

# INVESTIGACIONES EN PROGRESO

## LADRILLOS CERAMICOS A PARTIR DE ESCORIAS DE CARBON Y CENIZAS VOLANTES

Investigador: Alejandro Salazar  
Entidad: Universidad del Valle

Qué hacer con las cenizas gruesas y finas resultantes de los procesos de combustión a partir de carbón, es una de las grandes preocupaciones del mundo actual y Colombia no se escapa de ella.

Según los resultados del "Encuentro sobre uso de las cenizas y escorias de carbón" celebrado en la Universidad del Valle en diciembre de 1984, en Colombia se desechaban alrededor de 1'000.000 Ton/año de estos materiales.

Desde 1972 en la Universidad del Valle se estableció un área de investigación tendiente a buscar aplicaciones específicas a estos desechos. En principio y con el objeto de iniciar los estudios sobre producción de ladrillos cerámicos, se tomaron como referencia los logros de investigación de la Universidad de West Virginia. Posteriormente y en función de las características de las cenizas de carbón existentes en el medio local, se fue variando la metodología de investigación hasta crear una tecnología propia.

Uno de los objetivos planteados en esta investigación fue producir ladrillos cuyas características satisficieran las especificaciones de la Norma Colombiana, Incontec 451 referente a los "requisitos que deben cumplir los ladrillos cerámicos, macizos o huecos, utilizados principalmente en la construcción de muros y tabiques". Otra meta era encontrar una alternativa de solución a la acumulación de cenizas volantes y escorias de carbón a través de un uso específico.

En el desarrollo de la investigación, se han elaborado ladrillos con las siguientes variantes en cuanto a materiales se refiere:

TABLA No. 1

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS							
Componentes	Escoria (2)	Escoria (3)	Escoria (4)	Ceniza (1)	Ceniza (2)	Ceniza (3)	Arcilla
SiO <sub>2</sub> (%)	35.4	41.5	43.4	51.0	45.6	46.3	52.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	15.4	4.9	11.0	7.9	10.2	10.1	8.9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	28.3	33.8	22.6	36.5	36.6	37.7	22.2
CaO (%)	6.4	2.1	3.3	2.7	2.7	0.0	3.4
MgO (%)	0.0	1.5	1.9	0.0	1.1	2.7	2.5
SO <sub>3</sub> (%)	---	Trazas	Trazas	---	---	0.6	0.0
Pérdida al fuego (%)	14.3	16.2	17.8	2.9	3.9	2.7	9.1

Nota: Las escorias como las cenizas proceden de tomas diferentes en la misma planta termo-eléctrica con excepción de la escoria (3) y (4) que proceden de Calderas de fábricas de papel. El Carbón utilizado procede de la misma región.

- Uso de mezclas de escoria y cenizas volantes.
- Utilización de cenizas volantes únicamente.
- Uso de mezclas de escorias de carbón con diferentes granulometrías.
- Empleo de silicato de sodio y/o arcillas como material aglutinante.

### Características de las materias primas

En las tablas 1 y 2 se consignan las principales características químicas y físicas de los materiales empleados en la investigación.

El silicato de sodio utilizado como aglutinante fue del tipo E para fundición con 50.6° Baume.

### Procedimiento

La preparación de los ladrillos en el laboratorio se efectúa de la siguiente manera:

Se mezclan las materias primas: escorias gruesas y/o cenizas volantes, silicato de sodio y/o arcilla y agua, hasta conseguir una masa semiseca homogénea, luego esta masa se coloca en un molde de acero y se confina con una carga variable entre 30.000 a 61.600 kgs. El ladrillo así obtenido se extrae del

TABLA No. 2

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS						
Ensayo	Escoria (2)	Escoria (3)*	Escoria (4)*	Ceniza (1)	Ceniza (2)	Ceniza (3)
Análisis granulométrico (% pasa) (serie Tyler)						
Tamiz No. 4		70.0	88.0			
8		50.5	79.9			
10		---	---			
16	100.0	31.7	69.8			
30	70.7	23.4	60.2	100.0	100.0	100.0
50	63.1	16.1	47.9	96.2	99.3	99.4
100	47.5	10.0	33.3	53.4	94.7	97.6
200	20.8	5.5	23.1	19.5	54.0	86.4
325	---	---	---	6.7	24.0	---
Gravedad Especif.						
	1.9	---	---	2.44	2.18	2.18
Supert. Especif. Blaine.						
	---	---	---	985	2110	3200
(cm <sup>2</sup> /gr).						

\* Las Escorias (3) y (4) se adecuaron de tal manera que el 60% del material pasará el Tamiz No. 16

molde y se deja secar. Posteriormente se introduce en un horno donde se somete hasta una temperatura de 1090°C + 10°C, durante un tiempo total que oscila entre las 18 y las 60 horas. Las dimensiones de los ladrillos macizos elaborados fueron 22 x 10 x 6 cms y 22 x 10 x 4 cms.

En el proceso se tuvieron en cuenta las siguientes variables: características físicas y químicas y proporciones de cada una de las materias primas; modo y tiempo de mezclado; carga de confinamiento; tiempo y forma de secado y velocidad de calentamiento en el horno (curva de cocción) donde se definen temperatura máxima, tiempo a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

### Resultados

En la tabla No. 3 se presentan los resultados típicos obtenidos durante la investigación en lo que se refiere a resistencias mecánicas, absorciones, retracciones volumétricas, aplicando los métodos de ensayo recomendados por la Norma Incontec 451 y se anotan algunos de los parámetros utilizados en el control del proceso.

Los ensayos marcados con asterisco corresponden a muestras preparadas en una mezcladora de arenas para fundición (Rol-mill) y

cocidas en horno semi-industrial de tiro invertido. Los otros resultados corresponden a ensayos realizados en muflas eléctricas de laboratorio para cocción de elementos cerámicos.

### Análisis de Resultados

En la Tabla No. 4 se consignan los datos que tipifican a los ladrillos cerámicos producidos y utilizados en la zona de Cali. Esta información servirá de punto de referencia para plantear la competitividad de los ladrillos obtenidos en el trabajo de investigación frente a los empleados comercialmente.

En general las conclusiones hasta la fecha pueden resumirse en:

- Es técnicamente factible producir ladrillos a partir de escorias y cenizas volantes, que satisfagan las características de los ladrillos de arcilla producidos en la región.
- En la producción de estos ladrillos se debe emplear como aditivo y/o adición el silicato de sodio y la arcilla, respectivamente.
- Cada ceniza volante y/o escoria de carbón, debe estudiarse exhaustivamente, a fin de definir la cantidad de aditivo y/o adición necesarios para producir ladrillos que satisfagan los requerimientos

de calidad exigidos por las normas.

- El proceso productivo no difiere en absoluto de uno tradicional para producir ladrillos prensados y permite conseguir las ventajas que este ofrece, tales como menor tiempo de secado y mayor estabilidad volumétrica o dimensional.
- La densidad aparente de los ladrillos de escoria y cenizas volantes es menor que la de los ladrillos cerámicos usados tradicionalmente. Por lo tanto, a igualdad de volumen respecto al ladrillo habitual con aquellos se obtiene menor peso.
- El color de los ladrillos producidos durante la investigación es parecido al de varios de los ladrillos cerámicos ensayados. La adición de arcilla acentúa el color rojizo.
- Cuando las materias primas poseen pérdidas de fuego superiores al 15%, es necesario incrementar la adición de arcilla para mantener las propiedades del producto.
- Es notable el efecto combinado de la adición de arcilla y silicato de sodio en el desarrollo de resistencias y bajas absorciones. →

TABLA No. 3

PARAMETROS DE CONTROL DEL PROCESO. CARACTERISTICAS DE LOS LADRILLOS							
Items	Referencia del ensayo	28	8-7500	4 P.	5.3*	6.1*	CV-7500
Dosificación: (En peso seco)							
% Ceniza Volante	71.8	---	---	---	---	---	75
% Escoria Gruesa	25.2	75.0	75	68.6	88.1	---	---
% Silicato	3.0	---	---	2.1	2.1	---	---
% Arcilla	---	25.0	25.0	29.3	9.8	95	---
% Agua	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Forma de Mezcla							
Tipo de Ceniza Volante	5	---	---	---	---	---	5
Tipo de Escoria Gruesa	2	3	4	4	4	3	---
Forma de Mezcla	Mecánica	Mecánica	Mecánica Rol-Mill	Mecánica Rol-Mill	Mecánica Rol-Mill	Mecánica Rol-Mill	Mecánica
Presión de Confinamiento (Kg/cm <sup>2</sup> )	280	280	127	280	280	280	280
Tiempo total de cocción (Hrs)	25	39	50	25	25	28	28
Temperatura máxima (°C)	1100	1100	1050	1050	1050	1100	---
Resistencia del ladrillo crudo (kg/cm <sup>2</sup> )							
Resistencia del ladrillo cocido	114.3	113	118.3	224	95	120.5	---
Retracción volumétrica (%)	5.5	2.4	3.8	---	---	---	---
Densidad aparente (gr/cc)	1.24	---	1.43	---	---	---	---
Absorción en agua fría (%)	32.4	25.0	22.9	15	17	21.6	---

TABLA No. 4

RESULTADOS TÍPICOS DE VARIAS LADRILLERAS DE LA REGION CON PROCESO DE EXTRUSION				
Ladrillera	Tipo de ladrillo	Densidad aparente (gr/cc)	Resist. Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Absorción (%)
Antonio María	Macizo	1.61	45.9	18.4
Panamericana*	Macizo	1.48	106.0	20.9
Vuelta larga	Macizo	1.57	50.4	17.7
La María	Macizo	---	69.5	16.4
Tunal	Macizo	---	63.2	13.0
San Cayetano	Macizo	---	135.0	---
San Cayetano	Perforado (CV)	---	113.8	---
La Sultana	Perforado (CV)	---	37.0	19.8

\*La resistencia en crudo de 20 ladrillos (adobes) ensayados fue de: 34 kg/cm<sup>2</sup> con un coeficiente de variación del 7.5%.

- En general, el contenido de material combustible en los desechos del carbón determina su factibilidad de uso, pues un alto valor genera ladrillos de bajas resistencias mecánicas y altas absorciones.
- La presión de confinamiento incide notablemente en los ladrillos adicionados con arcilla, tanto en las resistencias en crudo como en el producto cocido.
- El incremento de finura de la ceniza volante a igualdad de dosificación, generó un aumento notable tanto en las resistencias del ladrillo crudo como en el cocido.
- En algunas oportunidades y durante el proceso de secado, se presentaron afloramientos blancos en las superficies expuestas del ladrillo crudo, que se identificaron como sulfatos alcalinos solubles. Esto ocurrió especialmente cuando se emplearon materias primas ricas en sustancias no quemadas. En pruebas preliminares se comprobó que la adición de ácido muriático diluido reduce y elimina el problema de las sales solubles. Este fenómeno genera deterioros notables en la forma y resistencia del ladrillo crudo y cocido.

Así mismo, cuando los ladrillos cocidos contenían núcleos (corazón) que no se habían calcinado totalmente, con el tiempo estos presentaron afloramientos de las sales alcalinas en sus superficies.

- Hasta la fecha no se han realizado pruebas estrictas sobre la durabilidad de los ladrillos a partir de escorias de carbón y cenizas volantes; aun así, se han enterrado varios durante períodos de 7 meses, otros se han dejado sumergidos en agua durante el mismo tiempo, sin que hayan presentado deterioro significativo. Así mismo varios ladrillos de distintas dosificaciones han estado almacenados a la intemperie durante períodos cercanos a los 10 meses sin mostrar daño aparente.

En noviembre de 1985, se realizó un estudio de prefactibilidad económica para el montaje de producción de 1'000.000 de ladrillos por mes.

Las bases del análisis fueron:

- Construir la fábrica cerca al depósito de escorias de carbón a 20 kms del centro de la ciudad.
- Producción mensual 1'000.000 de ladrillos:
 

300.000 (5-3)
700.000 (P-4)
- Meses de trabajo/año: 11:5
- Materias primas:
  - Escoria de carbón
  - Arcilla
  - Silicato de sodio
  - Agua
  - Combustible: -Carbón
- Personal:
  - 21 operarios
  - 1 administrador
  - 1 contador
  - 1 secretaria
  - 3 vigilantes

- Activos fijos:
  - Hornos árabes
  - Mezcladoras
  - Prensas
  - Terrenos
  - Equipo de manejo de materiales
- Capital de trabajo para 2 meses incluyendo imprevistos por un 16.5%
- Depreciación de activos fijos a 10 años.
- Costos de la tecnología por año: 1'800.000

Sobre lo anterior se concluyó: (pesos colombianos)

ITEMS - TIPO DE LADRILLO (P-4) (5-3)

- Precio venta por millar
 

\$6.000	\$10.000
---------	----------
- Costo de materias primas, combustible y servicios por millar de ladrillos
 

\$1.603	\$2.676
---------	---------
- Costos fijos por millar de ladrillos (incluye: mano de obra, mantenimiento, depreciación, tecnología, gastos financieros)
 

\$2.481	\$2.481
---------	---------
- Costos totales por millar de ladrillos
 

\$4.084	\$5.157
---------	---------
- Costo de transporte por millar de ladrillos
 

\$1.000	1.000
---------	-------
- Utilidad bruta antes de impuestos por millar de ladrillos
 

\$ 916	\$3.843
--------	---------
- Utilidad bruta anual por ventas totales antes de impuestos
 

\$34'096.350
--------------

## SALUD PUBLICA Y MEDICINA TRADICIONAL EN LOS LLANOS

Investigadores: Miguel Lobo-Guerrero y Xochitl Herrera

Entidad: Fundación para el Etnodesarrollo de los Llanos Orientales de Colombia-Etnollano.

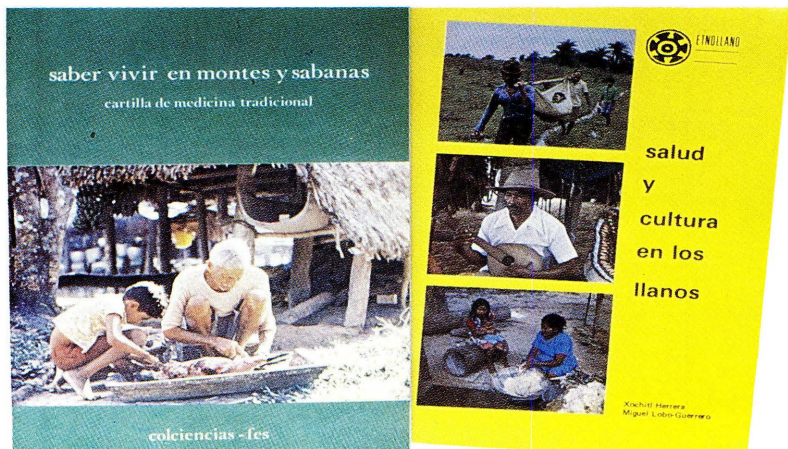
**E**n los últimos años se ha venido planteando con insistencia la necesidad de adaptar los

programas de salud a las particulares condiciones socio-económicas y culturales que presentan las diversas comunidades del país. Numerosas publicaciones, congresos y encuentros promovidos tanto por las entidades estatales y privadas que tienen que ver con el problema,

como por las mismas organizaciones comunitarias indígenas y campesinas, coinciden en señalar que los programas que busquen mejorar las condiciones de vida de estos pueblos no pueden ser diseñados sin tomar en cuenta su experiencia histórica y cultural, dentro de un espí-

ritu de respeto por sus tradiciones y valores. En el campo de la salud esta orientación se traduce en el imperativo de promover programas que surjan realmente de las necesidades y expectativas de estas comunidades y que propendan por una articulación de los recursos institucionales con los de la medicina y la cultura tradicional.

En los Llanos Orientales de Colombia, los principales problemas de salud que afectan a la población rural están muy relacionados con los cambios que estas comunidades han sufrido en su forma de vida y en su hábitat tradicional. Aspectos socio-culturales como la vivienda, la concentración y movilidad de la población, sus formas de organización, sus hábitos higiénicos y alimenticios



o sus costumbres y prácticas médicas tradicionales, tienen por ello una gran importancia en esta problemática sanitaria. Algunos de estos factores favorecen la proliferación de ciertas enfermedades, mientras que otros constituyen valiosos recursos comunitarios que con un apoyo institucional adecuado podrían lograr la prevención o el control de muchas de estas enfermedades. Sin embargo, ni las comunidades tienen una conciencia clara de los problemas de base de su actual situación de salud o de las potencialidades de sus propios recursos culturales, ni el personal médico y paramédico valora adecuadamente estos factores socio-culturales, así como tampoco posee la formación y los instrumentos apropiados para trabajar con ellos.

Teniendo en cuenta esta situación, el proyecto “Salud Pública y Medicina Tradicional en los Llanos” ha venido estudiando estos factores buscando proporcionar al personal médico y paramédico de la región y a las comunidades mismas la información, los conceptos y los mecanismos que les permitan desarrollar un trabajo más comunitario y participativo en el campo de la salud. El proyecto, desarrollado por la Fundación para el Etnodesarrollo de los Llanos Orientales de Colombia —Etnollano—, cuenta con el apoyo de Colciencias, de la Fundación Interamericana y de la Fundación para la Educación Superior —FES—, y se ha venido realizando en coordinación con los servicios seccionales de salud de Arauca (1981-1984) y Vichada (1985-1988).

Durante sus primeros tres años el proyecto se orientó a explorar las condiciones de salud y los recursos médicos institucionales y tradicionales en una muestra de comunidades de la intendencia de Arauca que resultaban representativas de los tres grandes grupos socio-culturales de los Llanos Orientales: Indígenas, llaneros y colonos. En ellas se hizo un estudio clínico mediante sucesivos cortes de consulta a una muestra representativa de la población, se realizaron entrevistas domiciliarias y se aplicaron algunas técnicas usuales de la investigación antropológica como la observación participante, la recopilación de historias de caso de enfermedad y el trabajo intensivo con chamanes, curanderos, parteras y otros especialistas tradicionales. Igualmente, se

organizaron reuniones y mesas redondas con el personal médico administrativo de la intendencia, con los médicos que prestaban su año rural y con promotores y enfermeros de las comunidades.

La información así recopilada permitió identificar las enfermedades de mayor incidencia en cada una de las comunidades de la muestra y establecer una serie de correlaciones con las diferentes formas de vida y nichos ecológicos de estas poblaciones. Así mismo, hizo posible señalar una serie de factores que conforman la base de la problemática de salud regional y que pueden resumirse en los siguientes puntos:

En las comunidades tradicionales del Llano (indígenas y llaneros), los cambios ocasionados por la colonización han traído no sólo una notable disminución en los recursos alimenticios y en la disponibilidad de la tierra, sino además algunas transformaciones culturales que inciden directamente sobre el nivel de salud. Aún disponiendo de productos silvestres que tradicionalmente les han servido de alimento, algunas comunidades han abandonado su consumo para remplazarlos por otros como el arroz, la pasta, enlatados, etc., que se asocian ahora con un mayor prestigio, pero que tienen un valor nutritivo inferior y crean una gran dependencia económica. Por su parte, los colonos, que traen del interior del país una forma de vida diferente y poco adaptada a la región, se enfrentan a un medio que desconocen y al cual ocasionan un considerable deterioro ecológico que repercute, a su vez, en su propio nivel de salud.

También la medicina tradicional se ha visto afectada en este proceso de cambio. Con el debilitamiento del saber médico tradicional, muchos recursos propios importantes, sobre los cuales cada comunidad tenía un dominio autónomo, se han perdido o reemplazado por recursos externos sobre los cuales no se tiene el mismo control comunitario. La capacidad de buscar caminos propios de desarrollo se ha visto así afectada al perder la confianza en

los logros culturales y poner todas las esperanzas en unos recursos institucionales que no logran tampoco solucionar el problema.

Los programas institucionales, por su parte, no han logrado revitalizar esa participación comunitaria y se han limitado a tratar de extender sus servicios curativos y médico-técnicos sin una previa y adecuada preparación y promoción de las comunidades. Estas, al no tener una conciencia clara de las causas sociales y culturales de sus problemas, ni contar tampoco con la orientación necesaria para poder enriquecer su medicina tradicional y el control comunitario sobre su salud, centran sus expectativas en contar cada vez con más puestos de salud, médicos, drogas y una costosa infraestructura que el servicio seccional difícilmente puede extender y supervisar adecuadamente en cada comunidad. En los casos en que ello se logra, estos recursos institucionales tampoco consiguen un mejoramiento sustancial del nivel de salud, al limitarse a la simple curación de enfermedades producidas por un medio socio-ambiental que sigue inmodificado.

Para que los resultados de la investigación llegaran al conocimiento de las comunidades y del personal médico y paramédico de la región, el proyecto ha venido elaborando una serie de materiales escritos y radiofónicos que buscan promover la reflexión sobre esta problemática de salud, revitalizar algunos recursos médicos tradicionales importantes y orientar el trabajo institucional hacia las necesidades y expectativas de la población.

Pese a la buena acogida que estos materiales han tenido en la región, una evaluación del trabajo realizado, de la metodología utilizada y de los resultados obtenidos, mostró dos nuevas conclusiones a nivel del curso mismo de la investigación:

Para que realmente pueda darse una reflexión productiva con miras a

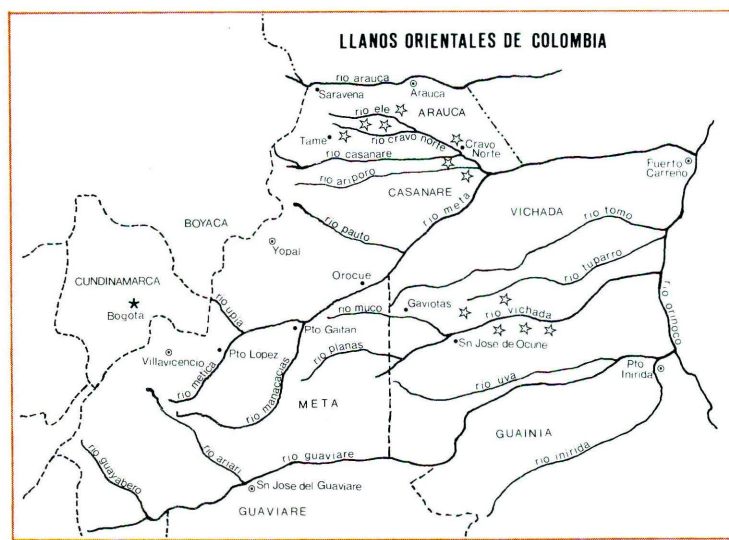
buscar soluciones adaptadas a la realidad de la población, la investigación no sólo debe desarrollarse para las comunidades sino también con las comunidades. La población debe ser autora y partícipe en todas sus etapas y resultados.

En las comunidades indígenas, que constituyen cerca del 30% de la población de los Llanos Orientales, las diferencias lingüísticas y culturales son de tal magnitud, que ameritan una etapa particular del proyecto. Estas comunidades no sólo experimentan un rápido proceso de cambio sociocultural que está afectando severamente su salud, sino que además es en ellas donde la atención médica institucional enfrenta mayores dificultades.

Partiendo de estos principios, en 1984 se realizó un estudio preliminar sobre las condiciones de salud y la medicina tradicional de los sikuaní (guahibo), que con cerca de 20.000 individuos constituyen hoy día la población indígena más numerosa de los Llanos Orientales. Se escogió la zona del Medio Vichada, la más densamente poblada por este grupo indígena, y en coordinación con el servicio seccional de salud se establecieron las pautas de trabajo para involucrar en la investigación a 15 promotores indígenas de salud que cubren 32 comunidades en esta región.

Como en las etapas anteriores, el proyecto sigue ocupándose de estudiar la morbilidad sentida y la demanda y utilización de los servicios médicos tradicionales e institucionales, así como también de analizar los diferentes aspectos socioculturales relacionados con las enfermedades de mayor incidencia en la zona. Pero ahora las comunidades y el personal paramédico local participan en el proceso mismo de la investigación, para lo cual se contempla la capacitación de los promotores indígenas en algunas técnicas de investigación y en la elaboración de materiales de divulgación en la lengua indígena. Reuniones periódicas de evaluación, en las que además del personal médico y paramédico local participan las autoridades indígenas tradicionales, permiten escoger los temas prioritarios y orientar el proyecto, asegurando así su adecuación a las necesidades sentidas por la población.

En esta forma, el proyecto que se está desarrollando actualmente entre los sikuaní del Medio Vichada espera no sólo poder contribuir al conocimiento de esta medicina indígena, sino lograr también que esa información sirva directamente a la comunidad y al personal médico y paramédico local, dentro del propósito de obtener una mejor articulación y aprovechamiento de los recursos médicos tradicionales e institucionales. □



★ AREAS DE ESTUDIO DEL PROYECTO