácigos de coca. La erradicación de almácigos evitó el replante de cultivos de hoja de coca racionalizados.

Tabla 20. Erradicación mensual de almácigos, 2004 -2009 (m<sup>2</sup>)

Mes	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	1,795	2,748	444	1,077	905	0
Febrero	2,830	4,516	1,907	4,196	8911	402
Marzo	3,296	4,320	2,904	4,052	13245	4,097
Abril	2,936	4,825	3,764	4,014	6570	3,305
Mayo	2,989	3,639	2,691	8,856	7696	3,528
Junio	5,411	4,737	5,683	8,245	6188	2,429
Julio	6,963	4,372	7,328	7,595	5898	3,164
Agosto	4,344	5,294	10,035	7,879	3554	5,062
Septiembre	3,156	4,010	7,667	7,568	3012	2,854
Octubre	4,470	4,812	7,083	8,299	5448	2,308
Noviembre	5,869	4,222	6,166	7,387	2570	2,401
Diciembre	5,488	4,862	1,814	5,436	72	929
<b>Total</b>	<b>49,547</b>	<b>52,357</b>	<b>57,486</b>	<b>74,604</b>	<b>64,069</b>	<b>34,479</b>

Fuente: DIGPROCOCA



Racionalización manual de un cultivo de hoja de coca en el Trópico de Cochabamba



## 2.7 INCAUTACIONES

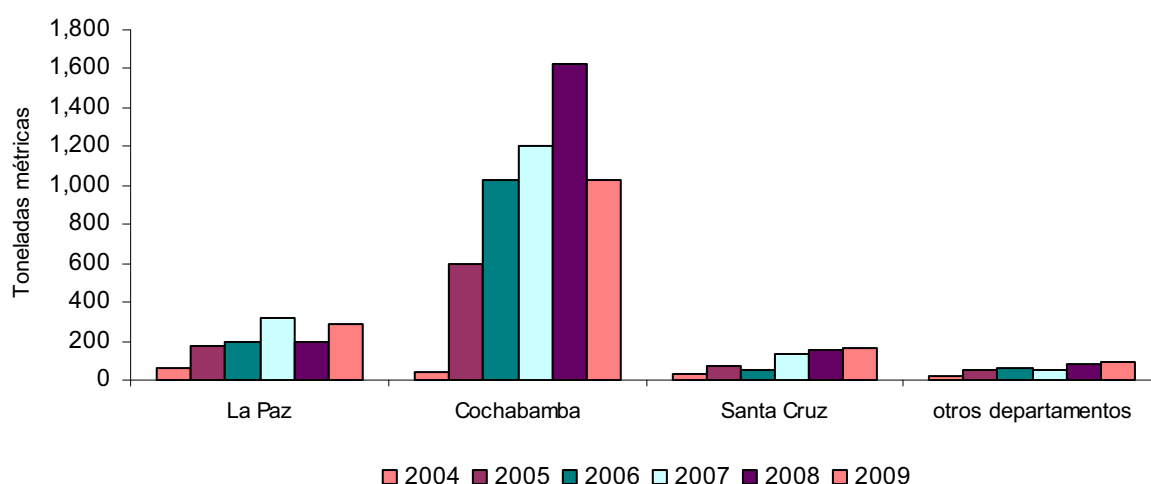
La fuerza especial de lucha contra el narcotráfico (FELCN) reportó el decomiso de 1,576 toneladas métricas de hoja de coca, representando un decremento de 24% respecto al año 2008.

Tabla 21. Decomiso de hoja de coca, 2003 – 2009 (kg)

Departamento	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
La Paz	22,375	66,396	172,331	197,854	315,463	196,829	290,655
Cochabamba	11,105	37,748	591,803	1,030,834	1,203,767	1,628,706	1,032,928
Santa Cruz	20,828	30,441	68,508	52,018	130,703	155,464	161,389
Tarija	4,451	10,183	16,499	19,604	11,843	21,030	20,099
Oruro	4,682	6,120	24,814	21,913	24,393	34,075	45,715
Potosí	1,321	1,942	1,509	4,010	4,999	7,149	5,769
Sucre	1,450	1,448	3,229	11,780	7,013	8,444	3,928
Beni	600	904	7,525	4,778	6,768	13,076	32,980
Pando	0	0	50	271	686	50	0
<b>Total</b>	<b>66,811</b>	<b>155,182</b>	<b>886,268</b>	<b>1,343,062</b>	<b>1,705,636</b>	<b>2,064,823</b>	<b>1,575,456</b>

Fuente: FELCN

Figura 26. Decomiso de hoja de coca, 2004 – 2009 (kg)



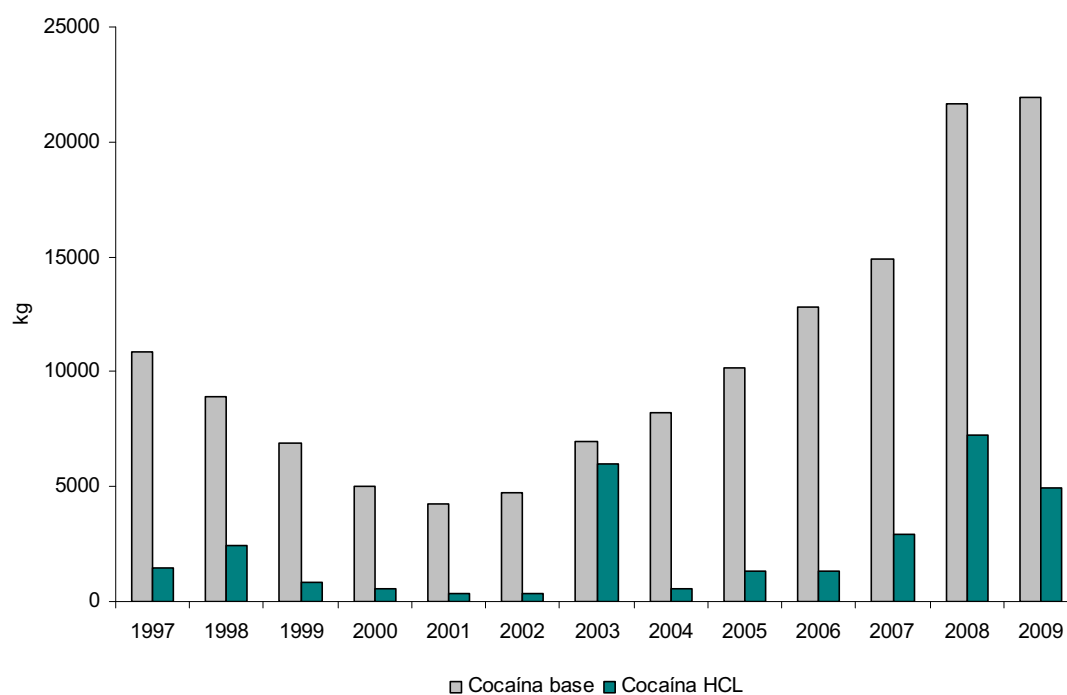
Fuente: FELCN

Tabla 22. Incautaciones de drogas reportadas, 1999 – 2009 (kg)

Producto	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cocaína base	6,905	5,044	4,280	4,741	6,934	8,189	10,152	12,779	14,911	21,641	21,970
Cocaína HCL	802	555	334	362	5,969	531	1,300	1,309	2,923	7,246	4,922

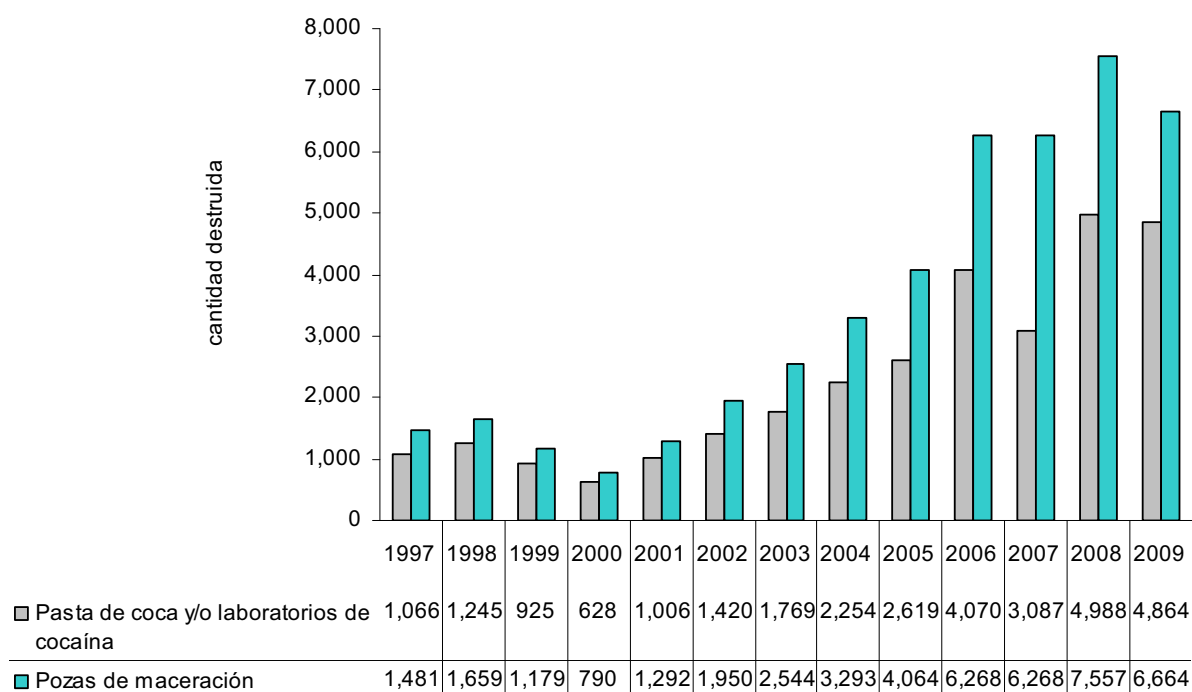
Fuente: FELCN

Figura 27. Incautaciones de drogas reportadas, 1997 – 2009 (kg)



Fuente: FELCN

Figura 28. Destrucción de laboratorios clandestinos y pozas de maceración 1997-2009



Fuente: FELCN

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 CULTIVO DE HOJA DE COCA

En el 2009, el proyecto elaboró la cuantificación de cultivos de coca utilizando imágenes satelitales Ikonos de 1 m de resolución. La detección de cambios se realizó sobre las imágenes Ikonos de 4m de resolución empleadas el año anterior.

El procesamiento de las imágenes y la interpretación han sido apoyadas por intenso trabajo de verificación de campo, llevado a cabo con la ayuda de tecnología avanzada, como videos georeferenciados y fotos de campo, así como puntos de control GPS.

En la región de Apolo, los cambios en el uso del suelo se han verificado a través de misiones de control de campo cubriendo las áreas más relevantes de esta región. Se han obtenido imágenes de las zonas cocaleras de las provincias Bautista Saavedra y Muñecas, colindantes con la provincia Franz Tamayo.

##### 1) Identificación y adquisición de las imágenes satelitales

El proyecto ha utilizado imágenes Ikonos multiespectrales RGB+NIR+pan sobre las áreas de Yungas de La Paz y el Trópico de Cochabamba, con resolución de 1m.

*Tabla 23. Imágenes satelitales utilizadas por el proyecto en el año 2009*

Región	Sensor	Resolución espacial	Resolución espectral	Área total en km <sup>2</sup>
Yungas	Ikonos-GeoEye	1 m	Rojo, Verde, Azul + Infrarrojo cercano + pancromático	5,900
Trópico de Cochabamba	Ikonos-GeoEye	1 m	Rojo, Verde, Azul + Infrarrojo cercano + pancromático	7,500
Total				13,400

Las imágenes han sido obtenidas en distintas fechas, considerando la disponibilidad del sensor Ikonos y las condiciones de clima.

La cobertura de nubes máxima permitida para el sensor Ikonos es de 20% del área de la imagen, sin embargo, se ha logrado obtener un promedio de 5% de cobertura de nubes en todas las escenas adquiridas

##### 2) Procesamiento de las imágenes satelitales

###### *Corrección radiométrica*

Una vez que las imágenes son entregadas en el proyecto, se inicia el postprocesamiento con una corrección radiométrica y mejoramiento visual para iniciar el flujo de trabajo de georeferenciación y orto-rectificación

###### *Fusión de bandas multiespectrales con banda pancromática*

Se utiliza el método de transformación de Brovey para fusionar las bandas multiespectrales con la pancromática obteniendo de esta manera imágenes de 1m de resolución espacial a todo color.



### *Generación de Ortoimágenes y mosaicos ortorectificados*

El proceso de ortorectificación involucra la utilización de software especializado con el objetivo de realizar mediciones precisas sobre las imágenes. Para cumplir con este objetivo, se utilizan puntos de control y los parámetros de corrección interna de la imagen proporcionados por el proveedor denominados Coeficientes Polinomiales Racionales (RPC). En combinación con un modelo digital del terreno. Es necesario evaluar el resultado de la imagen ortorectificada para su posterior interpretación.

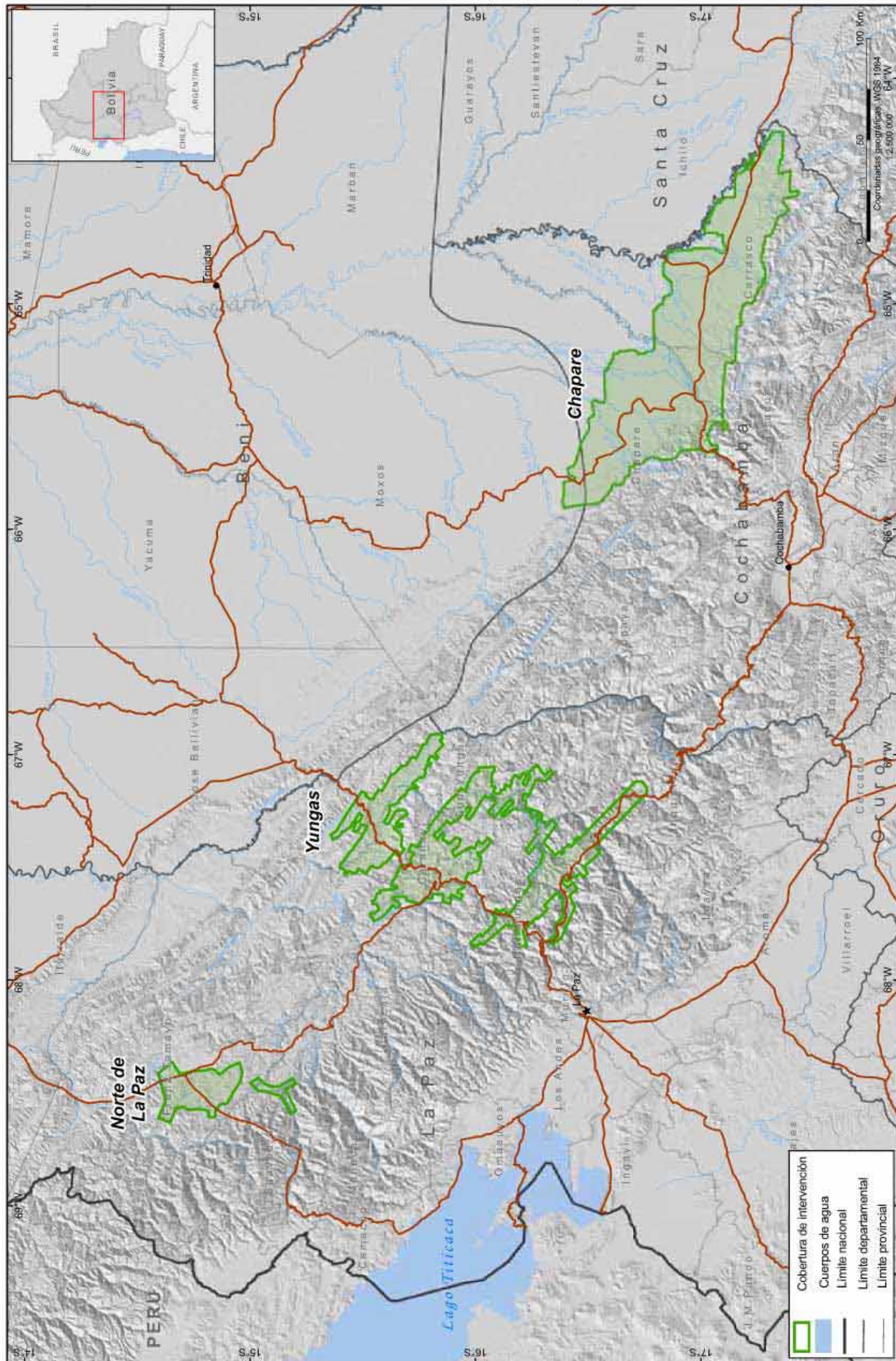
Con las ortoimágenes, se generan mosaicos ortorectificados con mayor cobertura de área y facilidad de manejo del intérprete.

### 3) Interpretación visual de cultivos de hoja coca

La clasificación de cultivos de hoja de coca parcela por parcela se realiza a través de la interpretación visual de orto-imágenes. El proyecto continua sistematizando el proceso de interpretación con el uso de claves de interpretación. En el 2006, el equipo de expertos del proyecto, junto con sus colegas de Perú y Colombia, asistió a un taller sobre claves de interpretación liderizado por el ICMP en cooperación con la Universidad de Recursos Naturales y Ciencias Naturales Aplicadas (BOKU), de Viena. Desde entonces el proyecto ha desarrollado varias claves para la interpretación de imágenes satelitales.

Las claves de interpretación reflejan el proceso de toma de decisiones del intérprete, usando características típicas como la forma, la textura, el contexto y los alrededores de los campos. No se hace distinción entre los diferentes estados fenológicos de las plantaciones de coca.

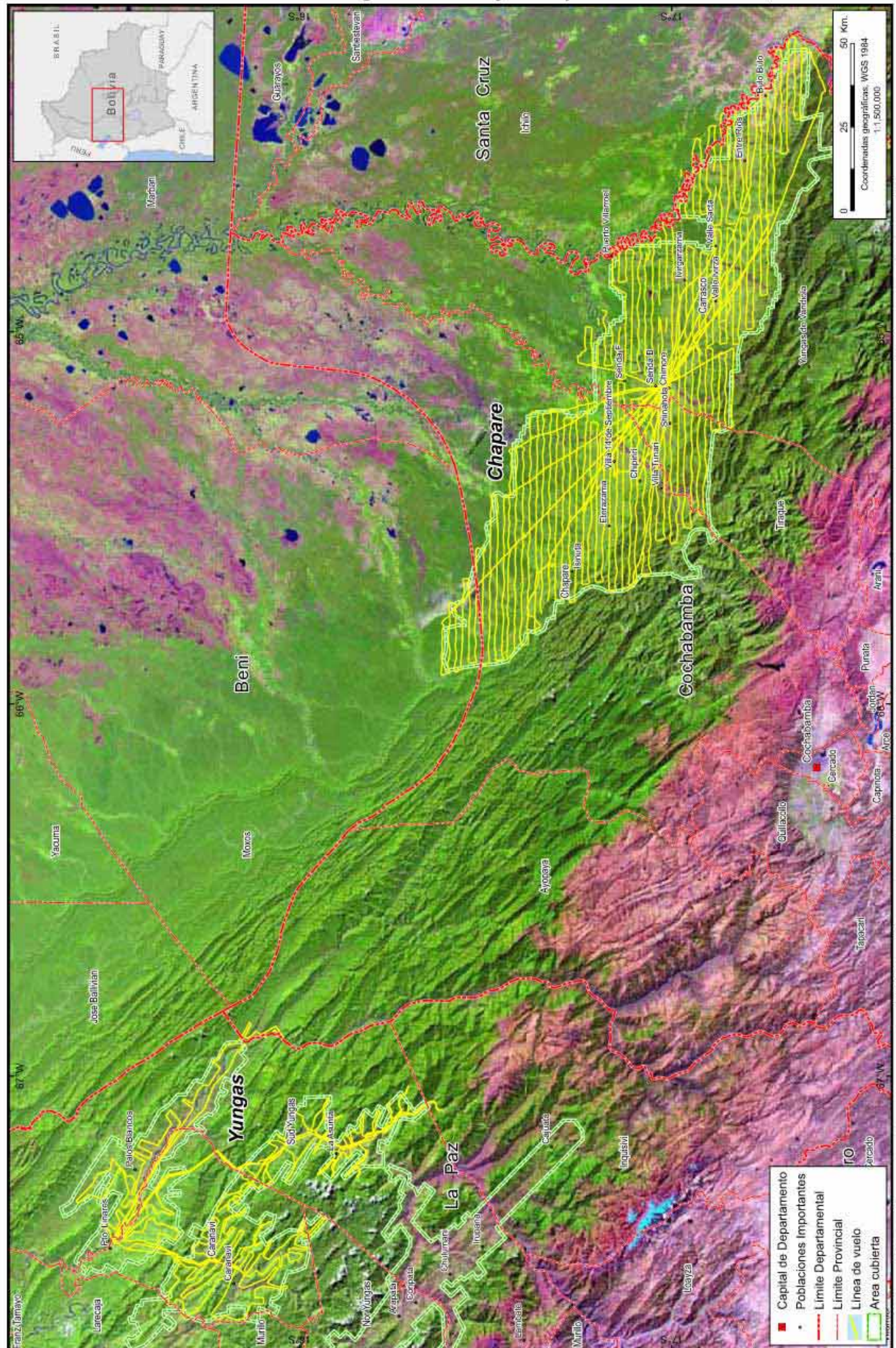
# Cobertura de intervención del proyecto, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC. Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.



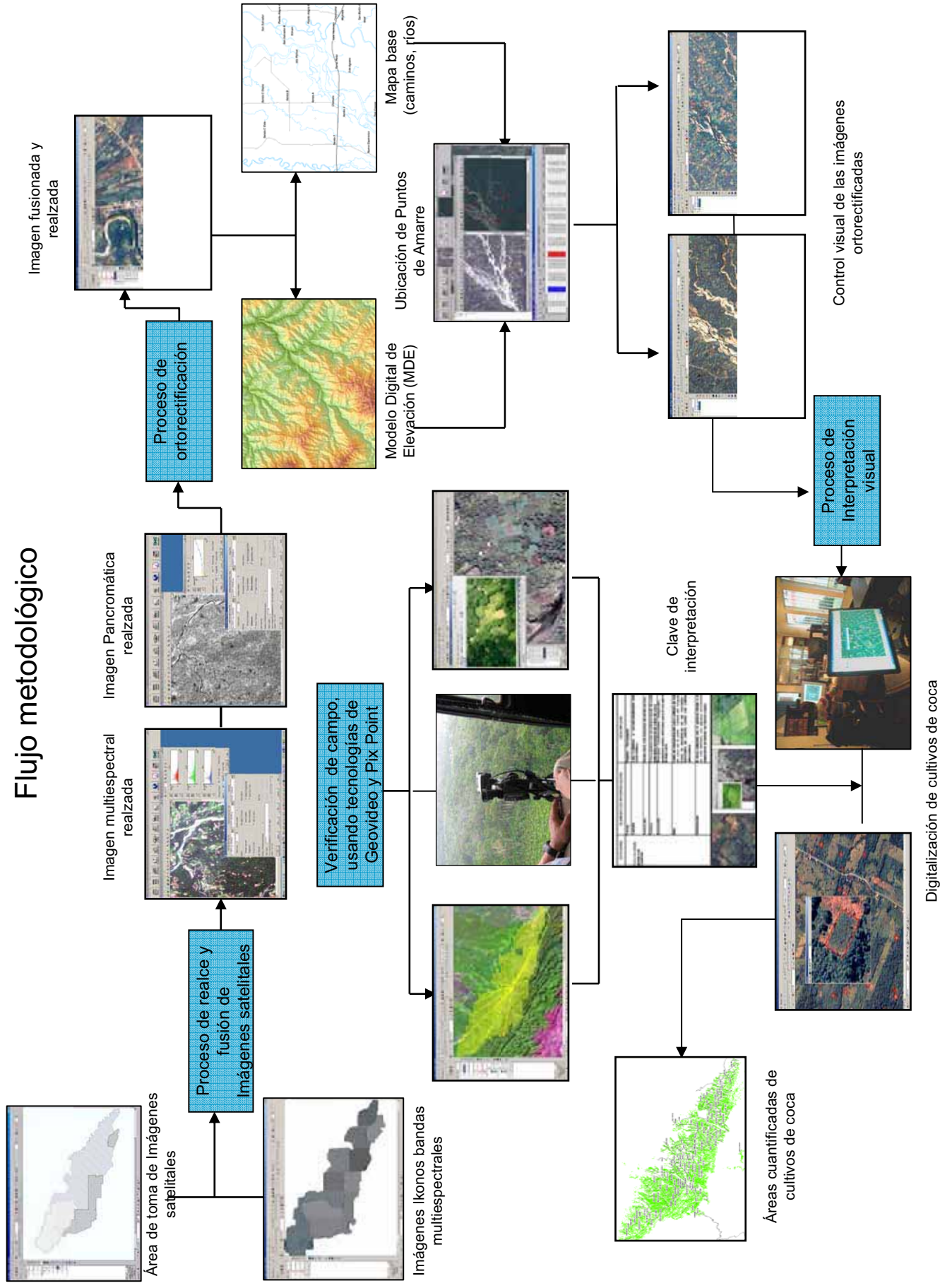
# Reconocimiento aéreo sobre los Yungas de La Paz y el Trópico de Cochabamba, Bolivia 2009



Fuente: Gobierno de Bolivia - Sistema nacional de monitoreo apoyado por UNODC. Los límites y nombres mostrados así como los términos utilizados en este mapa no reflejan necesariamente su aceptación por parte la Organización de las Naciones Unidas.



# Flujo metodológico



Las imágenes satelitales de alta resolución permiten una interpretación visual detallada.

Figura 29. Interpretación de imágenes satelitales



Ortoimagen lista para su interpretación

)

Ortoimagen interpretada con polígonos de coca (verde)

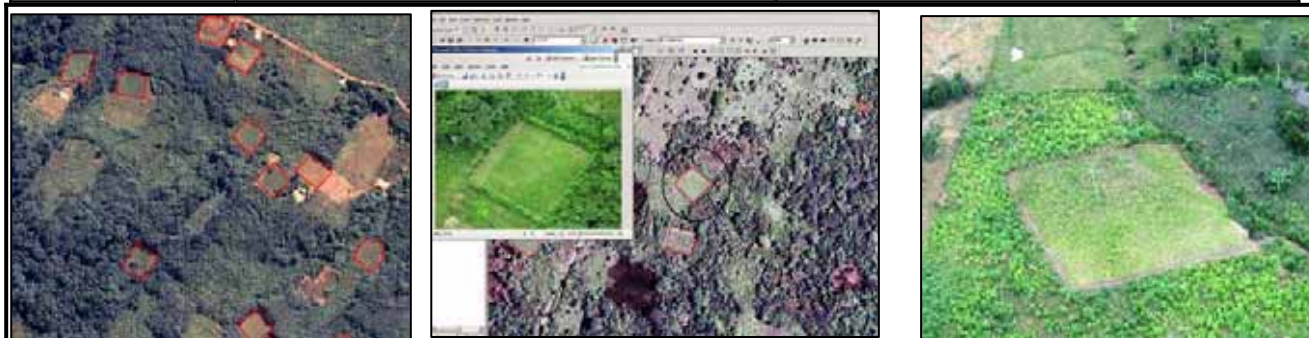


Detalles visibles en el rectángulo rojo



Ejemplo de claves de interpretación para cultivos de coca

CATEGORIA	ELEMENTO DE INTERPRETACION	DESCRIPCION
Coca en estado previo a la cosecha	Forma	Regular – Rectangular
	Tamaño	Cato (1,600m <sup>2</sup> ), y excepcionalmente entre 2500-5000m <sup>2</sup> .
	Tono/Color	Verde claro, con manchas de verde oscuro
	Textura	Fina a gruesa con un notorio borde de suelo, indicando presencia de catos de coca
	Asociación	Precarias construcciones temporales y pequeños patios utilizados para el secado de la hoja coca.
	Sitio	Clave de interpretación para cultivos de hoja de coca en la parte central del Chapare. Estos se encuentran en las cercanías o asociados en ciertos casos con cultivos alternativos.
	Observación	El área cultivada por lo general tiende a ser un cato definido, con algunos incrementos superiores al mismo en ciertos casos.



Adicionalmente, el proceso de interpretación es fuertemente apoyado por geovideo y fotografías de campo georeferenciadas obtenidas desde helicóptero. Los geovideos son analizados integrados en el ambiente de sistemas de información geográfica en las estaciones de trabajo del proyecto, permitiendo al intérprete comparar el video con las imágenes satelitales. Como los videos son georeferenciados, la unión con las fotografías aéreas es fácilmente desarrollada.

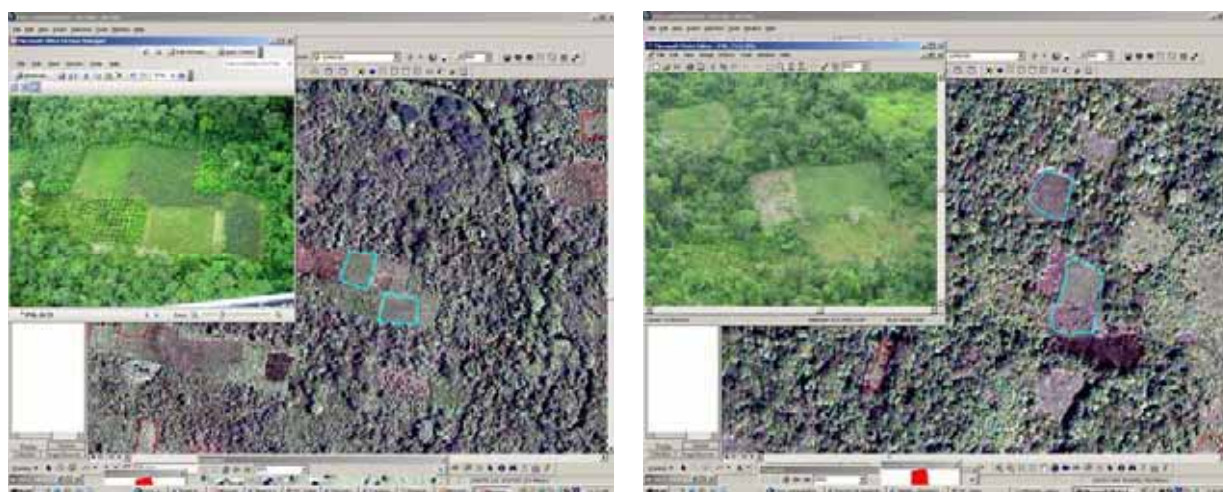
Por cuarto año consecutivo, en 2009 se han adquirido geovideos de toda el área del Trópico de Cochabamba. La dirección de vuelo este – oeste se muestra en el mapa de la página. 59. Se sobrevolaron un total de 40 horas, cubriendo una distancia de 9,700 Km. y un área de cobertura total de 9,800 km<sup>2</sup>.

Adicionalmente, por primera vez, se han obtenido geovideos de las regiones de La Asunta y Caranavi en los Yungas de La Paz.





*Obtención de videografía aérea en los yungas de La Paz*



*Ejemplo de uso de videografía en gabinete para identificar cultivos de hoja de coca marcados en celeste en la ortofoto*

#### 4) Verificación de campo

El uso de imágenes satelitales de alta resolución por si mismo no es suficiente para una medición precisa del cultivo de coca, sin contar con una adecuada verificación de campo. Los datos recopilados durante la verificación de campo, permitieron ajustar el área de monitoreo, determinar firmas espectrales de coca y otros cultivos y corregir la confusión entre cultivos después de la clasificación inicial.



*Tomando un GCP en un campo de coca en el Trópico de Cochabamba*

En los Yungas de La Paz y Apolo se han obtenido puntos de control directamente en el terreno, aprovechando la topografía para interpretar imágenes en el campo desde zonas altas, pero en el Trópico de Cochabamba, el proyecto obtuvo la mayoría de sus puntos de control desde vuelos de helicóptero combinados con videografía.

Durante seis años de monitoreo, el proyecto ha obtenido un gran número de puntos de control, empezando en 2002 en los Yungas de La Paz, y desde el 2003, extendiendo sus capacidades al Trópico de Cochabamba y a Apolo. Desde 2002, más de 10,000 GCPs fueron obtenidos, de los cuales 1,000 el 2009. Todos estos puntos se obtienen directamente en el terreno, usando técnicas convencionales de GPS. Adicionalmente, se obtienen fotografías de campo geo-referenciadas empleando la tecnología Pix Point.

La interpretación visual fue también facilitada por los puntos de control de cultivos de coca obtenido de la campaña de racionalización de DIGPROCoca. En forma conjunta con los expertos del proyecto, el personal de DIGPROCoca también participó activamente en la interpretación visual de cultivos de coca.