

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA**

**FOSFATOS, POTASIO Y AZUFRE**

**IEC**

**1984**



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



PROPIEDAD  
Sección Documentación  
y Divulgación  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

FOSFATOS, POTASIO Y AZUFRE



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



ESTUDIOS PARA LA FORMULACION DEL PLAN  
NACIONAL DE DESARROLLO MINERO

FOSFATOS, POTASIO Y AZUFRE

Elaborado por:

Homero Cuevas

Asistentes:

Lucy Vileikis

Hernán Castiblanco

AREA ECONOMICA

BOGOTA, D.E., Diciembre 1984.

PROPIEDAD  
Sección Documentación  
y Divulgación  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



PROPIEDAD  
Sección Documentación  
y Divulgación  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

INDICE GENERAL

	Pág.
1. Fosfatos . . . . .	1
2. Potasio . . . . .	81
3. Azufre . . . . .	114
4. Apéndice Metodológico . . . . .	154
5. Bibliografía . . . . .	195





I N D I C E

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. CONSUMO INTERNO DE P205.....	4
2.1 Consumo histórico interno de P205 para la producción de fertilizantes.....	4
2.2 Consumo de P205 por cultivos y por re- giones.....	10
2.3 Consumo histórico interno de P205 para otros usos.....	12
2.4 Exportaciones y consumo total neto de P205.....	19
3. IMPORTACIONES Y PRECIOS DE LOS FOSFATOS.....	21
4. LA DEMANDA INTERNA FUTURA DE P205 PARA FERTI- LIZANTES.....	27
4.1 Revisión de proyecciones.....	27
4.2 Estimación de la demanda futura de P205 para fertilizantes.....	35



Página

5.	REGIONALIZACION DE LA DEMANDA FUTURA DE P205 PARA FERTILIZANTES.....	38
5.1	Consideraciones metodológicas.....	38
5.2	Tendencias de la distribución regional de la demanda de P205.....	42
6.	LA DEMANDA TOTAL FUTURA DE P205 Y SU EFECTO SOBRE LA BALANZA DE PAGOS.....	47
7.	LA OFERTA INTERNA DE P205.....	51
7.1	Empresas existentes y su contribución a la oferta interna.....	51
7.1.1	Acerías Paz de Río S.A.....	51
7.1.2	Fosfatos de Colombia "Fosfa- col S.A.".....	52
7.1.3	Empresa de Fosfatos de Boyacá S.A.....	55
7.1.4	Empresa Ejecutora de Fosfatos del Norte de Santander,S.A.....	59

Página

7.1.5	Fosfatos del Huila S.A.....	63
7.1.6	Fosfatos del Tolima Ltda.....	66
7.2	La oferta interna futura y el proyecto de pesca.....	67
7.2.1	La oferta interna futura de P205.....	67
7.2.2	El proyecto de pesca.....	69

ARGENTINA



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



INDICE DE CUADROS Y GRAFICOS

<u>No.</u>		<u>Página</u>
1	Consumo efectivo y recomendaciones del I.C.A. de consumo de P205 por cultivo. Colombia 1982.....	3
2	Consumo nacional de fertilizantes fosfóricos simples (1970-1982).....	6
3	Producción de fertilizantes compuestos IN.P.K.) y consumo de P205 (1970-1982)...	7
4	Consumo de P205 en la producción de fertilizantes (1970-1982).....	8
5	Gráfico No. 1: Consumo de P205. Distribución regional. 1982.....	11A
6	Consumo de P205 por cultivo y por Departamento (1982).....	14
7	Consumo de las fuentes de fósforo según Destino Económico.....	15
8	Participación de la industria de fertilizantes y de otras industrias en el consumo total de P205. Porcentajes.....	16

<u>No.</u>		<u>Página</u>
9	Consumo de P205 para otros usos (diferentes de la producción de fertilizantes) y consumo interno total de P205 (1972-1982).....	17
10	Exportaciones colombianas de P205 (1977-1983).....	20
11	Importaciones colombianas de P205 (Millones de US\$ CIF 1970-1982).....	23
12	Precios de los Fosfatos (1970-1982).....	25
13	Estimaciones de la demanda futura de P205 para fertilizantes. Colombia 1985-2000, según diversos estudios 1985-2000.....	34
14	Demanda futura de P205 para fertilizantes Colombia 1985-2000.....	37
15	Consumo de P205 según cultivos y regiones 1982.....	43
16	Gráfico No. 2: Consumo de P205. Distribución regional año 2000.....	42A



<u>No.</u>		<u>Página</u>
17	Consumo de P205 según cultivos y regiones, año 2000.....	44
18	Regionalización de la demanda futura de P205, años 1982-2000. Porcentajes.....	45
19	Demanda futura de P205 en "otros" usos y demanda futura total (1985-1990-2000-2005).....	49





CONSORCIO  
INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS



CONSORCIO

INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS



1. F O S F A T O S



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



## F O S F A T O S

### 1. INTRODUCCION

Aunque el fósforo tiene múltiples usos industriales, entrando en pequeñas cantidades en la producción de detergentes, insecticidas, medicinas, pinturas, etc., su uso principal, a nivel mundial, es como fertilizante, en grado tal que, desde un punto de vista cuantitativo, los demás usos parecen meramente subsidiarios. El mercado colombiano no constituye una excepción, y aproximadamente un 90% del consumo nacional de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (pentóxido de fósforo) se realiza bajo la forma de nutriente para las plantas <sup>1/</sup>, constituyendo junto con el nitrógeno y el potasio los tres elementos más importantes en la nutrición vegetal.

El fósforo actúa en la planta como transmisor de energía en la fosforilación, fotosíntesis, respiración, síntesis y descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas. Además cumple funciones de tipo estructural y genético. Por todo esto, la deficiencia de fósforo en la planta genera anomalías tales como escaso o ningún macollamiento, especialmente en las gramíneas; estado latente de las yemas laterales, especialmente en frutales; caída prematura de las hojas; insuficientes tamaño y número de primordios florales; retardo o suspensión de la floración;

---

<sup>1/</sup> Para mayor detalle sobre este punto, véase sección 2.3.



CONSORCIO  
INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS



CONSORCIO

INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS



frutificación escasa; maduración tardía; semillas pequeñas y deformes; falta de lustre en el follaje; pigmentación rojiza de hojas y tallos; y necrosis, todo lo cual incide negativamente en la productividad física de la planta.

La importancia del fósforo como nutriente vegetal es todavía más notable en los suelos tropicales y ácidos como los que caracterizan la mayor parte del territorio nacional, ya que los requerimientos de fósforo por las plantas son mayores en este tipo de suelos, lo cual, unido al todavía bajo consumo de fósforo en la mayor parte de los cultivos del país abre amplias posibilidades futuras al consumo interno de este elemento, al menos considerándolo desde un punto de vista puramente técnico. A manera de ilustración, el cuadro No. 1 muestra los requerimientos promedios de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por cultivo, según estudios del ICA sobre los suelos cultivados del territorio nacional, frente a su consumo promedio efectivo.



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



3.

CUADRO No. 1

CONSUMO EFECTIVO Y RECOMENDACIONES DEL ICA DE CONSUMO DE P2O5  
POR CULTIVOS. COLOMBIA, 1982.  
(Kgs/Ha./Año)

<u>CULTIVO</u>	<u>CONSUMO EFECTIVO</u>	<u>RECOMENDACIONES *</u>
ALGODON	11	20 - 75
ARROZ	16	20 - 75
MAIZ	2	25 - 100
PAPA	224	150 - 300
TRIGO	18	50 - 100
FRIJOL	7	25 - 50
SORGO	3	25 - 75
CAÑA	23	50 - 150
CACAO	7	25 - 100
HORTALIZAS	9	75 - 150
CEBADA	29	50 - 100

Fuentes: Recomendaciones y consumo total, ICA: La Fertilidad de los Suelos Colombianos y las Necesidades de Fertilizantes. Tibaitatá, 1982. Hectáreas bajo cultivo por productos: OPSA, cifras del Sector Agropecuario.

\* Las dos cifras señalan el rango en que fluctúa la recomendación del ICA de acuerdo a las características específicas de los suelos en diversas regiones del país.



## 2. CONSUMO INTERNO DE P205

### 2.1. Consumo Histórico Interno de P205 para la Producción de Fertilizantes

El P205 se consume en Colombia tanto en la modalidad de fertilizantes fosfóricos simples, como son la roca fosfórica nacional de aplicación directa y el "Calfos" producido por Acerías Paz de Río a partir de las escorias "Thomas", como en la modalidad de fertilizantes compuestos N-P-K, producidos internamente por las grandes plantas como Monómeros Colombo - Venezolanos, Abocol y Ferticol a partir de materias primas importadas casi en su totalidad. 1/ Los cuadros No. 2, No. 3 y No. 4 muestran la evolución del consumo interno de P205 para la producción de fertilizantes, cuyo total es la adición del P205 contenido en los fertilizantes simples 2/ y en los compuestos producidos nacionalmente, ya que para el período considerado, aparte de las materias primas importadas para la producción interna de los fertilizantes compuestos, las importaciones de fertilizantes para aplicación directa son prácticamente nulas.

---

1/ Para mayor detalle sobre este punto, véase sección 3.

2/ En adelante, todas las menciones a fertilizantes simples se refieren a fertilizantes de producción nacional.



## 2. CONSUMO INTERNO DE P205

### 2.1. Consumo Histórico Interno de P205 para la Producción de Fertilizantes

El P205 se consume en Colombia tanto en la modalidad de fertilizantes fosfóricos simples, como son la roca fosfórica nacional de aplicación directa y el "Calfos" producido por Acerías Paz de Río a partir de las escorias "Thomas", como en la modalidad de fertilizantes compuestos N-P-K, producidos internamente por las grandes plantas como Monómeros Colombo - Venezolanos, Abocol y Ferticol a partir de materias primas importadas casi en su totalidad. 1/ Los cuadros No. 2, No. 3 y No. 4 muestran la evolución del consumo interno de P205 para la producción de fertilizantes, cuyo total es la adición del P205 contenido en los fertilizantes simples 2/ y en los compuestos producidos nacionalmente, ya que para el período considerado, aparte de las materias primas importadas para la producción interna de los fertilizantes compuestos, las importaciones de fertilizantes para aplicación directa son prácticamente nulas.

---

1/ Para mayor detalle sobre este punto, véase sección 3.

2/ En adelante, todas las menciones a fertilizantes simples se refieren a fertilizantes de producción nacional.





INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



5.

Como se observa en el cuadro No. 2, la producción de Calfos (con base en escorias thomas) tiende a permanecer constante, lo cual se explica porque tal fertilizante es un mero subproducto de la producción de acero por parte de Paz de Río S.A., que no ha podido expandirse y probablemente no podrá hacerlo en el futuro inmediato por las razones que se señalan en la monografía correspondiente al hierro. De esta manera, ha sido notoria la tendencia de la roca fosfórica de aplicación directa a ganar mayor peso relativo dentro del consumo de los fertilizantes fosfóricos simples, pasando de un promedio anual de 15% en términos de P205, durante los cuatro primeros años de la serie a uno de 25% durante el último cuatrenio de la misma. No obstante las recientes dificultades de algunas empresas como la del Norte de Santander y Fosfatos de Boyacá han modificado significativamente la tendencia observada particularmente durante los dos últimos años de la serie, dando lugar a bruscas oscilaciones en sentido negativo tal como se observó en otros periodos anteriores, por ejemplo, para el año de 1978. Debido a estas circunstancias de producción del calfos y de la roca para aplicación directa, no puede observarse una tendencia histórica definida en el consumo global interno de los fertilizantes fosfóricos simples. De todas maneras, como ejercicio, el ajuste a una línea de regresión tendencial, aunque muy pobre ( $r=0,34$ ), arrojaría una tasa media de crecimiento anual de 1,5% para el consumo de P205 bajo la forma de fertilizantes simples.

CUADRO NO. 2

CONSUMO NACIONAL DE FERTILIZANTES FOSFORICOS SIMPLES  
(Ton=Año)

AÑO	PRODUCCION ROCA FOSFORICA	CONTENIDO APROX. DE P2O5 1/	% 2/	PRODUCCION FERTILIZANTE FOSFORICO CON BASE EN - ESCORIAS THOMAS.	CONTENIDO APROX. DE P2O5 1/	% 2/	PRODUCCION TOTAL FERTILIZANTES FOS FORICOS	CONSUMO DE P2O5 EN LA FORMA DE FERT.SIMP.FOSF.3/
1970	4.798	1.008.0	11.	48.288	7.967.5	89.	53.086	8.975.5
1971	5.520	1.159.2	12.	52.828	8.717.0	88.	58.348	9.876.2
1972	6.821	1.432.4	18.	38.258	6.313.0	82.	45.079	7.745.4
1973	10.421	2.188.4	19.	57.861	9.547.1	81.	68.282	11.735.5
1974	12.000	2.520.0	21.	58.426	9.640.3	79.	70.426	12.160.3
1975	13.000	2.730.0	23.	55.132	9.097.0	77.	68.132	11.827.0
1976	9.300	1.953.0	14.	70.364	11.610.1	86.	79.664	13.563.1
1977	5.800	1.218.0	12.	52.204	8.614.0	88.	58.004	9.832.0
1978	1.320	2.772.2	3.	58.448	9.644.0	97.	59.768	9.921.2
1979	6.776	1.423.0	16.	43.753	7.219.3	84.	50.529	8.642.3
1980	6.370	1.338.0	13.	53.780	8.874.0	87.	60.150	10.212.0
1981	17.329	3.639.1	31.	49.722	8.204.4	69.	67.051	11.843.5
1982	25.393	5.332.5	40.	47.824	7.891.0	60.	73.217	13.223.5

FUENTES: Acerías Paz del Río (Escorias Thomas)  
Min-Minas Oficina de Planeación (Produc. roca fosfórica)  
Cálculos I.E.C.

NOTA: 1/ El contenido de P2O5 está calculado según el tenor promedio: Para el abono fosfórico de Acerías Paz del Río 16.5%. Para roca fosfórica el 21.0% (prom. pesca-sardinata).  
2/ % Porcentaje en el consumo total de P2O5 en la forma de fertilizantes fosfóricos simples.  
3/ El consumo total de P2O5 en la forma de fertilizantes simples fosfóricos es el resultado de la suma de los contenidos implícitos en la producción de roca fosfórica y abono fosfórico con base en escorias thomas.



CUADRO No. 3.  
PRODUCCION DE FERTILIZANTES COMPUESTOS (NPK)  
Y CONSUMO DE P205  
 (Ton-Año)

AÑO	PRODUCCION TOTAL DE FERTILIZANTES NPK	CONSUMO DE P205 EN LA FORMA DE INSUMO PARA FERTILIZANTES NPK	% OBSERVADO DE P205
1970	221.188	39.817	18.0
1971	264.056	51.755	19.6
1972	283.754	45.478	16.0
1973	385.150	68.509	17.8
1974	350.211	53.701	15.3
1975	233.703	42.971	18.4
1976	185.402	35.721	19.3
1977	315.893	59.072	18.7
1978	412.351	71.336	17.3
1979	427.336	71.008	16.6
1980	394.217	69.455	17.6
1981	440.393	72.717	16.5
1982	339.032	57.605	17.0

FUENTE: I.C.A. División Insumos Agrícolas.



CUADRO No. 4.  
CONSUMO DE P2O5 EN LA PRODUCCION DE FERTILIZANTES  
 (Ton-Año)

AÑO	CONSUMO TOTAL DE P2O5.	% EN LA FORMA DE FERTILIZANTES SIMPLES	% EN LA FORMA DE FERTILIZANTES COMPUESTOS (NPK)
1970	48.792	18.4	81.6
1971	61.631	16.0	84.0
1972	53.223	14.6	85.4
1973	80.244	14.6	85.4
1974	65.861	18.5	81.5
1975	54.798	21.6	78.4
1976	49.284	27.5	72.5
1977	68.904	14.3	85.7
1978	81.257	12.0	88.0
1979	79.650	10.9	89.1
1980	79.667	12.8	87.2
1981	84.560	14.0	86.0
1982	70.828	18.7	81.3

FUENTE: Cuadros anteriores.



Aunque la tendencia de la serie de consumo interno de P205 para la producción de fertilizantes compuestos, en el Cuadro No. 3, sufre una distorsión significativa con lo ocurrido en el año de 1973, como resultado de la inusitada acumulación de inventarios que se produjo durante este año debido a la disparada de los precios internacionales de las materias primas importadas, y en previsión a su probable escasez, el ajuste a una línea de regresión tendencial ( $r=0,6$ ) resulta significativamente mejor que en el caso de los simples, arrojando una tasa anual media de crecimiento de 3,7% para el período considerado. Si el año de 1973 fuese dejado de lado en razón de lo anteriormente anotado, el ajuste mejoraría ( $r=0,72$ ) y la tasa de crecimiento obtenida sería de 4,9%. La notable reducción de la producción de fertilizantes compuestos y, por consiguiente, del consumo del P205 contenido en éstos, durante el último año observado estuvo asociado a la recesión de la producción agrícola y, en tal sentido, podría considerarse también un año fuera de la tendencia normal de este sector productivo del país. Si por tal razón fuera excluido del ajuste tendencial, la tasa anual media de crecimiento del consumo interno de P205 bajo la forma de fertilizantes compuestos sería de 4,6% ( $r= 0,66$ ).

Para el total, sumando el consumo de P205 bajo las formas de fertilizantes simples y compuestos, se obtiene la serie





mostrada en el cuadro No. 4, cuya regresión tendencial arroja una tasa media anual de crecimiento igual a 3,3% ( $r=0,65$ ). Y si el año de 1973 fuese excluido de la serie, por la atipicidad antes mencionada, tal tasa se elevaría a 4.4% ( $r=0,78$ ), durante el período considerado.

Cabe destacar, dentro de la serie del total, la tendencia a permanecer constante de la participación de los fertilizantes simples, fluctuando alrededor de 18%, aunque durante algunos años presenta bruscas oscilaciones por encima y por debajo de esta cifra, sin que nunca haya logrado exceder de 28% o haya caído por debajo de 11%.

## 2.2. Consumo de P205 por cultivo y por regiones

El Cuadro No. 5 muestra el consumo de P205 como fertilizante, por cultivo, según datos del ICA, para 1982. Sobresale el hecho de que la papa contribuye con más de la mitad (52%) del consumo nacional de P205 como fertilizante (aunque en 1980, quizás un año más típico, esta proporción era de 45%), lo cual está asociado al hecho de que solamente este producto recibe efectivamente, en el promedio nacional, dosis de P205 que caen dentro de los rangos de las recomendaciones técnicas efectuadas por el ICA, tal como se mostró en el Cuadro No. 1. Indudablemente, debido a este peso relativo tan importante,

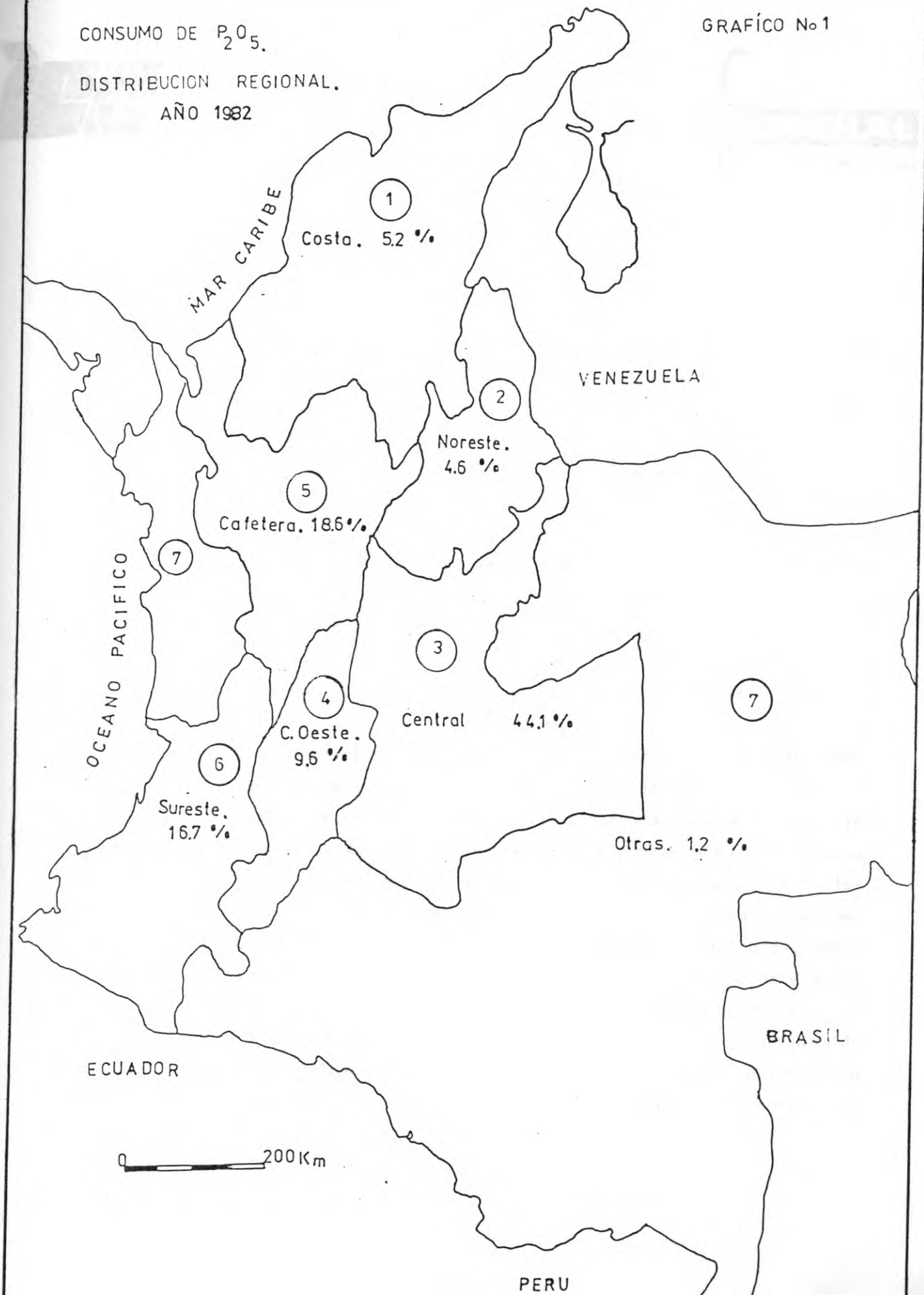




la producción futura de papa es uno de los determinantes fundamentales en la prospección de la demanda futura de P205, que podría ver disminuida su dinámica debido al fenómeno de la ya práctica saturación técnica de consumo de P205 por hectárea en los cultivos de este tubérculo, al hecho de que el mismo se caracteriza por una elasticidad ingreso muy baja (próxima a 0,2 según diversos estudios) y a la transición demográfica que recientemente ha situado las tasas de crecimiento de la población por debajo de sus niveles históricos (aproximadamente 1,9% al año según estudios del DNP). El segundo producto en importancia es el café, contribuyendo con 14% del consumo de P205 como fertilizante, caracterizado también por una elasticidad-ingreso de demanda muy baja, por lo cual su demanda tiende a crecer apenas al ritmo de la población de los principales países consumidores. Estos dos productos, junto con el arroz (9,7%) y la caña (9%), concentran el 85% del consumo. Adicionando el maíz, el sorgo, el algodón, la cebada, el trigo y el frijol, es decir, un subconjunto de 10 productos, se completa 92,2% del consumo total de P205 como fertilizante.

Desde el punto de vista regional, dos departamentos del centro del país, Cundinamarca y Boyacá, debido una vez más a la importancia de la papa, concentran 41,2% del consumo. Con Meta, esta cifra aumenta a 43,3%, Valle, Cauca y Nariño, de

CONSUMO DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.  
DISTRIBUCION REGIONAL.  
AÑO 1982



CONSEJO

INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

INTEGRAL

ECUADOR

0 200 Km

PERU

BRASIL

VENEZUELA

OCEANO PACIFICO

MAR CARIBE



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



12.

la región Suroeste (caña y papa) concentran otro 16%, para completar 57%. Antioquia, Caldas, Risaralda y Quindío, la región cafetera, contribuyen con 18% para completar 75% del consumo. Tolima y Huila, de la región Sureste, agregan 9%; los departamentos de la Costa Atlántica agregan 5%, y los Santanderes, al Oriente, otro 5%. De esta manera, seis regiones bien definidas, tanto geográfica como económicamente, concentran 96% del consumo, quedando la pequeña fracción restante muy dispersa entre diversos sectores del país.

### 2.3. Consumo Histórico Interno de P205 para otros usos

Desafortunadamente, las cifras disponibles en el DANE sobre el consumo de materias primas fosfatadas por parte de la industria nacional parecen acusar algunas inconsistencias, ya que al convertir las cantidades registradas de dichos productos a toneladas de P205, utilizando para el efecto los respectivos contenidos medios, los cuales se detallan en el Cuadro A-1 del apéndice, se obtendría para varios años, según los datos del DANE, un consumo total de P205 por parte de la industria nacional en su conjunto que sería menor que el consumo directamente reportado por la sola industria de fertilizantes. Por esta razón, la única alternativa inmediatamente viable para arrojar mayor luz sobre las



magnitudes del consumo industrial de P205 para fines diferentes de la producción de fertilizantes fué la de investigar en fuentes directas el destino económico de cada una de las principales materias primas fosfatadas, información que se muestra en el Cuadro No. 6. Estos datos sobre el tipo de uso fueron aplicados a las cantidades reportadas de consumo de cada una de las materias primas fosfatadas y aplicando los respectivos contenidos medios de P205 y sumando lo referente a cada uso se obtuvo el cuadro No. 7, que muestra la participación porcentual del consumo industrial de P205 para la producción de fertilizantes y para otros usos.

Como se observa, la industria de fertilizantes tiende a participar en promedio con aproximadamente 90% del consumo total de P205, con leves oscilaciones alrededor del mismo de un año para otro, lo cual hace que el consumo de P205 para otros usos no modifique de manera significativa las tendencias descritas en la sección anterior. De todas maneras, sobre la base de la serie del Cuadro No.7 y la serie del Cuadro No. 4 se obtiene la serie de consumo de P205 en "otros usos" y la serie de consumo total de P205 (para la producción de fertilizantes más el consumo para otros usos), las cuales se muestran en el Cuadro No. 8.



CUADRO No. 5.  
 CONSUMO DE P205 POR CULTIVO Y POR DEPARTAMENTO, 1982  
 (Toneladas)

	CAFE	PAPA	ARROZ	BANANO	MAIZ	C A Ñ A (5) PANELA AZUCAR		ALGODON	CEBADA	TRIGO	CACAO	FRIJOL	SORGO	TABACO (4)	OTROS	TOTAL	TOTAL SIN INCL. OTROS	%
ATLANTICO					11.2	8		17.6					12.6		2.45	51.85	49.4	0.07
MAGDALENA	0.7	37	172.5	22.5	43.4			73.7			10.0		21.6	67.2	23.1	471.7	448.6	0.66
GUAJIRA			82.8		7								16.2	20.4	6.65	155.05	126.4	0.19
1. CESAR	10 (1)		1,069.5		57.4	8	12	596.2			1.0	24.0	130.5	9.0	99.05	2,016.65	1,917.6	2.83
CORDOBA			193.2		134.4	8		63.8			3.5		44.1		24.5	471.5	447.0	0.7
SUCRE			144.9		23.8			68.2			1.0		25.2	43.8	15.75	322.65	306.9	0.45
BOLIVAR			172.5		42	24		63.8			1.0		17.1	51.6	19.25	391.25	372.0	0.55
N. SANTANDER	60	777	207		29.4	200				35.2	23.0		1.8		68.95	1,402.35	1,333.4	1.97
2. SANTANDER	210	740	241.5		70	456		13.2		1.6	108.0	32.8	7.2	317.4*	113.05	2,297.55	2,184.5	3.23
C/MARCA	450 (2)	11,988	89.7		175.	592			459	145.6	12.5	48.0	41.4		724.5	14,738.9	14,014.4	20.7
3. BOYACA		12,987	6.9		56	192			349	226.4	7.5	56.0	3.6		717.5	14,601.9	13,884.4	20.5
META			1,269.6		54.6			5.5			31.5		52.2	0.6	73.5	1,487.5	1,414.0	2.1
TOLIMA	940.	1,369	1,607.7		32.2	136		121.0			24.0	23.2	192.6	43.8	232.05	4,721.55	4,489.5	6.63
4. HUILA	580.	148	738.3		11.2	252		4.4			54.5	149.6	47.7	5.4	101.5	2,092.6	1,991.1	2.9
ANTIOQUIA	1,990.	2,960.	110.4		233.8	924					40.5	257.6	4.5		336.0	6,856.8	6,520.8	9.6
5. CALDAS	2,060.	703	13.8		9.8	108					25.5		9.9		151.55	3,081.55	2,930	4.33
RISARALDA	1,270		23.8			84	100.8				3.5		3.6		76.65	1,562.35	1,485.7	2.19
QUINDIO	1,310	148			2.8	16					2.5		2.7		77.0	1,559.0	1,482.0	2.2
VALLE	930	148	172.5		116.2	328	1,720.8	70.4		3.2	12.5	44.8	253.8	40.8**	198.45	4,039.45	3,841.0	5.67
6. NARIÑO	70	4,366			96.6	364			192	388.0	48.5	107.2			291.2	5,923.5	5,632.3	8.32
CAUCA	120	629	62.1		53.2	232	566.4				15.0	40.0	9.9		89.25	1,816.85	1,727.6	2.55
7. OTROS			545.1	277.5(3)	140.	68		2.2			74.5	16.8	1.8		58.1	1,184.	1,125.9	1.66
TOTAL	10,000.	37,000	6,900	300	1,400	4,000	2,400	1,100	1,000	800	500	800	900	600	3,500	71,200	67,700	100 %
PORCENTAJE	14.0	52.0	9.7	0.4	2.0	9.0	5.6/3.4	1.6	1.4	1.1	0.7	1.1	1.3	0.8	4.9	100 %		

FUENTE: Min. Agricultura "cifras agropecuarias"  
 Abocol-OPSA "Uso de fertilizantes en Colombia"  
 Cálculos IEC

(1) Cesar, Guajira, Caquetá, Arauca, Casanare, Chocó, etc. (2) Cundinamarca, y Boyacá. (3) Urabá. (4) Esta calculado según la distribución de la producción en 1977. (5) El dato para la caña no estaba dividido entre panelera y de azúcar, así que se tomó la proporción de cada una en el total de ambas en 1980, continuándose con el procedimiento antes mencionado.

\* Incluye Norte Santander y Boyacá.

\*\* Incluye Antioquia, Cauca y Nariño.

CUADRO No. 6.

CONSUMO DE LAS FUENTES DE FOSFORO SEGUN DESTINO ECONOMICO

PRODUCTO	UTILIZACION INDUSTRIAL	%
1. ROCA FOSFORICA	FERTILIZANTES	100
2. ACIDO FOSFORICO	FERTILIZANTES BEBIDAS, FECULAS, AZUCAR	80 20
3. SUPERFOSFATOS	FERTILIZANTES N.D.	95-98 2-5
4. FOSFATO DE CALCIO	ALIMENTOS PARA ANIMALES JABONES, DENTIFRICOS	40 60
5. FOSFATOS DE AMONIO	FERTILIZANTES	100
6. TRIPOLIFOSFATO SODICO	DETERGENTES  ABLANDAMIENTO AGUAS, AGEN- TE SECUESTRANTE...ALIMEN- TOS...TEXTILES, ETC.	(98% en el G. Andino)  (2% en el G. Andino).
7. FOSFATOS DE SODIO	LIMPIADORES, TRAT. AGUAS, LEVADURAS, NUTRICION, CUR- TIEMBRES, VIDRIO, AZUCARES, LICORES, ETC.	(100)
8. ESCORIAS THOMAS (ESCORIAS DE "ACERIA")	FERTILIZANTES	100

FUENTE: 1 - 5 : Dr. Gustavo Giraldo, Abocol; Información verbal.  
 6 - 7 : "La Industria Química y Petroquímica en el Area  
 Andina. 1980" Caracas 1980.  
 8 : Dr. F. González. Acerías Paz del Río.





CUADRO No. 7.  
PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA DE FERTILIZANTES Y DE OTRAS  
INDUSTRIAS EN EL CONSUMO TOTAL DE P205  
PORCENTAJES

<u>AÑO</u>	<u>INDUSTRIA DE</u> <u>FERTILIZANTES</u>	<u>OTRAS INDUSTRIAS</u>	<u>TOTAL</u>
1972	87,0	13,0	100,0
1973	87,2	12,8	100,0
1974	89,6	10,4	100,0
1975	87,3	12,7	100,0
1976	91,8	8,2	100,0
1977	94,3	5,7	100,0
1978	93,6	6,4	100,0
1979	90,6	9,4	100,0
1980	85,8	14,2	100,0
1981	87,4	12,6	100,0
1982	86,1	13,9	100,0
PROMEDIO PONDERADO	89,0	11,0	100,0

FUENTE: Cálculos IEC, de Cuadros No. 6, A-1 y datos del DANE sobre consumo industrial de materias primas.

CUADRO No. 8

CONSUMO DE P2O5 PARA OTROS USOS (DIFERENTES DE LA PRODUCCION DE FERTILIZANTES) Y CONSUMO INTERNO TOTAL DE P2O5  
(Toneladas)

AÑO	EN FERTILIZANTES	EN OTROS USOS	TOTAL
1972	53.223	7.953	61.176
1973	80.245	11.779	92.024
1974	65.861	7.645	73.506
1975	54.798	7.972	62.770
1976	49.284	4.404	53.686
1977	68.904	4.165	73.069
1978	81.257	5.556	86.813
1979	79.650	8.264	87.914
1980	79.667	13.165	92.832
1981	84.561	12.191	96.752
1982	70.829	10.435	82.264

FUENTE: Cuadros No. 4 y No. 7.



La serie de consumo para otros usos no muestra una tendencia bien definida, posiblemente como consecuencia de la variación atípica de 1973, cuyas razones han sido anteriormente señaladas, y de un movimiento recesivo durante la segunda mitad de los años setenta que estuvo quizás asociado a la decadencia de algunos sectores de la industria manufacturera que se observó durante este período. Esto se expresa en el bajo coeficiente de correlación cuando la serie es ajustada a una línea de tendencia ( $r=0,32$ ) que en el caso de ser utilizada para calcular la tasa anual media de crecimiento arrojaría un resultado de 3.6%, muy próxima a la tasa estimada en la sección anterior para el consumo total de P205 en la producción de fertilizantes (3.3%) cuando el año de 1973 no es excluido del ajuste. Si este año se excluye, el ajuste de la serie de consumo en "otros usos" mejora ( $r=0,54$ ) y la tasa de crecimiento se eleva a 7.4%, aunque este resultado debe ser tomado con mucha cautela debido no solamente a las bruscas oscilaciones observadas durante el período, caracterizado por una gran inestabilidad y súbitos cambios de tendencia en algunos importantes subsectores de la industria manufacturera, y al carácter estimado de las cifras, sino también a las pequeñas bases de que se parte y que tienden a magnificar cualquier variación notable. Así, por ejemplo, el aumento de 5.000 toneladas de consumo de P205 para "otros usos" entre 1979 y 1980, que solamente equivale a algo más de 5% del consumo total de P205, representa en la serie de otros usos un salto anual de más



de 60%. De la misma manera, debido a la pequeña base observada en 1976, se obtiene un incremento de casi 200%, solamente en el breve período comprendido entre este último año y 1980.

Tales oscilaciones tienden a quedar suavizadas al involucrarse dentro de la serie de consumo total que, de todas maneras, muestra una mayor regularidad. En esta forma, el ajuste a una línea de tendencia de la serie del consumo interno total de P205 (en fertilizantes más otros usos) arroja una tasa de crecimiento de 3,2% ( $r=0,55$ ) sin excluir 1973, y de 5,1% ( $r=0,78$ ) excluyendo dicho año, tasas que son muy similares a las estimadas para el consumo de P205 en la producción total de fertilizantes (3.3% y 4.4%, respectivamente).

#### 2.4. Exportaciones y Consumo Total Neto de P205

Para estimar el consumo interno efectivo de P205 es conveniente sustraer de la serie de consumo total, obtenida de la adición del consumo para la producción de fertilizantes y del consumo para otros usos, las magnitudes de P205 que en realidad son exportadas de manera prácticamente directa a través de las exportaciones de fertilizantes y otras materias primas en que el P205 es componente principal, aunque tal ejercicio resulta particularmente difícil debido a que los anuarios de comercio exterior y las clasificaciones arancelarias no estipulan para el caso de los fertilizantes su composición específica de nutrientes.



Tampoco pueden especificar compuesto por compuesto en el caso de otras materias primas, agregándolas en posiciones comunes aunque sus contenidos específicos de P205 varíen significativamente entre una y otra. No obstante, en el caso colombiano este no constituye un problema relevante para la estimación del consumo por cuanto las exportaciones de productos fosfatados no presentan regularidad o tendencia alguna, son de tipo marginal, obedeciendo a circunstancias coyunturales de pequeños excedentes, y constituyen un monto prácticamente insignificante frente al volumen del consumo interno. Para estimar su orden de magnitud se tuvo que recurrir a la información directa de los exportadores de tales productos que son las industrias de fertilizantes y de acuerdo a la información sobre los tipos de productos exportados y a sus contenidos promedios de P205, las exportaciones de P205, en toneladas, fueron durante los últimos años, para los cuales estaba disponible la información requerida, las mostradas por el Cuadro No. 9.

CUADRO No. 9.  
EXPORTACIONES COLOMBIANAS DE P205  
(Toneladas)

1977	2.264
1978	84
1979	2.280
1980	5.200
1981	1.500
1982	0
1983	1.998

Promedio anual 1.904

FUENTE: Abocol, Monómeros, Ferticol, Información directa.





El promedio anual obtenido equivale aproximadamente a solo 2% del consumo total anual promedio de los últimos 6 años, según la serie del Cuadro No. 7, y con tales órdenes de magnitud la tasa de crecimiento estimada en la sección anterior para el consumo interno total de P2O5, próxima a 3% sin excluir 1973 y a 5% excluyendo dicho año, no sufre modificaciones fundamentales.

### 3. IMPORTACIONES Y PRECIOS DE LOS FOSFATOS

Como se señaló anteriormente, con excepción de una participación muy marginal de la roca fosfórica de producción nacional, prácticamente la totalidad del P2O5 consumido para la producción de fertilizantes compuestos (N.P.K) es importado bajo la modalidad de diversas materias primas, siendo las más importantes la roca fosfórica extranjera, los fosfatos de calcio, los fosfatos de sodio, los fosfatos de amonio, los fosfatos aminocálcicos naturales, el ácido fosfórico y ortofosfórico y el superfosfato triple. Con base en los registros de los Anuarios de Comercio Exterior del DANE, según las posiciones arancelarias correspondientes a los fosfatos, fué posible construir la serie de importaciones de productos fosfatados básicos que se muestra en el Cuadro No. 10.

En términos de dólares corrientes se observa un crecimiento anual media que excede de 30% (calculada sobre el ajuste a una





línea de tendencia, con  $r=0,96$ ). No obstante, buena parte de este incremento fué meramente nominal debido a la pérdida del poder adquisitivo del dólar, ya que durante este período la tasa de inflación alcanzó a superar la barrera de los dos dígitos en los Estados Unidos, promediando en total una tasa de crecimiento de 7,2% anual. De esta manera, en términos de dólares de poder adquisitivo constante la tasa anual media de crecimiento para las importaciones colombianas de fosfatos se reduce a 12% (calculada sobre el ajuste a una línea de tendencia, con  $r=0,92$ ). En términos físicos, como lo indica la tercera columna del Cuadro No. 10, obtenida al deflactar la serie por un índice de precios específicos para los fosfatos, la tasa de crecimiento se reduce aproximadamente a 6,5% (calculada sobre el ajuste a una línea de tendencia con  $r=0,56$ ), que se acerca a la tasa estimada para el consumo interno cuando el año atípico de 1973 es excluido de la serie.

Aparte del proceso inflacionario de los Estados Unidos durante el período considerado, el crecimiento de las importaciones colombianas de fosfatos se descompone, entonces, en un crecimiento físico aproximado al del consumo interno de P205 y un crecimiento de los precios relativos internacionales de los fosfatos, bastante pronunciado entre los años 1973 y 1975, cuando llegaron a más que cuadruplicarse en términos nominales, como se observa en el Cuadro No. 11, como resultado del auge de la economía mundial. Con la subsiguiente recesión los precios



CUADRO No. 10.

IMPORTACIONES COLOMBIANAS DE P205  
Millones de U.S.\$. Valores C.I.F.

AÑO	IMPORTACIONES 1/ (US\$ CORRIENTES)	IMPORTACIONES 2/ (US\$ CONSTANT DE 1967).	IMPORTACIONES 3/ (EN TERMINOS - REALES).
1970	2,6	2,4	2,6
1971	3,3	2,9	3,2
1972	2,8	2,4	2,7
1973	4,2	3,1	3,3
1974	4,9	3,1	1,0
1975	8,6	4,9	1,4
1976	9,2	5,0	2,8
1977	12,2	6,3	4,4
1978	16,3	7,8	6,2
1979	15,0	6,4	5,0
1980	20,9	8,4	4,9
1981	18,5	7,3	4,1
1982	17,5	6,9	3,6

FUENTE: DANE, Anuarios de Comercio Exterior, Cálculos IEC.

1/ Las cifras de esta serie no coinciden necesariamente con las del ICA, debiendo tener en cuenta que las cifras de los Anuarios del DANE registran las entradas efectivas por los puertos del país, mientras que las cifras del ICA son consolidadas de las solicitudes aprobadas de licencias de las plantas de fertilizantes y, en pequeña escala, de otros distribuidores, solicitudes que aún siendo aprobadas pueden hacerse o no hacerse efectivas durante el período en que son concedidas. Un consolidado de estas cifras del ICA ofrece la siguiente evolución, también en millones de dólares corrientes:

1975	6,9	1978	8,2	1981	21,0
1976	5,2	1979	18,2	1982	18,5
1977	8,4	1980	28,7		

- 2/ Utilizando como deflactor el índice de precios del comercio al por mayor en U.S.A.
- 3/ Utilizando como deflactor el índice de precios de la roca fosfórica marroquí al 72%, en Casablanca, que varía similarmente al índice del precio internacional del superfosfato triple de U.S.A.



volvieron a sufrir drásticas reducciones, siguiendo el patrón tradicionalmente observado para los precios de las materias primas que, dadas sus relativas inelasticidades de oferta, sufren bruscos aumentos con el auge y bruscas reducciones con la recesión, aunque sin alcanzar en términos nominales los niveles iniciales del período, probablemente debido al recrudecimiento de la inflación mundial y, en alguna medida, al impacto que produjo sobre los precios de las materias primas el aumento de los precios del petróleo a mediados de los años setenta, y específicamente sobre el azufre que es una materia prima básica para la producción del superfosfato triple (TSP). De todas maneras, en términos de dólares de poder adquisitivo constante se observa cómo los precios se cuadruplicaron o más entre comienzos y mediados de los años setenta, para reducirse nuevamente a la tercera o cuarta parte de los valores máximos pero sin retornar exactamente a los bajos niveles originales, aunque aproximándose a éstos. Estas bruscas oscilaciones impiden observar una tendencia definida durante el período, con cualquier intento de ajuste tendencial arrojando coeficientes de correlación prácticamente nulos. No obstante, este resultado parece deberse al hecho de que la segunda mitad de los años setenta y el comienzo de los ochenta estuvieron signados por una especial inestabilidad de la economía mundial. En efecto, cuando la serie de precios se lleva hasta comienzos de la década de los sesenta se observa una gran estabilidad relativa del precio de los fosfatos durante un período de casi 15 años, hasta mediados de los setenta, aunque con una leve tendencia hacia la reducción en términos tanto nominales como reales. Aunque las

CUADRO No. 11

PRECIOS DE LOS FOSFATOS

AÑO	ROCA FOSFORICA			T S P		
	PRECIO 1/ NOMINAL	INDICE	PRECIO 3/ REAL	PRECIO 2/ NOMINAL	INDICE	PRECIO 3/ REAL
1970	11,00	1,0	9,96	43	1,000	38,95
1971	11,30	1,027	9,92	43	1,000	37,75
1972	11,50	1,045	9,66	68	1,581	57,09
1973	13,80	1,255	10,24	100	2,326	74,24
1974	54,50	4,955	34,04	304	7,070	189,88
1975	67,00	6,090	38,30	202	4,698	115,49
1976	36,00	3,273	19,67	91	2,116	49,73
1977	30,50	2,733	15,70	97	2,556	49,95
1978	29,00	2,636	13,86	98	2,279	46,82
1979	33,00	3,000	14,01	146	3,395	61,97
1980	46,70	4,245	18,84	180	4,186	72,61
1981	49,50	4,500	19,53	182	4,232	71,79
1982	54,0	4,909	21,17			

1/ Dólares corrientes de U.S.A. por tonelada métrica de roca marroquí al 72%, en el puerto de Casablanca. Metals week, International Mining Magazine.

2/ Dólares corrientes de U.S.A. por tonelada métrica de superfosfato triple (TSP) F.O.B. en puertos del Golfo de México. Metals Week International Mining Magazine, Boletín Ecominas.

3/ En dólares constantes de 1967 (Precio nominal deflactado por índice de precios al por mayor en los Estados Unidos).



prospecciones de precios, particularmente de materias primas, constituyen una aventura con más riesgos que certidumbres, los acontecimientos de las dos décadas anteriores conducirían a inferir para el caso de los fosfatos, que en el futuro podrán volver a presentarse bruscas oscilaciones de pocos años de duración, de acuerdo a las fluctuaciones de la economía mundial, alrededor de una relativa estabilidad en la tendencia de largo plazo de los precios reales, que se encuentra ligada al precio del azufre y, a través de éste, al del petróleo. En la medida en que las expectativas actuales sobre el precio futuro real de este último no son propiamente alcistas, también podría esperarse una relativa estabilidad en la tendencia futura de largo plazo del precio real de los fosfatos, ya que por el momento no se vislumbran modificaciones importantes en la estructura del mercado mundial.\*. Estados Unidos, la Unión Soviética y Marruecos continúan siendo los principales productores, concentrando algo más del 70% de la producción mundial\*\*. Los Estados

\* Según la FAO (Price Prospects for Major Primary Commodities, Jul. 1982), las reservas mundiales actuales probadas de roca fosfórica ascienden a 28.000 millones de toneladas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, suficientes para durar 100 años con una demanda creciendo a una tasa anual de 5%, de las cuales el 67% corresponden a Marruecos, 11% a Suráfrica, 8% a U.S.A., y 5% a La URSS. Por otra parte estima que la demanda mundial de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> crecerá hasta 1995 a una tasa anual de 3,7%. De la misma manera, el grupo de trabajo FAO-ONUDI- Banco Mundial ha estimado una capacidad de suministro mundial de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que excede a la demanda, al menos hasta comienzos de la próxima década, en una magnitud de 8,5% para 1986-87 y de 7,5% para 1987-88. (Situación Actual y Perspectivas de los Fertilizantes en el Mundo, FAO, Roma 1983).

\*\* Los datos que siguen sobre el mercado mundial tienen como fuente los informes del Commodity Yearbook, del Commodity Research Bureau, Inc, New York.





Unidos continúan siendo el principal consumidor y el principal exportador del mundo, y concentra aproximadamente el 37% de la capacidad productiva mundial, que a comienzos de la década de los ochenta presentaba importantes índices de ociosidad dada la reducción de algo más de 10% en el volumen de sus exportaciones y el estancamiento de su demanda interna. En Sur América, el principal productor es Brasil, que triplicó su producción de roca fosfórica entre 1977 y 1980, sobrepasando los 2 millones de toneladas métricas aproximadamente equivalentes en términos de P2O5 al quíntuple del consumo total de Colombia, y a 1/64 (1,6%) del mundial. Por supuesto, es necesario subrayar que aún basándose en una hipotética tendencia de largo plazo relativamente estable, las bruscas oscilaciones cíclicas aludidas de tal tendencia tienden a configurar una característica de los precios de los fosfatos, así como de otras materias primas con una relativa baja elasticidad de oferta en el corto plazo.

#### 4. LA DEMANDA INTERNA FUTURA DE P2O5 PARA FERTILIZANTES

##### 4.1. Revisión de Proyecciones

En 1980 el International Fertilizer Development Center (IFDC), como parte de su estudio de los proyectos de roca fosfórica de Pesca y Sardinata para Ecominas, proyectó una demanda de 99.617 toneladas de P2O5 como fertilizante para 1982, de 149.519





toneladas para 1985 y de 258.739 toneladas para el año 2000. Las tasas de crecimiento implícita fueron de 13.4% al año para el periodo 1980-85 y de aproximadamente 6% para el periodo 1980-2000\*, tasas que exceden ampliamente las de la tendencia históricamente observada y que fueron descritas en la sección 2.1 (3.3% para el periodo 1970-1982 y 4.4% si 1973 es excluido de la serie). En realidad, en términos de un ajuste de tendencia, con una serie de datos históricos para el periodo 1963-1978, el IFDC llegaba a una proyección "básica" de solamente 151.863 toneladas para el año 2000, con una tasa de crecimiento implícita de solamente 2,4% al año (o de 2,9% tomando como base sus propios datos observados para 1978, para evitar el cálculo sobre estimado de la base si se parte de 1980). Pero, mediante una serie de arbitrarios supuestos y sin consideración alguna acerca del crecimiento de la demanda de productos agrícolas, como los de que la exploración de petróleo en los Llanos implicaría en el corto plazo una expansión neta de 1 millón de hectáreas del área cultivada del

---

\* Es estudio de IFDC presenta textualmente tasas de 10% para 1980-85 y de 5.2% para 1980-2000, pero a partir de una significativa sobreestimación del consumo para 1980, 93.811 toneladas, que obtuvo de la extrapolación simple del crecimiento observado entre 1975 y 1978, que resultó bastante atípico. En realidad, entre 1979 y 1982 el crecimiento se estancó o tendió claramente a disminuir, como se observa en el Cuadro No. 4. La sobreestimación de IFDC obedece, pues, además al hecho de que partió de una exagerada sobreestimación de las bases para la proyección, ya que el consumo efectivo para 1980 apenas alcanzó 79.667 toneladas y en 1982 cayó a 70.829. Según la proyección del IFDC el consumo en este último año sería de 99.617 toneladas, lo cual da una idea de la sobreestimación inicial.



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



país, de que las recomendaciones técnicas del ICA serían puestas en práctica por los agricultores, de que el país se embarcaba en un proyecto de sustitución de gasolina por alcohol producido a partir de caña de azúcar, hasta alcanzar 20% de sustitución, y otras más, el IFDC modificó sus proyecciones básicas hasta alcanzar los resultados antes descritos.\*\*

En 1982, la firma de consultores Manrique y Asociados Ltda., en su Estudio de Factibilidad Técnico-Económica para la Industrialización de la roca fosfórica de Media Luna, para la Empresa de Fosfatos del Huila, revisó críticamente la sobrestimación del IFDC partiendo de datos reales para 1979 y 1980 y mediante una metodología que buscó fundamentalmente vincular la demanda de P205 a la demanda de los productos agrícolas en que entra como insumo, así como los rendimientos por hectárea a la aplicación del fertilizante. Partiendo de dos escenarios extremos para los rendimientos por hectárea y la absorción tecnológica, sino "pesimista", en que prácticamente se detiene el incremento de los rendimientos, lográndose todo el aumento de la producción

\*\* Aunque el estudio de Hansa Luftbild para Ecominas, Agosto 1981, intenta seguir una metodología diferente a la del IFDC, recae en los errores de sobrestimación superando levemente con su proyección de 273.000 toneladas de consumo de P205 en el año 2000 la proyección misma del IFDC, aunque se trata de una diferencia relativamente insignificante que hace coincidir en la práctica las dos proyecciones, como el estudio mismo de la Hansa lo subraya. Por lo tanto, en lo que sigue se asimilan los resultados de estas proyecciones, realizadas para la misma institución como parte del mismo estudio.



agrícola mediante expansiones del área bajo cultivo, y otro "optimista", en que los rendimientos siguen creciendo de acuerdo a las tendencias de desarrollo observadas en la agricultura colombiana, excepto en los casos en que se logra el punto técnico de saturación para la absorción de P205 o el máximo rendimiento comercialmente posible, el estudio busca establecer los límites mínimos y máximos dentro de los cuales podría moverse la demanda futura de P205 como fertilizante. Para el efecto, involucra diversos escenarios de población e ingreso, hasta completar 6 escenarios posibles en total. Sus resultados fundamentales son que, entre 1980 y el año 2000, la tasa de crecimiento de la demanda nacional por P205 para fertilizante crecerá a una tasa anual media con un límite mínimo de 1,9% y máximo de 4,5%. De acuerdo a estos resultados, la demanda de P205 para fertilizantes estaría comprendida entre un mínimo de 115.000 toneladas y un máximo de 188.000 toneladas en el año 2000, con cifras intermedias para los escenarios intermedios de población e ingreso (para la alternativa media, considerada la más probable puesto que adopta como escenario para el ingreso nacional la tasa históricamente observada de crecimiento en el largo plazo, encuentra que la demanda de P205 como fertilizante crecería entre 1980 y el año 2000 a una tasa anual media comprendida entre 2,1% y 4,1%, para un consumo situado entre 118.000 toneladas y 177.000 toneladas de P205 en el año 2000).



A comienzos de 1984, la firma de consultores Mejía, Millán y Perry Ltda., en un estudio sobre transporte y distribución de fertilizantes en Colombia, para el Banco Mundial y el Ministerio de Agricultura, presentó nuevas proyecciones de nutrientes básicos para la agricultura, N, K<sub>2</sub>O y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Este estudio también parte de estimaciones de la demanda por productos agrícolas en los cuales entra como insumo el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que utiliza para proyectar el área sembrada por cultivos sobre la base de algunos supuestos de rendimientos y que posteriormente convierte en demandas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para fertilizantes suponiendo la aplicación futura de dosis recomendadas por el ICA. Sus conclusiones fundamentales, con relación a este punto, son las de que la demanda de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se situará en el año 2000 entre 212.000 toneladas (alternativa B) y 253.000 toneladas (alternativa A), con una tasa anual media de crecimiento entre 1985 y el año 2000, de 4,2% en el primer caso y de 5.1% en el último. Las principales debilidades de estas estimaciones son la falta de una vinculación explícita entre los rendimientos y las dosis supuestas, así como una aparente sobrestimación de las bases de que se parte para la proyección. En efecto, como primer año de la proyección aparece 1985 con un consumo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como fertilizantes de aproximadamente 115.000 toneladas, en el caso de la alternativa B, y de 119.000 toneladas en el caso de la alternativa A, cuando en realidad el consumo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como fertilizante disminuyó de aproximadamente 80.000 toneladas en 1980 a 71.000 en 1982. Sobre la base de estimaciones preliminares de la Caja Agraria para el consumo total de



fertilizantes compuestos en 1983 (490.000 toneladas), y si el contenido de P205 observado dentro de estos durante 1981 y 1982 se mantiene (17%), el consumo de P205 como fertilizante ascendería durante 1983 a aproximadamente 83.000 toneladas. Por consiguiente, para llegar a las 115.000 toneladas en 1985 tendría que crecer a tasas anuales de 18% durante 1984 y 1985, lo cual parece bastante improbable. Para llegar a las 119.000 toneladas, las tasas anuales de crecimiento durante estos dos años tendrían que ser de 20%. Si las tasas de crecimiento entre 1985 y el año 2000, que estima el estudio, a saber, 4,2% (alt.B) y 5,1% (alt.A), fuesen aplicadas al período 1984-año 2000, partiendo de la base antes estimada para 1983, se obtendría para el año 2000 una demanda de P205 para fertilizantes situada entre 160.000 toneladas (alt. B) y 184.000 toneladas (alt.A), lo cual coincide con el límite superior de la proyección del estudio para la empresa Fosfatos del Huila en 1982, pero se aparta significativamente del resultado absoluto del mismo estudio bajo comentario (37% en el caso de la alt.A y 33% en el caso de la alt. B).

A mediados de 1984 la firma Zellars-Williams Inc. entregó a Ecominas su informe preliminar de evolución sobre el proyecto de Pesca y los





estudios anteriores para esta entidad, llegando a la conclusión de que éstos habían sobrestimado la demanda futura de P205 en sus proyecciones. Tomando en consideración las tendencias históricas, la probable demanda futura por productos agrícolas y el probable comportamiento de los rendimientos y las dosis aplicadas,\* el informe estima que la demanda de P205 para fertilizantes alcanzará 170.000 toneladas en el año 2000, con una tasa anual media de crecimiento de 4,2% entre 1985 y el año 2000. Para 1985 estima una demanda de 92.000 toneladas de P205 para fertilizantes, cifra que parece bastante realista dadas las actuales circunstancias del mercado.

El cuadro No. 12 resume los resultados de los diversos estudios comentados.

---

\* Una evaluación crítica de la metodología de este informe no es posible por el momento dado que, quizás por su carácter provisional, no explicita todos los pasos y datos de la metodología y, por otra parte, aunque ha sido posible revisar sus partes fundamentales, gracias a la gentileza de Ecominas, no ha sido posible obtener una fotocopia del mismo, pues todavía se considera de carácter reservado.



CUADRO No. 12.  
ESTIMACIONES DE LA DEMANDA FUTURA DE P205 PARA FERTILIZANTES  
COLOMBIA, 1985 - 2000  
Toneladas

ESTUDIO	1985	1990	1995	2000	TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL 1985-2000
1) IFDC, 1980 Hans <sup>2</sup> Luftbild, 1981)					
Tendencia sin Ajustar	108.324	122.837	137.350	151.863	2,3 %
Con Ajustes 1/	149.519	206.702	236.556	258.739	3,7 %
2) Manrique y Asoc., 1982 2/					
Alt. 1M	86.784	96.377	107.282	118.328	2.1 %
Alt. 2M	94.712	113.712	139.912	176.644	4,2 %
Alt. 1A	88.233	99.346	112.008	125.042	2,4 %
Alt. 2A	95.840	117.212	146.365	187.646	4,6 %
3) Mejía, Millán y Pery, 1984 3/					
Alt. A	119.394	159.934	205.964	252.586	5,1 %
Alt. B	114.687	144.316	177.286	212.095	4,2 %
4) Zellars-Williams, Inc., 1984	92.000	133.000	155.000	170.000	4,2 %

1/ Ajustes mencionados anteriormente en el, texto.

2/ En las alternativas, las letras A y M hacen referencia a escenarios de crecimiento del ingreso nacional (M=medio, 4,5% año: A=alto, 5,5% año) y los números 1 y 2 hacen referencia a escenarios de los rendimientos por hectáreas (1= escenario "pesimista" sin avances en rendimientos; 2= escenario "optimista" con crecimiento en los rendimientos por hectáreas de acuerdo a la dinámica observada en las dos décadas anteriores).

3/ Las alternativas (A=alta y B=Baja) hacen referencia a los límites mínimos y máximos de las recomendaciones del ICA para la aplicación de P205 por hectárea y por cultivos. La alternativa B es considerada la más probable.



#### 4.2. ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURA DE P2O5 PARA FERTILIZANTES

En el Cuadro No. 12 se observa que las diferencias en cuanto a los resultados de las proyecciones de los distintos estudios no se centran en la tasa de crecimiento ya que, por el contrario, todos convergen hacia una tasa aproximada del 4% en sus escenarios más probables, e inclusive tres de los cuatro estudios (2,3 y 4) coinciden exactamente, en su escenario más probable, en cuanto a una tasa de crecimiento de 4,2% para el período 1985-2000. Las amplias diferencias observadas en cuanto a las magnitudes absolutas estimadas para el año 2000 provienen, pues, de las bases de que se parte para la proyección, particularmente del hecho de que dos estudios (1 y 3) sobreestimaron de manera notable el consumo de P2O5 para la primera mitad de los años ochenta, según lo indican los últimos acontecimientos reseñados anteriormente. De otro lado, los estudios 2) y 4), del Cuadro N. 12, aparecen ajustados a una base realista, coincidiendo de manera notable en cuanto a la cifra absoluta para el año 2000 (tomando como referencia la alternativa 2M del estudio 2). Además, la metodología y datos del estudio 2), que han sido revisados en todo detalle, puesto que existe un documento metodológico que explicita cada paso, y que se anexa a la presente monografía, mantienen su coherencia y actualidad, lo cual hace innecesaria una reelaboración de los



mismos.\* Por estas consideraciones, se adoptan como proyecciones las correspondientes al estudio 2, teniendo en cuenta lo siguiente: a) que la alternativa más probable es la 2M, correspondiente al escenario de un incremento probable en los rendimientos por hectárea de acuerdo a las tendencias observadas, como se muestra en los cuadros 13 y 17 del apéndice metodológico, y con los límites señalados en el mismo apéndice, y de un incremento en el ingreso nacional de acuerdo a su tendencia histórica; b) que las alternativas 1M y 1A,, basadas en el escenario de un estancamiento de los rendimientos por hectárea, sólo tiene como propósito un análisis de sensibilidad de las proyecciones, para establecer un límite mínimo de seguridad, por debajo del cual es muy improbable que caiga la demanda P205; c) que la alternativa 2A corresponde a otro análisis de sensibilidad para el eventual caso de que el ingreso nacional crezca por encima de su tendencia de largo plazo en lo que resta del siglo, y d) que para el período 2000-2005 se extrapola la proyección utilizando la tasa de crecimiento implícita en el período 1995-2000. Los resultados se muestran en el cuadro No. 13.

\* Es necesario destacar que el mismo profesional que elaboró la metodología y las proyecciones del estudio 2, para Fosfatos del Huila, es el encargado de esta monografía sobre fosfatos, por lo cual el ejercicio de desarrollar la metodología respectiva no podría distinguirse en uno y otro caso, a menos que la revisión crítica hubiera detectado la necesidad de cambios o correcciones, lo que no ha ocurrido hasta el momento.



CUADRO No. 13.

DEMANDA FUTURA DE P205 PARA FERTILIZANTES  
COLOMBIA, 1985-2005  
 (Miles de toneladas)

ESCENARIO	1985	1990	1995	2000	2005	TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL 1985-2005 1/
BASE (2M)	94,7	113,7	139,9	176,6	217,4	4,2 %
2A	95,8	117,2	146,4	187,6	234,7	4,6 %
1A	88,2	99,3	112,0	125,0	140,4	2,4 %
1M	86,8	96,4	107,3	118,3	131,2	2,1 %

1/ Las tasas de crecimiento por quinquenios aparecen en el Apéndice Metodológico.

FUENTE: Apéndice Metodológico.



## 5. REGIONALIZACION DE LA DEMANDA FUTURA DE P205 PARA FERTILIZANTES

### 5.1. Consideraciones Metodológicas

La estimación de la distribución regional de una demanda futura es particularmente difícil, no solamente porque su significación depende en parte de las mismas estimaciones de la demanda futura global, sino porque está influenciada, además por factores muy complejos, como los cambios de tendencia en los flujos migratorios, en la distribución de la actividad económica, los cambios en las ventajas competitivas de las regiones, los cambios en la distribución de la infraestructura, el hallazgo y acondicionamiento de nuevos recursos naturales y las modificaciones de política regional y aún global, la mayoría de las cuales son de muy difícil predicción y cuantificación. No obstante, es posible aproximarse al escenario futuro de manera realista, para un horizonte de 10 o 15 años, si se tiene en cuenta que todas estas modificaciones, aún en el improbable caso de que sean muy drásticas, tienden a producir efectos profundos solamente de manera muy lenta. Por otra parte, todos los factores que modifican la distribución regional de la producción se reducen, en última instancia, en una economía de mercado, a ventajas competitivas que a su vez dependen de la cantidad y calidad de la disponibilidad de recursos en términos relativos. En cuanto a la estructura relativa de estas ventajas competitivas tiende a ser muy estable en un plazo de





10 a 15 años, o a cambiar muy lentamente, disminuye en alguna medida la incertidumbre para visualizar, aproximadamente el escenario futuro de la distribución regional, ya que los factores más complejos, tanto en términos de predicción como de cuantificación, quedan simplificados dentro de una tendencia global que se refleja en la misma distribución actual de las ventajas competitivas. Partiendo de este principio simplificador, es decir, de la base de que la estructura de las ventajas competitivas de las regiones no sufrirá virajes radicales en los próximos 10 a 15 años, lo cual aplica con mayor énfasis para el caso en cuestión, como es la producción agrícola, de la cual depende la demanda del P205 ya que aquí las ventajas de recursos naturales de infraestructura básica son fundamentales, el escenario futuro de la producción agrícola del país por regiones y, por tanto, de la demanda regional de P205, dependerá en gran medida de los cambios en la estructura de la demanda de los productos agrícolas. Por esto, para elaborar el Cuadro No. 15 se ha partido del supuesto simplificador de que la importancia relativa de cada departamento dentro de la producción global de cada producto agrícola no sufrirá alteraciones notables dentro del período relevante, es decir, hasta el año 2000. Por supuesto esto solo significa que las ventajas competitivas regionales permanecen constantes, sin que implique que el grado de importancia de la región en la producción agrícola global y en la demanda global de P205 permanezca constante, ya que las demandas por los diversos productos en que se especializan las regiones se modifican de manera notable, como





resultado de sus diversas tasas de crecimiento. Por otra parte el consumo de P205 por hectárea también se está modificando de acuerdo al producto y la tendencia de sus rendimientos. Más específicamente el Cuadro No. 15 muestra el efecto que sobre la distribución regional de la demanda, de P205 tendrían los cambios esperados en la demanda por productos agrícolas, involucrando el cambio tecnológico, demandas cuyas estimaciones con su respectiva metodología aparecen en el apéndice metodológico, dada una relativa estabilidad de las ventajas competitivas regionales (particularmente dependientes de la riqueza y calidad de sus recursos naturales y de la estructura básica de medios de transporte, que se modifican muy lentamente, hablando en términos de un horizonte de 10 a 15 años). En otras palabras, en los Cuadros 14 y 15 se recoge el efecto neto que sobre las demandas regionales de P205 producen las tasas diferenciales de crecimiento de la demanda por los diversos productos agrícolas, efecto que también involucra los cambios tecnológicos esperados para la producción de cada producto, de acuerdo a la estimación de sus rendimientos y la relación de éstos con el consumo de P205 por hectárea tal como se explica en el apéndice metodológico para la proyección de la demanda de P205 por productos.



En términos de la mecánica de cálculo, el Cuadro No. 14 se obtuvo del Cuadro No. 5, reduciéndolo únicamente a los 10 productos principales que pesan más del 90% en la demanda global de P205, para no hacer tan dispendioso el procedimiento y la presentación de sus resultados con un número alto de productos que no contribuyen con más del 8% de tal demanda y que, por consiguiente, no modifican de manera sustancial las tendencias de la demanda global. El Cuadro No. 15 se obtuvo partiendo del supuesto de que la importancia relativa de cada departamento frente a la producción de cada uno de estos 10 productos no será en el año 2000 sustancialmente diferente de la actual. Por consiguiente tal distribución se mantuvo constante, y se aplicó a la misma la proyección de la demanda de cada uno de los 10 productos. Esto determinó la producción de cada producto en cada departamento y en cada región para el año 2.000. Seguidamente, esta proporción de la producción se aplicó al consumo estimado de P205 del respectivo producto en el año 2000, lo cual permitió obtener el consumo de P205 por producto y por región.\* Finalmente,

---

\* Debe tenerse presente que el consumo de P205 por unidad de producto se modifica en el tiempo y de manera diferencial para cada producto, tal como lo muestra el cuadro No. 17 del Apéndice Metodológico, que, a su vez, es un subproducto de la relación entre la proyección de los rendimientos y el consumo de P205 que se requiere para efectivamente poder obtenerlos, como se explica en el mismo apéndice.

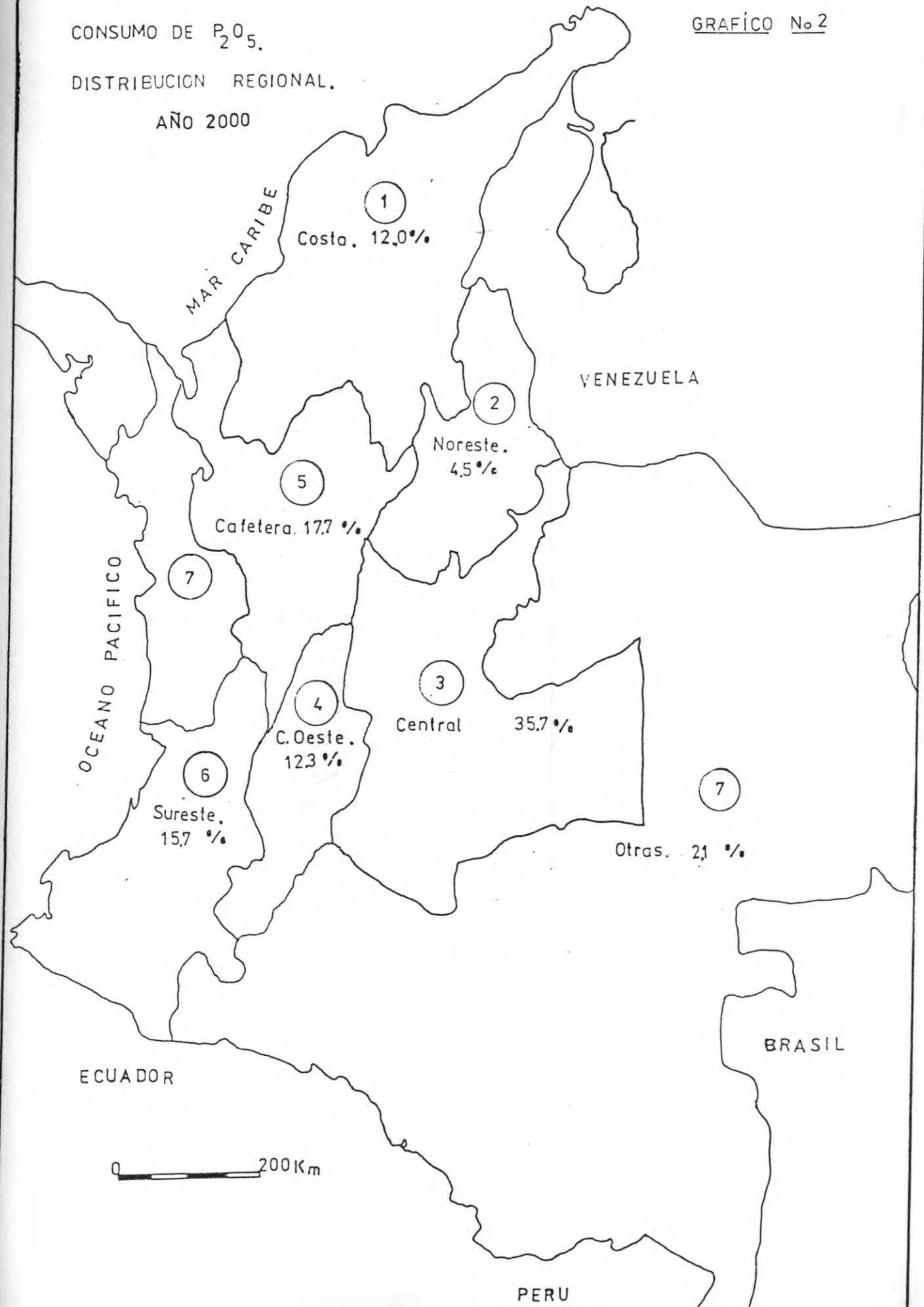


agregando el consumo de P205 de todos los productos para cada región se obtuvo el consumo total de P205 por región que, dividido por el consumo de todas las regiones, permitió calcular la estructura porcentual que muestra la última columna .

#### 5.2. Tendencias de la Distribución Regional de la Demanda de P205

Los resultados de la regionalización descrita anteriormente se presentan en los Cuadros Nos. 14 y 15, y finalmente se resumen en el Cuadro No. 16. Este muestra que los cambios relativos significativos tenderán a ocurrir en la región de la Costa Atlántica, en la región central (Cundinamarca, Boyacá y Meta) y en menor grado en la región Tolima-Huila, con una relativa estabilidad en las demás regiones (exceptuando la categoría de "otras", que cubren la amplia extensión de los territorios nacionales poco vinculados al mercado nacional y de pequeño peso dentro de éste, y que no obstante su probable crecimiento seguirán teniendo una fracción mínima del mercado global de P205 en el año 2000). Particularmente, la región de la costa multiplicaría por 2.3 veces su peso relativo dentro del mercado nacional de P205 y la región del Tolima-Huila lo multiplicaría por 1.3 veces, mientras que la región central de Cundinamarca-Boyacá-Meta vería reducido el suyo en 0.8 veces. En términos absolutos, el mercado de la Costa crecería de aproximadamente 3.500 toneladas en la actualidad a 18.000 toneladas en el año 2000,

CONSUMO DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.  
DISTRIBUCION REGIONAL.  
AÑO 2000





CUADRO NO. 14.  
CONSUMO DE P205 SEGUN CULTIVOS Y REGIONES  
 (Toneladas)  
 1982

REGIONES	CAFE	PAPA	ARROZ	MAIZ	CANA	ALGODON	CEBADA	TRIGO	FRIJOL	SORGO	TOTAL	%
1	0,0011 11	0,001 37	0,266 1.835	0,227 318	0,0094 60	0,804 884			0,03 24	0,297 267	3.436	5,2
2	0,027 270	0,041 1.517	0,065 448	0,071 99	0,103 656			0,046 37	0,041 33	0,01 9	3.069	4,6
3	0,045 450	0,675 24.975	0,198 1.367	0,204 286	0,123 784	0,0173 19	0,81 808	0,465 372	0,13 104	0,108 97	29.262	44,1
4	0,152 1.520	0,041 1.517	0,34 2.346	0,031 43	0,061 388	0,114 125			0,216 173	0,268 241	6.353	9,6
5	0,663 6.629	0,103 3.811	0,021 148	0,176 247	0,192 1.231				0,323 258	0,023 21	12.345	18,6
6	0,112 1.120	0,139 5.143	0,034 234	0,19 266	0,502 3.211	0,064 70	0,192 192	0,489 391	0,24 192	0,293 264	11.083	16,7
SUBTOTAL	1,00 10.000	1,00 37.000	0,924 6.378	0,899 1.259	0,989 6.330	0,998 1.098	1,0 1.000	1,0 800	0,98 784	0,999 899	65.548	98,8
OTROS			0,076 522	0,1 141	0,0101 70	0,002 2			0,02 16	0,001 1	752	1,2
TOTAL	10.000	37.000	6.900	1.400	6.400	1.100	1.000	800	800	900	66.300	100,0
%	15,1	55,8	10,4	2,1	9,7	1,7	1,5	1,2	1,2	1,3		100,0

FUENTE: Cuadro No. 5.



CUADRO No. 15.  
CONSUMO DE P205 SEGUN CULTIVOS Y REGIONES  
 (Toneladas)  
 Año 2000

REGIONES	CAFE	PAPA	ARROZ	MAIZ	CAÑA	ALGODON	CEBADA	TRIGO	FRIJOL	SORGO	TOTAL	%
1	24	56	6.597	2.452	95	7.156	-	-	162	1.366	17.908	12,0
2	591	2.288	1.612	767	1.040	-	-	110	221	46	6.675	4,5
3	986	37.665	4.910	2.203	1.242	154	4.040	1.116	702	497	53.515	35,7
4	3.329	2.288	8.432	335	616	1.015	-	-	1.166	1.233	18.414	12,3
5	14.520	5.747	521	1.901	1.939	-	-	-	1.744	106	26.478	17,7
6	2.450	7.756	843	2.052	5.070	570	960	1.174	1.296	1.348	23.519	15,7
SUBTOTAL	21.900	55.800	22.915	9.710	10.002	8.895	5.000	2.400	5.291	4.596	146.509	97,9
OTROS	-	-	1.885	1.090	98	5	-	-	109	4	3.191	2,1
TOTAL	21.900	55.800	24.800	10.800	10.100	8.900	5.000	2.400	5.400	4.600	149.700	100,0
%	14,6	37,2	16,6	7,2	6,7	5,9	3,3	1,6	3,6	3,1	100,0	

FUENTE: Cuadro No. 19 del Apéndice y explicación texto.

CUADRO No. 16.

REGIONALIZACION DE LA DEMANDA FUTURA DE P205  
(% de la Demanda de P205 para fertilizantes)

REGION 1/ _____	1982 _____	AÑO 2000 _____
1	5,2	12,0
2	4,6	4,5
3	44,1	35,7
4	9,6	12,3
5	18,6	17,7
6	16,7	15,7
Otras	1,2	2,1
TOTAL	100,0	100,0

- 1/ Región 1: Costa Atlántica (Atlántico, Magdalena, Guajira, Cesar, Córdoba, Sucre y Bolívar).  
 2: Nordeste (Santander y Norte de Santander)  
 3: Central (Cundinamarca, Boyacá y Meta)  
 4: Central-Oeste (Tolima, Huila)  
 5: Cafetera (Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío)  
 6: Suroeste (Valle, Nariño, Cauca).

FUENTE: Cuadros Nos. 14 y 15.



revelándose como el sub-mercado más dinámico del país (con una tasa anual de crecimiento que más que duplicaría a la estimada para el mercado global). No obstante estas tendencias, el mercado de la región central continuaría siendo el más importante del país con un consumo de más de 50.000 toneladas en el año 2.000 y algo más de una tercera parte del mercado nacional de P205 para los 10 productos agrícolas principales (30% del mercado nacional de P205 para todos los productos agrícolas). En términos más agregados, fácilmente se visualizan 3 importantes mercados: Norte (Costa Atlántica y Santanderes) con una demanda de casi 25.000 toneladas de P205 en el año 2000; Central Ampliado (Cundinamarca - Boyacá - Meta - Tolima - Huila) con una demanda de más de 70.000 toneladas de P205 en el año 2000 y Occidental (Cafetera y Suroeste) con una demanda aproximada a las 50.000 toneladas de P205 en el año 2000. Tanto las cifras desagregadas para las 6 regiones numeradas en el cuadro No. 15, como más agregadas en los 3 mercados antes descritos, parecen conducir a la importante conclusión de que el mercado de P205 tiende a su cada vez más desconcentrado, cubriendo casi la totalidad del territorio nacional económicamente explotado y formando subconjuntos de importantes mercados regionales. Por consiguiente, de confirmarse esta visualización del mercado nacional futuro de P205, parecería presentarse al país la necesidad de una política muy flexible y específica con relación al cubrimiento de la demanda nacional de P205, dada la importancia de los costos de transporte en el caso de los fertilizantes. Específicamente, cabe anotar que por el año 2000 la región suroeste (Cauca, Nariño, Valle) presentará un mercado de P205 casi tan grande como lo es en la actualidad el de la región



Central, y que este mercado se encuentra localizado en el extremo opuesto del país con respecto a las plantas actuales de transformación y producción del P205 como fertilizante. En general, la distribución de la demanda y los altos costos de transporte parecen configurar una invitación al examen de la alternativa de pequeñas o medianas plantas regionales para la producción de abonos fosfatados, en la medida en que las condiciones de oferta así lo posibiliten.

6. LA DEMANDA TOTAL FUTURA DE P205 Y SU EFECTO SOBRE LA BALANZA DE PAGOS.

Todos los estudios existentes de demanda de P205 se han limitado hasta ahora al mercado de los fertilizantes, dejando de lado los otros usos industriales que, según estimaciones de la sección 2.3, Cuadro No. 7, concentran aproximadamente el 11% del consumo total de P205. Debido a que esta proporción es relativamente pequeña y a que tendencialmente tiende a ser estable, con oscilaciones alrededor de su valor medio, según lo indica la serie histórica y lo sugiere la experiencia de países más desarrollados, el consumo de P205 en usos industriales diferentes de la producción de fertilizante no es lo suficientemente influyente ni tampoco se mueve en direcciones tan distintas como para poder modificar significativamente la tasa de crecimiento impuesta por el 90% restante de la demanda. No obstante, en términos absolutos el consumo de P205 en "otros" usos industriales, sobre el horizonte de la proyección, llega ser una magnitud tan importante como, por



ejemplo, lo son en la actualidad los mercados de la región cafetera y Suroeste juntas. Por esta razón, partiendo de la base de que su proporción tiende a mantenerse estable, se presentan discriminadamente en el cuadro No. 17 la estimación de la demanda futura de P205 para "otros" usos, que adicionada a la demanda anteriormente estimada para la producción de fertilizantes, permite estimar el gran total de la demanda futura por P205.

En síntesis, el total de la demanda interna de P205 aumentará probablemente de un promedio aproximado anual de 87.000 toneladas a comienzos de los años ochenta (cuadro No.8)\* a uno de 196.000 toneladas en el año 2000 y de 240.000 toneladas en el año 2005, con una tasa anual media de crecimiento estimada en 4,2% entre 1985 y el año 2005.\*\* Si las importaciones mantuvieran su proporción dentro del total del consumo, es decir, a través de incrementos en la producción de roca fosfórica nacional y el mantenimiento en la producción de Calfos la producción interna solamente lograra satisfacer la misma proporción que satisface

---

\* 85.000 netas de exportaciones (cuadro No. 9).

\*\* Como se anotó en la sección 4.2, esta tasa supone un crecimiento en los rendimientos por hectárea de acuerdo a lo observado en las dos décadas anteriores, que presenciaron una gran modernización de la agricultura colombiana. Un escenario pesimista sobre la dinámica de los rendimientos implicaría cambios muy significativos en las cifras resultantes, tal como lo muestran los escenarios IA Y IM del cuadro No. 13, llevando el total del consumo de P205 (con "otros" usos) a un promedio anual de solamente unas 135.000 toneladas en el año 2000 y unas 150.000 en el año 2005.





CUADRO No. 17.

DEMANDA FUTURA DE P2O5 EN "OTROS" USOS Y DEMANDA FUTURA TOTAL

(Miles de toneladas)

	1985	1990	1995	2.000	2005
FERTILIZANTES (ESC.2M)	94,7	113,7	139,9	176,6	217,4
"OTROS" USOS	10,4	12,5	15,4	19,4	23,9
GRAN TOTAL	105,1	126,2	155,3	196,0	243,3

FUENTE: Cuadro No. 7 y Cuadro No. 13.



actualmente por medio de los fertilizantes simples, y que no alcanza en promedio al 20%, las importaciones de P205 podrían alcanzar la suma de unos 35 millones de dólares (con poder adquisitivo de 1982) en el año 2000 y de unos 43 millones en el año 2005,\* partiendo de un promedio aproximado de US\$ 18 millones anuales a comienzos de los años ochenta.

Si la producción de roca nacional se estancara y todo el incremento futuro en el consumo de P205 tuviera que ser satisfecho enteramente con importaciones, estas crecerían a una tasa anual media aproximada de 5,1% en términos reales entre comienzos de los años ochenta y el año 2005 para alcanzar US\$46 millones (de 1982) en el año 2000 y US\$ 57 millones (de 1982) en el año 2005.\*\*

Esos son, entonces, los límites aproximados del efecto de las importaciones de P205 sobre la balanza de pagos, que actúan a su vez como límites probables en la eventualidad de una sustitución total de importaciones.\*\*\*

\* De acuerdo con lo expresado en la sección 3 se supone que los precios internacionales de los fosfatos en dólares de U.S.A. crecerán al ritmo de la inflación en este país.

Para las alternativas IA y IM (de estancamiento en los rendimientos) las importaciones llegarían aproximadamente a US\$ 27 millones (de 1982) en el año 2000 y US\$ 30 millones (de 1982) en el año 2005.

\*\* En el caso de estancamiento en los rendimientos (IM) las cifras respectivas serían 3,0% de tasa de crecimiento, US\$ 32 millones en el año 2000 y US\$ 36 en el año 2005.

\*\*\*Fuente de datos para obtener estos resultados: Cuadros 2,3,4,8,10 y 17.



## 7. LA OFERTA INTERNA DE P205

### 7.1. Empresas existentes y su contribución a la oferta interna

#### 7.1.1. Acerías Paz de Río S.A.

Esta empresa siderúrgica y recientemente cementera (véase monografía sobre hierro) es actualmente el principal productor primario de P205 como fertilizante en Colombia, contribuyendo aproximadamente con 80% del P205 contenido en los fertilizantes fosfóricos simples y con 10% del P205 contenido en el total del consumo de fertilizantes en el país, según promedio de los últimos 5 años, aunque tal producción (abono fosfórico simple, "calfos") constituye un mero subproducto (escorias del proceso Thomas) de su actividad económica principal que es la siderúrgica. Su localización, en la región central, que es la principal consumidora de P205 en el país contribuye a relieves su importancia dentro del mercado nacional de este nutriente. Sin embargo, como se señaló anteriormente, en la sección 2.1, y se expone en el trabajo correspondiente al hierro, una ampliación de su actividad siderúrgica parece improbable, por lo cual la oferta de P205 proveniente de esta fuente puede considerarse inelástica al aumento en los años que restan del siglo. (Aunque a los niveles actuales de producción de acero, algunos informes sugieren que Paz



de Río podría casi duplicar su producción de calfos, elevando la oferta interna de P205 proveniente de esta fuente de unas 8.000 a unas 16.000 toneladas año). No obstante la importancia de esta empresa actualmente privada, en el mercado nacional de P205, es necesario tener presente que su producción apenas alcanza a una cuarta parte del consumo de P205 en la región central en que se localiza y aún solamente llega a la mitad del consumo del departamento de Boyacá tomado aisladamente.

#### 7.1.2. Fosfatos de Colombia, "Fosfacol" S.A.

Constituida en Cali, en Octubre de 1965, con capital privado en su totalidad, esta empresa explota bajo concesión yacimientos de roca fosfórica en Tesalia, Huila, al Sur de Neiva\*, con una localización muy ventajosa frente a los importantes mercados de la región Sureste, Central Oeste y Central. Durante los últimos 3 años su volumen anual de producción se ha situado alrededor de 11.000 toneladas de roca molida, que en tal estado es comercializada, siendo la Caja

---

\* Véase figura 1 de la monografía del área técnica sobre fertilizantes para los estudios del inventario minero. Debido a que tal monografía presenta un detallado análisis de la información técnica sobre los yacimientos de roca fosfórica, todo lo referente a esta información se remite a dicha monografía y no será repetida en este lugar.



Agraria su principal cliente en la actualidad, que adquiere aproximadamente 40% de la producción. Una característica digna de ser destacada dentro del estilo de comercialización es el hecho de que entre 60% y 80% del producto es adquirido por los mismos clientes en la mina, enviando por su propia cuenta el proceso de transporte. En términos de P205, su producción equivale aproximadamente a una cuarta parte del consumo nacional bajo la forma de fertilizantes simples, 3% del consumo nacional bajo todas las formas de fertilizantes, la mitad del consumo de la región central-Oeste y 30% del consumo de la región Sur-Oeste. Sus estados financieros muestran una operación económicamente eficiente, que se refleja en el hecho de que, vendiendo su producto a precios aproximados a los del mercado internacional, obtiene aceptables utilidades netas y ha venido ampliando paulatinamente la producción. Actualmente, la capacidad de la planta de trituración y molienda está sub-utilizada de manera importante, si se considera que bajo la modalidad de 3 turnos la producción podría triplicarse. Pero el cuello de botella no ha sido hasta ahora el mercado, ya que la empresa está buscando afanosamente la forma de expandirse, sino los capitales adicionales requeridos para ampliar la producción de la mina hasta la capacidad máxima de los equipos de trituración y molienda. Por esta razón, la empresa está





buscando actualmente la vinculación de nuevos aportes de capital. De manera similar, está desarrollando un proyecto de dolomita, para lo cual está tramitando un crédito con el Fondo Financiero Industrial.

Aunque muy probablemente los yacimientos de roca fosfórica del Huila no son aptos para desarrollos de plantas de fertilizantes compuestos en gran escala, 50.000 o 100.000 toneladas/año de P205, debido a las razones que especifica la monografía del área técnica, particularmente los pequeños espesores de los mantos y la necesidad de su explotación subterránea, la experiencia de "Fosfacol" indica que sí es posible una producción rentable de roca fosfórica en pequeña o mediana escala para abastecer parcialmente determinados mercados subregionales, con las ventajas de una demanda prácticamente garantizada a esos niveles de producción y la enorme ventaja que la localización confiere sobre los costos de transporte. Específicamente, la triplicación de la producción de "Fosfacol", con costos marginales relativamente bajos, debido a la mayor utilización de la capacidad ya disponible en la planta de trituración y molienda, podría constituir una meta inmediata merecedora de todo el apoyo requerido por parte de las instituciones públicas relacionadas. Este



proyecto pondría a esta empresa a un nivel de producción de P205 equivalente al de Acerías Paz de Río. Más adelante, utilizando los resultados de esta experiencia y particularmente lo atinente a las características del mercado, a una mayor acumulación de capital y al aumento del conocimiento tecnológico, podrían impulsarse niveles más altos de semi-industrialización de la roca fosfórica por parte de esta empresa, como son la roca parcialmente acidulada o los fosfatos de magnesio, atendiendo a la vecindad tanto de las explotaciones de azufre (Puracé y planta de ácido sulfúrico de Aipe), como de las serpentinitas de la cordillera Central.

#### 7.1.3. Empresa de Fosfatos de Boyacá S.A.

Constituida en noviembre de 1976, con aproximadamente un 90% de capital de 5 empresas o entidades oficiales y 10% de 3 empresas o asociaciones de carácter privado, lo cual le confiere en la práctica un carácter oficial\*, llegó a producir en el año de 1982 casi 3.500 toneladas de roca fosfórica molida, obtenidas del yacimiento

\* El aporte de capital privado no llega a los \$5 millones, lo cual constituye una participación apenas simbólica, si se tiene en cuenta que 2 de estas 3 empresas figuran entre las más grandes del país, como son Acerías Paz de Río S.A. y cementos Boyacá S.A. El tercer socio privado es la Sociedad Minera Boyacense.



Pesca, que es el mayor de los conocidos, ha sido el más estudiado del país y se ha considerado el de mejores perspectivas, cuya localización se muestra en el mapa 1 de la monografía sobre fertilizantes preparada por el área técnica para el inventario minero (allí también se describen las características técnicas del yacimiento, tal como anteriormente se indicó). Esta producción equivale en términos de P205 a algo menos del 10% del consumo nacional de fertilizantes fosfóricos simples y aproximadamente 1% del consumo total de P205 para fertilizantes. El yacimiento está situado en el epicentro del mercado regional más importante del P205 (región Central Departamento de Boyacá) y en términos del promedio nacional para la actividad minera goza de una buena infraestructura en vías de comunicación. Esto le confiere a Pesca (y al aledaño yacimiento de Iza) una ventaja relativa de localización. Sin embargo, diversos problemas han puesto en peligro de liquidación a la empresa, que si no ha llegado a ello formalmente sí ha tenido que paralizar la producción en la práctica.

En efecto, con casi el triple de capital pagado que "Fosfacol", la Empresa de Fosfatos de Boyacá ha llegado a producir como máximo una tercera parte de lo que



produce corrientemente la primera. En 1982, año de la máxima producción, contabilizó oficialmente pérdidas equivalentes a 27% del capital pagado. El valor en libros de la acción estaba sufriendo a Diciembre 31 de 1982 una desvalorización de 28% (que normalmente sería más pronunciada para el hipotético valor de mercado). En este año, último para el cual se consiguieron datos contables, la utilización de la capacidad instalada, por problemas de la más disímil naturaleza, apenas llegó a 15% y ello tomando como base un solo turno. Sin contar el costo de los empaques, los gastos de administración, ventas, supervisión y celaduría fueron mayores que los costos directos de producción por tonelada, lo cual hace particularmente ineficiente la actividad económica de la empresa, máxime cuando los gastos de ventas deben referirse a despachos al por mayor en el sitio de explotación. De esta manera, contando los gastos financieros, en 1982 el mero costo de producción por tonelada en Fosfatos Boyacá fué mayor en 30% lo que el precio de venta final por Fosfacol y más o menos superior en la misma proporción al precio internacional. Como consecuencia, para salvar la empresa solo se han previsto como alternativas una mayor inversión proporcional de los actuales socios (básicamente capital oficial), recurrir al capital y el



crédito de otras entidades oficiales (Caja Agraria, IFI, etc.) o implementar alguna forma más o menos oficial de colocar acciones entre todos los habitantes del departamento, aunque ninguna de estas alternativas ha logrado implementarse hasta el momento. Pero, parece evidente que mientras se mantengan condiciones de relativa ineficiencia en la producción cualquier capitalización adicional resolvería el problema solamente de una manera muy transitoria con una necesaria recurrencia de la crisis financiera. De todas maneras, por la relativa riqueza del yacimiento, por los relativamente altos costos de investigación y desarrollo que se han invertido en el mismo y por su localización, privilegiada por coincidir con el mercado regional más importante del país y por la infraestructura existente, un replanteamiento de la organización de la empresa, de sus objetivos, haciéndolos más realistas, y aún de su forma de propiedad y administración parecería un requisito previo para un plan de recuperación y eventual expansión. Debe tenerse en cuenta que, si se mantuviera la actual proporción de fertilizantes simples dentro del consumo total de P205, el consumo interno de roca fosfórica para aplicación directa podría alcanzar 80.000 toneladas en el año 2000, con una proporción de





la tercera parte para la región central, o sea más 25.000 toneladas.\* A este nivel, algunos procesos de semi-industrialización, como la acidulación parcial o la producción de termofosfatos, podrían aparecer como alternativas razonables para abastecer parcialmente pero de manera significativa al mercado subregional más importante. Sin embargo, es necesario reconocer que los proyectos de mayor envergadura y significación que tradicionalmente se han visualizado para los yacimientos de Pesca - Iza no han permitido analizar estas alternativas. Pero, tales proyectos son objeto de la sección 7.2 más adelante.

#### 7.1.4. Empresa Ejecutora de Fosfatos del Norte de Santander, S.A.

Constituida en Marzo de 1975, y convertida a Sociedad anónima en 1979, tiene su sede en Cúcuta y explota los yacimientos de roca fosfórica de Sardinata, localizados entre Cúcuta y Ocaña, región Noreste, según la regionalización adoptada en el Cuadro No. 16. Las

---

\*  $176.000 \text{ toneladas (proyección cuadro No. 14)} \times 0.18 \text{ (proporción simples-Sección 2.1)} = 32.000 \text{ toneladas de P2O}_5 \text{ en simples. Menos } 10.000 \text{ (aprox.) en "calfos" (cuadro 2 y sección 2.1)} = 22.000 \text{ ton. de P2O}_5 \text{ en roca. Dividido por } 0.25 \text{ (contenido aproximado de P2O}_5 \text{ en la roca)} = 88.000 \text{ toneladas de roca.}$



reservas económicas probadas se han estimado en el equivalente de entre 200.000 y 1 millón de toneladas de P205 (monografía área técnica\*) que no son susceptibles de una explotación en gran escala, aunque debe tenerse presente que el consumo de la región se estima en unas 3.500 toneladas anuales de P205 y podría llegar a las 7.000 toneladas en el año 2.000. Pero, quizás más importante que esto, es la gran vecindad con el mercado de Venezuela (zona de frontera) que, hasta las medidas de control cambiario adoptadas a comienzos de 1983 por el vecino país, adquiría de la empresa 5.000 toneladas anuales de roca concentrada. Similarmente, aunque la ventaja de transporte no sea en este caso tan clara, las plantas de Abocol y Monómeros, situadas sobre puertos en el litoral Caribe, están adquiriendo unas 2.500 toneladas anuales de roca concentrada, que es una proporción bastante pequeña con relación a las 70.000 toneladas de roca en que se estiman sus importaciones provenientes de la región del Golfo de México, con gran ventaja absoluta en los

---

\* 200.000 con relación Ca O/P205 menos que 1,4 apta para la producción industrializada de superfosfatos, y el resto con una relación mayor que 1,4 no apta para ese propósito.



fletes, pues mientras el costo por tonelada de Tampa a Cartagena se estima en US\$ 15 (aprox. \$1.600) el costo de Sardinata al mismo puesto se sitúa alrededor del doble (\$3.000). Como resultado de esto, para sostener sus ventas a estas plantas de fertilizantes la empresa ha tenido que reducir sus precios en boca de mina como medio de enfrentar las alzas en los fletes del transporte nacional. Esto y la pérdida, probablemente transitoria, del mercado venezolano, han puesto a la empresa en una situación muy difícil. No obstante, ha logrado mantener la producción a un nivel cercano a las 4.000 toneladas de roca enriquecida, aproximadamente equivalente a unas 1.300 toneladas de P205 (10% del mercado nacional de los fertilizantes fosfóricos simples y 1,6% del mercado nacional de P205 para todo tipo de fertilizantes), sin obtener pérdidas operacionales. Los directivos de la empresa consideran que con algunas inversiones marginales en maquinaria y equipo de reserva y mantenimiento la capacidad actual podría llevarse a 24.000 toneladas anuales de roca enriquecida, equivalentes a unas 8.000 toneladas de P205, o sea 10% del mercado nacional total de P205 para fertilizantes en la actualidad. Para absorber este nivel de producción, el mercado regional (contando Santander y Norte de Santander- región 2) es muy estrecho, pues solo llega a unas 3.000 toneladas de



P205 en la actualidad y probablemente no pase de las 7.000 en el año 2000 (cuadros 14 y 15), y ello contando el consumo bajo la forma de fertilizantes compuestos que absorbe algo más del 80% del consumo de P205, dejando un margen aproximado de sólo 18% para el consumo bajo la forma de fertilizantes simples (cuadro 4). Por consiguiente, aparte de las perspectivas del mercado venezolano, una mayor proporción de ventas a las plantas de la Costa y un proyecto mediano o pequeño de mezcla para producir fertilizantes compuestos, trayendo de fuera de la región los otros insumos, parecerían requisitos para que la empresa opere a altos niveles de su capacidad instalada. Pero, por supuesto, esto requiere de una evaluación económico-financiera detallada de los proyectos respectivos. Por otra parte, sobre la base de los promedios nacionales, el mercado de la región podría absorber fácilmente en la actualidad unas 1.500 toneladas de roca para aplicación directa, mientras que en la práctica, según los tabulados disponibles de destino de las ventas, solamente absorbe una tercera parte de esa cifra. Por esta razón, la empresa adelanta en la actualidad un programa de investigación con el ICA y ha establecido como meta importante desarrollar una campaña regional de educación y difusión entre los agricultores, así



como la iniciación de convenios con algunos gremios de productores agrícolas. De la misma manera, se adelantan estudios con miras a determinar las posibilidades de un programa de acidulación parcial de la roca. Una ventaja adicional del yacimiento de Sardinata es que puede ser y está siendo explotado por el sistema de tajo abierto.

Actualmente, el 44% del capital pagado de la empresa corresponde a acciones de otras empresas de carácter privado y el resto a entidades y empresas oficiales, constitución mixta que parece haber funcionado con relativa eficiencia en este caso particular.

#### 7.1.5. Fosfatos del Huila S.A.

Constituida en Noviembre de 1975 y convertida a Sociedad Anónima en Abril de 1984 tiene su sede en Neiva. De carácter mixto, 49,9% de las acciones corresponden a entidades oficiales y 50.1% a capitales privados. Sin haber entrado todavía a la etapa de explotación y producción, ha realizado varios estudios para explotar los yacimientos de roca fosfórica de Media Luna en el municipio de Aipe, Huila, a pocos kilómetros de la capital del departamento. Las potencialidades de este yacimiento, según el último





estudio de factibilidad, realizado en 1982, se sitúan en 3,6 millones de toneladas recuperables de roca fosfórica, con un tenor medio de 28% de P2O5, para un equivalente de 1 millón de toneladas de P2O5. Su relación CaO/P2O5 las hace aptas para la industrialización y la producción de superfosfatos. En este sentido cabe destacar la proximidad de una planta productora de ácido sulfúrico, de Interácidos del Huila que es accionista de la empresa, lo mismo que su localización, que le confiere amplias ventajas en costos de transporte sobre los mercados de las regiones Suroeste, Central-Oeste y Central (Véase Cudro 16), que en la actualidad concentran el 70% del mercado nacional de P2O5, para un total de unas 56.000 toneladas, y en el año 2000 concentrarían algo más del 60%, pasando de las 100.000 toneladas. Solamente las regiones suroeste y Central-Oeste le brindarían un mercado de más de 20.000 toneladas de P2O5 actualmente, y de unas 45.000 toneladas en el año 2000. No obstante, el estudio de factibilidad encontró que para los niveles de producción en que sería rentable una planta de Superfosfato triple, dados los requerimientos de otros insumos, la calidad del mineral, el tipo de minería (subterránea) requerida y el relativamente poco espesor de los mantos, las reservas resultaban insuficientes



para la vida útil del proyecto. Esto condujo a la conclusión de que el yacimiento de Media Luna, aunque bastante prometedor, se adecuaba económicamente solo a un tipo de mediana explotación, que buscara satisfacer una parte más o menos significativa del mercado regional de P205. Como alternativa más viable y rentable se encontró la de una planta para producir 50.000 toneladas anuales de termofosfato de magnesio, utilizando serpentinita llevada desde el departamento del Cauca, equivalentes a entre 8.000 y 10.000 toneladas de P205 fácilmente asimilable por las plantas, cubriendo aproximadamente 15% del mercado actual de las regiones Suroeste, Central-Oeste y Central, o 10% del mercado nacional actual de P205. Esta alternativa también podría hacerse más flexible, mediante una mediana planta de mezcla para comercializar fertilizantes compuestos, con algunos insumos traídos de otras regiones. No obstante, las limitaciones financieras han llevado a la empresa a considerar la producción de roca fosfórica molida como la única alternativa de corto plazo, con un desarrollo hacia la roca parcialmente acidulada en el mediano plazo y la realización del proyecto de termofosfato solamente en el largo plazo. De acuerdo con los promedios nacionales, solamente entre los departamentos



del Huila y Tolima podrían brindar un mercado potencial de unas 1.000 toneladas de P205 en la forma de fertilizantes simples, o sea de unas 3.500 toneladas para las roca molida o granulada del yacimiento de Media Luna. Tomando en cuenta el mercado Suroeste, estas cifras podrían elevarse a unas 9.000 toneladas de roca del yacimiento de Media Luna. Pero, por supuesto, estos resultados dependen en buena parte de las campañas de investigación, educación y difusión que sobre el uso de los fertilizantes simples se emprendan en esas regiones del país.

#### 7.1.6. Fosfatos del Tolima Ltda.

Constituida en Diciembre de 1977, con sede en Ibagué, el 99% de su capital es de carácter oficial (Departamento y Beneficencia del Tolima). El aporte inicial, de algo menos de \$10 millones, ha sido apenas suficiente para iniciar la explotación subterránea de la roca, a partir de Octubre 17 de 1983, careciendo de planta propia de trituración, molienda y beneficio, por lo cual la empresa ha tenido que suscribir un convenio con una a compañía particular para la realización de estas labores. El volumen de producción en el primer año de



operaciones alcanzó 3.000 toneladas de roca, equivalentes en términos de P205 a menos del 15% del consumo del departamento, principal productor nacional de arroz. Los precios de venta son 17% inferiores a los de Fosfacol, pero todavía es demasiado temprano y no existe información suficiente para intentar una evaluación de su eficiencia como empresa. Dadas las circunstancias, los proyectos inmediatos no pueden sino reducirse a obtener beneficios para atraer nuevos socios y capitales que le permitan mejorar su equipamiento, su tecnología y su eficiencia, particularmente en lo referente al montaje de una planta de trituración, molienda y beneficio que permita eventualmente, como un primer paso, ampliar la producción y posteriormente diseñar proyectos de más largo alcance.

## 7.2. La oferta interna futura y el proyecto de Pesca

### 7.2.1. La oferta interna futura de P205

Como se vió en las secciones 5 y 7.1, tanto el mercado de P205 como las reservas conocidas de roca fosfórica se encuentran distribuidos a lo largo del territorio nacional de forma tal que conforman un conjunto relativamente amplio de mercados regionales y ofrecen, a su vez, importantes perspectivas para la satisfacción también



regional, al menos parcial, de dichos mercados. Sin embargo, la magnitud de las reservas en los diversos yacimientos conocidos, así como sus restantes características, no permiten descargar la responsabilidad del cubrimiento del mercado nacional a una sola de estas fuentes individuales de oferta y, prácticamente en todos los casos, ni siquiera permiten descargarle la responsabilidad del cubrimiento total del mercado de su respectiva región. En su conjunto, los programas que pudieran emprenderse en el corto y mediano plazo, tal como fueron reseñados en la sección 7.1, situarían su cubrimiento quizás, en alrededor de un 30% de la demanda nacional de P205 para fertilizantes en el año 2000, y ello suponiendo algún grado importante de sustitución de las formas actuales de consumo del P205 (en fertilizantes compuestos) por nuevas formas (en mayor proporción de fertilizantes simples), aunque ello representaría de por sí un gran adelanto con respecto a la situación actual, como que implicaría un crecimiento de la oferta interna de P205 a tasas anuales medias superiores al 10% entre 1985 y el año 2000, lo cual equivale a más que una triplicación de la producción actual, pasando de un volumen que no alcanza todavía las 15.000 toneladas anuales de P205 a uno próximo a las 50.000 toneladas de P205 en el año 2000. En términos de





la balanza comercial ésto podría significar un ahorro de US\$ 10 millones (de 1982) anualmente, a los niveles de consumo del año 2000, o aproximadamente 20% del valor total de las importaciones de P205 en ese año.

No obstante, por diversas razones, entre ellas la magnitud de sus reservas probables aptas para la industrialización completa de la roca fosfórica, el proyecto de Pesca podría no solamente situarse por fuera del contexto anteriormente descrito sino que eventualmente sería capaz de transformarlo radicalmente, cambiando de manera total el panorama futuro de la oferta interna de P205. Esto amerita que se le confiara una atención especial, lo cual se hace en la siguiente sección:

#### 7.2.2. El Proyecto de Pesca. ✓

Es el proyecto para la explotación e industrialización de roca fosfórica más estudiado del país, tanto técnica como económicamente, por entidades nacionales y firmas extranjeras especializadas, con el patrocinio de Ecominas, las Naciones Unidas y el Banco Mundial. Los estudios de las firmas extranjeras, aunque con algunas reservas sobre puntos aislados del proyecto, han



concluido invariablemente recomendando al país su desarrollo\*. Este conjunto de elementos, a saber, la importancia del proyecto para el sector minero y la economía del país, su costo relativamente alto en términos de los estándares nacionales y la naturaleza de las recomendaciones que se derivan de los estudios realizados hasta el momento, hacen necesarias algunas anotaciones sobre puntos específicos y esenciales del proyecto, sin que el objetivo de esto sea intentar un nuevo resumen de los aspectos fundamentales del proyecto, cosa que ya ha realizado en un adecuado documento informativo la Empresa colombiana de Minas, Ecominas (Síntesis del Proyecto de Industrialización de Roca Fosfórica, Mayo de 1983).

En síntesis, el último estudio de factibilidad termina recomendando el montaje de una planta de fertilizantes compuestos en Pesca, utilizando una producción local de 694.000 toneladas de roca fosfórica seca al año, equivalentes a 100.000 toneladas de P205 (teniendo en

---

\* En adelante, las referencias a estudios de firmas extranjeras especializadas se refieren específicamente al último informe conocido (Abril de 1984) sobre el proyecto, que revisa, actualiza y califica las conclusiones de todos los estudios anteriores, tanto técnica como económicamente, preparado por Zellars Williams Inc., miembro del Jacobs Engineering Group Inc., para el Banco Mundial, el programa de desarrollo de las naciones Unidas y Ecominas.



cuenta las pérdidas). Como se observa, este volumen sería suficiente para cubrir el mercado nacional de P205 como fertilizante en la actualidad y quizás hasta fines de la presente década, pero podría equivaler a solamente la mitad del mercado nacional existente dentro de 20 años. Teniendo en cuenta el tiempo que toma el período de construcción, montaje y puesta en marcha de un proyecto de esta naturaleza (4 o 5 años como mínimo), y que en los años iniciales probablemente no operaría a plena capacidad en la práctica el proyecto nunca concentraría más del 70% del mercado, haciéndose decreciente esta proporción, hasta alcanzar el nivel arriba señalado para comienzos del próximo siglo.

El plan inicial contemplaba la puesta en marcha del proyecto en dos etapas. La primera etapa estaría diseñada para una producción anual equivalente a 50.000 toneladas de P205 y una etapa posterior, dependiendo fundamentalmente de la contingencia en cuanto a la confirmación de las reservas totales del yacimiento, y que tomaría 3 o 4 años adicionales de montaje, elevaría la capacidad a las 100.000 toneladas. No obstante, los hallazgos del último estudio parecen claros en mostrar que el montaje de una primera etapa sujeto a una contingencia de tal naturaleza no constituiría la mejor



decisión posible. En efecto, a un nivel de 40.000 toneladas de P205 para producir fertilizantes compuestos, sin descontar el costo de los estudios, ni el costo de la infraestructura requerida, ni los costos por intereses, ni el costo de la tierra, ni el pago de regalías ni de impuestos, y bajo una serie de supuestos claramente optimistas sobre el comportamiento futuro de algunas variables cruciales, como los precios reales de los fertilizantes en el mercado internacional, la tasa interna de retorno (TIR) escasamente llegaba a 13%, para una inversión de unos 10.000 millones de pesos (unos US\$ 90 millones de 1983). Con una capacidad instalada de 55.000 toneladas anuales de P205 y una inversión de US\$ 110 millones, unos \$12.000 millones, la TIR alcanzarla 16,5%, lo cual puede no significar mucho, dados los supuestos extremos adoptados para realizar el análisis de evaluación de uno de los proyectos de inversión más costosos del país. Con la sola eventualidad de que los precios reales de los fertilizantes no crecieran durante la segunda mitad de esta década al ritmo que supone el estudio de evolución, ni se mantuvieran posteriormente en ese nivel, aún conservando los demás supuestos que inflan la TIR, como la no contabilidad de regalías, impuesto e infraestructura, es probable que las anteriores tasas de retorno se vieran reducidas a niveles por debajo del



10%.

El estudio termina recomendando, entonces, la alternativa de una planta con capacidad para producir 100.000 toneladas anuales de P205, o 694.105 toneladas de roca fosfórica lavada, con destino inmediato a la producción de ácido fosfórico que entraría en las 472.300 toneladas de fertilizantes compuestos producidos en la misma planta, con el resto de las materias primas de origen importado\*\* (ya que, aparte de los problemas de suministro interno, las eventuales diferencias de costos con los insumos importados podrían castigar de manera definitiva la rentabilidad del proyecto). Esta producción de fertilizantes compuestos podría satisfacer el consumo estimado actual (aprox. 420.000 toneladas) pero, una vez más, es necesario tener presente que a comienzos del próximo siglo apenas podría ser suficiente para que, sumada a

\* En efecto, el estudio supone que los precios reales de los fertilizantes, y entre ellos el P205, crecerán entre 1983 y 1990 en aproximadamente 50%, es decir, a una tasa media anual compuesta de casi 6,0%, no obstante que, como se vió en la sección 3, la tendencia de largo plazo, descontando los años de la crisis petrolera a mediados de la década pasada, ha sido hacia una relativa estabilidad en términos reales. Por otra parte, concluye que "el proyecto es muy vulnerable a la precisión del precio de venta" (de los fertilizantes). Un análisis de sensibilidad, para el caso básico de una capacidad instalada de 100.000 toneladas de P205, arrojó el resultado de que con precios solamente 14% inferiores a los proyectados la tasa interna de retorno se reduciría en 18%.

\*\* 87.000 tons. de azufre, 82.000 tons. de kcl, 60.000 tons. de úrea, 41.000 tons. de NH3 y otros por 10.000 tons.





la oferta actual, igualará a la demanda interna correspondiente. De todas maneras, un aspecto que quedaría sin dilucidar serían las implicaciones de tal incremento de la oferta sobre los actuales productores de fertilizantes compuestos o sobre la rentabilidad misma del proyecto, durante los años en que el aumento tan drástico de capacidad diera por resultado un excedente general de capacidad, por supuesto, si aquel tomara lugar durante los próximos 10 ó 12 años. Para el efecto, las posibilidades y las condiciones de una eventual exportación de excedentes tendrían que ser involucradas dentro del modelo.

Las tasas internas de retorno estimadas para esta última alternativa fueron bastante superiores a las de la alternativa de solamente 50.000 toneladas anuales de P205, pero el conjunto de condiciones supuestas para obtener dicha estimación configura una coincidencia de circunstancias extremadamente optimistas y que, en dicho sentido, empaña la claridad de la evaluación que debe acompañar a la decisión de arriesgar un monto estimado entre los US\$ 150 millones\* y los US\$ 300 millones\*\*, es

\* Costo de capital, según planta propuesta, en el informe de Zellars Williams Inc., sin incluir tierra, ni estudios, ni infraestructura.

\*\* Inversión de capital según la síntesis del proyecto realizada por Ecominas (US\$ 258 de 1981).



decir, una de las inversiones más cuantiosas que realizaría el país en toda su historia en una empresa individual, tanto a nivel privado como público. En efecto, como se indicó anteriormente, las condiciones básicas supuestas para la evaluación excluyen los costos de estudios y exploración, las regalías, los costos de infraestructura por fuera de la mina, el costo de la tierra y los impuestos, y además suponen un incremento de aproximadamente 50% en los precios de los fertilizantes, en términos reales. Con este conjunto abiertamente optimista de supuestos, la tasa bruta interna de retorno (sin descontar costos financieros) se estimó entre 26,1% y 27,5%. Pero, suponiendo que en lugar de subir aproximadamente 50% los precios aumentarían "solamente" 30% en términos reales la tasa de retorno se reduciría a 19,9%. Lamentablemente, el estudio no muestra lo que ocurriría en el caso que ortodoxamente se considera en los análisis de factibilidad como más probable, es decir, el escenario de precios reales constantes o sea de ajuste uniforme con el índice de inflación. Tampoco realiza ningún análisis de sensibilidad para la eventualidad de una reducción en los precios reales que, aunque pueda considerarse improbable, es usual como una forma de establecer un margen de seguridad, particularmente en el



caso de proyectos muy costosos. Pero es evidente que, dada la sensibilidad observada de la TIR a las variaciones de los precios, aquella se desplomaría rápidamente en el caso de los escenarios menos optimistas antes señalados. Y, por supuesto, los resultados serían todavía más alejados de esas primeras cifras si tales escenarios de precios fuesen acompañados de los costos reales de regalías, impuestos, tierra y alguna infraestructura, aunque se dejara de lado el costo de los estudios realizados hasta el momento por considerarse nulo el costo de oportunidad de los mismos.

De todas maneras, los autores de esta evaluación del proyecto son conscientes de este sesgo extremado hacia los escenarios optimistas y, por ello, finalizan tratando de justificar el proyecto más por el lado de sus beneficios sociales que por su bondad económica, particularmente en lo referente a los efectos que produciría sobre la balanza de pagos la sustitución de importaciones de P205 para la producción de fertilizantes compuestos. Desafortunadamente, ni las circunstancias reales ni la forma como se adelantó este argumento parecen favorecer al proyecto. Con respecto al primer punto es necesario tener presente que, según datos de la Síntesis de Ecominas, 70% del valor del proyecto (o unos US\$ 200 millones de 1983), tendrían que ser financiados mediante créditos que serían de origen



externo. Un cálculo rápido indica que, en promedio, el servicio anual de esta deuda podría ascender a US\$ 20 millones, durante la vida útil del proyecto, que sería de 18 ó máximo 20 años. Por otra parte, el estudio de evaluación cita muy rápidamente un ahorro anual por sustitución de importaciones de unos US\$ 15 millones, tomándolo como argumento definitivo y olvidándose de los efectos del servicio de la deuda sobre la Balanza de Pagos. Como en la mayor parte de los proyectos mineros, por su misma naturaleza, los indicadores sobre generación de empleo no alcanzan a constituir un argumento con suficiente peso específico para modificar los resultados de los restantes indicadores. Con 663 empleos directamente generados, y una inversión entre US\$ 150 y US\$ 300 millones, la inversión por trabajador fluctuaría entre \$ 25 millones y \$ 50 millones, frente a coeficientes de menos de \$ 1 millón en muchas otras actividades de la economía nacional.

A grandes rasgos, las principales circunstancias que han contribuido a disminuir las ventajas inicialmente previstas para el proyecto de Pesca han sido las siguientes: i) las reservas de roca, consideradas como probadas, se habían situado en el equivalente de 1,2 millones de toneladas de P205, las cuales serían suficientes para un proyecto con una vida útil de apenas



12 años, al quedar descartado por abiertamente antieconómico el proyecto con una escala de 50.000 toneladas anuales de P205. Más recientemente, estas reservas han sido consideradas como "probables" y se ha descartado técnica-económicamente la posibilidad de industrializar la roca de zonas aledañas (Iza), de las que inicialmente se creyó que podrían agregarse a las de Pesca como parte del mismo proyecto. Claro está que las reservas clasificadas como "posibles" permitirían extender el proyecto hasta el límite de los 18 ó 20 años, que se considera el mínimo para justificarlo económicamente, pero el margen tan estrecho que queda de seguridad, la relativamente corta vida del mismo, así como el cambio de perspectiva que esto implica sobre los supuestos iniciales, han contribuido al desarrollo de una mayor cautela frente al proyecto; ii) la conformación del yacimiento implica la explotación subterránea, más costosa que a tajo abierto, entre otras razones, por los menores niveles de recuperación; iii) los tenores estimados de la roca, entre 18% y 19% en promedio, frente a entre 30% y 34% de la importada, así como su composición química, que implica algunos procesamientos y costos adicionales, como el lavado de la misma y, en general, procesos más intensivos de concentración, determinan un proceso relativamente menos





eficiente que el de plantas extranjeras que determinan, aunque sea indirectamente, los precios de referencia para el producto obtenido; iv) los altos costos de transporte para altos volúmenes de materias primas que aparte de la roca fosfórica, serían todas importadas y tendrían que ser transportadas desde la Costa Norte del país hasta el centro del mismo, con un costo por tonelada (aproximadamente US\$ 45) que casi triplica el costo por toneladas desde los puertos exportadores del Golfo de México a los puertos de la Costa Norte colombiana (aprox. US\$ 16).\* Estas circunstancias, conectadas con el riesgo de que para salvar una cuantiosa inversión el país deba ver en el futuro sensiblemente aumentados los precios de unos productos que son básicos para el desarrollo del sector agropecuario y la determinación del costo de vida, o incurrir en importantes subsidios no cuantificados hasta el momento, parecen conducir a la necesidad de contemplar alternativas de distinta naturaleza y envergadura para el yacimiento de Pesca, con indicios más

\* Otro supuesto optimista del estudio de factibilidad es el de que el transporte de las materias primas desde los puertos hasta Tunja se realizaría por ferrocarril a una tarifa 40% menor que la carretable, para lo cual se supone que los Ferrocarriles Nacionales tendrían resueltos sus problemas para la época de operación del proyecto, sin ajustar sus tarifas reales.

La importancia de este supuesto puede palpase teniendo en cuenta que la diferencia entre los costos de transporte por carretera y por ferrocarril ascenderían aproximadamente a \$ 1.175 por tonelada de producto final, o aproximadamente 6% del precio actual del producto final.



firμες de rentabilidad económica y social, es decir, con menores riesgos de mala utilización de un factor de producción que, como el capital, tiene un costo de oportunidad muy alto en las actuales circunstancias de la economía colombiana.

CONSORCIO



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS



81.

2. P O T A S I O



INDICE

	Pág.
1. Introducción. . . . .	84
2. Consumo Interno de $K_2O$ . . . . .	85
2.1. Consumo Histórico Interno de $K_2O$ para la producción de fertilizantes.. . . .	85
2.2. Consumo de $K_2O$ por cultivos y regiones. . . . .	88
2.3. Consumo de $K_2O$ en otros usos. Exportación y consumo neto total de $K_2O$ . . . . .	91
3. Importaciones y precios del potasio. . . . .	93
4. La demanda interna futura de $K_2O$ . . . . .	99
4.1. Revisión proyecciones. . . . .	99
4.2. Estimación de la demanda futura del $k_2O$ . . . . .	101
5. Regionalización de la demanda futura de $K_2O$ . . . . .	103
5.1. Consideraciones metodológicas . . . . .	103
5.2. Tendencias de la distribución regional de la demanda	104
6. La demanda total futura de $K_2O$ y su efecto en la balanza de pagos . . . . .	111



INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>	<u>Pág.</u>
1. Consumo efectivo y recomendaciones del ICA del consumo de $K_2O$ por cultivo, Colombia 1982. . . . .	86
2. Consumo de $K_2O$ para la producción de fertilizantes. - 1970-82. . . . .	87
3. Consumo de $K_2O$ por cultivos y por departamentos. 1982	89
4. Exportaciones de $K_2O$ 1977-83. . . . .	93
5. Importaciones de productos potásicos 1970-83. . . . .	94
6. Precio del cloruro de potasio 1970-83. . . . .	95
7. Demandas futuras de $K_2O$ para fertilizantes. 1985-2005	102
7.A Consumo de $K_2O$ según cultivos y regiones. 1982. . . . .	105
8. Consumo de $K_2O$ según cultivos y regiones. 2000. . . . .	106
Gráfico No. 1 - Consumo de $K_2O$ en Colombia. 1982 . . . . .	107
Gráfico No. 2 - Consumo de $K_2O$ en Colombia. 2000 . . . . .	108
9. Regionalización de la demanda futura de $K_2O$ (%). 1982 y 2.000. . . . .	109
10. Demanda futura de $K_2O$ en otros usos y Demanda futura total. . . . .	111



POTASIO1. Introducción.

El potasio, como el fósforo, tiene múltiples usos industriales, en la producción de fármacos, explosivos, vidrio, jabones, en los procesos metalúrgicos, químicos, fotográficos, de conservación de alimentos, etc. Sin embargo, igual que en el fósforo, estos usos son muy subsidiarios en términos de las cantidades consumidas, correspondiendo el papel fundamental, en este sentido, a la industria de fertilizantes. De esta manera, un solo producto como es el cloruro de potasio constituye en Colombia, según la información disponible, casi el 90 % del consumo industrial de derivados potásicos y, a su vez, 99 % de dicho producto es consumido por la industria de fertilizantes. El segundo producto en importancia, que es el sulfato de potasio y que concentra otro 9 % del consumo total, es consumido a su turno, totalmente por la industria de fertilizantes.

Junto con el nitrógeno y el fósforo, forma la tríada de elementos más importantes en la nutrición vegetal, por lo cual suele describirse como un macronutriente. Cumple funciones esenciales en la planta con relación al metabolismo de los carbohidratos y proteínas, el contenido de agua, el control de la transpiración, la fotosíntesis y la regulación de diversos elementos minerales. Además, actúa como cofactor enzimático. La deficiencia de potasio en las plantas da lugar a diversas anomalías, como una menor tasa de fotosíntesis, menor crecimiento, muerte prematura de las hojas, maduración tardía y mayor sensibilidad a diverso tipo de enfermedades. Por ejemplo, la deficiencia de potasio da lugar a bajos contenidos de almidón, huecos en el centro y calor anormal en la



papa y otros tubérculos; en los tomates produce caídas prematuras y escasa coloración; afecta negativamente la fermentación de la cebada y el aroma del tabaco; reduce la acidez en los cítricos, el contenido de aceite en las oleoginosas y la calidad y capacidad de producción del café. Por estas razones, su aplicación controlada forma parte integral (junto con la del fósforo y el nitrógeno) de los procesos de modernización y mayor productividad de la agricultura. Aunque en Colombia se ha progresado notablemente durante las últimas décadas sobre este punto, particularmente en los casos del café, papa y el banano, todavía queda una tarea muy vasta por realizar en esta dirección, lo cual puede llegar a constituir una fuente de crecimiento muy dinámica del consumo de potasio en el país, durante las próximas décadas, tal como lo sugiere el Cuadro No. 1.

## 2. Consumo Interno de K<sub>2</sub>O.

### 2.1. Consumo Histórico Interno de K<sub>2</sub>O para la Producción de Fertilizantes.

A diferencia del caso del fósforo, en el cual la producción nacional constituye casi la totalidad de la oferta de los fertilizantes simples, tanto los fertilizantes potásicos simples como los compuestos son en su totalidad de origen importado, ya que la oferta interna de potasio es prácticamente inexistente. Por esta razón, no tiene mucha relevancia adelantar un análisis separado del consumo histórico de los fertilizantes potásicos simples y de los compuestos. Por otra parte, la diferencia entre éstos, tiene que ver más con su forma de adquisición por parte de los agricultores que con



Cuadro No. 1

CONSUMO EFECTIVO Y RECOMENDACIONES DEL ICA DEL CONSUMO

DE K<sub>2</sub>O POR CULTIVOS. COLOMBIA, 1982

(Kgrs / Ha. / año)

<u>Cultivos</u>	<u>Consumo Efectivo</u>	<u>Recomendaciones*</u>
Café	100,7 <u>1/</u>	240 **
Papa	223,9	150-300
Arroz	15,5	20-75
Caña Azúcar	25,8	40-60
Caña Panelera	22,1	40-60
Banano	316,5	430 ***
Algodón	11,1	20-75
Cebada	28,6	50-100
Hortalizas	9,2	75,150
Maíz	2,2	25-100
Sorgo	3,0	25-75
Cacao	6,5	25-100
Frijol	7,1	25-50

\* Las cifras señalan el rango en que fluctúa la recomendación del ICA de acuerdo a las características específicas del suelo en las diversas regiones del país.

\*\* Para cafetos en fase de producción y de 2.500-10.000 plantas/Há. (Fedecafé).

\*\*\* Mejía, Millán y Perry, Estudio sobre Transporte y Distribución de Fertilizantes en Colombia. 1983. Cuadro F.4.

1/ En el área tecnificada, la que representa 27 % del área total y 51% de la producción.

Fuentes: Recomendaciones y Consumo Total. ICA: "La Fertilidad de los Suelos Colombianos y las necesidades de Fertilizantes". Tibaitatá, 1982. y Fedecafé. Hectáreas Cultivadas por productos, Opsa: Cifras del sector Agropecuario.

- Consumo Efectivo: Cálculos IEC. A partir de Opsa-Abocol, "Uso de



Cuadro No. 2

CONSUMO DE K<sub>2</sub>O PARA LA PRODUCCION DE FERTILIZANTES

COLOMBIA 1970-1982

<u>Año</u>	<u>Fertilizantes NPK 1/</u>	<u>% 2/</u>	<u>Fertilizantes Simples 3/</u>	<u>% 2/</u>	<u>Total 4/</u>
1970	31.706	100,0	-	-	31.706
1971	38.631	91,4	3.634	8,6	42.265
1972	36.281	89,6	4.197	10,4	40.478
1973	51.351	83,6	10.055	16,4	61.406
1974	51.778	100,0	-	-	51.778
1975	22.184	55,6	17.718	44,4	39.902
1976	21.600	42,7	29.002	57,3	50.602
1977	42.330	67,8	20.123	32,2	62.453
1978	63.914	82,3	13.786	17,7	77.700
1979	60.422	72,1	23.378	27,9	83.800
1980	50.493	73,2	18.507	26,8	69.000
1981	60.556	81,2	14.044	18,8	74.600
1982	56.478	74,5	19.322	25,5	75.800

1/ ICA, División Insumos Agrícolas.

2/ % dentro del total de cada año.

3/ Diferencia entre NPK y total.

4/ Monómeros Colombo-Venezolanos, Abocol, OPSA. (Aunque relativamente, pequeñas, existen diferencias entre las cifras del total directamente reportadas por los productores y los consolidados del ICA, tendiendo a ser mayores en el total las de los primeros. Para evitar posibilidades de subregistros se ha preferido la serie de éstos, aunque en algunos pocos años la cifra del ICA es mayor. En estos casos se ha tomado la del ICA. Como resultado, las diferencias también se reflejan en la serie derivada de fertilizantes potásicos simples).





la constitución de los productos como tales, ya que en la mayoría de los casos el mismo derivado se puede utilizar como simple o como parte de un compuesto. De todas maneras, el Cuadro No. 2 muestra el consumo histórico interno de  $K_2O$  (Oxido de Potasio) tanto en términos de fertilizantes compuesto N-P-K como en términos de fertilizantes simples (productos derivados del potasio, como el cloruro de potasio y el sulfato de potasio, que en vez de aplicarse mezclados con productos derivados del fósforo y el nitrógeno en fertilizantes N-P-K, se aplican directamente o sin mezcla previa en un centro de procesamiento).

Ajustando el consumo total de  $K_2O$  a una línea de tendencia (coef. corre. = 0.86) se encuentra, para el período 1970-1983, una tasa acumulativa anual de crecimiento de 7 %. Si el año atípico de 1973 es excluido de la serie, por las razones ya anotadas en la sección correspondiente a Fosfatos, el ajuste mejora, aunque no muy notablemente (coef. corr. = 0.90) y la tasa de crecimiento aumenta a 8 %.

Aunque con algunas reservas en cuanto a la exactitud de las cifras en lo referente a la distribución de este consumo entre simples y compuestos, debido a divergencias entre las fuentes, sobresale el hecho de que la participación de los simples ha tendido a girar alrededor del 25 % durante el último lustro.

## 2.2. Consumo de $K_2O$ por Cultivos y por Regiones.

Como se observa en el Cuadro No. 3, solo 4 productos concentran 80 % del consumo de  $K_2O$  en la país. Entre éstos, el café constitu-



Cuadro No. 3

## CONSUMO DE K2O5 POR CULTIVO Y POR DEPARTAMENTO 1982

(toneladas)

Región	Depto.	Café	Papa	Arroz	Banano	Mafz	C a ñ a Panela	1/ Azúcar	Algodón	Cebada 2/	Trigo	Cacao	Frijol	Sorgo	Tabaco	Otros	Total	Total sin Incluír otros productos	Distr. Reg %
	Atlántico	-	-	-	-	6.4	3.5	-	14.4	-	-	-	-	11.2	-	5.3	40.8	35.5	0,1
1	Magdalena	-	14.8	167.5	390	24.8	-	-	60.3	-	-	12.0	-	19.2	67.2	58.3	814.1	755,8	1,1
	Guaajira	-	-	80.4	-	4.8	-	-	-	-	-	-	-	14.4	20.4	10.6	130.6	120,0	0,2
	César	33	-	1.038.5	-	32.8	3.5	18.6	487.8	-	-	1.2	18.0	116.0	9.0	132.5	1.890.9	1.758,4	2,5
	Córdoba	-	-	187.6	-	76.8	3.5	-	52.2	-	-	4.2	-	39.0	-	26.5	389.8	363,3	0,5
	Sucre	-	-	140.7	-	13.6	-	-	55.8	-	-	1.2	-	22.4	43.8	21.2	298.7	277,5	0,4
	Bolívar	-	-	167.5	-	24.0	10.6	-	52.2	-	-	1.2	-	15.2	51.6	26.6	348.8	322,3	0,5
2	No. Santander	198	310.8	201.0	-	16.8	89.0	-	-	12.1	27.6	-	-	1.6	-	63.6	920.5	856,9	1,2
	Santander	693	296.0	234.5	-	40.0	203.0	-	-	0.6	129.6	24.6	-	6.4	317.4	137.8	2.082.9	1.945,1	2,6
3	Cundinamarca	1.485	4.795.2	87.1	-	100.0	263.0	-	10.8	332.3	50.2	15.0	36.0	36.8	-	540.6	7.752.0	7.211,4	10,2
	Boyacá	-	5.194.8	6.7	-	32.0	85.0	-	-	252.7	78.0	9.0	42.0	3.2	-	429.3	6.132.7	5.703,4	8,1
	Meta	-	-	1.232.8	-	32.1	-	-	4.5	-	-	37.8	-	46.4	0.6	100.7	1.454.0	1.353,3	1,9
4	Tolima	3.102	547.6	1.561.1	-	18.4	60.0	-	99.0	-	-	28.8	17.4	171.2	43.8	424.0	6.073.3	5.649,3	8,0
	Huila	1.914	59.2	716.9	-	6.4	112.0	-	3.6	-	-	65.4	112.2	42.4	5.4	227.9	3.265.4	3.037,5	4,3
	Antioquia	6.567	1.184.0	107.2	-	133.6	410.0	-	-	-	-	48.6	193.2	4.0	-	651.9	9.298.9	8.647,0	12,3
5	Caldas	6.798	281.2	13.4	-	5.6	48.0	-	-	-	-	30.6	-	8.8	-	540.6	7.726.2	7.185,6	10,2
	Risaralda	4.191	-	-	-	13.6	37.0	156.4	-	-	-	4.2	-	3.2	-	333.9	4.739.3	4.405,4	6,3
	Quindío	4.323	59.2	-	-	1.6	7.0	-	-	-	-	3.0	-	2.4	-	328.6	4.724.8	4.396,2	6,2
	Valle	3.069	59.2	167.5	-	66.4	146.0	2.669.4	57.6	-	1.1	15.0	33.6	225.6	40.8	492.9	7.044.1	6.551,2	9,3
6	Nariño	231	1.746.4	-	-	55.2	162.0	-	-	139.0	134.0	58.2	80.4	-	-	196.1	2.802.3	2.606,2	3,7
	Cauca	396	251.6	60.3	-	30.4	103.0	878.6	-	-	-	18.0	30.0	8.8	-	132.5	1.909.2	1.776,7	2,5
7	Otros	-	-	530.0	4.810	65.6	30.9	-	1.8	-	-	89.4	12.6	1.8	-	418.7	5.960.8	5.542,1	7,9
	TOTAL	33.000	14.800.0	6.700.0	5.200	800.0	5.500	900.0	724.0	276.0	600	600	800	600	5.300	75.800	70.500	100 %	
	Porcentajes	43,5	19,5	8,8	6,9	1,1	7,3	1,2	0,9	0,4	0,8	0,8	1,1	0,8	6,9	100,0			

Notas: 1/ El dato para la caña no estaba dividido entre panelera y de azúcar, así que se tomó la proporción de cada una en el total de ambas en 1980.

2/ En el caso del trigo y la cebada también se utilizó el procedimiento anterior.

Fuente: Producción por departamentos, Min-Agricultura "Cifras Agropecuarias" 1978-83.  
Consumo de K20 por cultivos, ABOCOL-OPSA "Uso de Fertilizantes en Colombia". 1983. Cálculos IEC.



ye con casi 45 % del total, la papa con 20 % y el arroz y el banano con otro 16 %. Dado que la demanda mundial de café crece a una tasa aproximada de solamente 1 % al año, y que se estima que la de papa crecerá a una tasa de aproximadamente solo 2 % al año durante las dos próximas décadas\*, aparte del hecho de que, según muestra el Cuadro No. 1, este producto presenta ya aplicaciones del K<sub>2</sub>O que están dentro de los límites de las recomendaciones técnicas del ICA, lo más probable es que la dinámica del crecimiento futuro del consumo de K<sub>2</sub>O radique no tanto en la expansión de los principales cultivos que lo demandan como en su mayor modernización, particularmente en el caso del café, el arroz y los consumidores menores.

En términos regionales, resulta claro que la región 5, constituida por los departamentos cafeteros, en la zona centro-occidental del país, es la más importante, concentrando más de una tercera parte del consumo total. Entre ésta y la región 3, del centro del país, concentran más del 55 % y, finalmente, las dos anteriores más la región 6, del Suroeste concentran más del 70 % del consumo total de K<sub>2</sub>O. Por otra parte, las regiones más próximas a la Costa Atlántica ( 1 y 2 ) sobre la cual se encuentran actualmente localizadas las plantas de producción de fertilizantes compuestos, no alcanzan a llegar a 10 % del consumo total. Para mayor claridad, esta distribución regional se muestra en el Mapa No. 1.

-----  
\* Según Cuadro No. , del Apéndice Metodológico.



### 2.3. Consumo de $K_2O$ en Otros Usos. Exportación y Consumo Neto Total de $K_2O$ .

Como ya se indicó en la Introducción, según la información disponible sobre la importación de productos potásicos y su utilización, la fracción de  $K_2O$  que se aplica en el país a fines diferentes de la industria de fertilizantes es prácticamente despreciable. Según los estudios del ICA, particularmente "Producción y Comercialización de Fertilizantes" e "Importación, Producción, Ventas y Existencias de Fertilizantes en Colombia 1981 - 1982", entre 1975 y 1982 el cloruro de potasio y el sulfato de potasio concentraron 90 % y 9 %, respectivamente, del tonelaje total importado de productos potásicos. (El 1 % restante corresponde en su mayoría al nitrato de potasio). De otro lado, según Abocol, 99 % del cloruro de potasio es utilizado por la industria de fertilizantes, y según estudios del Pacto Andino, particularmente "La Industria Química y Petroquímica en el Area Andina, 1980", prácticamente la totalidad del Sulfato de Potasio se destina en el área Andina a la industria de fertilizantes. El promedio anual de importaciones entre 1975 y 1982 fué de 104.000 toneladas para el cloruro de Potasio y de 6.000 toneladas para el sulfato de Potasio, según los estudios citados del ICA. De ésto se desprende que las importaciones para el resto de las múltiples aplicaciones industriales del potasio deben ser en términos de tonelaje una cifra prácticamente irrelevante.

De todas maneras, y con el propósito de evitar en lo posible un subregistro significativo en el consumo de  $K_2O$  para otros usos, se investigó la información primaria del DANE sobre el consumo de



materias primas por parte de la industria manufacturera. De acuerdo a tales cifras y a los usos antes indicados para el cloruro y el sulfato de potasio, se encontró que entre 1972 y 1982 el consumo de productos potásicos por la industria de fertilizantes fué 97 % del consumo intermedio total sin variaciones significativas de año a año. Esto corrobora lo antes señalado, sobre todo si se tiene presente que las cifras del DANE presentan un sobregistro significativo del cloruro y el sulfato de potasio, que se destinan prácticamente en su totalidad a la producción de fertilizantes. Aplicando tal proporción a las cifras del Cuadro No. 2, se obtiene que el consumo anual para otros usos giraría alrededor de unas 2.200 toneladas al comenzar los años ochenta, y el consumo total, sumando todos los usos, sería del orden de unos 78.000 toneladas en 1982 (o de unas 75.000 anuales tomando el promedio del período 1980-82).

Por otra parte, las exportaciones colombianas de  $K_2O$  (o, más precisamente, reexportaciones) también tiendan a ser irrelevantes en términos cuantitativos, reforzando esta circunstancia su carácter más bien esporádico, que toma lugar principalmente, a manera de exportación de pequeños excedentes de fertilizantes compuestos. Utilizando información de Monómeros C.V., Abocol y DANE (Anuarios del Comercio Exterior) fué posible construir la serie de exportaciones que muestra el Cuadro No. 4

Cuadro No. 4

EXPORTACIONES COLOMBIANAS DE K<sub>2</sub>O

(Toneladas)

	<u>Fertilizantes</u>	<u>Otras</u>	<u>Total</u>
1977	3.030	0,09	3.030
1978	168	9,9	178
1979	1.140	27,2	1.167
1980	1.200	-	1.200
1981	1.500	-	1.500
1982	- o -	-	- o -
1983	2.376	N.D.	2.376

Como se ve, el promedio anual durante el período considerado apenas llega a 1.350 toneladas, equivalentes a sólo 1,8 % de la producción total anteriormente indicada. De acuerdo con esto, el consumo interno neto total, contabilizando todos los usos y descontando las re-exportaciones ascendería a unas 75.624 toneladas en 1982, o unas 74.000 anuales en promedio desde comienzos de los años ochenta.

### 3. Importaciones y Precios del Potasio.

En términos de cantidades físicas y crecimiento, la dinámica de las importaciones de K<sub>2</sub>O coincide enteramente con la del consumo nacional, descrita en las secciones 2.1. y 2.3, ya que las fuentes internas de oferta



Cuadro No. 5

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS POTASICOS
Millones de US \$ VALORES C.I.F.

<u>Año</u>	<u>Importaciones (US \$ corrientes)</u>	<u>Importaciones US \$ constantes de 1967)</u>	<u>Importaciones (en términos reales)</u>
1970	3,7	3,3	
1971	3,9	3,4	
1972	4,6	3,8	
1973	5,9	4,4	
1974	7,8	4,9	
1975	10,5	6,0	
1976	2,3	1,3	
1977	8,8	4,5	
1978	12,4	5,9	
1979	8,8	3,7	
1980	17,2	6,9	
1981	16,3	6,4	
1982	20,7	8,1	
1983	14,6	5,7	

1/ Deflectado por el índice de precios al por mayor de EEUU 1967=100

Fuente: DANE, Anuarios de Comercio Exterior; Revista del Banco de la República, Cálculos IEC.



Cuadro No. 6

PRECIO DEL CLORURO DE POTASIO

(US \$ / tonelada)

<u>Año</u>	<u>U.S.\$ Corrientes 1/</u>	<u>U.S. \$ Constantes de 1981</u>
1970	31,5	98,7
1971	32,5	93,9
1972	33,5	88,2
1973	42,5	93,6
1974	60,5	107,7
1975	81,3	126,2
1976	55,0	84,0
1977	51,0	71,7
1978	56,4	67,0
1979	76,7	81,5
1980	115,7	111,7
1981	112,4	112,4
1982	89,2	88,6
1983	81,0	79,9

1/: 1970-1981. Fob, Bulk, Vancouver, 1982-83: Fob, Golfo de México.

Fuente: 1970-1981. World Bank, "Price Prospects For Major Primary Commodities, Fertilizers", 1982.

1982-1983. Green Markets.



son inexistentes en la actualidad. En términos de valores, el Cuadro No. 5 resume la información pertinente. Como se observa, el promedio anual de importaciones de  $K_2O$  se sitúa alrededor de los US \$ 17 millones corrientes durante los últimos años. Ajustando la serie a una línea de tendencia, se encuentra que la tasa anual acumulativa de crecimiento ha sido de 16.9 % (coef. corr = 0.85) en dólares corrientes y 5.9 % (coef. corr = 0.63) en dólares de poder adquisitivo constante. Esta última cifra, comparada con la de 6.9 % o 7 % encontrada para el crecimiento de las importaciones (consumo) en términos físicos (sección 2.1.), indica que, en el largo plazo, los precios del potasio han crecido fundamentalmente como resultado del aumento general de precios (inflación) y no como consecuencia de incrementos en sus precios relativos. En efecto, tal como muestra el Cuadro No. 6, si se dejan de lado las bruscas oscilaciones de corto plazo, que suelen acompañar a las fases ascendentes del ciclo económico, el precio real del potasio presenta una notable estabilidad y aún una leve tendencia a declinar. Esta tendencia es aún más notario si se tiene en cuenta que, en dólares constantes de 1981, el precio del cloruro de potasio se mantuvo entre 1955 y 1965 por encima del nivel de los US \$ 100.

Claro está, y por las razones señaladas en la parte referente a fosfatos, que los precios de los fertilizantes, como los de otras materias primas, son extremadamente inestables y sensibles a las variaciones de los niveles agrupados de actividad económica en el período corto. Esto explica las significativas fluctuaciones que se observan para la serie durante algunos años, particularmente 1974-1975 y 1980-1981, que, sin duda alguna, volverán a presentarse en



el futuro aunque la tendencia de largo plazo sea hacia una relativa estabilidad. El Banco Mundial espera que en la década de los noventa el precio del cloruro de potasio se mantenga dentro de los límites tradicionales, quizás en el nivel de los US \$ 110 (de 1981), es decir, un nivel similar al que predominó durante la primera mitad de los años sesenta y un 10 % mayor al que rigió durante los primeros años setenta, antes de la crisis del petróleo.

Las reservas mundiales de potasio están extremadamente concentradas, estimándose que a Canadá corresponden el 75 % de las reservas probadas\*, 15 % a la URSS\* y 3 % a U.S.A.\*\*. En América Latina solamente Chile es productor y ello en muy pequeña escala (alrededor de 15.000 toneladas / año equivalentes de  $K_2O$ ). Más recientemente, Brasil entrará como productor en la segunda mitad de los años ochenta, con una capacidad equivalente de 300.000 toneladas/año de  $K_2O$ . El proyecto mexicano de 50.000 toneladas equivalentes de  $K_2O$  se ha retrasado sustancialmente y probablemente sólo entre a operar en los años noventa. No obstante, los 12.000 millones de toneladas equivalentes a  $K_2O$  actualmente registradas como reservas mundiales son suficientes para 70 años de consumo, creciendo éste a una tasa anual acumulativa de 5 % \*\*\*. Por otra parte, los recursos mundiales identificados de potasio equivalen a 10 veces las reservas probadas. Para el período comprendido entre 1988, el grupo de trabajo FAO-ONUDI-Banco Mundial ha previsto un excedente anual de la capacidad de suministro sobre la demanda mundial algo mayor al

\* World Bank, Prece Prospects for Major Primary Commodities, 1982.

\*\* Commodity Yearbook, 1982.

\*\*\* Price Prospects..., 1982.



5 % de esta última. De la misma manera, ha estimado que entre 1985 y 1993 la demanda mundial crecerá a una tasa anual acumulativa próxima a 4 %. Para América Latina la cifra correspondiente se estima en 5.3 %. (Situación y Perspectivas de los Fertilizantes en el Mundo, Roma 1983). Este marco general confirma las apreciaciones antes enunciadas sobre las perspectivas de los precios.

La producción mundial, aunque muy concentrada, no lo es tan acentuadamente como las reservas. Sin incluir los proyectos de Brasil, México, Jordania y Tailandia, existen 13 países productores. Entre éstos, Canadá contribuye con 27 %, la URSS con 27 %, las dos Alemanias con 22 %, USA con 9 % y Francia con 6.9 %\*. Productores menores son Israel, España, Italia, Reino Unido, China, Congo y Chile. El ingreso de los países en vía de desarrollo a la producción de potasio ha sido particularmente tardío. Fuera de Chile y Congo no existen otros productores. Solamente en la Segunda mitad de los años ochenta y comienzos de los noventa entrarán en operación los 4 proyectos arriba mencionados, mereciendo particular interés, tanto por su dimensión como por su vecindad, el de Brasil. Como bien lo señaló la monografía respectiva del área técnica sobre inventario minero, la situación colombiana se caracteriza por la "indigencia de las reservas conocidas". De otro lado, la producción de cloruro de potasio a partir de salmuera en las Salinas de Manure, aunque técnicamente factible, requeriría por lo menos de un actualizado estudio de prefactibilidad económica. (Véase Área Técnica, Estudios de Inventario Minero, Potasio).

\* Commodity Yearbook, 1983.





#### 4. La Demanda Interna Futura de K<sub>2</sub>O.

##### 4.1. Revisión de Proyecciones.

La proyección existente más actualizada sobre el consumo futuro de potasio es la del "Estudio Sobre Transporte y Distribución de Fertilizantes en Colombia", por Mejía, Millán y Perry Ltda. para el Banco Mundial y el Ministerio de Agricultura, terminado en 1984\*. La estimación presenta 2 alternativas\*\*. La alternativa alta (A) parte de un consumo de potasio equivalente a 114.350 toneladas de K<sub>2</sub>O en 1985, para alcanzar 222.383 toneladas en el año 2.000, con una tasa acumulativa anual media de 4,5 %. La alternativa B parte de un consumo equivalente a 110.067 toneladas de K<sub>2</sub>O en 1985, para alcanzar 197.282 toneladas en el año 2.000, con una tasa acumulativa anual media de 4 %. Como se ve, las tasas de crecimiento no podrían considerarse excesivas, particularmente cuando se comparan con la tasa históricamente observada durante los últimos 15 años de 7 %. (Véase Sección 2.1). No obstante, la base utilizada para las proyecciones, que es el consumo correspondiente a 1985, a todas luces parece adolecer de una notable sobrevaluación. En efecto, el consumo de 1982 no alcanzó las 76.000 toneladas y, de acuerdo con las cifras de la Caja Agraria, el consumo de fertilizantes creció

-----  
\* Los comentarios sobre la metodología utilizada fueron presentados en la sección 4.1. de la parte correspondiente a fosfatos y, por ello, no serán repetidos aquí.

\*\* Cuadro 1.7. del estudio citado.



en Colombia durante 1983 en sólo 2.5 % aproximadamente. Aunque 1984 fué un año de leve recuperación económica, con el PIB creciendo 3 % de acuerdo a los últimos estimativos, ciertamente el crecimiento del sector agrícola se mantuvo dentro de límites moderados y similares a los del PIB total, según declaraciones de representantes gremiales sobre las expectativas y el comportamiento de la producción agrícola. Con estos antecedentes y un crecimiento del consumo de fertilizantes en 1984 que doblara al de 1983, en gracia de discusión, y que recuperara en 1985 la gran dinámica observada durante la última década, es decir, el consumo de K<sub>2</sub>O creciera en 7 % durante este año, se alcanzaría durante el mismo un consumo total de potasio equivalente a unas 87.000 toneladas de K<sub>2</sub>O. La alternativa más baja del estudio comentado se sitúa 26.5 % por encima de esta cifra, mientras que la más alta lo hace un 31 %, para una sobrevaluación absoluta que fluctuaría entre 23.000 y 27.000 toneladas de K<sub>2</sub>O. Naturalmente, el margen absoluto de sobrevaluación aumenta al ritmo del interés compuesto durante el período de la proyección.

Si a la base más realista de 87.000 toneladas para 1985 se aplican las tasas de crecimiento deducidas por el mismo estudio, se encontraría un consumo equivalente de 168.000 y 157.000 toneladas de K<sub>2</sub>O en el año 2.000, para las alternativas A y B respectivamente. La diferencia absoluta con las proyecciones iniciales sería de 54.000 toneladas en el primer caso y de 40.000 toneladas en el último.



#### 4.2. Estimación de la Demanda Futura de K<sub>2</sub>O.

Desafortunadamente, no existen para el caso del potasio suficientes estudios sobre aplicaciones y rendimientos por cultivos en Colombia que permitan utilizar directamente la misma metodología de estimación utilizada en el caso de los fosfatos. Sin embargo, dicha metodología (Veáse Apéndice metodológico) es aplicable de manera indirecta, si se tiene en cuenta el estrecho grado de asociación existente entre el consumo de K<sub>2</sub>O y el consumo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para fertilizantes en el país. En efecto, después de diversas pruebas econométricas se encontró un excelente ajuste de tipo lineal entre estas dos variables para el período 1963-1983, sobre las series anuales de Monómeros Colombo-Venezolanos. Con un coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) de 0.9018 un coeficiente de correlación (R) de 0.9496 y un error standar de 7.041.8, la ecuación resultante fué:

$$F(x) = - 26.245,8 + 1,18703 x$$

donde F (x) = toneladas consumidas de K<sub>2</sub>O

x = toneladas consumidas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Aplicando las estimaciones del consumo futuro de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (cuadro No. 13, Fosfatos) a la ecuación descrita, se obtiene el cuadro No. 7

Cuadro No. 7

DEMANDA FUTURA DE K<sub>2</sub>O PARA FERTILIZANTES
COLOMBIA 1985-2.005

(miles de toneladas)

Escenario	1985	1990	1995	2.000	2.005	Tasa media de crecimiento Anual 1985-2.005
BASE (2 M)	86,2	108,7	139,8	183,4	231,8	5,1 %
2A	87,5	112,9	147,5	196,4	252,3	5,4 %
1A	78,5	91,6	106,7	122,1	140,4	2,9 %
1M	76,8	88,2	101,1	114,2	129,5	2,6 %

Como se recordará (sección 4.2, Fosfatos), la alternativa 2 M, o escenario base, se considera como la más probable y corresponde al caso de un incremento en los rendimientos por hectárea de acuerdo a las tendencias observadas (2) y de un incremento en el ingreso nacional de acuerdo a su tendencia histórica de largo plazo (M). De otro lado, los escenarios 1 M y 1A basados en la hipótesis de un estancamiento de los rendimientos por hectárea (1), bajo dos alternativas de crecimiento del ingreso nacional, 4,5 % anual para M y 5.5 % para A, sólo tienen un propósito un análisis de sensibilidad de las proyecciones, para establecer un límite mínimo de seguridad, por debajo del cual es muy improbable que caigan las demandas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O. Así mismo, la alternativa 2 A corresponde a otro análisis de sensibilidad para el eventual caso de que el ingreso nacional crezca por encima de su tendencia de largo plazo.





## 5. Regionalización de la Demanda Futura de K<sub>2</sub>O.

### 5.1. Consideraciones Metodológicas.

Para la regionalización de la demanda futura de K<sub>2</sub>O se siguió una metodología semejante a la utilizada en el caso de los fosfatos. (Veáse Fosfatos, sección 5.1.) No obstante, fué necesario enfrentar una dificultad adicional, surgida de la ausencia de una relación explícita entre las aplicaciones marginales de K<sub>2</sub>O y el rendimiento marginal por cultivos, dificultad que no surgió en el caso de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> debido a la adecuada información que fué posible establecer a este respecto, y que aparece en los Cuadros del Apéndice sobre rendimientos futuros por cultivos y aplicaciones de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea por cultivo. Debido a esta circunstancia, fué necesario, en el caso del K<sub>2</sub>O, partir del escenario simplificador de que el avance en la aplicación de K<sub>2</sub>O ocurrirá en cada cultivo exclusivamente de acuerdo con la expansión en su producción\*. Aunque menos precisa que en el caso de los fosfatos, la regionalización resultante es útil en la medida en que indica los cambios regionales

---

\* Específicamente, se determinó para cada cultivo en 1982 el coeficiente de % en el consumo de K<sub>2</sub>O sobre % de la producción, dentro del conjunto de los 10 principales cultivos consumidores de potasio. Dicho coeficiente se aplicó posteriormente al % de la producción de cada cultivo en el año 2.000 y así se obtuvo su respectivo % en el consumo total de K<sub>2</sub>O. (La pequeña diferencia de 6,8 % entre la suma resultante y el total de K<sub>2</sub>O consumido, proyectado previamente, se distribuyó proporcionalmente). La expansión de la producción por cultivos y su método de estimación aparecen en el Apéndice Metodológico.





en el consumo de  $K_2O$  o surgidos (exclusivamente) de las variaciones en las demandas futuras de los diversos productos agrícolas. Como en el caso de los fosfatos, el ejercicio se realizó para los 10 principales cultivos consumidores del fertilizante que, en conjunto, concentran 92 % del consumo, lo cual los hace suficientemente significativos sobre el comportamiento del total.

#### 5.2. Tendencias de la Distribución Regional de la Demanda de $K_2O$ .

Los resultados de la regionalización se presentan en los Cuadros No. 7 y No. 8 y No. 9, y en los mapas 1 y 2. Es evidente que los diferenciales en las tasas de crecimiento de la demanda por los diferentes cultivos no son suficientes para producir cambios significativos en la estructura regional de la demanda de  $K_2O$ . Quizás, sólo merece comentario especial un leve desplazamiento relativo a favor de la región Atlántica y en detrimento de la cafetera, aunque debe subrayarse, una vez más, que en este resultado han jugado su papel únicamente las demandas por productos agrícolas sin tener en cuenta otros factores que podrían actuar compensatoriamente, como el amplio campo de modernización que enfrenta el sector cafetero, ya que su área tecnificada representa en la actualidad solamente 27 % del área cultivada y 51 % de la producción. De todas maneras, el resultado es demasiado leve como para exigir una rectificación mayor. En realidad, muy probablemente el café seguirá siendo el principal consumidor de  $K_2O$ , con una proporción muy próxima al 40 % de la demanda total. Esto implica que la región cafetera seguirá ocupando su lugar en primacía, en casi 40 % del mercado nacional de  $K_2O$ , para un equivalente, en términos absolutos, de unas

Cuadro No. 7 A

CONSUMO DE K<sub>2</sub>O SEGUN CULTIVOS Y REGIONES(Toneladas)  
1982

Región	Café	Papa	Arroz	Caña	Banano	Algodón	Cebada	Cacao	Maíz	Sorgo	Total	%
1	0,0011 36,3	0,001 14,8	0,266 1.782,2	0,0094 51,7	0,075 390	0,804 723,5		0,033 26,4	0,227 181,6	0,297 237,6	3.444,1	5,0
2	0,027 891,0	0,041 606,8	0,065 435,5	0,103 566,5				0,266 212,8	0,071 56,8	0,01 8,0	2.777,4	4,1
3	0,045 1485,0	0,675 9990,0	0,198 1326,6	0,123 676,5		0,0173 15,5	0,808 404	0,103 82,4	0,204 1.63,2	0,108 86,4	14.229,6	20,6
4	0,152 5.016	0,041 606,8	0,34 2.278	0,061 335,5		0,114 102,6		0,165 132	0,031 24,8	0,268 214,4	8.710,1	12,6
5	0,663 21.879	0,103 1.524,4	0,021 140,7	0,192 1.056	0,925 * 4.810			0,147 117,6	0,176 140,8	0,023 18,4	29.682,5	43,0
6	0,112 3.696	0,139 2.057,2	0,034 227,8	0,502 2.761		0,064 57,6	0,192 96	0,152 121,6	0,19 152	0,293 234,4	9.403,6	13,6
Sub- Total	1,0 33.000	1,0 14.800	0,924 6.190,8	0,9904 5.447,2	1,0 5.200	0,998 898,1	1,0 500	0,866 692,8	0,899 719,2	0,999 799,2	68.247,3	98,9
Otras			0,076 509,2	0,0096 52,8		0,002 1,8		0,134 107,2	0,101 80,8	0,001 0,8	752,7	1,1
Total	33.000	14.800	6.700	5.500	5.200	900	500	800	800	800	69.000	100,0
%	47,8	21,4	9,7	8,0	7,5	1,3	0,7	1,2	1,2	1,2	100,0	

\* Urabá.

CUADRO No. 8

CONSUMO DE K20 SEGUN CULTIVOS Y REGIONES

(Toneladas)

Año 2000

Cultivo Región	Café	Papa	Arroz	Caña	Banano	Algodón	Cebada	Cacao	Maíz	Sorgo	Total	%
1	84	37	5.386	119	949	1.900	-	89	383	752	9.698	5.7
2	2.059	1.494	1.316	1.304	-	-	-	717	120	26	7.036	4.2
3	3.432	24.600	4.009	1.499	-	40	954	278	344	273	35.429	21.0
4	11.592	1.494	6.883	772	-	269	-	455	52	678	22.187	13.1
5	50.561	3.754	425	2.430	11.705	-	-	397	297	58	69.627	41.3
6	8.538	5.066	688	6.353	-	151	227	410	320	742	22.495	13.4
SubTotal	76.265	36.445	18.708	12.475	12.655	2.361	1.181	2.337	1.516	2.528	166.471	98.7
Otras	-	-	1.539	179	-	1.8	-	362	171	2.8	2.257	1.3
TOTAL	72.265	36.445	20.247	12.655	12.655	2.366	1.181	2.699	1.687	2.531	168.728	100.0
%	45.2%	21.6	12.0	7.5	7.5	1.4	0.7	1.6	1.0	1.5	100.0	-

GRAFICO No.1.  
CONSUMO DE  $K_2O$  EN COLOMBIA  
(TONS.) 1982.

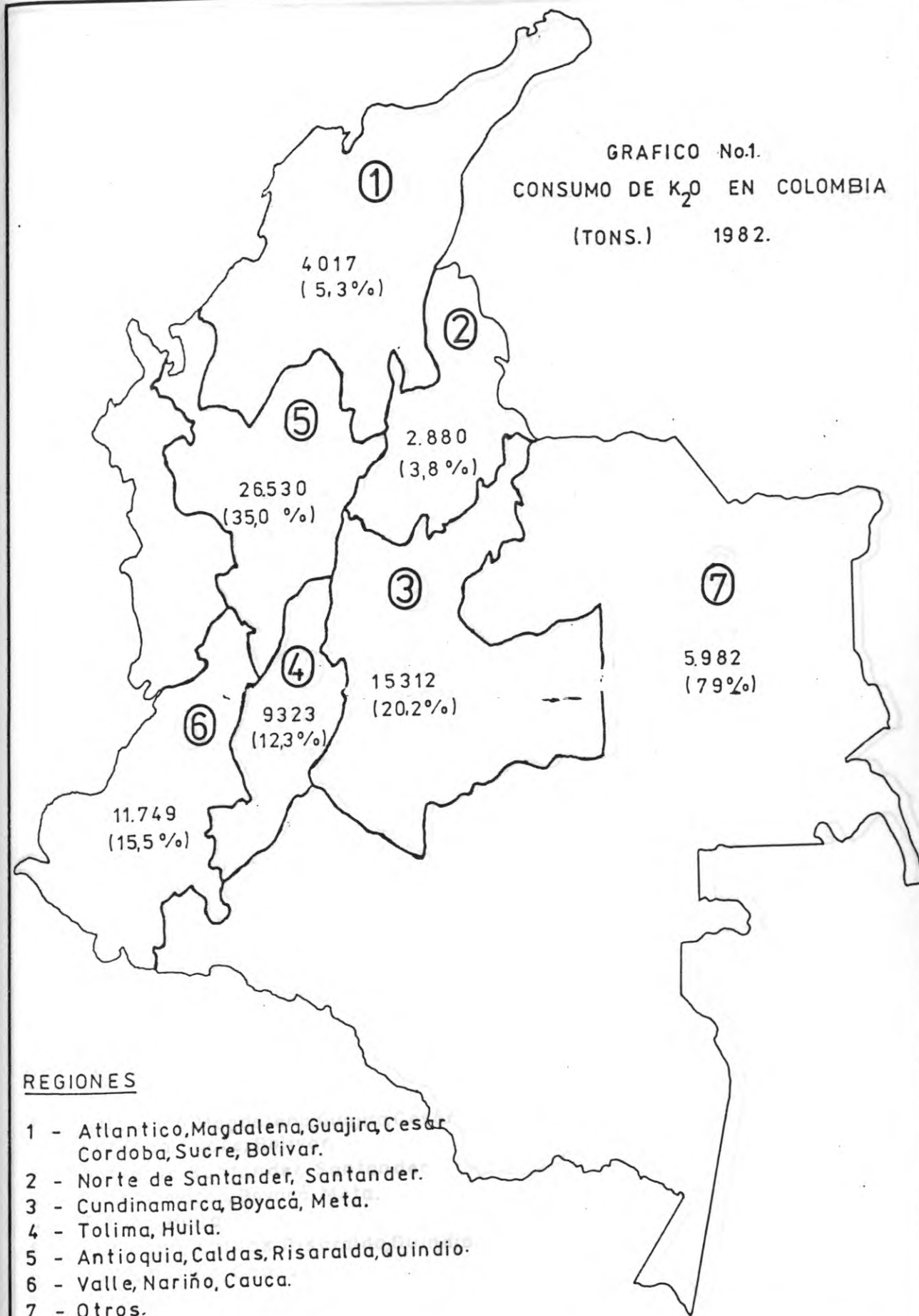
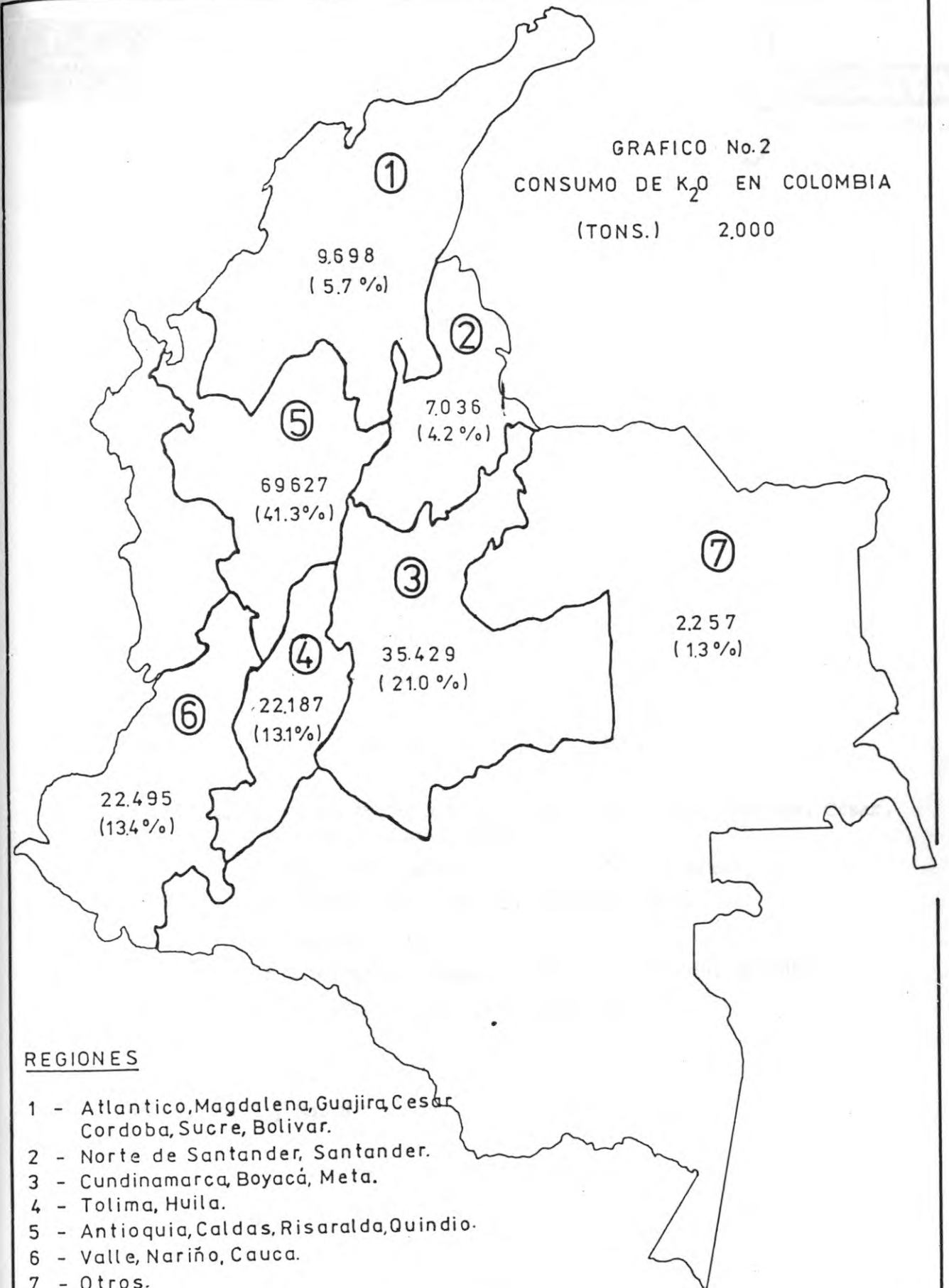


GRAFICO No.2  
 CONSUMO DE K<sub>2</sub>O EN COLOMBIA  
 (TONS.) 2,000



REGIONES

- 1 - Atlantico, Magdalena, Guajira, Cesar, Cordoba, Sucre, Bolivar.
- 2 - Norte de Santander, Santander.
- 3 - Cundinamarca, Boyacá, Meta.
- 4 - Tolima, Huila.
- 5 - Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindio.
- 6 - Valle, Nariño, Cauca.
- 7 - Otros.





REGIONALIZACION DE LA DEMANDA FUTURA DE K<sub>2</sub>O

(% de la Demanda de K<sub>2</sub>O)

<u>Región 1/</u>	<u>1982</u>	<u>Año 2.000</u>
1	5,0	5,7
2	4,1	4,2
3	20,6	21,0
4	12,6	13,1
5	43,0	41,3
6	13,6	13,4
Otras	1,1	1,3
Total	100,0	100,0

- 1/ Región: 1: Costa Atlántica (Atlántico, Magdalena, Guajira, Cesar, Córdoba, Sucre y Bolívar).  
 2: Noroeste (Santander y Norte de Santander)  
 3: Central (Cundinamarca, Boyacá y Meta)  
 4: Central - Oeste (Tolima, Huila)  
 5: Cafetera (Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío)  
 6: Suroeste (Valle, Nariño, Cauca)

Fuente: No. 7 y No. 8



70.000 toneladas de  $K_2O$  en el año 2.000. Es decir, en este año, la región cafetera, constituida por 4 departamentos, podrá tener un mercado de  $K_2O$  tan amplio como lo es la totalidad del mercado nacional en la actualidad.

Otro mercado importante, de unas 35.000 toneladas/año, será el configurado por la región central, que seguirá ocupando el segundo lugar en importancia. Mercados menos importantes, pero de un volumen apreciable, de más de 20.000 toneladas-año de  $K_2O$  cada uno, serán los correspondientes a las regiones central-oeste (Tolima-Huila) y Sur-Oeste. Inclusive las 2 regiones restantes (sin contar la agrupación "otras") se aproximarían al nivel de las 10.000 toneladas cada una.

De esta manera, el mercado nacional de  $K_2O$  tenderá, como en el caso de los fosfatos, a subdividirse en una serie de mercados regionales relativamente importantes frente a las dimensiones nacionales. Pero, desafortunadamente, y a diferencia de los fosfatos, no se reconocen todavía reservas regionales de  $K_2O$ , aún para el caso de una sola de las regiones. Esto implica que, posiblemente, durante el período comprendido hasta el año 2.000 la producción interna de  $K_2O$ , aún en pequeña escala, no pueda ser una realidad nacional y, dentro de este campo y dicho período, toda actividad encaminada a lograr algún grado de sustitución de las importaciones quede reducida a labores de exploración que, por otra parte, dejan sentir notablemente su necesidad en el caso del potasio.



6. La Demanda Total Futura de K<sub>2</sub>O y su Efecto Sobre la Balanza de Pagos.

Como se señaló en la sección 2.3, el consumo interno de K<sub>2</sub>O en industrias diferentes de la de fertilizantes es prácticamente insignificante, situándose, probablemente, alrededor de un 3 % del consumo total. Suponiendo que dicha circunstancia se mantenga sin alteraciones protuberantes, y a partir de las estimaciones de la sección 4.2., se obtendrían las cifras de consumo total futuro de K<sub>2</sub>O que muestra el cuadro No. 10.

Cuadro No. 10

DEMANDA FUTURA DE K<sub>2</sub>O en "OTROS USOS" Y DEMANDA FUTURA TOTAL

(miles de toneladas)

	1985	1990	1995	2.000	2.005
Fertilizantes (2 M)*	86,2	108,7	139,8	183,4	231,4
Otros Usos **	2,7	3,4	4,3	5,7	7,2
Total	88,9	112,1	144,1	189,1	239,0

En conclusión, el total de la demanda interna de K<sub>2</sub>O aumentará probablemente, de unas 78.000 toneladas (con "otros usos"), al comenzar la década de los ochenta, a unas 190.000 toneladas en el año 2.000 y casi 240.000 toneladas en el año 2.005, con una tasa media de crecimiento

\* Cuadro No. 7.

\*\* 3 % del consumo total, según sección 2.3.



anual estimada en 5,1 %. Si, como parece lo más probable, al menos hasta proximidades del año 2.000, toda la demanda tuviera que ser satisfecha con importaciones, el valor de éstas pasaría de unos US\$ 17 millones anuales, a comienzos de los años ochenta, a unos US\$ 41 millones en el año 2.000 y US \$ 52 millones en el año 2.005, valoradas las cantidades al precio promedio ponderado de 1980, 1981, y 1982. De esta manera, las importaciones conjuntas de fosfatos y potasio podrían eventualmente aproximarse a los US \$ 90 millones en el año 2.000 y US\$ 110 millones en el año 2.005, en términos de dólares con capacidad adquisitiva constante. Por su puesto estos efectos sobre la balanza de pagos son más seguros por el lado del potasio que de los fosfatos cuya suerte en el futuro inmediato todavía permanece en entredicho.

CONSORCIO



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS



3. A Z U F R E





A Z U F R E

114.

I N D I C E

	Pág.
1. Introducción . . . . .	116
2. Producción Interna. . . . .	117
3. Importaciones. . . . .	120
4. Exportaciones . . . . .	122
5. Consumo Aparente. . . . .	127
6. Precios . . . . .	129
7. La Demanda Interna de Futura. . . . .	135
8. Oferta Interna e Importaciones Futuras de Azufre. . . . .	141



INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>		<u>Pág.</u>
1.	Producción de Azufre Refinado, 1970-73. . . . .	119
2.	Importaciones de Azufre y sus Derivados 1971-1983 . .	123
3.	Exportaciones Colombianas de Azufre y sus Derivados - 1971-1983. . . . .	125
4.	Consumo Aparente de Azufre y sus Derivados 1971-83 .	128
5.	Precios del Azufre 1970-1984 . . . . .	131
6.	Consumo Interno Futuro de Azufre y sus Derivados. . .	139/140
7.	Oferta, Demanda e Importaciones Netas de Azufre. Esce nario: Oferta "Alta", Demanda "Baja" 1986-2000. . . .	148
8.	Oferta, Demanda e Importaciones Netas de Azufre: Esce nario: Oferta "Alta", Demanda "Alta" 1986-2000. . . .	149
9.	Oferta, Demanda e Importaciones Netas de Azufre. Esce nario: Oferta de Referencia, Demanda "Alta" 1986-2000	150
10.	Oferta, Demanda e Importaciones Netas de Azufre. Esce nario: Oferta de Referencia, Demanda "Baja".	151



## AZUFRE

1. Introducción

De aproximadamente 35 millones de toneladas de azufre que se producen anualmente en el mundo occidental, más o menos el 60% se dedica al procesamiento de fertilizantes fosfatados.\* En Colombia, según los datos disponibles, aproximadamente la mitad del consumo de azufre se emplea en la producción de fertilizantes en la planta de Monómeros Colombo-Venezolanos. Son estos coeficientes los que justifican que, no obstante el amplio rango de aplicaciones industriales del azufre, fundamentalmente a partir del ácido sulfúrico, este mineral haya sido incluido dentro del grupo de los fertilizantes.

Otros usos importantes del azufre, básicamente bajo la forma del ácido sulfúrico, se dan en la producción de grasas, aceites, azúcares, pulpa, caucho, pinturas, textiles, y, en general, productos químicos, incluyendo reactivos y explosivos.

---

\* (Grupo de Trabajo FAO-ONUDI Bco. Mundial sobre Fertilizantes. Inf./83 Roma). El azufre no es un nutriente vegetal en sí, es decir un fertilizante, sino que en general, se aplica al procesamiento industrial de la roca fosfórica, básicamente como ácido sulfúrico, para obtener ácido fosfórico, que constituye la base de los abonos fosfatados. En promedio, se requieren 0.92 tons. de azufre por ton. de ácido fosfórico. También tiene un consumo muy importante en la producción de Caprolactama, de la cual se obtiene el sulfato de amonio que es una materia prima básica en la producción de los fertilizantes NPK.

## 2. Producción Interna

El cuadro No. 1 muestra la producción nacional de azufre mineral refinado (no petroquímico) para el período 1970-1983. Como se observa, prácticamente ésta ha tendido a permanecer constante desde comienzos de los años setenta, situándose en un promedio anual de unas 30.000 tons.

De otro lado, la producción petroquímica (Ecopetrol) equivale en la actualidad a unas 11.300 tons anuales, pero ha tendido a ser bastante errática, fluctuando entre 800 y 5.600 tons durante el período 1970 - 1983, tal como se observa en el Cuadro No. 1-A. Sin programas que tiendan a modificar en el corto plazo y sustancialmente la capacidad de refinación de petróleo dentro del país, no parecen existir mayores perspectivas, en el futuro inmediato, de que esta fuente llegue a copar una fracción de mayor importancia relativa que la actual dentro del consumo nacional. En realidad, esta producción puede considerarse como residual y subsidiaria dentro de los procesos de Ecopetrol.

El azufre mineral es producido por Industrias Puracé, en la Mina El Vinagre, municipio de Coconuco, Departamento del Cauca, a una distancia de aproximadamente 180 Kms. de Cali, 620 Kms de Medellín, 730 Kms de Bogotá y 1460 Kms de Barranquilla.



Esta situación geográfica, al sur del país, sobre las formaciones volcánicas próximas a la frontera con Ecuador explica, en parte, que el principal consumidor de azufre, la planta de fertilizantes de Monómeros situada en Barranquilla, consume en promedio unas 1500 tons. de azufre Puracé, o 5% de la producción nacional, mientras que debe importar algo más de 30.000 tons. anuales aparte de otras 1000 ó 2000 que adquiere de Ecopetrol (petroquímico)\*.

\* Monómeros CV Información directa.



CUADRO No. 1  
PRODUCCION DE AZUFRE REFINADO

Colombia 1970-73

(Toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>MINERAL*</u>	<u>PETROQUIMICO**</u>	<u>TOTAL</u>
1970	25.837	1706	27.093
1971	34.678	1027	35.706
1972	23.700	1372	25.072
1973	23.800	1219	25.019
1974	30.612	1720	32.332
1975	25.000	877	25.877
1976	17.800	1915	19.715
1977	27.000	2208	29.208
1978	35.000	1223	36.223
1979	16.050	1164	17.214
1980	25.647	754	26.401
1981	26.300	2691	28.991
1982	32.601	3480	36.081
1983	31.476 <sup>P</sup>	5652	37.128

\* No incluye la producción petroquímica de Ecopetrol  
Fuente: Ministerio de Minas y Energía

\*\* Para la conversión de barriles/toneladas se ha utilizado un factor de 6.33. FUENTE : Ecopetrol, Información directa.



En esta forma, casi la totalidad de las importaciones de azufre es consumida por la industria de fertilizantes y, específicamente, por la planta de Monómeros Colombo-Venezolanos\*. En consecuencia, actualmente la demanda interna de azufre crudo para otros usos está siendo atendida prácticamente en su totalidad por las algo más de 42.000 tons. de producción nacional. No ocurre lo mismo, como se verá más adelante, con la mayoría de los derivados del azufre, los cuales deben ser obtenidos a partir de procesos químicos relativamente complejos y masivos y que se importan prácticamente en su totalidad.

### 3. Importaciones

Como se observa en el cuadro No. 2, las importaciones de azufre pasan de una cifra muy baja a comienzos de los años setenta a un volumen de alrededor de 25.000 tons. a mediados de la década, lo cual se explica en gran medida por las ampliaciones de Monómeros durante este período. Entre fines de los setenta y comienzos de los ochenta, el comportamiento de las importaciones de azufre se torna muy errático,

\* Según Monómeros, 80% de su consumo de azufre se destina a la producción de fertilizantes y el 20% restante al ácido sulfúrico y oleum que la empresa comercializa.



aunque parece vislumbrarse claramente un ciclo que alcanzó su máximo (56.000 tons.) en 1978, para derrumbarse durante los tres años siguientes, alcanzando un mínimo en 1981 (22.000 tons), Aunque con algunas variaciones propias, el índice de volumen de las importaciones de derivados del azufre también corroboró el mismo ciclo, cayendo paulatinamente de 190% en 1978 a la mitad en 1983. La coincidencia del período del ciclo con el de la profunda crisis de la industria manufacturera permite inferir que ésta jugó un papel importante en el comportamiento de las importaciones de azufre y sus derivados. En consecuencia, el índice de volumen para el total de las importaciones, azufre y sus derivados, cayó paulatinamente de 444% en 1978, a solo la mitad en 1983. Esta fué la característica sobresaliente de los últimos 6 años, en contraste con el rápido crecimiento observado entre comienzos y mediados de los años setenta, aunque entre 1975 y 1977 se observó una depresión en el índice de volumen de los derivados que no cobijó, sin embargo, al azufre crudo. Lógicamente estas bruscas oscilaciones dificultan de manera especial los análisis usuales de tendencia, así como la estimación de las tasas anuales de crecimiento.

En efecto, los ajustes de tendencia de los índices de volumen de las importaciones, tanto para los derivados, como para el



agregado del azufre y sus derivados, presentan coeficientes de correlación insignificantes. Aunque la serie en dólares constantes es extremadamente agregada, ya que aparte de las variaciones de volumen involucra las variaciones del precio relativo del azufre, que como el de todas las materias primas ha sido fuertemente oscilante durante la última década, su ajuste de tendencia es relativamente significativo, con un coeficiente de correlación igual 0.79. Utilizando este ajuste, se obtiene una tasa de crecimiento media anual de 9% durante el período considerado, para las importaciones globales de azufre y sus derivados. De todas maneras, este resultado subraya el hecho de que, en dólares constantes de 1983, las importaciones de azufre y sus derivados aumentaron de un promedio anual de aproximadamente US\$ 3. millones al comenzar los años setenta, a uno de US\$ 9 millones al comenzar los años ochenta.

#### 4. Exportaciones

Las exportaciones anuales de azufre han sido muy irregulares y de valores ínfimos en términos de dólares, situándose durante los últimos años alrededor de los US\$ 400.000. Con la misma irregularidad aunque con valores que sobrepasan el millón de dólares al año durante el último lustro, y

CUADRO No. 2

IMPORTACIONES DE AZUFRE Y SUS DERIVADOS - COLOMBIA 1971 - 1983

Año	Azufre* (Tons)	Azufre * (Mill.de US\$Cor)	Derivados (Mill. de US\$Cor)	Azufre + Derivados (Mill. de US\$Cor)	*** Azufre+ Derivados (Mill. de US\$Cons)	**** Azufre + Derivados (Índice de Volumen)	Derivados (Índice de Volumen) ****	Índice Pr. Ton. Azu- fre
1971	3,275	0,14	0,8	0,9	2,0	100,0	80,0	1
1972	4,072	0,19	0,7	0,9	1,9	100,0	70,0	1
1973	15.043	0,5	2,2	2,7	5,2	466,7	340,0	0,65
1974	26.038	1,4	2,8	4,2	6,7	466,7	280,0	1
1975	25.109	2,0	1,8	3,8	5,6	288,9	120,0	1,45
1976	24,829	2,8	1,7	4,5	6,3	322,2	110,0	1,55
1977	23.224	1,5	2,1	3,6	4,8	266,7	140,0	1,53
1978	55.883	3,2	3,0	6,2	7,6	444,4	190,0	1,55
1979	35.296	2,4	3,0	5,4	5,9	355,6	180,0	1,69
1980	41.755	4,7	2,7	7,4	7,7	300,0	100,0	2,75
1981	22.038	3,5	6,0	9,5	9,6	333,3	180,0	3,28
1982	31.919	4,7	5,2	9,9	10,0	311,1	150,0	3,5
1983	26,455	3,2	3,1	6,3	6,3	222,2	100,0	3,25

FUENTE: DANE, Anuarios de Comercio Exterior. Cálculos IEC.

\* En bruto, natural, moldeado, pulverizado, precipitado, sublimado, coloidal, NEP (no incluido en otras posiciones). Valores CIF.

\*\* Sulfatos (de sodio, de magnesio, de manganeso, etc), Acidos (sulfúrico y sulfúdrico), Sulfuros (de carbón, de fósforo, de arsénico, de potasio, de silicio, etc), Anhídridos Sulfurosos y otros. CIF (En los últimos años, el sulfato de sodio concentra 50% del valor de los derivados).

\*\*\* Dólares corrientes deflactados por índice de precios al por mayor del Cio. Gral. USA. 1983 = 100,0.

\*\*\*\* Valores corrientes deflactados por índice de precios de la ton. de azufre, según cotizaciones de contratos en puertos del Golfo de México FOB (International Mining Magazin; Engineering and Mining Journal). 1971 = 100,0.





en una oportunidad los dos millones, se han comportado las exportaciones de los derivados del azufre, tal como puede observarse en el cuadro No. 3. De esta manera, el comercio exterior de azufre parece haber tomado un ímpetu especial durante el último lustro, ya que no solamente las exportaciones sino también las importaciones alcanzaron cifras récord, sea que se mire en dólares corrientes ó en términos de dólares con poder adquisitivo constante. Claro está, como lo indican las dos últimas columnas del cuadro No. 3, que en este resultado jugó un papel fundamental el precio del azufre, puesto que en términos de volumen el crecimiento no es tan abultado como en término de valores. En cualquier caso, se destacan las cifras relativamente altas de los últimos años y las extremadas oscilaciones de la serie, particularmente en términos de volumen, que presenta puntos máximos no solamente durante los últimos años sino también en 1973-74, específicamente para los derivados y el total, lo cual dificulta de manera especial la estimación de una tasa media de crecimiento para todo el período considerado. En efecto, cualquier intento de ajuste tendencial para este propósito arroja coeficientes de correlación insignificantes.

CUADRO No. 3

EXPORTACIONES COLOMBIANAS DE AZUFRE Y SUS DERIVADOS FOB

1971-1983

Año	Azufre *	Azufre*	Derivados **	Azufre + Derivados	*** Azufre + Derivados	**** Azufre + Derivados	**** Derivados (Indice de Volumen)
	(Tons.)	(Mill. de US\$ Cor)	(Mill. de US\$ Corr)	(Mill. de US\$ Cor)	(Mill. de US\$ Cons)	(Indice de Volumen)	(Indice de Volumen)
1971	100	0,01	0,07	0,08	0,18	100,0	100,0
1972	141	0,02	0,13	0,15	0,32	177,8	185,7
1973	275	0,04	0,28	0,32	0,61	522,2	614,3
1974	357	0,07	0,26	0,33	0,53	294,4	371,4
1975	15	-	0,04	0,04	0,06	22,2	42,9
1976	-	-	0,06	0,06	0,08	27,8	57,1
1977	-	-	0,24	0,24	0,32	116,7	228,6
1978	7	-	0,17	0,17	0,21	77,8	157,1
1979	-	-	0,29	0,29	0,32	105,6	242,9
1980	2.400	0,32	1,44	1,76	1,82	372,3	757,1
1981	1.704	0,27	0,68	0,95	0,96	161,1	300,0
1982	5.857	0,67	1,50	2,17	2,19	350,0	614,3
1983	1.785	0,33	1,27	1,60	1,60	272,2	557,1

FUENTE: DANE Anuarios de Comercio Exterior

\* Básicamente en bruto y varias posiciones sin mayor especificación que la de azufre NEP.

\*\* Los principales productos exportados han sido Acido Sulfúrico, Azufre refinado NEP, Hidrosulfato de Sodio, Sulfuro de Sodio y Sulfato de Sodio, con una evolución errática.

\*\*\* Dólares corrientes deflactados por el índice total de precios al por mayor en USA.

1983 = 100,0

\*\*\*\* Dólares corrientes deflactados por el índice de precios del azufre, según cotizaciones de contratos en puertos del Golfo de México. FOB. (International Mining Magazin; Engineering and Mining Journal) 1971 = 100,0

Las exportaciones de azufre que en el mejor de los casos, es decir, durante los últimos años cuando éstas han sido mejores, no alcanzan a 10% de las importaciones, se explican probablemente por la situación de la mina El Vinagre, más próxima a la frontera con Ecuador que a la mayor parte del territorio nacional, particularmente la región del Norte, donde se localizan los principales consumidores nacionales. De otro lado, las exportaciones de derivados que también en el mejor de los casos, apenas llegan a 29% de las importaciones, se deben a excedentes sobre la demanda interna y a la privilegiada situación de la planta de Caprolactama, Oleum, ácido sulfúrico y sulfato de amonio de Monómeros, sobre un importante puerto del Mar Caribe. En conjunto, sin embargo, parece muy improbable que el país deje de ser un importador neto en medida importante y en el futuro cercano, debido a la disponibilidad y localización de sus reservas, como se indicará más adelante. A menos que un programa importante de exportación de valor agregado, importando materias primas y utilizando las ventajas de localización sobre la Costa Norte, tal como actualmente ocurre, pero en mayor escala tomara lugar. Pero esto sería objeto de un análisis particular sobre programación industrial en el sector de los productos químicos.

5. Consumo aparente

El consumo aparente nacional de azufre y sus derivados, definido como la producción interna, más las importaciones, menos las exportaciones, se muestra en el cuadro No. 4. En términos de dólares constantes las oscilaciones del consumo resultan de menor amplitud que en términos del índice de volumen. En efecto, el ajuste a una línea de tendencia arroja un coeficiente de correlación igual a 0.87 en el primer caso, mientras que no alcanza a 0.2 en el último. De acuerdo con el mejor de estos ajustes, el consumo aparente de azufre y sus derivados, en dólares de poder adquisitivo constante, creció durante los últimos 13 años a una tasa media anual de 8.8%, algo mayor que la del consumo de potasio en términos físicos (7%). De todas maneras, el promedio anual durante los últimos tres años se situó alrededor de los US\$ 11 millones frente a un promedio anual de unos US\$ 5 millones (con poder adquisitivo de 1983) durante los tres primeros años del período. Si estos valores fuesen tomados como referencia para estimar la tasa media del crecimiento anual, se encontraría que esta fué algo mayor al 8%. De otro lado, si la serie en dólares constantes se suaviza con promedios móviles de primer orden, caso en el cual el coeficiente de correlación se eleva a 0.9 para un ajuste de



CUADRO No. 4  
CONSUMO APARENTE DE AZUFRE Y SUS DERIVADOS  
COLOMBIA, 1971-1983

<u>Año</u>	<u>US\$ Corrientes*</u> <u>(Millones)</u>	<u>US\$ Constantes**</u> <u>(Millones)</u> <u>Promedio</u> <u>Móvil</u>	<u>Indice de***</u> <u>Volumen</u> <u>1971-100,0</u>
1971	2,1	4,7	100,0
1972	1,7	3,7	81,0
1973	3,0	5,7	219,8
1974	5,2	8,3	247,6
1975	5,3	7,8	173,3
1976	5,8	8,1	181,0
1977	5,2	6,9	161,9
1978	8,3	10,2	253,3
1979	6,3	6,9	177,0
1980	8,5	8,8	149,1
1981	12,3	12,5	178,9
1982	12,8	12,9	174,1
1983	9,5	9,5	139,0

\* Producción de azufre en toneladas (Cuadro 1) valuadas al precio internacional (parece haber inconsistencias en el valor de la producción nacional, según las fuentes oficiales), más importaciones de azufre y sus derivados (Cuadro 2) menos exportaciones de azufre y sus derivados (Cuadro 3). La producción interna de derivados no se ha computado para evitar una doble contabilización, ya que aquella se obtiene o del azufre nacional (ya computado) o de los insumos importados (ya computados también).

\*\* Con poder adquisitivo de 1983, según el índice de precios al por mayor en USA.

\*\*\* Consumo aparente en dólares corrientes deflactado por el índice de precios del azufre refinado en los puertos del Golfo de México. FOB





tendencia que puede considerarse aceptable, se obtiene una tasa de crecimiento de 7.4%.

En síntesis, en términos de volumen, el comportamiento del consumo interno de azufre y sus derivados parece en extremo errático, sin exhibir una tendencia claramente definida durante el último decenio. Por otra parte, en términos de valores constantes una tendencia es claramente observable, arrojando una tasa media anual de crecimiento que se sitúa entre 7 y 9%, aunque una dificultad especial de este caso es el hecho de que los valores constantes involucran los cambios relativos de los precios del azufre y sus derivados, que han sido notables durante el período considerado, tal como se verá a continuación.

#### 6. Precios

A comienzos de los años sesenta, el precio de la tonelada de azufre se situaba en aproximadamente 93 dólares con poder adquisitivo constante de 1983. Hasta mediados de ese

\* Para la construcción de la serie se ha preferido expresar los valores en dólares, en vez de pesos, debido en primer término a la probable inconsistencia de la fuente sobre los valores de moneda nacional como antes se señaló y en segundo lugar debido al peso de las importaciones en el consumo aparente ya que estas equivalen a más de 80% del último. En términos de pesos (1985), el promedio anual del consumo aparente asciende a unos \$1300 millones durante los 3 últimos años del período.



decenio, tanto los precios nominales como los reales experimentaron leves reducciones, a las cuales sucedió un nuevo ciclo de ascenso iniciado en 1966, y que se prolongó hasta empezar el decenio de los setenta. Dentro de éste, y lo que va corrido de los ochenta, se destacan 3 ciclos bien marcados. Primero, una fase de drástica reducción de los precios reales, como lo señala su índice respectivo en el cuadro No. 5, cayendo paulatinamente de 100% a 53.3% en 1973, que corresponde a una caída del precio real de 93 dólares (de 1983) la tonelada en 1970 a 49,6 dólares en el último año mencionado. La segunda fase corresponde a una recuperación con oscilaciones no tan drásticas, fluctuando el precio entre 80% y 94% del correspondiente a 1970, en el período 1975-1979. La última fase, iniciada en 1980, corresponde a una rápida y drástica recuperación del precio real llegando a establecer niveles récord y tendiendo a mantenerse alrededor de los US\$130 dólares (de 1983) la tonelada. Probablemente este comportamiento haya estado estrechamente vinculado con las fases de recesión y auge, en combinación con las expectativas sobre los precios del petróleo, en la economía mundial.

Para el conjunto de los últimos 15 años, el precio real muestra una tendencia más o menos bien definida hacia la apreciación, como lo indica un coeficiente de correlación de 0,7

CUADRO No. 5
PRECIOS DEL AZUFRE

<u>Año</u>	<u>Precio Nominal*</u>	<u>Indice</u>	<u>Precio Real **</u>	<u>Indice</u>
1970	40	100,0	93,0	100,0
1971	40	100,0	90,3	97,1
1972	40	100,0	86,2	92,7
1973	26	65,0	49,6	53,3
1974	40	100,0	64,2	69,0
1975	58,3***	145,8	85,6	92,0
1976	62,2***	155,5	87,4	94,0
1977	61	152,5	80,7	86,8
1978	62,2	155,5	76,3	82,0
1979	67,8	169,5	73,9	79,5
1980	108,5	271,3	112,4	120,9
1981	131	327,5	132,7	142,7
1982	140	350,0	141,0	151,6
1983	130	325,0	130,0	139,8
1984	132,5	331,3	127,4	137,0

\* Precios de los contratos a término de la tonelada de azufre (claro) de los productores de los Estados Unidos en puertos del Golfo de México, FOB US\$ Corrientes. The International Mining Magazin.

\*\* En dólares de 1983 (Precio Nominal deflactado por índice de precios al por mayor, USA. 1983=100,0).

\*\*\* Promedio entre máximo y mínimo.



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



132.

cuando un ajuste de tendencia es llevado a efecto. Utilizando este último para estimar la tasa media anual de crecimiento del precio real, se encuentra que ésta ascendió a 4,7% durante el período.

Las economías de mercado concentran aproximadamente 2/3 de la producción mundial. De ésta, a Europa (con 22%) y Norteamérica (con 56%), corresponde aproximadamente el 80%. A su vez, el 56% de Norteamérica se distribuye aproximadamente en 20% de Canadá y 36% de Estados Unidos. Latinoamérica contribuye solamente con 8% de la producción del mundo occidental y ello porque México aporta algo más del 6%\*. Un factor que contribuye a reducir la concentración de la oferta de azufre es la relativa flexibilidad de sus fuentes, en contraste con otros minerales que suelen obtenerse de una sola fuente natural. En efecto, algo más de la mitad de la producción mundial se obtiene mediante procesos de recuperación a partir del petróleo y el gas natural, mientras que casi el 30% se obtiene mediante el procesamiento de piritas y otros gases. De esta manera, sólo el 20% restante proviene de los usuales procesos de explotación de minas\*\*.

\* Sulphur, No. 158, 164, 167. Statistical Supplement, Febrero, 1984. Publicado por The British Sulphur Corporation. Londres, Inglaterra.

\*\* Engineering and Mining Journal, Sulphur - The Outlook, Marzo, 1984.



Esta característica liga de manera especial los precios del azufre a los acontecimientos del sector energético, particularmente al petróleo y al gas natural, ya que, aunque existe un diferencial entre los precios del azufre líquido y el sólido, éstos se mueven de manera paralela.

En términos del consumo, las economías de mercado son autosuficientes. Entre éstas, el principal país consumidor es Estados Unidos, lo cual implica que, no obstante ser el principal productor mundial, usualmente no haya sido el exportador neto más importante de azufre.

Exportadores netos de relativa importancia, son en primer lugar, Canadá y Polonia, con unos 4 y 6 millones respectivamente. Luego Estados Unidos y México en el rango de las 900.000 toneladas. Francia, Arabia Saudita y Alemania Federal siguen, en el rango de las 600.000 toneladas cada uno. Japón exporta aproximadamente 300.000 tons. anuales. Iraq, es también un exportador.\*\*\*

En 1981 y 1983 se han presentado reducciones sucesivas en la producción mundial, básicamente como una decisión de los

\*\*\* FAO-ONUDI - Banco Mundial. Op. Cit.





productores para enfrentar reducciones en la demanda. No obstante, se espera que la recuperación económica en USA, durante 1984 y 1985, así como la de Europa Occidental, restablecerán la demanda en el corto plazo. Por otra parte, se espera que en el largo plazo la demanda por Fertilizantes, sea el factor determinante del crecimiento de la demanda por azufre\*. No se prevé que puedan aparecer déficits mundiales relativamente importantes durante el resto del decenio\*, aunque los precios del azufre seguirán ligados a los complejos factores que operan en el sector energético a nivel mundial.

El azufre de producción nacional, con un 99.5% de pureza, se vende en la actualidad \*\* a \$16.500. la tonelada, el de la refinería de Ecopetrol, en Barrancabermeja, y a \$15.000 el de Industrias Puracé, en Popayán. Estos precios, que equivaldrían a unos US\$140 y US\$130, respectivamente, se sitúan precisamente dentro de los límites establecidos en el mercado internacional, específicamente para los Contratos de exportación en los puertos del Golfo de México. No obstante, como es sabido, los costos del transporte marítimo son menores que los de otras formas de transporte, por lo

---

\* Engineering and Mining Journal. Sulphur - The Outlook. Marzo, 1984.

\*\* Enero, 1985.



cual la producción nacional pierde competitividad en el mercado de la Costa Atlántica, que es el mercado principal a nivel nacional. En efecto, los costos de transporte aumentan el precio del azufre de Puracé puesto en Barranquilla en casi 25%, mientras que el de Ecopetrol resulta incrementado en 11%, lo cual evidencia las dificultades de localización que presenta la actual estructura regional de consumo y producción.

#### 7. La Demanda Interna Futura

Como se vió en la Sección 5, la serie del índice de volumen del consumo interno de azufre y sus derivados presenta fluctuación con amplitudes de tal naturaleza que no resulta clara su tendencia. Esta misma dificultad vuelve a presentarse cuando se intenta correlacionar el índice de volumen del consumo contra cualquier otra variable predictora. En efecto, el coeficiente de correlación (R) contra el consumo de fertilizantes apenas alcanza a 0,3, y contra el índice del PIB de la industria química no alcanza a 0,2, con resultados similares frente al PIB de la industria manufacturera en su conjunto y del PIB global. En términos de dólares con poder adquisitivo constante, apenas se alcanzó un coeficiente de correlación (R) de 0,4 contra el consumo de fertilizantes (período 1971-1983 en todos los casos).



A este resultado contribuyeron, en medida no menor, las erráticas fluctuaciones de la serie de consumo interno de fertilizantes NPK. En cambio, contra el PIB de la industria química, principal consumidora, se alcanzó un  $R$  igual 0,90, o sea un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0,81, que constituye un buen ajuste, sobretodo bajo las circunstancias mencionadas.\* De otro lado, para proyectar el PIB de la industria química entre 1982 y el año 2005 se utilizó su elasticidad sectorial de crecimiento frente al del PIB global, observada durante el período 1970-1982.\*\* A su vez, para el crecimiento del PIB se utilizaron los dos escenarios básicos, uno de referencia (creciendo a su tasa histórica, 4,5%) y uno "optimista", (con crecimiento de 5,5% anual). Los resultados de esta estimación, así como los de los métodos complementarios que se describen a continuación, se muestran en el cuadro No. 6.

De todas maneras, como también quedó consignado en la Sección 5, las variaciones de consumo aparente en términos de

\* Específicamente para este ajuste se utilizó la serie de consumo suavizada con los promedios móviles de primer orden, un ajuste lineal.

\*\* Ajustando el PIB de la industria química a una línea de tendencia, debido a las leves fluctuaciones que presenta durante los últimos años, se encuentra una tasa de crecimiento anual media de 5,0% para el período mencionado. Por otra parte, la del PIB global fué de 4,5%, lo cual determina una elasticidad sectorial igual a 1,11.



dólares con poder adquisitivo constante involucran los cambios de los precios relativos del azufre y sus derivados que, como se vió en la Sección 6, fueron notables durante el período analizado. Por esta razón, es necesario complementar las estimaciones anteriormente reseñadas con algún procedimiento que permita una aproximación a lo que ocurrirá en términos de volumen solamente. Para el efecto, de la tasa histórica de crecimiento observada, en términos de dólares con poder adquisitivo constante (8.8% anual, según la Sección 6), se descontó la tasa histórica observada de crecimiento anual de los precios reales (4.7%, Sección 6.) Esto permite una aproximación a la tasa histórica de crecimiento en términos de volumen, que sería 3.9% al año durante el período analizado.

Entre la tasa histórica de crecimiento del PIB de la industria química se encuentra una elasticidad de crecimiento, que es igual a 0.78. Como último paso, esta elasticidad se aplica a la proyección, anteriormente descrita, del PIB de la industria química y se encuentra la estimación buscada en términos de volumen.

Finalmente, es necesario tener presente que si algún proyecto grande de industrialización de la roca fosfórica, como el de



Pesca, es llevado a efecto, el consumo interno de azufre sufriría un drástico cambio que haría poco significativas las estimaciones anteriores. Por esta razón, tales estimaciones han sido complementadas, además, con el escenario del eventual montaje de una planta para satisfacer el mercado interno de abonos fosfatados (Pesca). Como se señaló anteriormente, estos resultados aparecen en el Cuadro No. 6.

Como se observa, el consumo de azufre y sus derivados por lo menos se duplicará al llegar el año 2000, tomando como referencia el escenario de menor crecimiento, al cual corresponde una tasa media de crecimiento de 3,9% anual. En el escenario más alto posible, con una "alta" tasa de crecimiento del PIB y bajo la eventualidad de un proyecto de industrialización masiva de la roca fosfórica, la demanda podría llegar a cuadruplicarse, con una tasa media de crecimiento anual de 7,1% entre 1983 y el año 2000, aunque habría que tener en cuenta que la distribución de este crecimiento no sería uniforme, pues sufriría un abrupto cambio en el momento de entrar a operar el proyecto en cuestión. Así, en el caso de que dicha planta entrara en operación en 1990, la demanda prácticamente se duplicaría en dicho año. No obstante, como se señaló en la parte correspondiente a fosfatos, a la luz de los indicadores de conveniencia económica, parece bastante improbable que una planta de estas magnitudes, particular-



CUADRO No. 6  
CONSUMO INTERNO FUTURO DE AZUFRE Y SUS DERIVADOS

A. En Términos de dólares de 1983 (Millones)

A.1 Escenario Base PIB

	<u>1983</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2005</u>
i) Consumo	11,6*	17,3	29,6	38,4
ii) r**		5,9%	5,5%	5,3%
iii) Consumo con Ind. Roca Fosfórica ***	11,6*	28,6	40,9	49,7
iv) r		13,8%	3,6%	4,0%

A.2 Escenario Alto PIB

v) Consumo	11,6*	19,0	36,1	49,4
vi) r		7,3%	6,6%	6,5%
vii) Consumo con Ind. R.F	11,6*	30,3	47,4	60,7
viii) r		14,7%	4,6%	5,1%

B. Indices de Volumen, 1970 = 100,0

B.1 Escenario Base PIB

ix) Consumo	164,0*	214,4	314,4	380,6
x) r		3,9%	3,9%	3,9%
xi) Consumo con Ind. R.F	164,0*	375,5	550,5	666,6
xii) r		12,6%	3,9%	3,9%



140.

	<u>1983</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2005</u>
B. 2 Escenario Alto PIB				
xiii) Consumo	164,0*	220,2	335,5	414,1
xiv) r		4,3%	4,3%	4,3%
xv) Consumo con Ind. R.F.	164,0	381,4	581,1	717,3
xvi) r		12,8%	4,3%	4,3%

\* Promedio 1981 - 82-83

\*\* Tasa medi anual de crecimiento

\*\*\* Teniendo en cuenta que, de acuerdo con la última revisión del proyecto de factibilidad de Pesca, la planta de 100.000 tons. anuales de P205 demandaría 87.000 tons. anuales de azufre. (Zellars Williams Inc., Ecominas, 1984). A US\$ 130 la ton. de azufre, en dólares de 1983, esto equivale a US\$ 11,3 millones.



mente la proyectada en Pesca, entre efectivamente a operar en el mediano plazo. Pero, si ésto es así, habría que concluir que antes del año 2000 quedaría descartada una posibilidad de esta naturaleza, dado el largo lapso requerido para el eventual descubrimiento y desarrollo de nuevas reservas. De acuerdo al Cuadro No. 6, ello dejaría a la demanda del año 2000 entre los límites probables de una duplicación y una triplicación de los niveles correspondientes al inicio de los años ochenta. En términos de tasas anuales medias de crecimiento, éstos límites corresponden a 6,9% y 3,9%, respectivamente, para el período mencionado. Si la actual estructura del consumo, en términos de la participación de los diversos productos dentro del total, no sufriera mayores cambios, ello significaría que la demanda por azufre primario fluctuaría entre unas 125.000 y unas 180.000 toneladas en el año 2000.

#### 8. Oferta Interna e Importaciones Futuras de Azufre

Como se describe en el estudio de inventario minero del área técnica, prácticamente la única fuente productora de azufre primario no petroquímico en el país es, en la actualidad, la explotación El Vinagre, de Industrias Puracé (Veáse Sección 2). De acuerdo con la información existente, las reservas probadas ascienden en la actualidad al equivalente de sólo



420.000 toneladas, suficientes para aproximadamente 7 años de producción a los niveles presentes. \* Si se tiene presente que dicho volumen de reservas es equivalente a apenas unos 3,5 años del consumo actual de azufre primario, sin contar el consumo de los derivados, se percibe la eventual dependencia de las importaciones de este mineral a que puede verse sujeto el país. Por otra parte, puesto que la empresa tiene un contrato de explotación con Ecominas que se prolonga 20 años hacia el futuro, es comprensible que los trabajos de exploración constituyan una de sus primeras prioridades. Su información indica, además, que el depósito de El Vinagre contaría con unas 700.000 toneladas de reservas probables y 1 millón de posibles (Azufre, Monografía Area Técnica). Estos factores parecen garantizar, en primera instancia, la continuidad de la producción a sus niveles actuales más allá del año 2000, e inclusive un aumento de la misma. Si las reservas probables ascendieran a la categoría de probadas, la producción media anual podría mantenerse en sus niveles actuales hasta el año 2005. Si durante este período, las reservas posibles también pudiesen

\* Si la recuperación fuese de 100%, 14 años. Pero ésta es apenas ligeramente superior a 50% (Azufre - Monografía Area Técnica).



llevarse hasta la categoría de probadas, y los costos de explotación lo permitieran, la producción media anual podría aumentarse hasta unas 55.000 toneladas durante el período, es decir, aproximadamente en 80%. Por otra parte, la empresa adelanta un proyecto con el propósito de llevar la recuperación efectiva hasta el 75%. Si tiene éxito en este objetivo, de la cifra anteriormente citada de 55.000 toneladas en promedio podría llegarse a una de 80.000 toneladas anuales, que implicarían multiplicar la producción actual por un factor de 2,5.

Aparte de dicho yacimiento, solamente es importante el de Chiles, ya que los demás depósitos conocidos concentran cantidades insignificantes del mineral, según el recuento del Area Técnica. Este yacimiento es todavía más próximo al Ecuador (a 400 Kms. de Cali) y más alejado de los centros internos de consumo, pero podría resultar de un potencial importante, en términos relativos. Aunque con sólo unas 130.000 toneladas de azufre como reservas probadas,\* que con un factor de recuperación de 75% equivaldrían apenas a 1,5 años del actual consumo interno, las reservas probables superan los 2

\* 583.000 ton. de mineral, con un tenor medio de 22%, según la monografía del Area Técnica. Toda la información sobre reservas y tenores es tomada de dicha monografía.





millones de toneladas.

Suponiendo un tenor de 20%, frente a 22% en la zona de reservas probadas y de 29% en el yacimiento de Puracé, y con una recuperación de 75% el yacimiento de Chiles podría proveer unas 15.000 toneladas anuales durante los próximos 20 años, cifra que es equivalente a la mitad de lo que actualmente produce el yacimiento de Puracé. Desafortunadamente, no existen todavía elementos de juicio suficientes para juzgar si dicha explotación resultaría económicamente justificable.

Con respecto a la producción petroquímica es bastante más difícil delinear una perspectiva. Como se vió en la Sección 2, su volumen ha sido muy errático, aunque en los 2 últimos años ha sido notable el aumento, alcanzando finalmente unas 12.000 toneladas en 1984. Su carácter de producción residual de Ecopetrol, su dependencia de las variables características del petróleo procesado y las eventuales limitaciones de la capacidad de refinación, apuntarían, en todo caso, a configurar un escenario en el que la producción de azufre petroquímico en el país no tendría, al menos en el término de unos 10 años, una incidencia decisiva para transformar radicalmente el panorama de la oferta interna.



Bajo tales circunstancias, en el mejor de los casos posibles, la oferta interna de azufre primario, entre 1986 y el años 2000, podría alcanzar, durante todo el período el nivel global de unas 1,5 millones de toneladas, frente a una demanda globalizada de unas 1,4 millones de toneladas, bajo el supuesto del crecimiento más bajo del Cuadro No. 6 y manteniendo constante la composición de la demanda agregada de azufre y sus derivados. Pero aún en este escenario optimista, las importaciones de los productos derivados del azufre podrían ascender al nivel de unos US\$ 12 millones (de 1983) en el año 2000. Si el depósito de Chiles no pudiese ser desarrollado y solamente las reservas probables de Puracé pudiesen ser explotadas, aunque logrando el aumento esperado en el proceso de beneficio, entonces el exceso de demanda sobre oferta, agregadas para todo el período, podría alcanzar las 800.000 toneladas, aparte de las importaciones indicadas para los derivados. Esto implicaría que las importaciones anuales de azufre podrían ascender en el año 2000 a entre 60.000 y 120.000 toneladas (esta última cifra para el caso de mayor crecimiento de la demanda, pero sin contar con la eventualidad de la industrialización masiva de la roca fosfórica),



con un nivel, en el mismo año, de entre US\$ 20 millones (de 1983) y US\$ 30 millones de 1983 para las importaciones de azufre y sus derivados, frente a un nivel de US\$ 9 millones en promedio en los primeros años ochenta. Para mayor detalle de las importaciones de azufre pueden consultarse los Cuadros 7, 8, 9, y 10, aunque es necesario subrayar lo siguiente: primero, las demandas allí expresadas constituyen apenas una indicación de lo que ocurriría si la estructura de la demanda global por azufre y sus derivados no sufriera cambios importantes; segundo, se supone que Industrias Puracé, podrá en un lapso relativamente breve, cumplir con su meta de incrementar la eficiencia en los niveles de recuperación efectiva, hasta 75%, con lo cual las importaciones podrían disminuir de manera significativa sobre sus niveles actuales; tercero, se supone que la producción de Ecopetrol, en vez de sufrir oscilaciones erráticas, mantendrá el nivel que fácilmente puede alcanzar bajo las actuales circunstancias de disponibilidades de crudo y la canasta de productos refinados; cuarto, en las demandas de dichos cuadros no se ha incluido el eventual efecto de un proyecto de industrialización masiva de la roca fosfórica, por considerarse éste bastante improbable; y, finalmente, es necesario tener presente que aparte de lo correspondiente al azufre está la demanda de sus deri-



vados, cuyas importaciones, como se vió en el Cuadro No. 2, son más importantes en términos de valor que las del azufre mismo y que no se registran en los cuadros 7, 8, 9 y 10.

CUADRO No. 7
OFERTA DEMANDA E IMPORTACIONES NETAS DE AZUFRE
ESCENARIO: OFERTA "ALTA", DEMANDA "BAJA"

<u>Año</u>	<u>Oferta (Tons)</u>	<u>Demanda 3) (Tons)</u>	<u>Importaciones Netas Azufre (Tons)</u>
1986	60.000 1)	71.000	11.000
1987	60.000	73.000	13.000
1988	60.000	76.000	16.000
1989	60.000	79.000	19.000
1990	60.000	82.000	22.000
1991	110.000 2)	86.000	- 24.000
1992	110.000	89.000	- 21.000
1993	110.000	92.000	- 18.000
1994	110.000	96.000	- 14.000
1995	110.000	100.000	- 10.000
1996	110.000	104.000	- 6.000
1997	110.000	108.000	- 2.000
1998	110.000	112.000	2.000
1999	110.000	116.000	6.000
2000	110.000	121.000	11.000

1) 30.000 tons. de producción actual en Puracé + 15.000 tons. bajo la hipótesis de que la tasa de recuperación efectiva aumentará a partir de 1986 a 75% + 15.000 tons. de Ecopetrol, bajo el supuesto de que aumentará en 50% los niveles de su producción actual.

2) 60.000 + 15.000 Chiles, suponiendo que empezará a explotarse en los años noventa + 35.000 adicionales de Puracé, suponiendo que las actuales reservas probales y posibles ingresan a la categoría de probadas y empiezan a explotarse con una perspectiva de 20 años.

3) De acuerdo a fila x) del cuadro No. 6, al cuadro No. 1, y suponiendo que la estructura de la demanda conjunta de azufre y sus derivados no sufra modificaciones notables. De todas maneras, no se incluyen proyectos de industrialización de roca fosfórica.





CUADRO No. 8

OFERTA, DEMANDA E IMPORTACIONES NETAS DE AZUFRE

ESCENARIO: OFERTA "ALTA, DEMANDA "ALTA"

Año	Oferta (Tons)	Demanda 3) (Tons)	Importaciones Netas Azufre (Tons)
1983		58.000	
1986	60.000 1)	72.000	12.000
1987	60.000	77.000	17.000
1988	60.000	82.000	22.000
1989	60.000	89.000	29.000
1990	60.000	95.000	35.000
1991	110.000 2)	101.000	-9.000
1992	110.000	108.000	-2.000
1993	110.000	115.000	5.000
1994	110.000	122.000	12.000
1995	110.000	130.000	20.000
1996	110.000	139.000	29.000
1997	110.000	148.000	38.000
1998	110.000	157.000	47.000
1999	110.000	167.000	57.000
2000	110.000	178.000	68.000

1), 2) Veáanse Notas 1) y 2) del Cuadro No.7

3) Nota 3) del Cuadro No. 7, excepto lo referente al renglón del Cuadro No. 6, que en este caso corresponde al renglón v) (No se incluye industrialización de roca fosfórica).

CUADRO No. 9
OFERTA, DEMANDA E IMPORTACIONES NETAS DE AZUFRE
ESCENARIO: OFERTA DE REFERENCIA, DEMANDA "ALTA"

<u>Año</u>	<u>Oferta 1) (Tons)</u>	<u>Demanda 2) (Tons)</u>	<u>Importaciones Netas Azufre (Tons)</u>
1986	60.000	72.000	12.000
1987	60.000	77.000	17.000
1988	60.000	82.000	22.000
1989	60.000	89.000	29.000
1990	60.000	95.000	35.000
1991	60.000	101.000	41.000
1992	60.000	108.000	48.000
1993	60.000	115.000	55.000
1994	60.000	122.000	62.000
1995	60.000	130.000	70.000
1996	60.000	139.000	79.000
1997	60.000	148.000	88.000
1998	60.000	157.000	97.000
1999	60.000	167.000	107.000
2000	60.000	178.000	118.000

1) 30.000 (actuales de Puracé) + 15.000 de Ecopetrol + 15.000 por incremento de recuperación (al 75%) de Puracé. Las reservas probables de Puracé permiten mantener la producción en estos niveles hasta el año 2005.

2) Nota 3) del Cuadro No. 8

CUADRO No. 10
OFERTA, DEMANDA E IMPORTACIONES NETAS DE AZUFRE
ESCENARIO: OFERTA DE REFERENCIA, DEMANDA "BAJA"

<u>Año</u>	<u>Oferta 1) (Tons)</u>	<u>Demanda 2) (Tons)</u>	<u>Importaciones Netas Azufre (Tons)</u>	<u>Importaciones Netas Azufre (Mill. US\$ de 1983 3)</u>
1986	60.000	71.000	11.000	1,43
1987	60.000	73.000	13.000	1,69
1988	60.000	76.000	16.000	2,08
1989	60.000	79.000	19.000	2,47
1990	60.000	82.000	22.000	2,86
1991	60.000	86.000	26.000	3,38
1992	60.000	89.000	29.000	3,77
1993	60.000	92.000	32.000	4,16
1994	60.000	96.000	36.000	4,68
1995	60.000	100.000	40.000	5,20
1996	60.000	104.000	44.000	5,72
1997	60.000	108.000	48.000	6,24
1998	60.000	112.000	52.000	6,76
1999	60.000	116.000	56.000	7,28
2000	60.000	121.000	61.000	7,93

1) Nota 1) del Cuadro No. 9

2) Nota 3, Cuadro No. 7

3) US\$ 130/Ton.



4. APENDICE METODOLOGICO



## APENDICE METODOLOGICO

A.1. ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURA DE  $P_2O_5$ . ENFOQUE GENERAL

Tal como se explica en la metodología que aparece en la parte A.2 de este apéndice, la demanda de  $P_2O_5$  es una demanda derivada de la demanda por productos del sector agropecuario. Por eso, y en concordancia con los procedimientos allí expuestos, se parte de las requeridas estimaciones de demanda de los productos agropecuarios relevantes para el período 1980-2000.

## A.1.1. Estimaciones de la Demanda Futura de Productos Agropecuarios.

## A.1.1.1. Consumo Interno Aparente.

Sobre la base de las "Cifras del Sector Agropecuario" para la producción, importaciones, exportaciones y variación de inventarios, publicados por la Oficina de Planeamiento del Ministerio de Agricultura, OPSA, y las estimaciones de la población total elaborada por la División de Estudios Demográficos del Departamento Nacional de Planeación, es posible obtener el consumo interno aparente per-cápita para cada producto, para 1980, resultado que se presenta en el Cuadro 1 del Apéndice Metodológico (AM).

La elasticidad ingreso de la demanda junto con la tasa de crecimiento del ingreso per-cápita determinan la tasa anual de crecimiento del consumo interno aparente per-cápita para cada producto (Véase Metodología). Y esta última con el consumo per-cápita para 1980 determinan el consumo per-cápita por producto para el año deseado. Tal información aparece en los cuadros





AM-2, AM-3 y AM-4

154.

Para la proyección del ingreso per-cápita se tomó como alternativa media aquella resultante de proyectar el ingreso nacional a la tasa histórica de crecimiento observada durante el último cuarto de siglo, 4.5% anual, que es la usualmente utilizada en sus proyecciones por el Departamento Nacional de Planeación, y que fué usada en el estudio de Recursos para el futuro Colombia 1950-2000 (ILPES-Resources for the Future INC Instituto de Estudios Colombianos, Bogotá, 1970).

Sin embargo, para una mayor significación de las estimaciones, también se consideraron una alternativa alta (A) y una alternativa baja (B), con el ingreso nacional creciendo a tasas anuales del 5.5% y del 3.5% respectivamente.

De otro lado, las tasas anuales de crecimiento demográfico estimadas por el DNP, (teniendo en cuenta tasas de fecundidad, de mortalidad y de migración), son las siguientes:

Entre 1978 y 1983	1.98%
Entre 1983 y 1988	1.90%
Entre 1988 y 1993	1.74%
Entre 1993 y 1998	1.46%
Entre 1998 y 2003	1.23%

Estas tasas de crecimiento demográfico y sus respectivas interpolaciones, conjuntamente con el crecimiento del consumo per-cápita por productos determinan el consumo interno global para el período 1985-2000, resultados que aparecen en los Cuadros AM-5, AM-6 y AM-7.

#### A.1.1.2. La Demanda Externa.

Excluyendo las flores, cinco productos agrícolas, café, azúcar,



banano, algodón y tabaco constituyen el 95% del valor total de las exportaciones agrícolas y los anteriores más carne de vacunos constituyen el 94% del valor total de las exportaciones del sector agropecuario en su conjunto (sin incluir pesca).

Por consiguiente, una aproximación suficientemente precisa para efectos de las estimaciones de la demanda externa futura por productos del sector agropecuario puede obtenerse mediante la estimación de la demanda externa para estos seis productos.

Los criterios básicos y las tasas de crecimiento usados para estimar la demanda externa de estos productos han sido tomados de los siguientes estudios detallados al respecto: a.) Working Documents of the World Bank, Report #814/76; b.) Resources and Growth Colombia 1950-2000, IEC, Biblioteca Banco Popular, y c.) Perspectivas del sector agropecuario en Colombia, Biblioteca SAC Vol.3, 1978. Los resultados aparecen en el Cuadro AM-8.

#### A.1.1.3. Importaciones.

Cuatro productos: trigo, cebada, maíz y aceite de soya, constituyen algo más del 70% del valor de las importaciones agrícolas totales.

Existe la expectativa de que en el corto plazo el país se impondrá como meta y podrá autoabastecerse de maíz, pero de que las importaciones de los otros tres productos seguirán creciendo debido a la escasez de tierras aptas para producir rentablemente trigo y cebada (Véase "Colombia 1950-2000") y debido al largo período que toma la sustitución de importaciones de aceites de origen vegetal. Las estimaciones de importaciones de estos tres productos se han obtenido suponiendo que sus importaciones crecerán al mismo ritmo de la demanda global interna

en el caso alternativa media (M), y aparecen en el Cuadro AM-9 (Las importaciones restantes distribuidas entre muchos productos cuya composición oscila drásticamente de año a año solo alcanzan actualmente a un 6% o 7% del valor de la producción agropecuaria. Para estos productos se ha supuesto un auto-abastecimiento futuro del país).

#### A.1.1.4. Producción Total.

Adicionando las exportaciones y restando las importaciones al consumo global interno, es decir, a las cifras de cada uno de los Cuadros AM-5, AM-6 y AM-7 se obtiene, entonces, el estimativo de la producción requerida para satisfacer la demanda futura, para cada una de las alternativas consideradas y durante el período 1985-2000. (Cuadros AM-10, AM-11 y AM-12). Este estimativo de producción, junto con el número estimado de hectáreas requeridas para obtenerlo (es decir el rendimiento por ha.) y la cantidad estimada de  $P_2O_5$  por hectárea arroja como resultado derivado el consumo global futuro de  $P_2O_5$  para el período considerado.

#### A.1.2. Estimaciones de la Demanda Futura de $P_2O_5$ .

Para estimar los rendimientos futuros por hectárea por producto se tomaron dos alternativas básicas, una baja (1) y otra alta (2), que constituyen los límites probables dentro de los cuales ocurrirán los rendimientos futuros. Esto implica que, finalmente, resultan en total seis alternativas de consumo futuro de  $P_2O_5$ ; A-1, A-2, M-1, M-2, B-1 y B-2.

La alternativa de rendimientos futuros bajos (1) se basa en el escenario pesimista de que la actual tecnología del sector agropecuario no sufra modificaciones futuras, obteniéndose todo el crecimiento de la producción requerida mediante

expansiones del área. De esta manera se obtiene el mínimo consumo futuro probable de  $P_2O_5$ , o la línea de seguridad por debajo de la cual es prácticamente improbable que caiga la demanda de  $P_2O_5$ .

La alternativa de rendimientos futuros altos (2) se basa en el escenario de que los rendimientos por hectárea para cada cultivo crezcan de acuerdo a la tendencia histórica observada, tal como se explicita para cada cultivo en el apéndice metodológico. Los rendimientos proyectados para las dos alternativas aparecen en los Cuadros AM-13 y AM-17.

Puesto que existe una relación técnica inevitable entre los rendimientos obtenidos y el consumo de  $P_2O_5$  por ha., este último dato no puede ser superpuesto arbitrariamente sino que debe ser un sub-producto del efecto de los rendimientos considerados sobre la función de producción. Para el caso se tomaron las relaciones históricamente observadas para algunos cultivos y, para los demás, diversos estudios experimentales que sobre efectos de aplicaciones sucesivas de fertilizantes en la producción por ha. han realizado el ICA y Monómeros para cada cultivo. En la parte A.2 del Apéndice Metodológico se precisan las fuentes de esta información básica y el procedimiento seguido en cada caso. Los coeficientes técnicos así obtenidos aparecen en los cuadros AM-13 y AM-17.

Finalmente, sólo diez cultivos (papa, café, arroz, caña, cebada, maíz, algodón, sorgo, fríjol y trigo en orden de importancia) realizan el 91% del consumo total de  $P_2O_5$  en la actualidad. El pequeño resto se encuentra muy disperso entre muchísimos productos, consumiendo una pequeña cantidad de  $P_2O_5$  cada uno de ellos. Por estas razones, la tasa de crecimiento del consumo de  $P_2O_5$  en el futuro inmediato dependerá fundamentalmente del comportamiento de esos diez cultivos,





que serán los examinados en esta sección.

Para obtener el consumo total de  $P_2O_5$  se aplica la tasa de crecimiento así obtenida al consumo total de  $P_2O_5$  observado en el año base que es 1980.

#### A.2. METODOLOGIA PARA LA ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURA DE $P_2O_5$ .

##### A.2.1. Estimación de la Demanda Futura de Productos Agropecuarios.

###### A.2.1.1. Justificación.

Estimaciones de la demanda futura de los productos agropecuarios son indispensables para obtener estimaciones económicas de la demanda futura de fertilizantes, pues esta no es sino una demanda derivada de la demanda por productos agrícolas. Simples proporciones tendenciales del consumo histórico de fertilizantes enfrentarían no sólo la accidentalidad de la serie histórica, con el consiguiente grado de dificultad para interpretar la tendencia sino, lo que es más importante, una serie de supuestos implícitos acerca de la constancia o permanencia de varios parámetros que, por el contrario, pueden modificarse significativamente en el futuro, tales como la extensión y profundidad de las aplicaciones tecnológicas, la participación relativa de los diferentes productos en la producción agrícola, los cambios en la tasa de crecimiento del ingreso per-cápita y los cambios en la tasa de crecimiento demográfico. En cambio, a través de la estimación de la demanda de productos agrícolas, de la cual es derivada la de fertilizantes, cada uno de estos factores debe ser tomado en consideración explícitamente.



## A.2.1.2. Elementos de la Estimación.

La demanda global interna de cada producto agrícola es una función del volumen de la población, del nivel de ingreso de los consumidores, de los precios del producto en cuestión y sus sustitutos, de la distribución del ingreso y de los gustos de los consumidores.

Sabido es que las estimaciones de precios futuros constituyen en el caso general un ejercicio altamente especulativo, sin razones objetivas a priori que permitan la selección conclusiva de unas alternativas sobre otras. Por ésto, son generalmente omitidas, lo cual equivale a suponer que las variaciones de los precios relativos no serán lo suficientemente importantes para efectuar significativamente los resultados arrojados por el resto de las variables, que constituyen la mayoría. Los precios de los productos agrícolas (que constituyen en general sus propios sustitutos) no son sustitutos a esta norma. Cabe subrayar, sin embargo, que en el caso de estos tal dificultad es mucho menos importante que para los demás productos, debido al reconocido fenómeno de la baja elasticidad precio de la demanda de los mismos. Por estas razones, proyecciones explícitas de precios de los productos agrícolas serán omitidas en las estimaciones de demanda, lo cual equivale a proponer que las variaciones de precios relativos no serán lo suficientemente drásticas para contrariar los efectos de la mayoría de las variables. La baja elasticidad-precio de demanda constituye un argumento empírico en favor de tal proposición.

De otro lado, los efectos de la distribución del ingreso y de los gustos sobre la demanda pueden ser recogidos conjuntamente en un solo parámetro que es la elasticidad ingreso media



de la demanda para cada producto. Como el concepto de elasticidad-ingreso hace referencia a la tasa de crecimiento en la demanda per-cápita dada la tasa de crecimiento del ingreso per-cápita, el uso de estos dos elementos para la estimación se limitaría a la obtención del incremento en la demanda per-cápita para cada producto. Para obtener la demanda per-cápita futura por producto, sería necesario agregar a este incremento el volúmen actual del consumo per-cápita. Y para obtener la demanda futura global se requiere aplicar a tal cifra el volúmen de la población futura esperada.

De esta manera, los elementos requeridos para la estimación de la demanda interna se reducen a:

- i) las elasticidades-ingreso de la demanda por productos.
- ii) la tasa de crecimiento del ingreso per-cápita.
- iii) los niveles actuales de consumo per-cápita por productos y
- iv) los volúmenes de la población futura esperada.

#### A.2.1.3. Parámetros.

Existen varios conjuntos de estimaciones de la elasticidad-ingreso de la demanda por productos agropecuarios. El primero fué producido por la FAO y fué utilizado en el estudio de Recursos para el Futuro, Colombia 1950-2000. El segundo fué producido por una investigación de Pinstrup, Nohora Ruíz y Hoover, cuya referencia precisa aparece en la Nota 2) del Cuadro 2 de este Apéndice, y ha sido utilizado para sus estimaciones por el Departamento Nacional de Planeación. Parecen no existir diferencias amplias entre los dos. Además O P S A



tiene también algunas estimaciones. En los pocos casos de algunas diferencias (no muy importantes) entre las diversas fuentes, se tomaron los promedios.

Debido a que las elasticidades-ingreso se modifican muy lentamente, los ensayos sobre el tema siempre han supuesto que el margen de error con este procedimiento es menor que el de cualquier otro.

De otro lado, la tasa de crecimiento del ingreso per-cápita es una función de la tasa de crecimiento del PIB y de la tasa de crecimiento de la población. Sobre las proyecciones de estas tasas existen estudios muy detallados y especializados en Recursos para el Futuro ya citado y el Departamento Nacional de Planeación. Para una mayor significación analítica de las proyecciones se han tomado tres alternativas de crecimiento al ingreso per-cápita, tal como se explica en el texto principal.

El consumo actual per-cápita de los diversos productos que entrarán en la estimación se ha obtenido de las cifras oficiales de OPSA sobre producción, importaciones, exportaciones y variación de existencias, y de las estimaciones disponibles de la población actual en el DNP.

#### A.2.1.4. La Demanda Externa.

Las estimaciones de exportaciones futuras de productos agrícolas son particularmente difíciles, por los disímiles elementos económicos y políticos que las influyen. Afortunadamente, existen estudios especializados al respecto y sobre los principales productos de exportación colombianos, por parte de instituciones internacionales como el Banco Mundial y varias nacionales. El texto principal cita fuentes utilizadas para



este propósito. Sumando estos estimativos y los de la demanda interna se obtienen los estimativos de la demanda total futura por productos.

A.2.1.5. Procedimiento para la Estimación de la Demanda Interna.

La tasa de crecimiento de la demanda global de cada producto  $i$ ,  $\dot{d}_i$ , puede descomponerse en la tasa de crecimiento de la población  $\dot{p}$ , más la tasa de crecimiento de la demanda per cápita,  $\dot{q}_i$ , más el efecto residual combinado de  $\dot{p}$   $\dot{q}_i$ . Es decir,  $\dot{d}_i = \dot{p} + \dot{q}_i + \dot{p} \dot{q}_i$

Puesto que  $\dot{q}_i = e_i \cdot \dot{y}$  y donde  $e_i$  es la elasticidad - ingreso respectiva e  $y$  es la tasa de crecimiento del ingreso per cápita,

$$\dot{d}_i = \dot{p} + e_i \cdot \dot{y} + \dot{p} \cdot e_i \cdot \dot{y}$$

Mas exactamente, entre el año  $t_0$  y el año  $t_1$ , la tasa de crecimiento  $\dot{d}_i(t_1) = \dot{p}(t_1) + e_i \cdot \dot{y}(t_1) + \dot{p}(t_1) e_i \dot{y}(t_1)$

Ahora bien, la demanda global del producto  $i$  en el año  $t_1$   $D_i(t_1) = (1 + \dot{d}_i(t_1)) (D_i(t_0))$ , donde  $D_i(t_0)$  es el consumo interno actual global del producto  $i$ .

Y, en general,

$$D_i(t_n) = (1 + \dot{d}_i(t_n)) (D_i(t_{n-1}))$$

En esta forma puede obtenerse la demanda interna global para cada año deseado. Suponiendo que no se desee obtener  $D_i$  para cada año, información muchas veces irrelevante en el caso de estimaciones futuras, sino para cada cierto número de años,





$\underline{n}$  (por ejemplo, cada cinco años, o  $n = 5$ ), entonces:

$$D_i (1) = D_i (0) \cdot (1 + \dot{d}_i (1))^n$$

$$D_i (2) = D_i \cdot (1 + d_i (2))^n$$

$D_i (3) = D_i (1 + \dot{d}_i (3))^n$ , etc., donde (1), (2) y (3) corresponderán a los años extremos de períodos que comprenden  $\underline{n}$  años.

El modelo anterior recoge, obviamente, el hecho de que  $\dot{p}$  e  $\dot{y}$  pueden ser diferentes de período a período, tal como en realidad se estima para las proyecciones de población.

#### A.2.1.6. Resultados.

Los resultados de las estimaciones de demanda por productos agropecuarios, así como la información relevante requerida para obtener las mismas y la producción agropecuaria interna requerida para satisfacer dicha demanda, aparecen en los cuadros A-M-1 a A-M-12 de este Apéndice.

#### A.2.2. Estimación de la Demanda Interna Futura de $P_2O_5$ .

##### A.2.2.1.

Como se explica en la parte A.1, para esta estimación se parte de una proyección de los rendimientos por ha. para cada producto agropecuario de los diez que constituyen más del 90% del consumo global de  $P_2O_5$  y las proyecciones de los rendimientos aparecen en la parte superior de los Cuadros A-M-13 y A-M-17 de este Apéndice.

De otro lado, puesto que existe una relación determinada



entre los rendimientos y la cantidad de fertilizantes por ha., llamada por brevedad la función parcial de producción, tal relación junto con los rendimientos permite obtener los requerimientos de  $P_2O_5$  por unidad de producción. Específicamente, dividiendo la cantidad de  $P_2O_5$  por ha. requerida para obtener el rendimiento dado por ha. se obtiene la cantidad de  $P_2O_5$  requerida por unidad de producto, para cada producto, o sean los coeficientes técnicos, que aparecen en los Cuadros 13 y 17 de este Apéndice.

Aplicando los coeficientes técnicos a la producción global requerida se obtienen, entonces, los requerimientos de  $P_2O_5$  para obtener tal producción, es decir, la demanda global de  $P_2O_5$ , correspondiente a estos 10 productos. Los resultados se muestran en los cuadros AM-14, AM-15, AM-16, AM-18, AM-19 y AM-20 de este Apéndice. Puesto que estos 10 productos constituyen casi la totalidad del consumo actual de  $P_2O_5$ , se puede suponer razonablemente que será su dinámica la que determine la tasa de crecimiento de la demanda total de  $P_2O_5$ . Por consiguiente, aplicando la tasa de crecimiento de la demanda de estos 10 productos por  $P_2O_5$  al consumo total de  $P_2O_5$  en el año base, se obtienen las estimaciones de la demanda total futura de  $P_2O_5$  que aparecen en el Capítulo 3 del texto principal.

A continuación se explica cómo se proyectaron los rendimientos y cómo se obtuvieron las relaciones entre el consumo de  $P_2O_5$  por ha. y los rendimientos proyectados.

#### A.2.2.2. Proyecciones de Rendimientos.

Para proyectar los rendimientos se tomaron dos alternativas: 1 y 2. La alternativa 1, aunque muy improbable, al suponer que los rendimientos actuales no se alterarán en el futuro

(con el corolario de que los coeficientes técnicos se mantendrán constantes), es sin embargo muy importante analíticamente porque permite establecer cual será la demanda mínima futura de  $P_2O_5$ . Para fines diversos de planeación pública y privada las estimaciones de demandas mínimas suelen ser datos indispensables.

La alternativa 2 consiste en el escenario más realista de que los rendimientos continuarán aumentando de acuerdo a la dinámica observada para los diferentes cultivos durante el último o dos últimos decenios, de acuerdo a las disponibilidades y la consistencia de la información. Que este escenario no puede considerarse pesimista lo demuestra el hecho de que para varios cultivos la mera proyección tendencial conduciría en el año 2.000 a rendimientos superiores a cualquier meta de largo plazo actualmente establecida haciendo uso generalizado de la mejor técnica disponible. Fué necesario, por ello mismo, adoptar como límites probables de los rendimientos las metas de largo plazo del ICA para los rendimientos, utilizadas también como metas para el año 2.000 por el Estudio de Recursos para el Futuro ya citado. De acuerdo a esta limitación requerida de consistencia, se usaron las siguientes tendencias para la proyección de los rendimientos de los diversos cultivos:

- Papa : Tendencia observada durante el decenio de los años 70 (Regresión).
- Café : Tendencia observada durante el decenio de los años 70 (Regresión).
- Arroz : Tasa de Crecimiento durante el período 1960/62/80 (Regresión).
- Caña : Tasa de crecimiento durante el período 1974/80.
- Cebada : Tasa de crecimiento durante el período 1970-72/80



- Maíz : Tasa de Crecimiento durante el período 1960-62/80
- Algodón : " " " " " 1960-62/80
- Fríjol : " " " " " 1960-62/80
- Trigo : " " " " " 1960-62/78-80
- Sorgo : Puesto que la proyección de la tendencia y de la tasa de crecimiento produce un resultado aparentemente exagerado, se supuso que en el año 2.000 se alcanzarían los índices internacionales más altos señalados por la FAO, que implican un crecimiento de 40% en los rendimientos entre 1980 y el año 2000, para este producto.

Los rendimientos observados se obtuvieron del estudio de recursos para el Futuro, Cap. VII, y de las cifras del Sector Agropecuario de OPSA.

#### A.2.2.3. Estimación de los Coeficientes Técnicos.

Para arroz, papa y caña se obtuvieron correlaciones entre el consumo histórico de fertilizantes por ha. y el rendimiento obtenido, durante el período 1971-1976. Para café se utilizó el mismo procedimiento con datos del período 1974-1978.

Se utilizó una ecuación del tipo  $y = a + b x$ , para arroz y café y del tipo  $\ln y = a + bx$  para papa y caña, de acuerdo a los mejores ajustes encontrados, donde  $y$  es el rendimiento por ha. y  $X$  es en consumo de fertilizantes por ha. (Los coeficientes de correlación fueron de 0.655 para arroz, 0,735 para papa; 0.58 para azúcar y 0.785 para café). Los rendimientos observados se tomaron de las cifras de OPSA y de varios números de "Economía Cafetera". La cifra sobre consumo de fertilizantes por cultivos para los años de la regresión se obtuvieron de Monómeros Colombo-Venezolanos.



Para frijo, trigo, sorgo, maíz y algodón se tomó la relación encontrada entre un rendimiento similar al proyectado en el año 2.000 y el consumo requerido de  $P_2O_5$  por ha. para alcanzar dicho rendimiento de acuerdo a la dosis óptima desde el punto de vista económico, por el estudio intitulado "Elementos para un Programa de Fertilizantes en Colombia", realizado por Alberto Gómez P. y Edmundo Silva G. para Monómeros Colombo-Venezolanos. Para los años intermedios entre 1980 y 2.000 se interpolaron los datos suponiendo una relación lineal.

Para cebada se tomaron los mismos resultados que para trigo, dado que actualmente tienen rendimientos casi idénticos y que requieren tecnologías prácticamente idénticas de producción.

## Cuadro AM-1

CONSUMO INTERNO APARENTE PER-CAPITA DE LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS  
( Kgs / Persona / Año )

Año de 1980

Producto	Consumo
Café	4.2
Arroz	69.2
Cebada	6.1
Maíz	35.3
Sorgo	16.7
Trigo	14.8
Ajonjolí	0.5
Algodón	11.5
Aceite de Palma	2.7
Soya	9.2
Fríjol	3.3
Ñame	6.6
Papa	66.7
Yuca	83.1
Banano	8.3
Cacao	1.4
Azúcar	35.2
Caña Panela	38.2
Frutales	21.3
Hortalizas	52.9
Plátano	90.7
Tabaco	0.5
Ganado Vacuno*	37.1

\* Dato para 1979 suponiendo un consumo igual en el primer y segundo semestres.

FUENTE: OPSA, Cifras del Sector Agropecuario, Bogotá, 1981

DNP, División de Estudios Demográficos, Jefatura (Información directa).



## CONSUMO INTERNO PER-CAPITA POR PRODUCTOS

ALTERNATIVA A 1/  
( Kgs/Persona/Año)

<u>PRODUCTO</u>	<u>ELASTICIDAD 2/</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.991</u>	<u>2.000</u>
CAFE	0.1	4.3	4.4	4.5	4.6
ARROZ	0.4	74.2	79.5	85.6	92.7
CEBADA	0.1	6.2	6.3	6.4	6.5
MAIZ	0.1	35.9	36.6	37.3	38.1
SORGO	0.2	17.3	17.9	18.6	19.4
TRIGO	0.5	16.2	17.7	19.5	21.5
AJONJOLI	0.7 3/	0.6	0.7	0.8	0.9
ALGODON	0.5	12.6	13.8	15.2	16.8
ACEITE DE PALMA	0.7 3/	3.1	3.5	4.0	4.6
SOYA	0.4	9.9	10.6	11.4	12.3
FRIJOL	0.5	3.6	3.9	4.3	4.7
CARAOTA	0.5				
ÑAME	0.1 4/	6.7	6.8	6.9	7.0
PAPA	0.2	69.1	71.6	74.5	77.5
YUCA	0.1	84.6	86.1	87.7	89.5
BANANO	0.4	8.9	9.5	10.2	11.0
CACAO	0.3	1.5	1.6	1.7	1.8
AZUCAR	0.1	35.8	36.4	37.1	37.8
CAÑA PANELA	0.1	38.9	39.6	40.4	41.2
FRUTALES	0.4 5/	22.8	24.8	26.7	28.9
HORTALIZAS	0.4 5/	56.7	60.8	65.5	70.9
PLATANO	0.2	93.9	97.2	101.2	105.3
TABACO	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5
CARNE	0.7	42.0	47.5	54.3	62.3

1/ Con tasa de crecimiento del ingreso nacional igual a 5.5 anual

2/ Elasticidad- Ingreso de la demanda para Colombia obtenidas de FAO, proyecciones de productos agrícolas 1.975 y 1.985, vol II, cuadro 1- B; Min Agricultura programas Agrícolas 1.973; Pinstrup y otros, American Journal Of Agricultural Economics, Vol No. 2, 1.976. En algunos casos en que se presentan pequeñas divergencias en las fuentes se tomaron los promedios.

3/ Aceites y grasas en general

4/ Supuesta la misma de la yuca

5/ Supuesta la del banano y la más alta de los productos agrícolas que no son leguminosas o grasas.

FUENTE: Ver Parte A-1.

CONSUMO INTERNO PER-CAPITA POR  
PRODUCTOSALTERNATIVA M 1/

<u>PRODUCTO</u>	<u>ELASTICIDAD</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
CAFE	0.1	4.3	4.4	4.5	4.6
ARROZ	0.4	72.7	76.4	80.7	85.7
CEBADA	0.1	6.2	6.3	6.4	6.5
MAIZ	0.1	35.7	36.2	36.7	37.3
SORGO	0.2	17.1	17.3	17.8	18.3
TRIGO	0.5	15.8	16.9	18.1	19.5
AJONJOLI	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7
ALGODON	0.5	12.3	13.1	14.0	15.1
ACEITE DE					
PALMA	0.4	9.7	10.2	10.8	11.5
SOYA	0.4	3.5	3.7	4.0	4.3
ÑAME	0.1	6.1	6.7	6.8	7.0
PAPA	0.2	68.4	69.2	71.3	73.5
YUCA	0.1	84.1	85.2	86.4	87.7
BANANO	0.4	8.7	9.1	9.6	10.2
CACAO	0.3	1.5	1.6	1.7	1.8
AZUCAR	0.1	35.6	36.1	36.6	37.2
CAÑA					
PANELA	0.4	38.7	39.2	39.8	40.4
FRUTALES	0.4	22.4	23.5	24.8	26.3
HORTALIZAS	0.4	55.6	58.4	61.7	65.5
PLATANO	0.2	93.0	94.2	97.1	100.0
TABACO	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5
CARNE	0.7	40.6	44.4	49.0	54.1

1/ Con base de crecimiento del ingreso nacional igual a 4.5% anual.

FUENTE: Ver texto

## CONSUMO INTERNO PER-CAPITA POR PRODUCTOS

ALTERNATIVA B 1/

<u>PRODUCTO</u>	<u>ELASTICIDAD</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
CAFE	0.1	0.1	4.2	4.2	4.3
ARROZ	0.4	71.3	73.6	76.2	79.5
CEBADA	0.1	6.1	6.1	6.2	6.3
MAIZ	0.1	35.6	35.9	36.2	36.6
SORGO	0.2	17.0	17.3	17.6	18.0
TRIGO	0.5	15.4	16.0	16.7	17.6
AJONJOLI	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5
ALGODON	0.5	11.9	12.4	13.0	13.7
ACEITE					
PALMA	0.7	2.9	3.1	3.3	3.6
SOYA	0.4	9.5	9.8	10.1	10.5
FRIJOL	0.5	3.4	3.5	3.9	
ÑAME	0.1	6.6	6.7	6.8	6.9
PAPA	0.2	67.7	68.8	70.2	71.7
YUCA	0.1	83.7	84.4	85.2	86.1
EANANO	0.4	8.6	8.8	9.1	9.5
CACAO	0.3	1.4	1.4	1.4	1.5
AZUCAR	0.1	35.5	35.6	35.9	36.3
CAÑA					
PANELA	0.1	38.5	38.8	39.2	29.6
FRUTALES	0.4	21.9	22.6	23.4	24.4
HORTALIZAS	0.4	54.5	56.3	58.3	60.8
PLATANO	0.2	92.0	93.5	95.4	97.4
TABACO	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5
CARNE	0.7	39.2	41.4	44.2	47.6

1/ Con tasa de crecimiento del ingreso igual a 3.5% anual.

## CONSUMO INTERNO GLOBAL POR PRODUCTOS

ALTERNATIVA A

(000 Tons)

<u>PRODUCTO</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
CAFE	122.3	137.1	152.0	166.3
ARROZ	2111.0	2891.6	3351.5	
CEBADA	176.4	196.3	216.2	235.0
MAIZ	1021.4	1140.5	1260.0	1377.5
SORGO	492.2	557.8	628.3	701.4
TRIGO	460.9	551.5	658.7	777.3
AJONJOLI	17.1	21.8	27.0	32.5
ALGODON	358.5	430.0	513.5	607.4
ACEITE				
PALMA	88.2	109.1	135.1	166.3
SOYA	281.7	330.3	385.1	444.7
FRIJOL	102.4	121.5	145.3	169.9
ÑAME	190.6	211.9	233.1	253.1
PAPA	1965.9	2231.1	2516.6	2801.9
YUCA	2406.9	2682.9	2962.5	3235.8
BANANO	253.2	296.0	344.6	397.7
CACAO	42.7	49.9	57.4	65.1
AZUCAR	1018.5	1134.2	1253.2	1366.6
CAÑA				
PANELA	1106.7	1233.9	1364.7	1489.5
FRUTALES	648.7	772.8	901.9	1044.9
HORTALIZAS	1613.1	1894.5	2212.6	2563.3
PLATANO	2671.5	3028.8	3418.5	3807.0
TABACO	14.2	15.6	16.9	18.1
CARNE	1194.9	1480.1	1834.3	2252.4

FUENTE: Véase texto.

## CONSUMO INTERNO GLOBAL POR PRODUCTOS

ALTERNATIVA M

(000 Tons)

<u>PRODUCTO</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
CAFE	122.3	137.1	152.0	166.3
ARROZ	2068.3	2380.6	2726.0	3098.4
CEBADA	176.4	196.3	216.2	235.0
MAIZ	1015.7	1128.0	1239.7	1348.5
SORGO	486.5	539.1	601.3	661.6
TRIGO	449.5	526.6	611.4	605.0
AJONJOLI	14.2	15.6	20.3	25.3
ALGODON	349.9	408.2	472.9	545.9
ACEITE				
PALMA	85.4	102.8	121.6	144.6
PAPA	276.0	317.8	364.8	415.8
FRIJOL	99.6	115.3	135.1	155.5
ÑAME	190.6	211.9	233.1	253.1
PAPA	1946.0	2156.3	2408.5	2657.3
YUCA	2392.6	2654.8	2918.6	3170.7
BANANO	247.5	283.6	324.3	368.8
CACAO	42.7	49.9	57.4	65.1
AZUCAR	1012.8	1124.9	1236.3	1344.9
CAÑA PANELA	1101.0	1221.5	1344.4	1460.6
FRUTALES	637.3	732.3	837.7	960.9
HORTALIZAS	1581.8	1819.7	2804.2	2368.1
PLATANO	2645.9	2935.3	3280.0	3615.4
TABACO	14.2	15.6	16.9	18.1
CARNE	1155.1	1383.5	1655.2	1955.9

FUENTE: Véase texto.



## CONSUMO INTERNO GLOBAL POR PRODUCTOS

ALTERNATIVA B

(000 Tons)

<u>PRODUCTO</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
CAFE	119.5	130.9	141.9	155.5
ARROZ	2028.5	22.93.4	2574.0	2874.2
CEBADA	173.5	190.1	209.4	227.8
MAIZ	1012.8	1118.6	1222.8	1323.2
SORGO	483.7	539.1	594.5	650.8
TRIGO	438.1	498.6	564.1	636.3
AJONJOLI	14.2	15.6	16.9	21.7
ALGODON	338.6	386.4	439.1	495.3
ACEITE PALMA	82.5	96.6	111.5	130.2
SOYA	270.3	305.4	341.2	379.6
FRIJOL	96.7	109.1	125.0	141.0
ÑAME	187.8	208.7	229.7	249.5
PAPA	1926.1	2143.8	2371.4	2592.2
YUCA	2381.3	2629.9	2878.1	3112.9
BANANO	244.7	274.2	307.4	343.5
CACAO	39.8	43.6	47.3	54.2
AZUCAR	1010.0	11.09.3	1212.7	1312.4
CAÑA PANELA	1095.3	1209.0	1324.2	1431.7
FRUTALES	623.1	704.2	790.5	882.2
HORTALIZAS	1550.5	1754.3	1969.4	2198.2
PLATANO	2617.4	2913.5	3222.6	3521.4
TABACO	14.2	15.6	16.9	18.1
CARNE	1115.2	1290.0	1493.1	1720.9

FUENTE: Véase texto.



## CUADRO AM-8

EXPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS  
(000 Tons.)

<u>PRODUCTOS</u>	<u>r 1/</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
CAFE	1.2%	656.6	697.0	739.8	785.3
AZUCAR	3.6%	331.7	395.8	472.4	563.8
BANANO	2.0%	804.2	887.9	980.3	1082.4
ALGODON	2.4%	62.5	70.4	79.3	89.3
TABACO	4.7%	21.4	26.9	33.9	42.6
CARNE	6.0%	20.7	27.8	37.1	49.7

1/ Tasa anual de crecimiento estimada. Para todos los productos se ha tomado 1980 como año base, excepto para carne, en cuyo caso, por sus fuertes oscilaciones, se ha tomado el promedio de 1978-1979 y 1980.

FUENTE: Ver texto.



CUADRO AM-9

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS  
(000 Tons.)

<u>PRODUCTO</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
TRIGO	399.6	468.1	543.5	626.7
CEBADA	54.6	60.8	66.9	72.7
ACEITE VEGETAL	90.9	109.4	129.4	153.9

FUENTE: Véase texto.

## Cuadro AM. - 10

## PRODUCCION INTERNA GLOBAL REQUERIDA

## Alternativa A

(ooo ton)

<u>Producto</u>	<u>1985</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>	<u>2.000</u>
Café	778.9	834.1	891.8	951.6
Arroz	2.111.0	2.477.2	2.891.6	3.351.5
Cebada	121.8	135.5	149.3	162.3
Maíz	1.021.4	1.140.5	1.260.0	1.377.5
Sorgo	492.2	557.8	528.3	701.4
Trigo	61.3	83.4	115.2	150.6
Ajonjolí	17.1	21.8	27.0	32.5
Algodón	421.0	500.4	592.8	696.7
Aceite-Palma	- 2.7	- 0.3	5.7	12.4
Soya	281.7	330.3	385.1	444.7
Frijol	102.4	121.5	145.3	169.9
Ñame	190.6	211.9	233.1	253.1
Papa	1.965.9	2.231.1	2.516.6	2.801.9
Yuca	2.406.9	2.682.9	2.962.5	3.235.8
Banano	1.057.4	1.183.9	1.324.9	1.480.1
Cacao	42.7	499	57.4	65.1
Azúcar	1.350.2	1.530.0	1.725.6	1.930.4
Caña-Panela	1.106.7	1.233.9	1.364.7	1.489.5
Frutales	648.7	772.8	901.9	1.044.9
Hortalizas	1.613.1	1.894.5	2.212.6	2.563.3
Plátano	2.671.5	3.028.8	3.418.5	3.807.0
Tabaco	35.6	42.5	50.8	60.7
Carne	1.215.6	1.507.9	1.871.4	2.302.1

## PRODUCCION INTERNA GLOBAL REQUERIDA

Alternativa M

(ooo ton )

<u>Producto</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
Café	778.9	834.1	891.8	951.6
Arroz	2.068.3	2.380.6	2.726.0	3.098.4
Cebada	121.8	135.5	149.3	162.3
Maiz	1.015.7	1.128.0	1.239.7	1.348.5
Sorgo	486.5	539.1	601.3	661.6
Trigo	49.9	58.5	67.9	78.3
Ajonjolí	14.2	15.6	20.3	25.3
Algodón	412.4	478.6	552.2	635.2
Aceite de Palma	- 5.5	- 6.6	- 7.8	- 9.3
Soya	276.0	317.8	364.8	415.8
Fríjol	99.6	115.3	135.1	155.5
Ñame	190.6	211.9	233.1	253.1
Papa	1.946.0	2.156.3	2.408.5	2.657.3
Yuca	2.392.6	2.654.8	2.918.6	3.170.7
Banano	1.051.7	1.171.5	1.304.6	1.451.2
Cacao	42.7	49.9	57.4	65.1
Azúcar	1.344.5	1.520.7	1.708.7	1.908.7
Caña-Panela	1.101.0	1.221.5	1.344.4	1.460.6
Frutales	637.3	732.3	837.7	950.9
Hortalizas	1.581.8	1.819.7	2.804.2	2.368.1
Plátanos	2.645.9	2.935.3	3.280.0	3.615.4
Tabaco	35.6	42.5	50.8	60.7
Carne	1.575.8	1.411.3	1.692.3	2.005.6

FUENTE: Véase texto.



## Cuadro AM - 12

## PRODUCCION INTERNA GLOBAL REQUERIDA

Alternativa B

(ooo Ton.)

<u>Producto</u>	<u>1.985</u>	<u>1.990</u>	<u>1.995</u>	<u>2.000</u>
Café	776.1	827.9	881.7	940.8
Arroz	2.028.5	2.293.4	2.574.0	2.874.2
Cebada	118.9	129.3	142.5	155.1
Maíz	1.012.8	1.118.6	1.222.8	1.323.2
Sorgo	483.7	539.1	594.5	650.8
Trigo	45.6	45.6	45.6	45.6
Ajonjolí	14.2	15.6	16.9	21.7
Algodón	401.1	456.8	418.4	584.6
Aceite-Palma	8.4	- 12.8	- 17.9	- 23.7
Soya	270.3	305.4	321.2	379.6
Fríjol	96.7	109.1	125.0	141.0
Ñame	187.8	208.7	229.7	49.5
Papa	1.926.1	2.143.8	2.371.4	2.592.2
Yuca	2.381.3	2.629.9	2.878.1	3.112.9
Bananos	1.048.9	1.162.1	1.287.7	1.425.9
Cacao	39.8	43.6	47.3	54.2
Azúcar	1.341.7	1.505.1	1.685.1	1.876.2
Caña-Panela	1.095.3	1.209.0	1.324.2	1.431.7
Frutales	623.1	704.2	790.5	882.2
Hortalizas	1.550.5	1.754.3	1.969.4	2.198.2
Plátano	2.617.4	2.913.5	3.222.6	3.521.4
Tabaco	35.6	42.5	50.8	60.7
Carne	1.135.9	1.317.8	1.530.2	1.770.6

FUENTE: Véase texto.

CUADRO AM-13

RENDIMIENTOS POR HA. Y CONSUMO DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> POR Ha.  
ALTERNATIVA I

MILES HAS. COSECHADAS	PRODUCTO	1.980		1.985		1.990		1.995		2.000	
		R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
142.0	Papa	12.160.0	232.0	12.160.0	232.0	12.160.0	232.0	12.160.0	232.0	12.160.0	232.0
1.175.0	Café	643.0	10.5	643.0	10.5	643.0	10.5	643.0	10.5	643.0	10.5
415.8	Arroz	4.324.0	17.2	4.324.0	17.2	4.324.0	17.2	4.324.0	17.2	4.324.0	17.2
303.3	Caña	71.800.0	21.6	71.800.0	21.6	71.800.0	21.6	71.800.0	21.6	71.800.0	21.6
62.6	Cebada	1.749.0	33.2	1.749.0	33.2	1.749.0	33.2	1.749.0	33.2	1.749.0	33.2
614.4	Maíz	1.390.0	2.8	1.390.0	2.8	1.390.0	2.8	1.390.0	2.8	1.390.0	2.8
216.9	Algodón	1.630.0	5.0	1.630.0	5.0	1.630.0	5.0	1.630.0	5.0	1.630.0	5.0
206.0	Sorgo	2.090.0	5.0	2.090.0	5.0	2.090.0	5.0	2.090.0	5.0	2.090.0	5.0
115.0	Fríjol	725.0	7.9	725.0	7.9	725.0	7.9	725.0	7.9	725.0	7.9
37.6	Trigo	1.214.0	21.6	1.214.0	21.6	1.214.0	21.6	1.214.0	21.6	1.214.0	21.6

P/R KGR DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> POR KGR DE PRODUCTO

PRODUCTO	1.980	1.985	1.990	1.995	2.000
Papa	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
Café	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
Arroz	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Caña	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Cebada	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
Maíz	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Algodón	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Sorgo	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Fríjol	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
Trigo	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018

R: Rendimiento por Ha. (Kgs)  
P: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por Ha. (Kgs).

FUENTE: Ver texto.



Cuadro AM- 15

REQUERIMIENTOS DE  $P_2O_5$ , PARA PRODUCCION - TON

ALTERNATIVA 1-M

Producto	1980	1985	1990	1995	2000
Papa		36.974.0	40.969.7	45.761.5	50.488.7
Café		12.462.4	13.345.6	14.268.8	15.225.6
Arroz		8.273.2	9.522.4	10.904.0	12.393.6
Caña		7.336.0	8.226.6	9.159.3	10.107.9
Cebada		2.314.2	2.574.5	2.836.7	3.083.7
Maíz		2.031.4	2.256.0	2.479.4	2.697.0
Algodón		1.237.2	1.435.8	1.656.6	1.905.6
Sorgo		973.0	1.078.2	1.2-2.6	1.323.2
Fríjol		1.095.6	1.268.3	1.486.1	1.710.5
Trigo		892.2	1.053.0	1.222.2	1.409.4
Total	66.635.1	73.595.2	81.730.1	90.977.2	100.345.2

Tasa de Crecimiento Anual Compuesta = 2.03%

FUENTE: Ver texto.



Cuadro AM-16

REQUERIMIENTOS DE P O PARA PRODUCCION ( TON)  
2 5

ALTERNATIVA 1 - B

Producto	1980	1985	1990	1995	2000
Papa		36.595.9	40.732.2	45.056.6	49.251.8
Café		12.417.6	13.246.4	14.107.2	15.052.8
Arroz		8.114.0	9.173.6	10.296.0	11.496.8
Caña		7.311.0	8.142.3	9.027.9	9.237.7
Cebada		2.259.1	2.456.7	2.707.5	2.946.9
Maíz		2.025.6	2.237.2	2.445.6	2.646.4
Algodón		1.203.3	1.370.4	1.555.2	1.753.8
Sorgo		967.4	1.078.2	1.189.0	1.301.6
Fríjol		1.063.7	1.200.1	1.375.0	1.551.0
Trigo		820.8	820.8	820.8	820.8
TOTAL	66.635.1	72.778.4	80.457.9	88.580.8	96.745.6

Tasa de Crecimiento Anual Compuesta 1.88%

FUENTE: Ver texto

CUADRO AM-17

REQUERIMIENTOS POR Ha. Y CONSUMO DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> POR Ha.

ALTERNATIVA 2

(Proyección tendencia Histórica Rendimientos 1960-62 /1978-80)

MILES HAS. COSECHADAS	PRODUCTO	1980		1985		1990		1995		2000	
		R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
142.0	Papa	12.160.0	232.0	15.566.0	273.6	17.345.0	322.6	19.123.0	380.4	20.900.0	448.0
1.175.0	Café	643.0	10.5	672.0	14.2	702.0	15.3	733.0	16.4	766.0	17.7
415.8	Arroz	4.324.0	17.2	5.280.0	25.0	6.450.0	36.5	7.886.0	53.1	9.634.0	73.1
303.0	Caña	71.800.0	21.6	96.100.0	28.9	128.600.0	38.7	172.160.0	51.9	230.435.0	69.5
62.6	Cebada	1.749.0	33.2	1.870.0	39.3	2.000.0	48.0	2.139.0	57.8	2.288.0	69.1
614.4	Maíz	1.390.0	2.8	1.541.0	4.6	1.708.0	6.8	1.893.0	11.4	2.089.0	16.8
216.9	Algodón	1.630.0	5.0	1.726.0	6.9	1.829.0	12.8	1.937.0	19.4	2.052.0	28.7
206.0	Sorgo	2.090.0	5.0	2.273.0	6.8	2.473.0	9.9	2.690.0	13.5	2.926.0	20.5
115.4	Fríjol	725.0	7.9	827.0	12.4	943.0	18.9	1.075.0	28.0	1.226.0	42.9
37.6	Trigo	1.214.0	21.6	1.380.0	29.0	1.485.0	35.6	1.594.0	43.0	1.713.0	53.1

P/R - KGS DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> POR KGR. DE PRODUCTO

PRODUCTO	1980	1985	1990	1995	2000
Papa	0.019	0.018	0.019	0.020	0.021
Café	0.016	0.021	0.022	0.022	0.023
Arroz	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008
Caña	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Cebada	0.019	0.021	0.024	0.027	0.031
Maíz	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008
Algodón	0.003	0.004	0.007	0.010	0.014
Sorgo	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007
Fríjol	0.011	0.015	0.020	0.026	0.035
Trigo	0.018	0.021	0.024	0.027	0.031





Cuadro AM.-18  
REQUERIMIENTOS DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> PARA PRODUCCION (TON)  
ALTERNATIVA 2 - A

Producto	1980	1985	1990	1995	2000
Papa		35.386.2	42.390.9	50.332.0	58.839.9
Café		16.356.9	18.350.2	19.619.6	21.886.8
Arroz		10.555.0	12.386.0	17.349.6	26.812.0
Caña		7.370.7	8.292.0	9.270.9	10.259.7
Cebada		2.557.8	3.252.0	4.031.1	5.031.3
Maíz		3.064.2	4.562.0	7.560.0	11.020.0
Algodón		1.684.0	3.502.8	5.928.0	9.753.8
Sorgo		1.476.6	2.231.2	3.141.5	4.909.8
Fríjol		1.536.0	2.430.0	3.777.8	5.946.5
Trigo		1.287.3	2.001.6	3.110.4	4.668.6
Total	66.635.1	81.274.7	99.398.7	124.120.9	159.128.4

FUENTE: Ver texto



## CUADRO AM-19

REQUERIMIENTO DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, PARA PRODUCCION-TON

## ALTERNATIVA 2-M

PRODUCTO	1980	1985	1990	1995	2000
Papa		35.028.0	40.969.7	48.170.0	55.803.3
Café		16.356.9	18.350.2	19.619.6	21.886.8
Arroz		10.341.5	11.903.0	16.356.0	24.787.2
Caña		7.336.0	8.226.6	9.159.3	10.107.9
Cebada		2.557.8	3.252.0	4.031.1	5.031.3
Maíz		3.047.1	4.512.2	7.438.2	10.788.0
Algodón		1.649.6	3.350.2	5.522.0	8.892.8
Sorgo		1.459.5	2.156.4	3.006.5	4.631.2
Fríjol		1.494.0	2.306.0	3.512.6	5.442.5
Trigo		1.047.9	1.404.0	1.833.3	2.427.3
TOTAL	<u>66.635.1</u>	<u>80.318.3</u>	<u>96.430.1</u>	<u>118.648.6</u>	<u>149.798.3</u>

FUENTE: Véase texto.



CUADRO AM-20

REQUERIMIENTO DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> PARA PRODUCCION-TON.

ALTERNATIVA 2-B

PRODUCTO	1980	1985	1990	1995	2000
Papa		34.669.8	40.732.2	47.428.0	54.436.2
Café		16.298.1	18.213.8	19.397.4	21.638.4
Arroz		10.142.5	11.467.0	15.444.0	22.993.6
Caña		7.311.0	8.142.3	9.027.9	9.923.7
Cebada		2.496.9	3.103.2	3.847.5	4.808.1
Maíz		3.038.4	4.474.4	7.336.8	10.585.6
Algodón		1.604.4	3.197.6	5.184.0	8.184.4
Sorgo		1.451.1	2.156.4	2.972.5	4.555.6
Fríjol		1.450.5	2.182.0	3.250.0	4.935.0
Trigo		957.6	1.094.4	1.231.2	1.413.6
TOTAL	<u>66.635.1</u>	<u>79.420.3</u>	<u>94.763.3</u>	<u>116.119.3</u>	<u>143.474.2</u>

FUENTE: Ver texto.



PROYECCION DE DEMANDA TOTAL ANUAL DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
PARA 1980-2000 (TON.)

ALTERNATIVA 1-A

<u>Año</u>	<u>Tasa de Crecimiento Anual (%)</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Toneladas)</u>
1980		78.577
1981	2.34	80.420
1982	2.34	82.306
1983	2.34	84.236
1984	2.34	86.211
1985	2.34	88.233
1986	2.40	90.351
1987	2.40	92.520
1988	2.40	94.742
1989	2.40	97.016
1990	2.40	99.346
1991	2.43	101.758
1992	2.43	104.229
1993	2.43	106.700
1994	2.43	109.352
1995	2.43	112.008
1996	2.23	114.501
1997	2.23	117.050
1998	2.23	119.656
1999	2.23	122.319
2000	2.23	125.042

Tasa de Crecimiento - Total Período = 2.35%



CUADRO AM-22

188.

PROYECCION DE DEMANDA TOTAL ANUAL DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
PARA 1980-2000 (TON.)

ALTERNATIVA 1-M

<u>Año</u>	<u>Tasa de Crecimiento Anual (%)</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Toneladas)</u>
1980		78.577
1981	2.01	80.154
1982	2.01	81.762
1983	2.01	83.403
1984	2.01	85.077
1985	2.01	86.784
1986	2.12	88.623
1987	2.12	90.501
1988	2.12	92.419
1989	2.12	94.377
1990	2.12	96.377
1991	2.17	98.466
1992	2.17	100.599
1993	2.17	102.779
1994	2.17	105.006
1995	2.17	107.282
1996	1.98	109.405
1997	1.98	111.571
1998	1.98	113.799
1999	1.98	116.032
2000	1.98	118.328

Tasa de Crecimiento - Total Período = 2.07%





## CUADRO AM-23

PROYECCION DE DEMANDA TOTAL ANUAL DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
PARA 1980-2000 (TON.)

## ALTERNATIVA 1-B

<u>Año</u>	<u>Tasa de Crecimiento Anual (%)</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Toneladas)</u>
1980		78.577
1981	1.78	79.975
1983	1.78	81.398
1983	1.78	82.847
1984	1.78	84.321
1985	1.78	85.821
1986	2.03	87.560
1987	2.03	89.335
1988	2.03	91.145
1989	2.03	92.992
1990	2.03	94.877
1991	1.94	96.720
1992	1.94	98.598
1993	1.94	100.513
1994	1.94	102.466
1995	1.94	104.456
1996	1.78	106.314
1997	1.78	108.205
1998	1.78	110.130
1999	1.78	112.090
2000	1.78	114.084

Tasa de Crecimiento - Total Período = 1.88%



CUADRO AM-24

PROYECCION DE DEMANDA TOTAL ANUAL DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
PARA 1980-2000 (TON.)

ALTERNATIVA 2-A

<u>Año</u>	<u>Tasa de Crecimiento Anual (%)</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Toneladas)</u>
1980		78.577
1981	4.05	81.761
1982	4.05	85.074
1983	4.05	88.521
1984	4.05	92.108
1985	4.05	95.840
1986	4.11	99.776
1987	4.11	103.877
1988	4.11	108.144
1989	4.11	112.587
1990	4.11	117.212
1991	4.54	122.537
1992	4.54	128.103
1993	4.54	133.922
1994	4.54	140.005
1995	4.54	146.365
1996	5.09	153.822
1997	5.09	161.658
1998	5.09	169.894
1999	5.09	178.550
2000	5.09	187.646

Tasa de Crecimiento - Total Período = 4.45%



PROYECCION DE DEMANDA TOTAL ANUAL DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
PARA 1980-2000 (TON.)

ALTERNATIVA 2-M

<u>Año</u>	<u>Tasa de Crecimiento Anual (%)</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Toneladas)</u>
1980		78.577
1981	3.81	81.568
1982	3.81	84.672
1983	3.81	87.895
1984	3.81	91.240
1985	3.81	94.712
1986	3.72	98.240
1987	3.72	101.898
1988	3.72	105.693
1989	3.72	109.629
1990	3.72	113.712
1991	4.23	118.526
1992	4.23	123.545
1993	4.23	128.776
1994	4.23	134.229
1995	4.23	139.912
1996	4.77	146.590
1997	4.77	153.586
1998	4.77	160.917
1999	4.77	168.597
2000	4.77	176.644

Tasa de Crecimiento - Total Período = 4.13%



CUADRO AM-26

PROYECCION DE DEMANDA TOTAL ANUAL DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
PARA 1980-2000 (TON.)

ALTERNATIVA 2-B

<u>Año</u>	<u>Tasa de Crecimiento Anual (%)</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Toneladas)</u>
1980		78.577
1981	3.57	81.384
1982	3.57	84.292
1983	3.57	87.304
1984	3.57	90.423
1985	3.57	93.653
1986	3.60	97.021
1987	3.60	100.510
1988	3.60	104.124
1989	3.60	107.868
1990	3.60	111.746
1991	3.97	116.181
1992	3.97	120.791
1993	3.97	125.585
1994	3.97	130.569
1995	3.97	135.750
1996	4.50	141.862
1997	4.50	148.249
1998	4.50	154.923
1999	4.50	161.898
2000	4.50	169.187

Tasa de Crecimiento - Total Período = 3.91%







INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



194.

B I B L I O G R A F I A

- ABOCOL - OPSA: Uso de Fertilizantes en Colombia. Cartagena, 1983.  
Gerencia Técnica: Información verbal.
- ACERIAS PAZ DEL RIO: División de Mercadeo: Información directa.
- ASOCIACION NACIONAL DE INDUSTRIALES: La Industria Química en Colombia.  
Sin fecha.
- ASOCIACION DE FABRICANTES DE PRODUCTOS QUIMICOS: La Industria Química y Petroquímica en el Area Andina. Caracas, 1980.
- BANCO DE LA REPUBLICA: Revista del Banco de la República. Varios números.
- BLACK, C.A.: "Potasio" en Relaciones Suelo-Planta. V Coloquio de Suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Paipa, 1977.
- THE BRITISH SULPHUR CORPORATION: Phosphorus and Potassium. Londres. Varios números. Sulphur. Londres. Varios números.
- CAJA DE CREDITO AGRARIO: Situación y políticas de los fertilizantes. Bogotá, Enero de 1984.
- CAMARA DE COMERCIO HISPANO - COLOMBIANA: Informe sobre aspectos importantes del sector de productos químicos inorgánicos en Colombia. Bogotá 1981.
- COMODITY RESEARCH BUREAU, INC.: Comodity Yearbook. New York. Varios números.
- CONSORCIO IEC-INTEGRAL, AREA TECNICA: Fertilizantes. Estudios de Inventario Minero. Julio de 1984.
- DANE: Anuarios de comercio exterior, de 1970 a 1982.  
Cuentas Nacionales, 1970 - 1982.  
Industria Manufacturera, 1970 a 1982.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION: La economía de la papa en Colombia 1983. Documento inédito.



INSTITUTO DE ESTUDIOS COLOMBIANOS

CONSORCIO



195.

- EMPRESA COLOMBIANA DE MINAS: "Industria del Azufre" Boletín Mensual.  
Vol. 1 No. 2 Sept. 1981 y Vol. 2 No. 2 Feb. 1982.  
Informe anual. Varios números.  
Síntesis del proyecto de industrialización de roca fosfórica. Bogotá, Marzo de 1984.
- ENGINEERING AND MINING JOURNAL: Varios números
- EMPRESA EJECUTORIA DE FOSFATOS DEL NORTE DE SANTANDER, Gerencia: Información directa.
- EMPRESA DE FOSFATOS DE BOYACA, S.A., Gerencia: Información directa.
- ECOPETROL, DIVISION DE REFINADO Y PETROQUIMICA: Información directa.
- FAO - ONUDI - BANCO MUNDIAL: Situación actual y perspectivas de los fertilizantes en el mundo. FAO, Roma, 1983.
- FEDEPAPA, Gerencia: Información directa.
- FEDERACAFE: Economía Cafetera, Varios números.  
Informe del Gerente General, 1970-1971 y 1980-1981.  
Manual del cafetero colombiano, 1979.
- FICITEC: Estudio de mercado de roca fosfórica parcialmente acidulada.  
Bogotá Julio de 1983 (para los Departamento de Santander principalmente).
- FOSFATOS DE COLOMBIA, Gerencia: Información directa.
- FOSFATOS DEL HUILA, S.A. Gerencia: Información directa.
- GOMEZ P., ALBERTO Y CASTRO M., HERNAN: Pronóstico consumo de ácido sulfúrico y azufre en Colombia 1975-1985. Monúmeros Colombo-Venezolanos. Sin fecha.
- GREEN MARKETS: Varios números. Publicación de Mc. Graw Hill Intelligence Weekly.
- GUEVARA., RICARDO: Características físico químicas de los fertilizantes.  
Monúmeros Colombo Venezolanos, Bogotá, 1981.

- GUTERMAN, LIA Y GIRALDO, G. "La industria de fertilizantes y plaguicidas" en Revista de Planeación y Desarrollo. Vol. X No. 1, Enero -Abril, 1978.
- HANSA LUFTBILD: Estudio de factibilidad proyecto fosfatos. Estudio de mercado. Agosto de 1981.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO : Estado actual de la fertilidad de los suelos colombianos y estimativos sobre las necesidades de fertilización en varios cultivos. Tibaitatá, programa nacional de suelos. documento de trabajo No. 85, 1980.  
Insumos Agropecuarios en Colombia, 1973.  
Importaciones, producción, ventas y existencias de fertilizantes en Colombia, 1982.  
La fertilidad de los suelos colombianos y las necesidades de fertilizantes. Tibaitatá, 1982.  
Producción y comercialización de fertilizantes en Colombia. De 1974 a 1980.
- INSTITUTO DE FOMENTO INDUSTRIAL: Inventario de Estudios e Informes. Bogotá Junio de 1980.
- INTERNATIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER: Estudio del mercado de fertilizantes Fosfatados en Colombia. Muscle Shoals, Alabama, Abril de 1980.
- LEON, LUIS: Investigaciones realizadas sobre el uso de diversas fuentes de fósforo en Colombia. ICA- ABOCOL. Sin fecha.
- MEJIA MILLAN Y PERRY: Estudio sobre transporte y distribución de fertilizantes en Colombia. Bogotá, 1983.
- MINAGRICULTURA: Cifras del sector agropecuario, de 1970 a 1980. Cifras agropecuarias (1978-1983)  
- Grupo de insumos: Información directa.  
"Insumos y maquinaria agrícola", en la productividad Agraria en Colombia. Bogotá 1978.  
- OPSA: Insumos agropecuarios 1975 y 1976.
- MINMINAS: Memoria al congreso, 1983 - 1984. Vol. 2. Anexo Estadístico.  
- Oficina de Planeación: Información directa.



Procedimiento para definición y cobertura de la producción estadística de minerales no combustibles en Colombia. Documento DPIE-01.

- MOJICA, PEDRO: "Fosfatos", en Recursos Minerales de Colombia. Ingeominas, Bogotá, 1978.
- MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS: Características físico-químicas de los fertilizantes, Bogotá, 1981.  
Fertilización de cultivos en clima cálido. Edición No. 1  
Bogotá, 1984.  
Departamentos de mercadeo y comercialización de cuentas especiales: Información directa.
- PARRA, LUIS: "El sector agrícola: aumento de áreas ó incremento de productividad", en Estrategia Económica y Financiera. Enero-Febrero de 1981.
- PARIS O., GABRIEL: "Azufre" en Recursos Minerales de Colombia. Ingeominas, Bogotá, 1978.
- POVEDA R., GABRIEL: "Antecedentes y perspectivas de la industria química en Colombia. ANDI, Bogotá 1968.
- WORLD BANK-FAO: Price prospects for major primary commodities. Fertilizers 1982.
- ZELLARS-WILLIAMS: Complementary feasibility study for a fertilizer project in Boyacá, Colombia. Prepared for: The world bank, U.U.N.N. Development program, Ecominas. By Zellars-Williams Inc. A member of Jacobs Engineering grouping. 1984.



Fosfatos, Potasio y Azufre estudios para la  
formulación del plan nacional minero Homero  
Cuevas, Lucy Vileikis, Hernán Castiblanco

338.2 C965f Ej.

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA PEDIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO