

 **CIAT**
64412
COLECCION HISTORICA

COOPERACION INTERNACIONAL EN LA GENERACION Y
DIFUSION DE TECNOLOGIA PARA LA EXPANSION DE LA FRONTERA
AGROPECUARIA DE LATINOAMERICA TROPICAL

GUSTAVO A. NORES*
EUGENIA MUCHNIK DE RUBINSTEIN*

CONSULTA DE EXPERTOS SOBRE COOPERACION E INTEGRACION EN EL
SECTOR AGRICOLA DE AMERICA LATINA, FAO/MINISTERIO DE INDUSTRIA
Y COMERCIO DEL PARAGUAY, ASUNCION, NOVIEMBRE 27-29 DE 1979

* STAFF DEL CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. LA FRONTERA AGROPECUARIA Y SUS PROBLEMAS
- III. NECESIDAD DE TECNOLOGIA PARA LA EXPANSION DE FRONTERA
- IV. NECESIDAD DE COOPERACION INTERNACIONAL EN LA GENERACION Y DIFUSION DE TECNOLOGIA

COOPERACION INTERNACIONAL EN LA GENERACION Y
DIFUSION DE TECNOLOGIA PARA LA EXPANSION DE LA FRONTERA
AGROPECUARIA DE LATINOAMERICA TROPICAL¹

I. INTRODUCCION

Las perspectivas de mejorar la situación alimentaria de América Latina en el largo plazo son actualmente desfavorables. Si bien el factor crecimiento de la población puede disminuirse marginalmente, un mejor balance a la ecuación alimentos/población en las próximas décadas dependerá primordialmente de lograr aumentar la disponibilidad de alimentos mediante una aceleración de la producción. Las proyecciones presentadas en el Cuadro 1 (y Figura 1) para este continente indican la magnitud del problema potencial en la producción de alimentos. Esta estimación de las necesidades futuras de alimentos se basa en proyecciones hechas por IFPRI de la producción y consumo de alimentos. Los déficits (o superavits) representan la diferencia entre la producción proyectada de cereales y otros alimentos seleccionados en base a las tendencias históricas de crecimiento de la población y a distintos supuestos sobre ritmo de crecimiento del ingreso². Los déficits presentados indican las cantidades que se requerirían para cerrar la brecha entre producción y consumo a los precios relativos observados en años recientes. Aún bajo el supuesto más pesimista de demanda, en que el ingreso per cápita de los países del área permanente constante a los niveles observados en 1975, América Latina Tropical será en 1990 deficitaria en alimentos. Naturalmente los déficits pro-

1/ Las opiniones expresadas en el presente documento son exclusivamente de los autores y no representan conceptos del CIAT.

2/ IFPRI. "Food Needs of Developing Countries: Projections of Production and Consumption to 1990". Research Report No.3, Washington, D.C. Diciembre de 1977.

Quadro 1. América Latina: déficits brutos (o excedentes) en la producción de los principales alimentos, 1975 y 1990 (miles de ton.met. de cereal equivalente).

País o Región	1975	1990 (crecimiento ingreso)		
		alto	bajo	sin
América Latina Tropical ¹	8.403	14.397	11.390	990
Brasil	819	937	(327)	(5.227)
Bolivia	318	837	735	521
Colombia	261	858	725	263
Ecuador	222	864	791	532
México	1.905	713	(152)	(2.978)
Perú	1.218	3.014	2.864	2.403
Venezuela	1.080	2.635	2.526	2.035
Otros	2.580	4.539	4.228	3.441
América Latina Templada ²	(8.429)	(19.462)	(19.644)	(20.247)
Argentina	(8.897)	(20.994)	(21.132)	(21.628)
Chile	775	2.014	1.982	1.895
Uruguay	(307)	(482)	(494)	(514)
América Latina total (déficit neto)	(26)	(5.061)	(8.254)	(19.277)

1/ Excluye Paraguay y Cuba

2/ Incluye Surinam

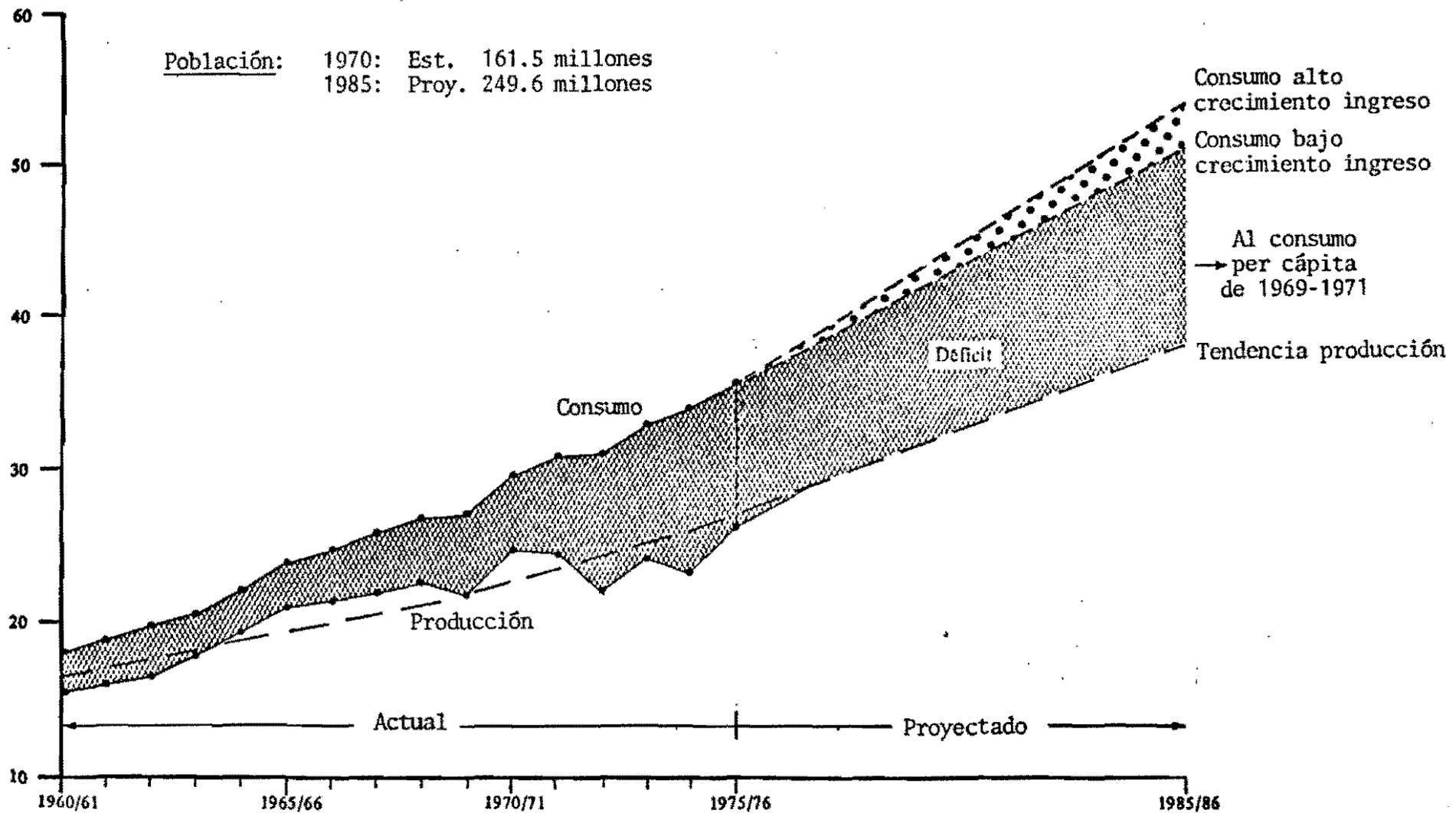
Nota: el déficit neto para la región es el déficit bruto menos los excedentes, si los hay, de países en la región.

Fuente: IFPRI. "Food Needs of Developing Countries: Projections of Production and Consumption to 1990". Research Report No.3, Washington, D.C. Diciembre de 1977.

yectados serán aún mayores si los ingresos per cápita crecen y hay desarrollo económico en la región.

Históricamente, gran parte de la expansión ocurrida en la producción de alimentos provino de una expansión del área cultivada más que de aumentos en los rendimientos (Quadro 2). Puede apreciarse que generalmente un 60 por ciento o más del crecimiento observado en la producción de alimentos se debe a expansión del área cultivada. En el caso de fríjol, arroz, yuca y caña de azúcar, el crecimiento del área cultivada explica más del 70 por ciento del aumento observado en la produc-

Figura 1. América Latina: producción y consumo de cereales 1960-1975, y proyectados 1985.



Fuente: IFPRI. "Meeting Food Needs in the Developing World". Research Report No.1, Febrero de 1976

ción. Asimismo puede notarse que ha habido una expansión horizontal sobre la frontera agropecuaria en los últimos años tanto en cultivos como en ganadería. Durante el período 1961/65 a 1974, el área en cultivos creció a una tasa promedio anual de 1.7 por ciento y en pasto al 0.6 por ciento anual (Quadro 3).

Quadro 2. América Latina: incrementos en producción atribuidos a cambios en área y rendimientos. 1960/64 a 1970/74.

	Arroz	Maíz	Total granos	Fríjol ¹	Caña de azúcar	Yuca ²	Papa
	----- porcentaje -----						
Area	83	57	59	55	73	82	62
Rendimientos	13	34	33	39	21	14	36
Combinados	4	9	8	6	6	4	2
Total	100	100	100	100	100	100	100
Incremento (1.000 ton)	3.316	12.057	20.903	867	69.221	8.946	829

1/ Porotos

2/ Mandioca

Fuente: USDA, ERS, FDCD. "Working Paper - Agriculture in the Americas - Statistical Data". Washington, D.C. Abril de 1976.

Por lo tanto, puede concluirse que a pesar de los crecimientos observados históricamente en el área utilizada y en los rendimientos por hectárea, la producción de alimentos no ha sido capaz de mantener el paso con el crecimiento experimentado en el consumo de la región. Más aún, las proyecciones, efectuadas en base a las tendencias actuales, indican que el déficit de alimentos seguirá creciendo en las próximas décadas si no se realiza un esfuerzo adicional al que ya está teniendo lugar.

La necesidad de expandir la frontera agrícola no proviene solamente de la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos, especial-

Quadro 3. Area en cultivos anuales y permanentes, en pastos permanentes y sus respectivas tasas anuales de crecimiento. 1961/65-1974.

País y Región	Cultivos anuales y permanentes ¹		Pastos permanentes ²		Tasas anuales de crecimiento	
	1961/65	1974	1961/65	1974	Cultivos	Pastos
	----- '000 ha -----				----- % -----	
América Latina Tropical	82245	97284	322773	355555	1.54	0.88
Brasil	30254	36060	131880	166900	1.61	2.16
México	24908	27390	73820	67500	0.87	-0.81
Bolivia	1503	3217	28353	27200	7.16	-0.38
Perú	2351	2880	27977	27120	1.86	-0.28
Colombia	5051	5090	17682	17300	0.07	-0.20
Venezuela	5185	5179	14229	16920	-0.01	1.59
Paraguay	852	970	13800	15000	1.19	0.76
Cuba	2230	3720	2349	2700	4.76	1.27
Ecuador	2655	4324	2200	2200	4.53	0.00
Rep. Dominicana	860	995	1020	1450	1.33	3.25
América Central	4827	5259	7223	8090	0.78	1.04
Honduras	821	870	2000	2000	0.53	0.00
Nicaragua	865	960	1710	1800	0.95	0.47
Costa Rica	484	501	969	1570	0.31	4.48
Panamá	560	555	899	1150	-0.08	2.26
Guatemala	1442	1700	1039	900	1.51	-1.30
El Salvador	655	673	606	670	0.25	0.92
Caribe	2429	3195	4260	4625	2.52	0.75
Guyana	402	845	2544	2380	6.99	-0.60
Haití	765	905	430	560	1.54	2.43
Jamaica	233	260	256	220	1.00	-1.37
Trinidad & Tobago	139	157	6	11	1.11	5.66
Barbados	30	33	4	4	0.87	0.00
América Latina Templada	34083	42024	170119	169000	1.92	-0.06
Argentina	28098	34420	146500	13800	1.86	-0.17
Uruguay	1779	1862	13769	13600	0.42	-0.11
Chile	4206	5742	9850	11600	2.87	1.50
América Latina	116328	139308	492892	524555	1.65	0.57

1/ Incluye cultivos anuales y permanentes, y tierra anual en barbechos según definición de FAO.

2/ Pastos naturales y mejorados según definición de FAO.

Fuente: FAO. *Production and Trade Yearbooks*. Ediciones de 1962 a 1975.

mente para el consumo urbano. Existe igualmente una presión sobre la tierra, particularmente en América Latina Tropical, debido a la presencia de una alta proporción de población rural (40 por ciento). El tamaño promedio de los predios agrícolas es apenas un tercio del existente en Estados Unidos y un cuarto del de América Latina Templada (Quadro 4). El área promedio de tierra actualmente cultivada por terrateniente es sólo de 5 hectáreas en la región tropical, contra 41 en la zona templada y 63 en Estados Unidos. Este factor limita las posibilidades de que se logren mayores estándares de vida en el sector rural.

Quadro 4. América Latina: tamaño promedio de tenencia y área promedio de tierra cultivada por dueño y por habitante, 1970.

Región y País	Tamaño promedio de la unidad de tenencia	Área promedio de tierra cultivada por:	
		Agricultor	Habitante
----- hectáreas -----			
Estados Unidos	231	63	0.7
América Latina Tropical	73	5	0.2
México	54	10	0.2
América Central	25	4	0.2
Caribe	10	n.d	n.d
Sudamérica	81	5	0.3
América Latina Templada	333	41	0.9
América Latina	112	6	0.3

Fuente: USDA, ERS, FDCD. "Working Paper - Agriculture in the Americas - Statistical Data". Washington, D.C. Abril de 1976.

Naturalmente, si se pretende cubrir el déficit proyectado, deberán continuar y profundizarse los esfuerzos dirigidos a mejorar tanto los rendimientos por unidad de superficie como a expandir la base de recursos incorporando nuevas áreas. América Latina tiene un gran potencial en términos de disponibilidad de tierras para la produc-

ción agropecuaria. El área actual con cultivos anuales y permanentes sólo alcanza el 6 por ciento del área total cultivable (Quadro 5). La proporción de la tierra de la región que es apropiada para uso agrícola (35 por ciento) es aún mayor que en los Estados Unidos (20 por ciento). Desde un punto de vista agronómico, se puede aumentar el área cultivable en seis veces. Que ello sea rentable dependerá de que se genere la tecnología apropiada para las circunstancias edáficas, climáticas y socioeconómicas de cada una de las regiones en cuestión.

Quadro 5. América Latina: ocupación actual y potencial de la tierra, 1974.

Región o País	% del área total	Porcentaje área total		Grado de uso actual tierra cultivable	Porcentaje área total		Grado de uso actual en pasturas
		actualmente cultivada	potencialmente cultivable ¹		actualmente en pastos	uso potencial en pastos ²	
----- porcentaje -----							
Estados Unidos	-	16	20	80	30	58	52
México	6	14	22	64	36	45	80
América Central	3	9	42	21	17	34	50
Venezuela	7	6	51	12	15	20	75
Países Andinos (5)	22	4	34	12	19	30	63
Brasil	49	4	40	10	12	39	31
Rio de La Plata	12	9	26	35	51	59	86
Sudamérica	91	5	37	14	22	39	56
América Latina	100	6	35	17	23	40	57

1/ Incluye tierra con algunas restricciones para su uso en agricultura (Clases I, II, III y IV)

2/ Incluye tierra con fuertes restricciones para su uso en agricultura (Clases V, VI y VII). El área no arable (Clase VIII) no aparece en este cuadro.

Fuente: USDA, ERS, FDCD. "Working Paper - Agriculture in the Americas - Statistical Data". Washington, D.C. Abril de 1976.



II. LA FRONTERA AGROPECUARIA Y SUS PROBLEMAS

La región del continente americano donde existe la mayor disponibilidad de tierras potencialmente utilizables para la producción de alimentos es el trópico húmedo, en áreas de frontera, remotas, o que actualmente están cubiertas de pastos (sabanas) y selvas. Esta gran reserva de tierras está ubicada precisamente entre los paralelos 22°N y 25°S, franja ecológica donde los procesos biológicos son más acentuados y donde la productividad primaria de los ecosistemas alcanza sus valores más elevados. Esa productividad se debe a la abundancia de radiación solar y de lluvia, y a la falta de estaciones frías o secas prolongadas. Es por lo tanto una región aparentemente muy promisoría para la expansión agrícola, tanto por su extensión territorial como por su potencial de productividad biológica¹. Sin embargo, existen factores que explican por qué aún no se ha transformado este enorme potencial de productividad biológica en productividad agrícola. El impedimento más importante lo representa la calidad de los suelos, los que son generalmente ácidos y de muy baja fertilidad natural, clasificados primordialmente como Oxisoles y Ultisoles (Figura 2). Esta área cubre 51 por ciento de América Tropical y 59 por ciento de Sudamérica Tropical.

Las áreas desérticas y semiáridas del trópico son menos importantes en términos cuantitativos. Los suelos que se encuentran en dichas regiones son principalmente suelos Aridisoles, y ocupan alrededor de 14 por ciento del trópico latinoamericano. Estos suelos tienen alto contenido de bases y sus principales factores limitantes son la disponibilidad de riego y nitrógeno. En algunas de estas áreas existen problemas de salinidad y de alcalinidad. El área restante está representada por zonas de fertilidad nativa moderada a buena, correspondiendo a las zonas más pobladas.

1/ Paulo T. Alvim. "Potencial de la Producción Agrícola en la Región Amazónica". En: Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los Trópicos, Eds. L. Tergas y P. Sánchez, CIAT, Serie 03SG-5, Agosto de 1979.

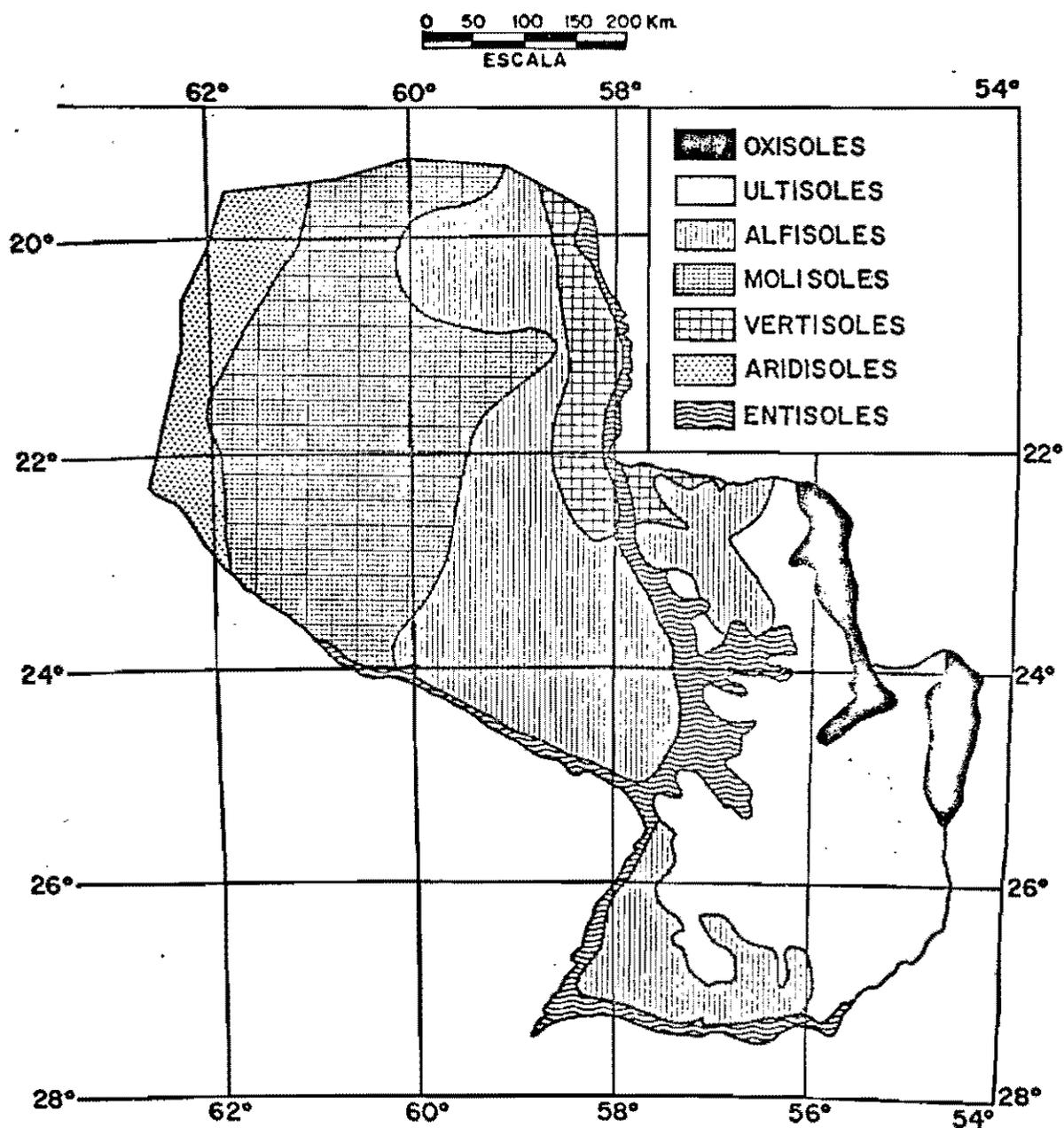
Quadro 6. Distribución de Oxisoles y Ultisoles por país en América Latina¹.

País	Millones de hectáreas	Porcentaje del país
Brasil	572.71	68***
Colombia	67.45	57***
Perú	56.01	44**
Venezuela	51.64	58***
Bolivia	39.54	57**
Guyana	12.25	62***
Surinam	11.43	62***
Paraguay	9.55	24*
Ecuador	8.61	23*
Guyana Francesa	8.61	94***
México	4.42	2
Panamá	3.59	63***
Honduras	3.13	29**
Nicaragua	2.92	30**
Cuba	2.42	21*
Chile	1.37	2
Argentina	1.28	0.4
Guatemala	0.96	9
Costa Rica	0.70	14*
Haití	0.52	19*
Jamaica	0.45	41**
Trinidad	0.42	84***
Rep. Dominicana	0.42	9
Belice	0.40	18*
Puerto Rico	0.16	18*
Guadalupe	0.09	47**
Martinica	0.05	43**
Totales: ²		
América Latina	851.10	42**
América Tropical	848.45	51***
Sudamérica Tropical	828.21	59***
América Central y El Caribe	15.80	23*

- * Más del 10% del país
 ** Más del 25% del país
 *** Más del 50% del país

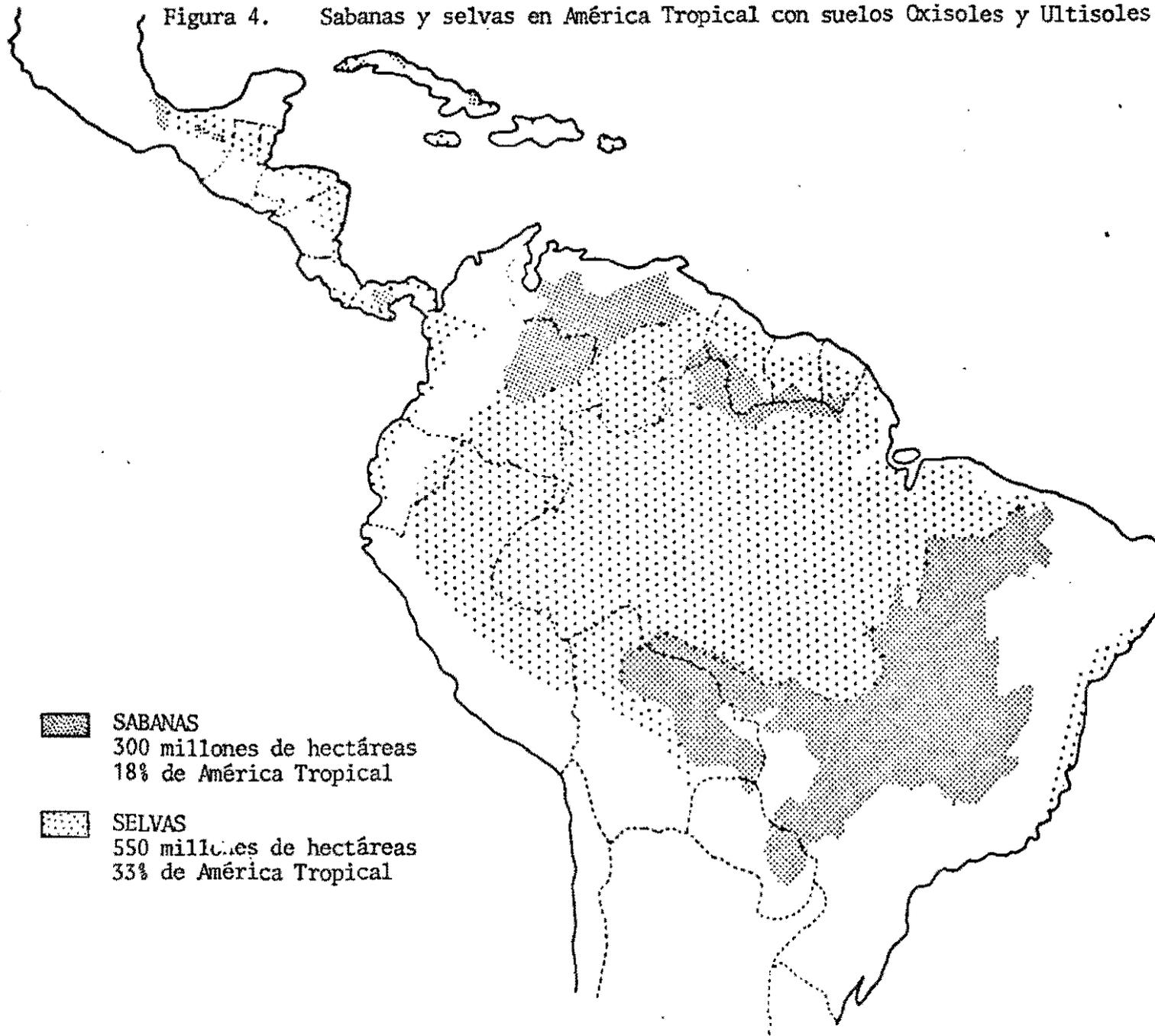
1/ Preparado por Pedro A. Sánchez, CIAT.
 2/ Incluye los siguientes países donde no se encuentran Oxisoles y Ultisoles: Uruguay, El Salvador, Antigua, Bahamas, Barbados, Curazao y otras Antillas menores.

Figura 3. Mapa de órdenes de suelos de Paraguay



Elaborado por Luis Fernando Sánchez, CIAT, en base al mapa de suelos del mundo de la FAO.

Figura 4. Sabanas y selvas en América Tropical con suelos Oxisoles y Ultisoles



excelentes posibilidades físicas.

Las selvas cubren alrededor de 750 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente 500 millones se ubican en suelos Oxisoles y Ultisoles. El 65 por ciento de las selvas están localizadas en Brasil y le siguen en importancia las selvas de Bolivia, Colombia y Perú. Es interesante notar como suelos tan semejantes pueden estar revestidos por vegetaciones tan diferentes como las sabanas y selvas. La diferencia fisonómica y florística según Cochrane¹ se debe principalmente a diferencias en la suma total de evapotranspiración potencial durante los meses lluviosos, siendo mayor de 1.100 mm en los bosques tropicales y entre 900 y 1.100 mm en las sabanas².

Por lo tanto, los principales problemas en las selvas son los suelos, de muy baja fertilidad natural, y luego las condiciones climáticas de excesiva precipitación pluvial. La exuberancia de la flora forestal que se aprecia en la selva amazónica podría sugerir que los suelos subyacentes son de alta fertilidad. Sin embargo, está ampliamente demostrado que el mecanismo responsable de este crecimiento forestal es el ciclaje de elementos nutritivos entre el suelo y la biomasa, siendo el suelo básicamente infértil. Dicho mecanismo implica tres almacenes: la biomasa, el material del bosque depositado en la superficie del suelo como basura y el suelo³. Las raíces superficiales (predominantes) reciclan los nutrientes provenientes del material vegetal en descomposición. Las raíces profundas permiten extraer nutrientes

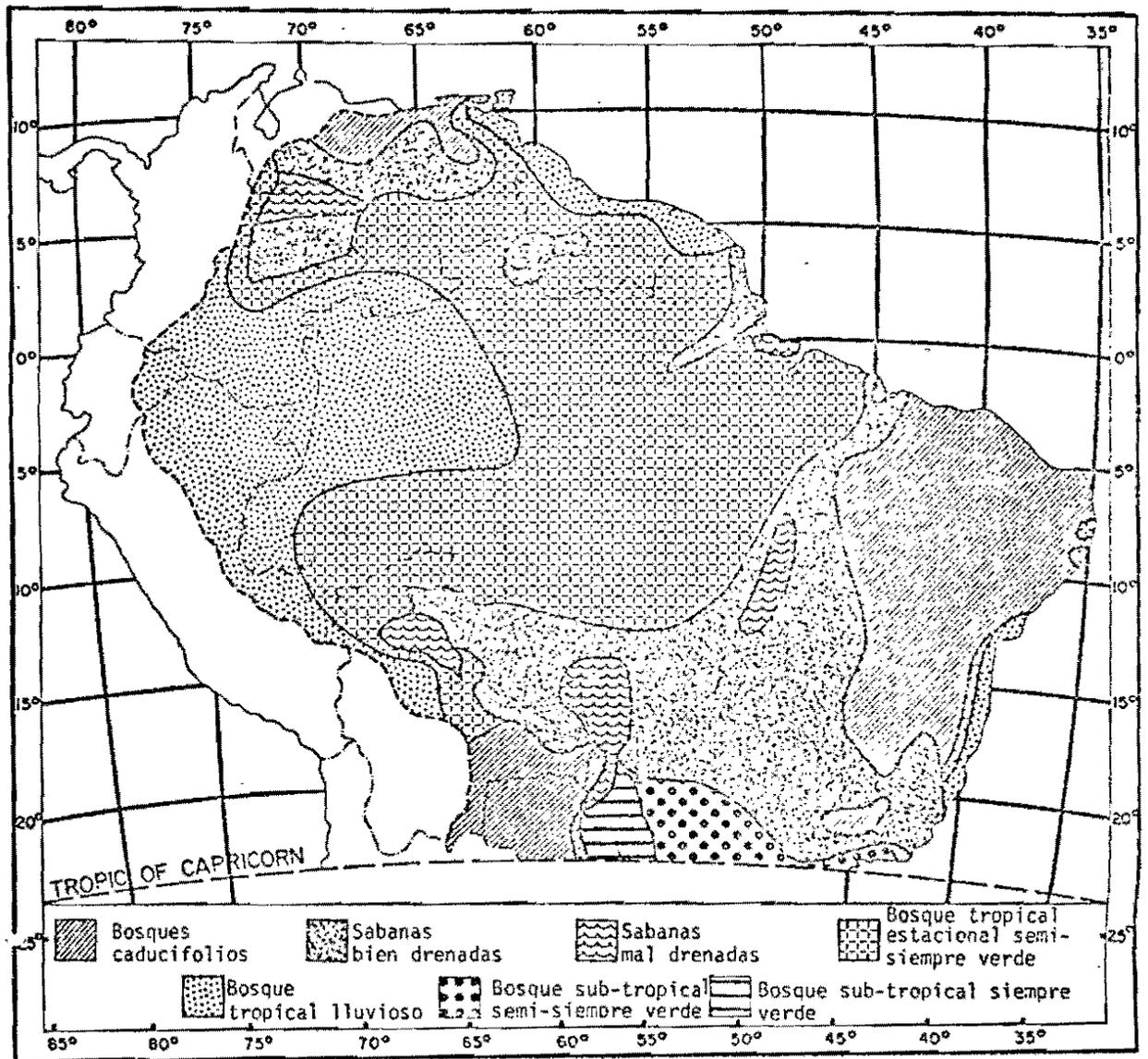
-
- 1/ T. Cochrane. "Agricultural Ecosystem Characterization in Tropical America". CIAT, 1979 (no publicado)
- 2/ La suma de evapotranspiración potencial se calcula en base a la temperatura y radiación solar recibida y representa la cantidad de energía solar recibida durante los meses lluviosos en los que no hay limitante de agua. Por lo tanto, depende igualmente de la duración del período lluvioso. Por ejemplo, en las sabanas, el período seco es tan largo que la acumulación de energía solar recibida durante el período lluvioso aparentemente no es suficiente para propiciar el desarrollo de un bosque.
- 3/ J. Toledo y M. Ara. "Manejo de Suelos para Pasturas en la Selva Amazónica". IVITA, Lima, Perú. Octubre de 1977.

de una gran cantidad de suelo y rescatar nutrientes que de otra manera escaparían del sistema por lixiviación. Por otra parte, vastas áreas de la cuenca amazónica tienen una precipitación superior a los 2.000 mm, lo que agrava los problemas de erosión, lixiviación y mal drenaje donde éstos se presentan, y favorece la incidencia de enfermedades, dificulta la mecanización de labores, el almacenamiento de los productos agrícolas y el transporte. Sin embargo, el potencial productivo de las selvas es enorme, tanto en términos de sus recursos madereros, recursos vegetales arborescentes no maderables, frutales nativos y palmas, recursos biomedicinales de origen vegetal y recursos faunísticos, como por su potencial para la producción agropecuaria.

Según Cochrane, se pueden distinguir cuatro ecosistemas mayores en los suelos Oxisoles y Ultisoles, que como ya hemos señalado, constituyen el grueso de la frontera agrícola, y que aparecen demarcados en la Figura 5. Estos ecosistemas son los siguientes:

1. Bosque tropical lluvioso. Se caracteriza por tener una evapotranspiración total (ETP) en la época lluviosa mayor de 1.300 mm y no tiene un período seco, es decir, no hay un período de déficit de agua.
2. Bosque tropical estacional o semi-siempre verde. La ETP total en la época de lluvias varía entre 1.060 y 1.300 mm y presenta un período seco menor de tres meses.
3. Sabanas bien drenadas. Su ETP total en época lluviosa es de 910 a 1.060 mm y poseen suelos bien drenados. Se puede subdividir en:
 - a) Sabanas bien drenadas altas con temperatura en la época seca menor de 20°C, y
 - b) Sabanas bien drenadas bajas con temperatura en la época seca mayor de 20°C (lo que está definido geográficamente por la latitud y elevación sobre el nivel del mar).
4. Sabanas mal drenadas. Tiene una ETP total en época lluviosa de 910 a 1.060 mm y presentan problemas de drenaje en el suelo.

Figura 5. Principales ecosistemas en América Latina Tropical.



Fuente: T. Cochrane. "Agricultural Ecosystem Characterization in Tropical America". CIAT, 1979 (mimeo).

A pesar de que estas zonas se encuentran despobladas o subutilizadas, se encuentran algunos sistemas de producción agrícola, los que se pueden agrupar en¹:

- 1) agricultura migratoria
- 2) ganadería en pastoreo extensivo,
- 3) ganadería en pastoreo extensivo combinada con cultivos,
- 4) producción intensiva de cultivos anuales, y
- 5) producción intensiva de cultivos de plantación,

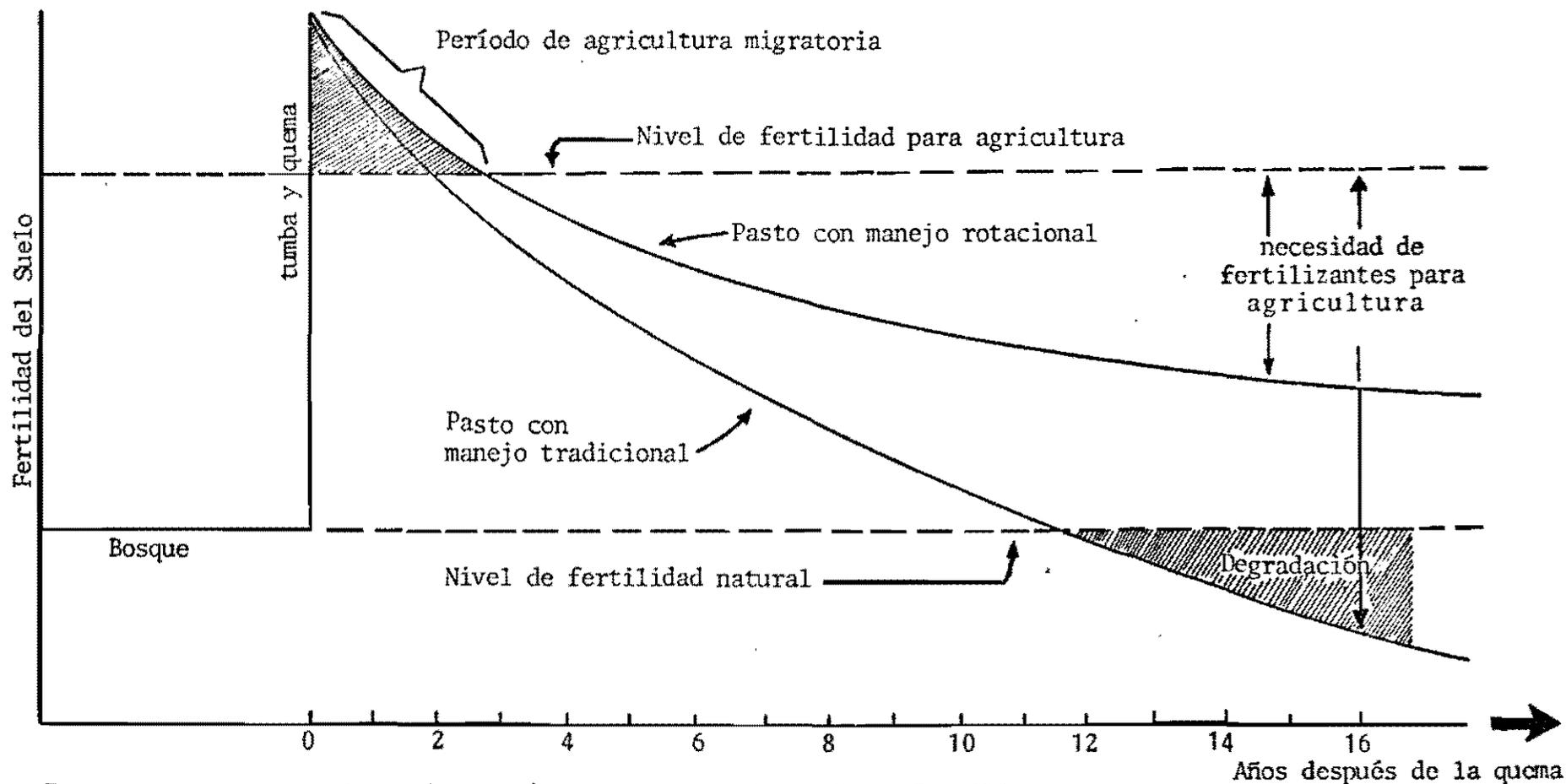
siendo los tres primeros los principales sistemas encontrados hasta la fecha.

Agricultura Migratoria

El sistema de agricultura migratoria es el sistema de producción predominante en los bosques tropicales lluviosos y estacionales. Aunque existe variación considerable, las características principales de este sistema son muy similares. Este sistema de uso de la tierra se caracteriza por la rotación de campos en vez de rotación de cultivos, por el desmonte manual y quema, seguido de cultivos por uno a tres años y por períodos de descanso de entre cuatro a 20 años. Durante este período el bosque rebrota y crece antes de reanudarse el ciclo². Típicamente se desmontan de una a tres hectáreas de bosque con hacha y machete y se quema antes del invierno (época de lluvia); luego se cultiva arroz, maíz, yuca u otro cultivo, normalmente intercalados, usando como único abono el contenido mineral de las cenizas provenientes de las quemas. Cada año el agricultor reanuda esta práctica en un sitio diferente debido a que los rendimientos en las cosechas sucesivas van disminuyendo rápidamente por pérdida de fertilidad, como se ilustra en la Figura 6. A

-
- 1/ P.A. Sánchez y T. Cochrane. "Soil Constraints in Relation to Major Farming Systems of Tropical America". Presentado en Symposium on Soil Constraints to Food Production in the Tropics, IRRI, Los Baños, Filipinas. Junio de 1979.
 - 2/ Pedro A. Sánchez. "Alternativas al Sistema de Agricultura Migratoria en América Latina". Presentado en la Reunión sobre Manejo, Conservación de Suelos y Agricultura Migratoria en América Latina, patrocinada por FAO/SIDA, Lima, Perú. Octubre de 1977.

Figura 6. Alteraciones de la fertilidad de un suelo relativamente pobre, originalmente revestido de bosque tropical.



Fuente: Paulo T. Alvim. "A expansão da Fronteira Agrícola no Brasil".
CEPLAC, Brasília. Novembro de 1978.

pesar de ello, este sistema de producción es bastante eficiente: se ha estimado que permite obtener 16 calorías de alimento por caloría de mano de obra, cuando el agricultor de Estados Unidos produce sólo tres calorías de alimento por cada caloría de petróleo que usa en maquinaria y equipo. La gran desventaja del sistema radica en que sólo permite mantener un nivel de subsistencia y que se desequilibra con una mayor presión demográfica, al estrecharse la relación de años de cultivos a años de descanso conduciendo a una caída de los rendimientos y erosión.

Ganadería de Pastoreo Extensivo

Este sistema predomina en las áreas de sabana. En las regiones más cercanas al mercado la ganadería es más intensiva (lechería y ceba), alternándose con cultivos de secano. El sistema predominante es la ganadería de cría con pastoreo de sabana nativa manejada con quema en secuencia. La carga animal es generalmente muy baja con un animal cada cuatro hectáreas y hasta en algunos casos 20 hectáreas, siendo la productividad animal igualmente baja (natalidad inferior al 50 por ciento; tasa de extracción entre el 10 y 15 por ciento; edad de sacrificio de los novillos: 4-5 años). Los pastos introducidos son gramíneas adaptadas a las condiciones del medio que en general sólo permiten aumentar la carga animal sin mejorar sustancialmente la productividad animal por unidad de tiempo. Estas gramíneas representan un porcentaje reducido del área, alrededor de un 3 y 5 por ciento del área total.

Ganadería en Pastoreo Extensivo combinada con Cultivos

En las áreas que tienen cierta fertilidad natural acumulada en una vegetación arbustiva, como en el Cerrado Brasileiro, al igual que en el sistema de agricultura migratoria, las cenizas provenientes de la tumba y quema permiten incorporar dicha fertilidad del suelo, la que es utilizada en uno o dos ciclos de cultivos, precursores al establecimiento de pastos para ganadería. Cuando las condiciones económicas vía subsidios directos o indirectos, lo permiten, se puede modificar el suelo añadiendo cal para disminuir la acidez y fertilizantes con fines de producción de cultivos. El sistema predominante sin embargo es el del

pastoreo en campo nativo con quema en secuencia, suplementado con pastoreo de gramíneas introducidas en una proporción mayor que en el sistema anterior (5-10 por ciento del área en Brasil). A nivel de finca, ésto es complementado generalmente con actividades agrícolas también en una pequeña proporción de la finca.

Los restantes sistemas (4 y 5) de producción intensiva de cultivos anuales y de plantación son poco comunes y están localizados en regiones muy cercanas a los centros de consumo y generalmente en "islas" de mayor fertilidad.

Principales Problemas

Los principales problemas que se presentan en los ecosistemas existentes en suelos infértiles pueden resumirse de la siguiente forma:

Ecosistema	Problemas de producción		Problemas de fragilidad del ecosistema
	Accesibilidad	Potencial natural de productividad	
Sabana:			
bien drenada	+	+++	+
mal drenada	++	++++	+
Bosque tropical:			
lluvioso	+++	+	+++
estacional	+++	++	++

Mayor número de cruces simbolizan mayor grado de problema

Las sabanas planas como las de los Llanos Orientales de Colombia no presentan grandes riesgos de erosión ni de pérdida de fertilidad, siendo las más accesibles para la producción a corto plazo, ya que sin mayores inversiones ni infraestructura pueden utilizarse para la ganadería extensiva. El único riesgo es el de agotar los pocos elementos que hay en el suelo y acabar con la materia orgánica si se sobrepastorea o no se produce suficiente reciclaje de nutrientes. Las sabanas onduladas

tienen mayor riesgo de erosión por el declive del terreno.

En ecosistemas de bosques tropicales, la fertilidad del sistema radica en el reciclaje de ciclo cerrado. Es extremadamente frágil, pudiendo ocurrir una seria pérdida de fertilidad si no se mantiene o reemplaza el reciclaje de nutrientes. A pesar de ello y el riesgo que implica, estas áreas se están explotando a ritmo creciente. Vemos por ejemplo que la ganadería de carne se está desarrollando fuertemente en la selva amazónica. Durante los últimos diez años se han establecido más de dos millones de hectáreas de pastos mejorados en estas regiones; estas praderas pierden rápidamente su productividad, en parte por la falta de leguminosas adaptadas y persistentes, así como de prácticas de fertilización y manejo animal adecuados. Es por lo tanto imperativo desarrollar tecnología que permita evitar el deterioro del sistema.

III. NECESIDAD DE TECNOLOGIA PARA LA EXPANSION DE FRONTERA

La necesidad urgente de desarrollar tecnología adecuada para las zonas de fronteras se origina en dos premisas: (a) aumentar la producción de alimentos en forma económicamente eficiente, y (b) no causar deterioro al ecosistema.

Quando los países optan por proveer incentivos económicos para incorporar a la producción regiones de frontera, por ejemplo vía degravaciones impositivas, crédito subsidiado, y subsidios directos o indirectos vía insumos, y no existen las tecnologías apropiadas, se está precisamente incentivando la adopción de tecnologías: (a) no-económicas, es decir, que son rentables sólo bajo condiciones de subsidios, y/o (b) se adoptan tecnologías que deterioran el sistema ecológico. Más aún, el efecto de los subsidios es temporal, y no resultan viables por períodos de tiempo muy largos debido, entre otras cosas, a su efecto inflacionario y las prioridades en materia de uso de fondos públicos para el desarrollo de otros sectores.

De hecho, en la actualidad se están explotando estas áreas de fronteras como resultante de políticas de incentivo que crean alternativas económicamente viables para el productor, pero que pueden llegar a causar grave deterioro al sistema ecológico, y por ende poco rentable desde el punto de vista social.

Se ha mostrado como en zonas de bosque, donde la producción vegetal actual depende de un complejo sistema de reciclaje, el reemplazo del sistema por uno de cultivos o con pastos mal fertilizados reduce notablemente el reciclaje, disminuyendo la fertilidad de los suelos. En el caso de pastos, al no haber leguminosas adaptadas las gramíneas terminan

agotando el nitrógeno disponible. Si hay demora en el establecimiento del cultivo o de la pastura, el suelo queda expuesto a las fuertes temperaturas tropicales, reduciéndose en gran medida la materia orgánica ya afectada durante la quema del bosque. En general, un manejo inadecuado de la tierra luego del desbosque puede resultar en erosión grave, particularmente en ecosistemas ondulados y de precipitación intensa o concentrada.

Aún en sistema con muy poca vegetación arbustiva como los Llanos de Colombia y Venezuela, si no se desarrolla tecnología para el uso más intensivo de la sabana, la colonización natural resulta en la explotación de los pocos bosques de galería existentes en estas áreas con el fin de utilizar la fertilidad temporal provenientes de la tala y quema de los mismos. Como resultante, se agota un recurso natural escaso donde está justamente ubicada la mayor variedad de flora y fauna de estas regiones.

Por otra parte, la escasez de capital social en los países de la región para el desarrollo de las áreas de frontera, se debe a que éste naturalmente tiene que concentrarse en las áreas más densamente pobladas y/o urbanas debido a las altas tasas de migración rural-urbana que han tenido lugar en las últimas décadas. Por ello, es preciso que las tecnologías desarrolladas para estas regiones sean en gran medida auto-financiadas. Más que en subsidiar directa o indirectamente la actividad de producción, el escaso capital social debe necesariamente concentrarse en obras de infraestructura prioritarias. La ganadería es visualizada como la actividad pionera que permite capitalizar a las fincas, aún en condiciones de poca o nada infraestructura, ya que se autoreproduce, auto-alimenta y autotransporta. La capitalización del sector privado crea las condiciones para el desarrollo de estas regiones, disminuyendo la necesidad de capital social. Para que ello sea posible en forma realmente efectiva, es imperativo el desarrollo de tecnologías apropiadas para estos suelos tropicales infértiles. Corresponde preguntar si ello es factible.

Los resultados de la investigación en pastos tropicales para suelos ácidos e infértiles en sabanas bien drenadas obtenidos a la fecha

muestran que las gramíneas mejoradas logran aumentar la carga animal y la producción de carne por hectárea, pero tienen muy poco efecto en lograr aumentar la producción animal (Cuadro 7)¹. Hasta el momento, los principales objetivos de la investigación en pastos son los de encontrar leguminosas persistentes (productivas y resistentes a las principales plagas y enfermedades de la región), y gramíneas que se asocien bien con las leguminosas en una mezcla que persista. El rol de la leguminosa en el sistema es doble: (a) fijar biológicamente el N del aire con miras a que la gramínea pueda ser altamente productiva en términos de calidad y cantidad, y (b) proveer directamente forraje de alto valor nutritivo particularmente durante la época seca. Resultados experimentales de un año (preliminares) muestran sin embargo que la asociación de gramíneas con leguminosas combinado con bajo uso de fertilizantes, pueden aumentar no sólo la carga y producción por hectárea sino que también permitiría aumentar drásticamente la producción por animal.

Por otra parte, la investigación en pastos realizada para zonas de selva (por ejemplo por IVITA en Perú y CPATU en Brasil) han mostrado que dicho objetivo es igualmente factible. Resultados experimentales de cinco años combinando gramíneas con leguminosas, con mínimo uso de insumos y suplementación mineral al animal, permitió al igual que en sabana incrementar la carga a 2 UA/ha con ganancias de peso de 180 kg/animal/año² y ³. El problema sigue siendo la persistencia de estas pasturas debido a la compactación del suelo que producen los animales, a la presencia de enfermedades en las leguminosas y probablemente a deficiencias de nutrientes no proporcionados por el fertilizante aplicado. Estos ensayos

1/ Particularmente en sistemas de sabana, en donde el recurso abundante es tierra y el recurso escaso es capital, la inversión en ganado suele representar una parte muy importante del capital total y por ende la productividad física del mismo es crítica. De ahí que el objetivo central sea aumentar la producción por animal más que la carga por unidad de superficie.

2/ Asimismo, se reportaron tasas de reproducción del 88 por ciento.

3/ J. Toledo y V. Morales. "Establecimiento y Manejo de Praderas Mejoradas en la Amazonía Peruana". En: Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos, Eds. L.E. Tergas y P.A. Sánchez, CIAT, Serie 03SG-5, Agosto de 1979.

han sido esfuerzos aislados realizados por instituciones nacionales, que proveen indicios del potencial ganadero en base a pasturas en ecosistemas de bosques tropicales.

Quadro 7. Aumentos de peso de novillos en condiciones crecientes de tecnología en las Sabanas de los Llanos Orientales de Colombia.

Recurso forrajero	Carga animal UA/ha	Aumentos de peso por	
		hectárea	animal
		-----	-----
		kg	
Sabana nativa	0.2	19	80-90
<i>Melinis minutiflora</i> (gramínea)	0.5	48	80-90
<i>Brachiaria decumbens</i> (gramínea)	1.7	204	120
Leguminosa + gramínea + bajo nivel de fertilizantes*	2.0	360	180

* Resultados experimentales preliminares de un año, Carimagua, CIAT.

Fuente: CIAT. *Informes Anuales de 1976, 1977, 1978.*

En materia de cultivos, tanto en zonas de sabanas como en zonas de selva, existen abundantes resultados experimentales que evidencian las posibilidades de desarrollar tecnologías apropiadas para tales ecosistemas¹. Sin embargo, hasta ahora la tecnología se limita a aprovechar la fertilidad agregada por la quema, o depende de altos niveles de fertilización. Es imperioso, por lo tanto, continuar la búsqueda de especies, variedades y ecotipos adaptados que permitan minimizar el uso de insumos y correctores.

1/ -CIAT. *Informes Anuales 1963-78.*

-EMBRAPA. *Relatorio Técnico Anual*, Centro de Pesquisa dos Cerrados, Brasilia, 1976, 1977.

-North Carolina State University. "Agronomic-Economic Research on Tropical Soils". *Informes Anuales 1973-1976.*

-Simposio dos Cerrados.

Existen igualmente ya algunas experiencias en sistemas de producción de cultivos perennes y forestales, inclusive el uso de plantaciones de especies puras ya ha alcanzado niveles comerciales en la amazonía brasilera¹. Tal como en el caso de cultivos y de pastos, los resultados iniciales son halagadores aunque falta ver si estos rendimientos son estables o no.

Tradicionalmente, las especies y variedades evaluadas han sido de altos rendimientos, originarias, adaptadas y/o seleccionadas en suelos fértiles y/o en condiciones de altos insumos. Sin embargo está perfectamente probado de que es posible encontrar especies adaptadas a suelos ácidos e infértiles y que pueden lograr altos niveles de rendimiento. En los cultivos de arroz, yuca, plátano, caupí, caña de azúcar, entre otros, se encuentran variedades y ecotipos bien adaptados. Igualmente ocurre en las gramíneas forrajeras, con especies tales como *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Melinis minutiflora* y *Andropogon gayanus* y entre las leguminosas con numerosas especies de los géneros de *Stylosanthes*, *Zornias* y *Desmodium*, y con la especie *Pueraria phaseoloides*. Estos ejemplos ilustran claramente sobre las posibilidades existentes; posibilidades que ameritan y justifican un esfuerzo de investigación sistemático, continuo y coordinado para el desarrollo de tecnología apropiada a los principales ecosistemas.

^{1/} Paulo T. Alvim. "El Equilibrio entre la Conservación y la Utilización de los Trópicos Húmedos con Especial Referencia a la Amazonía Brasilera". Desarrollo Rural de las Américas, 8 (1976)

IV. NECESIDAD DE COOPERACION INTERNACIONAL EN LA GENERACION Y DIFUSION DE TECNOLOGIA

Si bien hasta la fecha no se puede decir que la colaboración internacional para las regiones de frontera ha sido abundante, ésta existe y en dos planos:

- a) En el plano económico, a través de los bancos internacionales de fomento que sirven a la región y que canalizan los esfuerzos de cooperación hacia los países del área. Sin embargo esta colaboración internacional se ha visto enfrentada al serio problema de falta de tecnología. Son numerosos los ejemplos de programas crediticios donde las tasas internas de retorno tanto privadas como sociales estimadas antes del proyecto eran excelentes, pero que ex-post al proyecto son bajas o hasta negativas. Sin duda, ello se debe a la sobrestimación de disponibilidad de tecnología para estas regiones. En muchos casos se utilizaron parámetros tecnológicos tales como rendimientos obtenidos en las estaciones experimentales, valores que sabemos difieren sustancialmente de los obtenibles a nivel de finca, incluso en el caso de los mejores agricultores.

Aún en el caso en que la colaboración internacional resulte exitosa, existe un costo social no medido, debido a los efectos inflacionarios de las medidas de incentivo económico generalmente utilizadas en su implementación. Está además, como ya se ha mencionado, el costo social proveniente del deterioro del ecosistema y de los recursos naturales. Los costos son mucho mayores si adicionalmente estos proyectos de ayuda financiera fracasan en lograr las metas propuestas.

- b) En el plano tecnológico, que como hemos visto es requisito previo a la cooperación financiera y económica. Hace falta tecnología que asegure tanto la rentabilidad privada de su adopción como la rentabilidad social de la incorporación de nuevas áreas. Cabe esperar una rentabilidad social alta si se logra aumentar la producción de alimentos mediante el uso de recursos con un bajo costo social de oportunidad sin incurrir en los costos sociales ya mencionados. Además, el uso de estas vastas áreas permitiría liberar tierras más fértiles para la producción de cultivos más exigentes.

Hasta la fecha, la cooperación en el campo de creación y difusión de tecnología ha ocurrido en forma de esfuerzos aislados mediante proyectos de ayuda técnica bilaterales, de país a país. Adicionalmente, hay esfuerzos de programas multilaterales y de centros internacionales como CIAT abocados al problema de generación y adaptación de tecnologías en las áreas que nos incumben. Sin embargo, existe la necesidad de coordinación de estos esfuerzos para:

- 1) capitalizar los beneficios de economías de escala presentes en la investigación y el desarrollo tecnológico,
- 2) evitar duplicaciones innecesarias,
- 3) acelerar los esfuerzos de generación de tecnología, ahorrando tiempo necesario para la cristalización de resultados,
- 4) ampliar la base genética utilizada en cada país y ecosistema,
- 5) permitir la evaluación sistemática de germoplasma en diferentes ecosistemas y distintas latitudes, para evaluar ciertas características con respecto a adaptación y resistencia de variedades a condiciones de clima y suelo, y
- 6) garantizar la continuidad en los esfuerzos investigativos, requisito indispensable en programas genéticos de largo alcance.

Es preciso definir muy bien de qué tipo de cooperación estamos hablando. En este sentido nuestra primera recomendación es limitar la colaboración al campo de los problemas comunes y no de los problemas

específicos de cada región, excepto en el campo metodológico. De ninguna manera debemos caer en el plano de la colaboración para resolver los problemas que son específicos de cada localidad. Esto implicaría ausencia de metas comunes y necesariamente, por lo vasto del área y lo complejo de los ecosistemas existentes, diluir los recursos existentes. Igualmente, es preciso especificar entre quiénes debe darse la cooperación. No se trata de agregar nuevas organizaciones internacionales a las ya existentes, sino coordinar en forma eficiente y efectiva la labor que realizan las instituciones nacionales e internacionales que actualmente operan en el área. Se trata sencillamente de evitar duplicaciones, no repetir fracasos, sistematizando la recolección y procesamiento de información compartiéndola en bancos de datos comunes, para que cada uno de los programas individuales puedan maximizar los beneficios esperados de sus recursos limitados.

Existe otra dimensión de la cooperación, que se refiere a la necesidad de concientización de la magnitud del problema ante el cual nos enfrentamos, para que se tome conciencia colectiva del esfuerzo que es preciso realizar en materia de desarrollo tecnológico. Este esfuerzo de concientización debe hacerse tanto en los países desarrollados como en los países del área, a fin de buscar soluciones que puedan surgir para la acción conjunta técnico-económica, vía política tecnológica y política económica. La cooperación en el plano internacional, de países desarrollados a países del área se debe dar en el plano de apoyo básicamente financiero. Los recursos humanos así como la contraparte económica tiene que venir necesariamente de los países de la región, de allí la necesidad de concientización de la importancia del problema a nivel nacional. Las soluciones vía políticas económicas competen igualmente a las autoridades nacionales en cada país.

Dado que los diversos países desarrollados tienen distintos canales para cooperar en este plano, sean proyectos bilaterales, multilaterales, o a través de organismos internacionales, la coordinación y cooperación entre estos proyectos, y con los proyectos nacionales, y estos últimos entre sí se vuelve cada día más imperativa. Existen distintas instituciones internacionales como PNUD, FAO, IICA (OEA),

centros internacionales como CIP, CIMMYT y CIAT, organismos regionales como ALALC, Pacto Andino, MCCA y CARIFTA, e instituciones nacionales vinculadas al sector agropecuario que pueden cumplir un rol muy importante, provisto de que exista una institución o un mecanismo catalizador de los esfuerzos que se están realizando en distintas áreas a efectos de expansión de la frontera agrícola.