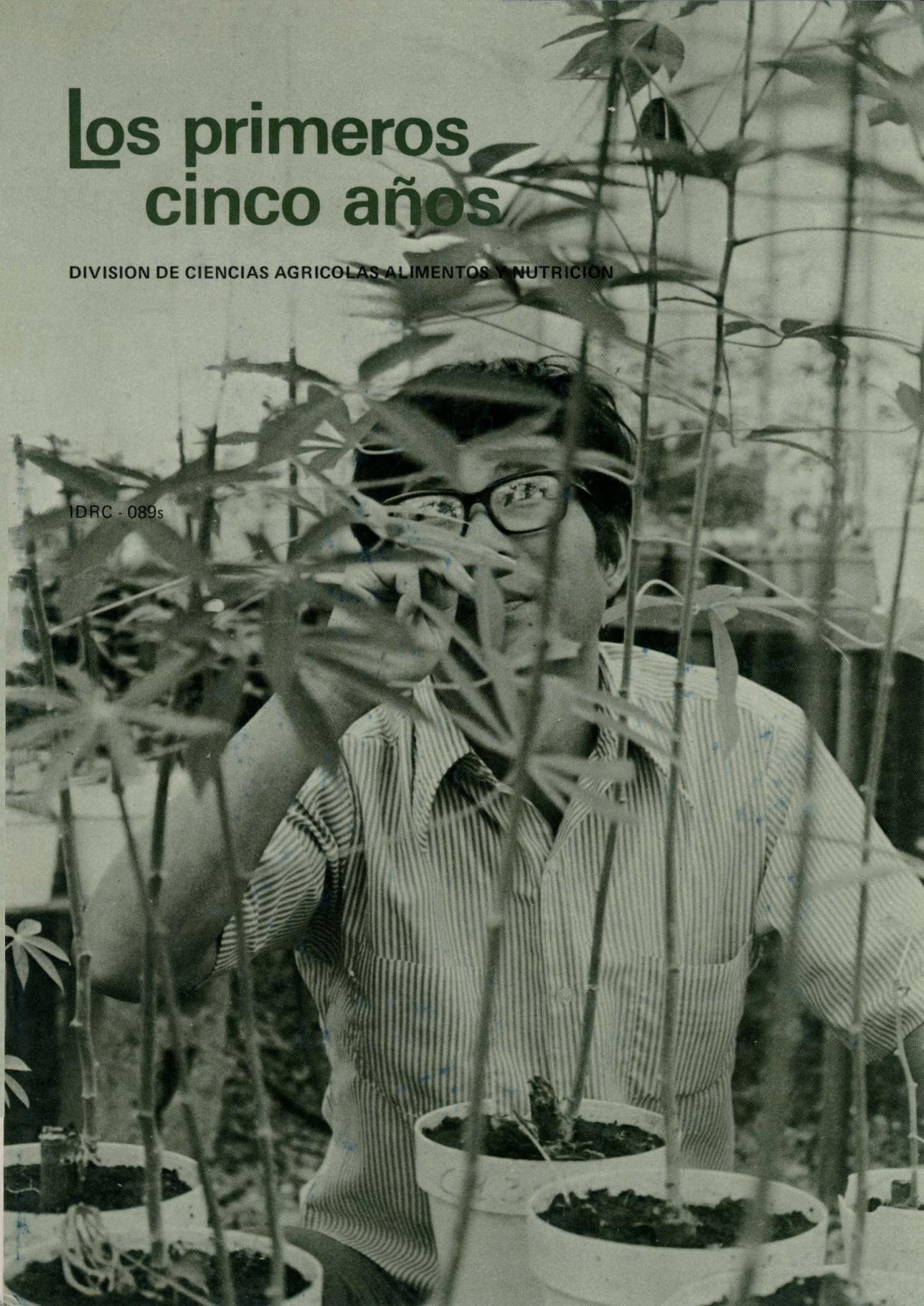


Los primeros cinco años

DIVISION DE CIENCIAS AGRICOLAS ALIMENTOS Y NUTRICION

IDRC - 089s



©1977 International Development Research Centre
Dirección Postal: P.O. Box 8500, Ottawa, Canadá K1G 3H9
Sede: 60 Queen Street, Ottawa

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Apartado Aéreo 53016, Bogotá, Colombia

CIID IDRC-089s
Los primeros cinco años de la División de Ciencias Agrícolas, Alimentos y
Nutrición.
Bogotá, CIID, 1978, 48 p.

/CIID pub/. Documento sobre los primeros cinco años de operación de la
División de Ciencias de la/ Agricultura/, /Alimentación/ y /Nutrición/ —
describe la /programación de trabajo/ y /programa de investigación/ de la
División, con ejemplos específicos de/ proyecto de investigación/ /investi-
gación agrícola/ llevados a cabo en los/ países en desarrollo/; en conexión
con otros /centro de investigación/es. /Bibliografía/.

UDC: 630.001

ISBN : 0-88936-149-5

Edición microficha: \$1 dólar canadiense.

**Los primeros cinco años de la
División de Ciencias Agrícolas,
Alimentos y Nutrición**

*Una División del Centro Internacional
de Investigaciones para el Desarrollo, CIID.*

Contenido

Propósito	5
Qué es el CIID?	5
Prefacio	7
Introducción	9
Ciencias Agrícolas	11
Cultivos de los trópicos semiáridos	11
Sorgos y mijos	12
Leguminosas alimenticias	14
Arroz y cultivos relacionados	16
Cultivos múltiples en Asia	16
Investigación sobre arroz en Africa	19
Tritical	20
Investigación sobre cultivos para tierras altas y marginales	22
Yuca	24
Ciencias Agropecuarias	27
Utilización de los subproductos	27
Mejora de pastos	29
Enfermedades y manejo del ganado	29
Pesquería	31
Acuicultura	31
Pesquería artesanal	33
Procesamiento de pescado y utilización de especies desaprovechadas ..	34
Silvicultura	37
Silvicultura de sabanas	37
Utilización del producto forestal	38
Agrosilvicultura	38
Sistemas postcosecha	41
Apéndice: Publicaciones relacionadas del CIID	45



Propósito

Esta publicación aspira a ofrecer información básica sobre la División de Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá. Para ello se describen los objetivos, las prioridades y los trabajos de la División, y se presentan algunos ejemplos de proyectos de investigación emprendidos con su auspicio en el mundo en desarrollo.

¿Qué es el CIID?

El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo es una corporación pública establecida en 1970 para estimular y financiar la investigación en los países en desarrollo, adaptando la ciencia y la tecnología a las demandas del desarrollo, con énfasis especial en los problemas de las áreas rurales.

El CIID considera que la investigación constituye un catalizador importante para el desarrollo y el cambio en la ciencia y la tecnología. En general, los países en desarrollo han tenido poca ingerencia en la investigación y han recibido una participación igualmente pequeña de sus beneficios, no solo en términos de procesos y productos sino también de preparación de personal. El CIID espera contribuir a la corrección de tal desequilibrio.

Uno de los principales objetivos del Centro es ayudar a las regiones en desarrollo en la consolidación de las propias capacidades investigativas y habilidades innovadoras necesarias para la solución de sus problemas. Por tanto, los investigadores del mundo en desarrollo tienen la responsabilidad de identificar, diseñar, y realizar la investigación por su propia cuenta, con fondos aportados por el Centro. El CIID igualmente hace énfasis en la coordinación de la investigación entre países y regiones en desarrollo, y en la cooperación entre los investigadores de estas áreas y las instituciones de Canadá y otros países desarrollados.

La propuesta de un proyecto de investigación por parte de un país en desarrollo se analiza a la luz de los siguientes criterios:

- Tiene cabida dentro de las prioridades expresadas por el gobierno o un instituto de investigación del país en desarrollo?
- Tendrán los resultados aplicación útil en toda una región o en otros países distintos de aquel donde se realice?
- Ayudará a zanjar las diferencias en los niveles de vida de estos países, y a corregir la disparidad de desarrollo entre las áreas urbanas y rurales?
- Hará el mayor uso posible de los recursos locales y de los investigadores de la región?
- Traerá como resultado investigadores mejor capacitados y más experimentados?

La División de Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición es una de las cinco Divisiones de Programa del CIID, siendo las cuatro restantes: Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales y Recursos Humanos, Ciencias de la Información, y Publicaciones.



Prefacio

La División de Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición (CAAN) del CIID solo tiene algo más de cinco años de existencia. Su director fue nombrado a finales de 1970 y los primeros cuatro directores asociados en 1971.

En conjunto, a 31 de marzo de 1977, la División ha apoyado un total de 235 proyectos en 50 países. De los 47 millones de dólares canadienses destinados a proyectos entre 1971 y el 31 de marzo de 1977, el 34% corresponde a Asia, el 26% a África y el Cercano Oriente, el 30% a Latinoamérica y el Caribe, y un 9% a proyectos globales y canadienses. A esto se suman los 86 seminarios y simposios financiados en varios países.

En estos cinco años, un 50% del presupuesto se destinó a la investigación en cultivos y sistemas de cultivo, un 21% a las ciencias agropecuarias, un 11% a pesquería, otro tanto a silvicultura, y un 7% a lo que se describe mejor como sistemas post-cosecha, incluyendo preservación, procesamiento, almacenamiento, distribución, y utilización casera de alimentos.

El personal de la División comprende unos 200 años-hombre de experiencia activa en desarrollo internacional, mucho de ello en trabajos con agricultores, pescadores y pequeñas industrias rurales.

El propósito de la División, acorde con la política del CIID, ha sido auspiciar la investigación aplicada para el beneficio de las poblaciones rurales menos favorecidas. Consecuentemente, se ha otorgado la más alta prioridad al cultivo alimenticio y la siembra forestal en los trópicos áridos y semiáridos; a las raíces comestibles que proporcionan subsistencia básica a más de 300 millones de personas; a la pesquería artesanal y cría de peces en pequeña escala; a los subproductos y desperdicios agrícolas como fuente de alimento animal en las pequeñas granjas; y a los sistemas mixtos de cultivo.

Debe subrayarse el hecho de que el CIID existe para fomentar y apoyar la investigación aplicada, no para realizar las investigaciones por sí mismo. Solo por solicitud específica han participado en los proyectos científicos extranjeros. Y en esos casos, han sido científicos jóvenes integrados al equipo investigativo bajo la autoridad de un director nacional. Los científicos extranjeros no actúan como directores o jefes de proyecto. Por tanto, lo que se reseña en esta publicación es casi en su totalidad el resultado de esfuerzos tesoneros de numerosos científicos asiáticos, africanos, caribes, latinoamericanos o del Cercano Oriente. De ellos son los logros: el papel de CAAN y de las otras divisiones del CIID ha sido estimularlos y apoyarlos, cuando así lo han demandado, con la información pertinente, el consejo técnico o administrativo, las facilidades de capacitación y, tal vez lo más importante, con los medios para estar en comunicación regular con otros científicos e instituciones científicas.

Cuando ha sido posible, se han creado vínculos cooperativos entre las instituciones investigativas de los países en desarrollo y los correspondientes centros internacionales o regionales de investigación. En casos especiales, los estudios de apoyo sobre problemas básicos han sido contratados a universidades canadienses.

Quizás la función más importante de la División ha sido lograr que los científicos de disciplinas o intereses relacionados en los países en desarrollo se reúnan periódicamente tanto para definir programas de investigación cooperativa, como para luego intercambiar resultados y experiencias. A raíz de ello se han creado varias redes cooperativas y permanentes de apoyo: forestación de sabanas en el Africa semiárida, acuicultura en Asia, e investigaciones en sistemas post-cosecha en este mismo continente. Otras redes en desarrollo incluyen la de investigación sobre raíces comestibles en América Latina, tecnología alimenticia en el Cercano Oriente; y agrosilvicultura a nivel mundial.

Tal vez el CIID pueda considerarse mejor como agente catalizador y proveedor de servicios de apoyo, servicios que buscan ayudar a los jóvenes científicos del mundo en desarrollo a ser más eficientes en el campo de la ciencia aplicada y la dirección de la investigación.

J. H. Hulse

Director

Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición

Introducción

Muy temprano en la historia del CIID, el Consejo de Gobernadores del Centro acordó otorgar alta prioridad a las necesidades alimenticias y de subsistencia de las poblaciones rurales de los países en desarrollo, particularmente aquellas que habitan en los trópicos semiáridos. Esta decisión repercutió inevitablemente en el trabajo de la División de Ciencias Agrícolas Alimentos y Nutrición (CAAN) y se refleja en la proporción de fondos que el Centro ha dedicado a sus proyectos (43,4%) en los primeros cinco años.

Desde el comienzo se acordó que un escritorio en Ottawa no era el lugar ideal para desarrollar programas de investigación agrícola en beneficio de las gentes menos favorecidas del Tercer Mundo. Por tanto, los directores asociados de la División ejercen fuera de la sede en sitios donde su trabajo pueda ser más efectivo y estar en contacto con sus propias disciplinas. Algunos están en universidades canadienses, otros en países como Colombia, Kenia o Senegal. De esta forma el personal conoce directamente las necesidades de los países en desarrollo y se mueve profesionalmente dentro del campo de su especialización.

El programa de trabajo de la División y su presupuesto se organizan, de acuerdo con las disciplinas convencionales, en cinco programas —ciencias agrícolas y sistemas de cultivo; ciencias agropecuarias; pesquería; silvicultura; alimentos y nutrición (que podría mejor denominarse investigación en sistemas post-cosecha)— cada uno a cargo de un director asociado.

El CIID es miembro del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), que da apoyo a una red de centros internacionales de investigación agrícola (los IARCs) dedicados a aumentar la producción alimenticia en los países en desarrollo. El trabajo de estos centros es ahora factor importante en las actividades de la División. Esta contribuye directamente a la red apoyando un número de proyectos individuales a cargo de los Centros, e indirectamente, pero con mayor intensidad, auspiciando los programas de investigación y capacitación universitarios, nacionales y regionales vinculados en una u otra forma con el trabajo de los IARCs.

A más de esto, la División colaboró con la Fundación Ford en la creación del Instituto para la Investigación de Cultivos en los Trópicos Semiáridos (ICRISAT), el primero de una serie de nuevos centros de investigación auspiciada por el CGIAR. Luego de ello, el CIID fue nombrado por el CGIAR como organismo ejecutor para la creación de ILCA, el Centro Internacional de Ganadería para África, con sede en Addis Abeba, Etiopía, y para el establecimiento del más reciente miembro de esta familia, el Centro Internacional para la Investigación Agrícola en Areas Secas (ICARDA), que realizará investigación en cultivos y sistemas agrícolas de importancia para el Mediterráneo, el Cercano Oriente, y África del Norte.

Aunque el apoyo a los proyectos de investigación propuestos, definidos y realizados por científicos de los países en desarrollo es el componente más importante de los programas de la División, también buena parte del esfuerzo se dedica al establecimiento y mantenimiento de vínculos entre proyectos con objetivos comunes y relacionados. Muchas instituciones de los países en

desarrollo carecen de los recursos financieros o humanos para emprender la investigación necesaria en un área determinada de la agricultura, la silvicultura, la pesquería u otras ciencias afines. De otra parte, muchos países, en especial aquellos ubicados en las mismas zonas agroclimáticas, presentan condiciones, oportunidades y necesidades similares. El ejemplo lo ofrece la reunión de todos los directores de investigación forestal de los países semiáridos de Africa, en que se logró diseñar un amplio programa de investigación integrada que, si bien es más diverso y exigente en recursos que el de un solo país, le permite a cada uno hacer contribuciones importantes. En varios casos la División aporta un asesor técnico, o coordinador de la red, con el fin de unificar los trabajos y actuar como eje central en el intercambio de información, asesoría y apoyo técnico.

Cuando es necesario, la División contribuye a financiar la investigación que realizan instituciones de países desarrollados en apoyo a proyectos de países en desarrollo. De vez en cuando, los proyectos de investigación aplicada sacan a luz problemas que exigen estudios más profundos, como los relativos a los mecanismos fisiológicos de tolerancia a la sequía en el sorgo, o la producción de yuca sana a partir del cultivo de tejidos. Cuando en el país involucrado, o en el correspondiente IARC, no existen las condiciones para hacer tal investigación, la División la contrata a instituciones investigativas de Canadá u otros países desarrollados. Casi siempre, en estos casos, la investigación involucra la capacitación de científicos de países en desarrollo, ayudando a aumentar la capacidad investigativa agrícola del Tercer Mundo.

La División presta también una serie de servicios y actividades de apoyo destinados a cerrar las brechas de conocimiento y a perfeccionar las redes y proyectos de investigación. Estas actividades incluyen la revisión del estado actual de las disciplinas involucradas, el patrocinio a los grupos de trabajo compuestos por expertos internacionales para identificar necesidades específicas de investigación, la reunión de organismos científicos internacionales para hacer frente a un problema común, y la provisión de consultores especiales para los programas nacionales o regionales de los IARCs.

Los proyectos apoyados por la División se benefician igualmente de la asesoría financiera, legal y administrativa que el Centro puede proveer, y de los servicios de otras Divisiones de Programa. Así, Ciencias Sociales y Recursos Humanos hace posible los programas de capacitación pre y post-proyecto, Ciencias de la Información suministra reseñas y servicios de recuperación informativa, y la División de Publicaciones prepara, edita, y publica los informes y documentos resultantes de los proyectos y las reuniones.

Ciencias Agrícolas

Las poblaciones más pobres de los países en desarrollo derivan quizás un 75% ó más de sus calorías y proteínas de fuentes vegetales. Pese a ello, los cereales en grano, las leguminosas, y las raíces comestibles importantes, que constituyen su mayor alimento, han sido descuidados en favor de cultivos exportables a los que las antiguas administraciones coloniales asignaron la más alta prioridad. En razón de ello, el programa de ciencias agrícolas recibe la mayor cuota del presupuesto de la División.

El programa se divide en cinco categorías principales: cultivos de los trópicos semiáridos, arroz y sistemas relacionados de cultivo, tritical, cultivos y sistemas de cultivo para tierras altas y otras tierras "marginales" cultivables, y yuca.

Cultivos de los trópicos semiáridos

Aunque el término "trópicos semiáridos" no pueda ser definido con precisión, este designa generalmente aquellas regiones donde la evapotranspiración supera la precipitación pluvial por más de medio año. Se incluyen en esta categoría la mayor parte de los países que bordean el Sahara, una amplia porción del oriente africano, un área significativa del centro de India y algunas regiones del Sudeste Asiático y América del Sur. En la mayor parte de los trópicos semiáridos, la distribución y frecuencia de la precipitación pluvial es variable e impredecible como se ha visto recientemente en la zona del Sahel en Africa y buena parte de India.

Los principales cultivos de estas regiones son los granos cereales sorgo y mijo —lo que en términos generales equivale a "pequeños granos" e incluye gran diversidad de géneros. El área mundial dedicada a los sorgos y mijos probablemente sube de los 70 millones de hectáreas, cifra cercana a la del maíz. Aun así, en el mundo en desarrollo el rendimiento promedio de este último se aproxima a 1,25 toneladas por hectárea, en tanto que el sorgo y el mijo escasamente llegan a las 0,5. En Estados Unidos, donde el sorgo se cultiva para alimento animal, los resultados promedio son siete veces superiores a los obtenidos en India y Africa. Es evidente, entonces, que se pueden aumentar los rendimientos de Asia y Africa mediante investigación aplicada y prácticas agronómicas mejoradas.

Los otros cultivos importantes de estas áreas son las leguminosas —maní, garbanzos, guandul, caupí, y otras— y las variedades oleaginosas como azafrán, sésamo, colza y mostaza. Una característica importante de estos cultivos es su capacidad de producir cosechas recolectables en condiciones de sequía.

El núcleo de investigación sobre cultivos semiáridos es ICRISAT con la responsabilidad internacional de mejorar el sorgo, el mijo, el maní, el garbanzo y el guandul. La red de proyectos apoyada por el CIID está vinculada con el programa central de ICRISAT. Cada proyecto recibe materiales de cruce y asesoría técnica de este centro, contribuyendo, a su turno, a la colección de germoplasma del mismo.



En Senegal el extensionista comenta sobre mijo con un agricultor

El CIID ha contratado también varios proyectos de investigación con organismos científicos de países desarrollados que estudian aspectos fundamentales para los programas de mejoramiento del sorgo, el mijo, o las leguminosas en los trópicos semiáridos. Las universidades canadienses de Laval y Saskatchewan estudian los factores biológicos que influyen sobre la capacidad tolerante del sorgo a las condiciones de sequía continua o intermitente. En Saskatoon los científicos desarrollan métodos para extraer y purificar las hormonas vegetales que se cree regulan las respuestas del sorgo a la sequía y otras presiones.

En la Universidad de Sussex, el CIID respalda una investigación sobre malezas parásitas, tipo *Striga* y *Orobanco*, que causan serios daños al sorgo y las leguminosas en muchos países de África, Asia y el Cercano Oriente. En estas regiones se llevan a cabo pruebas con sustancias sintéticas obtenidas en Sussex para hacer germinar las malezas antes del período de siembra. De lograrse, estas morirán por carencia de hospedero.

En la Universidad de Sheffield un químico de India ha identificado los "taninos" presentes en la envoltura de las semillas de muchos sorgos, los cuales ejercen un efecto adverso sobre la digestibilidad y el valor nutricional de los sorgos, los mijos, y posiblemente varias leguminosas. La investigación ulterior permitirá determinar si la mejor forma de eliminación es el cruce selectivo o un módico proceso post-cosecha.

Sorgos y mijos

Uno de los más amplios proyectos en que ha participado la División es el programa ALAD, Desarrollo Agrícola de las Tierras Áridas, que a través de capacitación e investigación sirve a unos 16 países, desde Pakistán en el oriente

hasta Marruecos en el occidente, y desde Turquía en el norte hasta Etiopía en el sur. El programa ALAD, que ha dado pie al nuevo centro internacional ICARDA, fue financiado conjuntamente por el CIID y la Fundación Ford, y ha hecho progresos no solo en el campo de selección y cruce de leguminosas sorgos y mijos mejorados, sino también en la creación de una conciencia de su potencial entre los gobiernos de la región, y en la capacitación de científicos.

En Senegal, los investigadores del Centro Nacional de Investigación Agronómica (CNRA), buscan variedades de sorgo de rápido crecimiento y alto rendimiento que puedan sembrarse al comienzo de la estación lluviosa de tres meses y madurar antes de su término, permitiendo a los agricultores arar el suelo aluvioso antes de ser resecaado por el sol. Trabajos muy positivos han obtenido sorgos que maduran en 90 días, en algunos casos con rendimientos experimentales de ocho toneladas por hectárea, frente a las 0,5 del promedio nacional. El proyecto incluye un novedoso componente de capacitación por el cual ocho investigadores de la región, en estudios de postgrado, recibieron preparación básica en la Universidad Laval y regresaron luego al CNRA para el trabajo experimental de tesis bajo la supervisión conjunta del CNRA y la universidad.

En Etiopía el CIID ha dado apoyo a un importante programa de mejoramiento de sorgo en el Colegio de Agricultura de Dire Dawa. Entre un número de variedades mejoradas, los etíopes han indentificado dos cultivares particularmente rendidores con promedios 7 y 10 veces superiores a los nacionales que se acercan a una tonelada por hectárea en las granjas. Más de 60 líneas genéticas adaptadas a condiciones de altura han sido identificadas y cruzadas con otras portadoras de distintas características deseables.

Siendo la cuna del sorgo, Etiopía es fuente valiosa de germoplasma, incluyendo variedades domesticadas y silvestres nunca antes examinadas o clasificadas. La proteína de los sorgos convencionales tiende a ser deficiente en lisina, el aminoácido esencial, cuyo contenido apenas llega al 1,8 o 2,0%. Entre las variedades nativas del país se han encontrado algunas con contenido de lisina superior al 3%, las cuales están siendo distribuidas y cruzadas con otros sorgos en muchas partes del mundo para obtener un mejoramiento general en la calidad nutricional del grano.

En Serere, Uganda, se han logrado variedades mejoradas de sorgo y mijo que se ensayan tanto localmente como en otros países del oriente africano y del Medio Oriente. Entre estas se cuentan las resistentes al ataque de los pájaros que, exceptuando la langosta, es la plaga más perjudicial al grano. Como en la mayor parte de los proyectos apoyados por el CIID, el trabajo en esta parte del mundo está a cargo de profesionales que cursan su postgrado.

En la Universidad Makerere de Uganda y en la Universidad Dar es Salaam de Tanzania se llevan a cabo dos proyectos que involucran el cultivo mixto de sorgo con leguminosas. Los resultados iniciales indican claramente que las combinaciones de sorgo y mijo con leguminosas producen rendimientos por unidad de tierra considerablemente mayores que cualquiera de los cultivos separados. La presentación de estos resultados a las esferas oficiales y políticas demostró la importancia del cultivo múltiple en un país que, hasta hace poco, estimulaba oficialmente el monocultivo. Y en la Universidad de Nairobi, en Kenia, los estudiantes de grado analizan el efecto a largo plazo de varias combinaciones de cereales y leguminosas sobre el rendimiento, el control de plagas y pestes, y la fertilidad de los suelos. Estudios similares se llevan también a cabo en Ruanda, Tailandia y Papua, Nueva Guinea, donde el sorgo se siembra conjuntamente con maíz y batatas, y en Sri Lanka, donde se financia un proyecto investigativo a gran escala sobre cultivos de tierras áridas.

En México se han logrado progresos considerables en lo que se refiere al cruce y selección de sorgos para tierras altas y bajas temperaturas. Desafiando la creencia popular de que el sorgo no germina más allá de los 2000 metros, la



Un investigador etíope examina el sorgo afectado por las heladas

investigación de México ha logrado vástagos que se desempeñan satisfactoriamente hasta en los 2500 metros de altura. En el programa de mejoramiento del sorgo para tierras altas, a cargo del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) en cooperación con ICRISAT, colaboran 18 países.

Leguminosas alimenticias

A más de su capacidad de supervivencia y producción bajo condiciones de extrema sequía y de poder fijar el nitrógeno del aire, la bondad principal de las leguminosas radica en que su contenido de proteína complementa aquel de los cereales. Las combinaciones de maíz y frijol en América Latina, arroz con soya en Asia, sorgo con caupí en África, o trigo con garbanzo en el Cercano Oriente son nutricionalmente superiores a la alimentación en que solo se ingieren cereales o leguminosas. Pese a ello, las estadísticas disponibles señalan que en los últimos 20 años la producción per cápita de leguminosas en Asia y África ha descendido mientras la proporción de cereal consumido ha aumentado. Ello podría indicar que la calidad nutricional de la dieta de las poblaciones más pobres puede estar en deterioro.

En un esfuerzo por corregir este desequilibrio el CIID estimula y apoya el desarrollo de leguminosas altamente rendidoras y nutricionalmente mejoradas en los trópicos semiáridos. Desde su nacimiento, el Centro ha apoyado el programa de mejoramiento de garbanzo y de guandul del ICRISAT en Hyderabad, India. El propósito del programa es cruzar y seleccionar



La investigación realizada en la Universidad de las Antillas produce cosechas mejoradas de guandul.

variedades con mayor rendimiento y estabilidad, contenidos altos de proteína, y resistencia a las enfermedades y las plagas. Los científicos del ICRISAT han recolectado miles de vástagos de garbanzo y guandul, y han capacitado a los campesinos de India para combinar las propiedades deseables de las diferentes variedades mediante cruce manual. En cooperación con ALAD se estableció un vivero en el Cercano Oriente para sembrar dos cosechas experimentales de garbanzo al año.

En la Universidad de las Antillas un proyecto apoyado por el Centro se concentra en guandul y, a menor escala, en caupí. Con el ánimo de mejorar la calidad de las leguminosas sembradas en el Caribe, los científicos antillanos han desarrollado variedades de poca altura, espesa ramificación, largas vainas y granos, y buena resistencia a las principales enfermedades. Mediante selección de las características adecuadas, se ha logrado mayor densidad de plantío —en algunos experimentos más de 20 veces la densidad corriente en el Caribe.

Otros proyectos de investigación sobre leguminosas alimenticias son los de Kenia y Sri Lanka, y la naciente red de mejoramiento del caupí en que colaboran varios países del oeste africano, el Instituto Internacional de



El cultivo predominante en Asia: pruebas de arroz en el IRRI

Agricultura Tropical (IITA) en Nigeria, y el Centro Internacional de Desarrollo de Fertilizantes (IFDC).

Arroz y cultivos relacionados

La investigación apoyada por la División en este campo abarca dos categorías:

1. apoyo a los sistemas de siembra y cultivo múltiple en varios países asiáticos donde el arroz es el principal cultivo de subsistencia, y
2. mejoramiento de la cosecha de arroz sembrada en tierras irrigadas a lo largo de los principales ríos del occidente africano.

Cultivos múltiples en Asia

El cultivo múltiple puede definirse como “la siembra de mas de un cultivo en el mismo año y en el mismo pedazo de tierra”, e incluye el cultivo mixto (siembra de dos o más cultivos simultáneamente), el cultivo en relevo (plantar una segunda cosecha antes de que la primera sea recogida), y el cultivo secuencial (plantar cosechas antes y/o después del período normal de siembra). Dado que el arroz es el alimento principal en muchos países asiáticos, cualquier mejora debe basarse en un sistema agrícola predominantemente arrocero. Y esto es lo que se refleja en el trabajo del Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI), en Los Baños, Filipinas.

A más de los programas dedicados exclusivamente a la producción de arroz, el Instituto, con apoyo del CIID, lleva a cabo un amplio programa de sistemas de cultivo para estudiar, desarrollar y probar nuevos componentes tecnológicos y su aplicación en los sistemas mejorados de cultivo, con miras a aumentar la producción y la calidad nutricional de los alimentos en el Sur y

Sudeste Asiáticos. A través de una red de proyectos relacionados, el IRRI apoya a las instituciones nacionales de investigación agrícola en el desarrollo de sus propios programas sobre sistemas de cultivo para acelerar la adopción de las prácticas mejoradas por parte de los agricultores.

Luego de varios años de experimentación, el programa del IRRI y los programas nacionales asociados presentan evidencia seria del aumento productivo que puede lograrse a través de una intensificación adecuada de los sistemas de cultivo. Mediante diversas combinaciones de maíz, sorgo, leguminosas y vegetales en torno a la cosecha central de arroz, se puede a menudo doblar la producción anual de un terreno dado. Para el arroz, las técnicas de siembra directa por semilla y las nuevas variedades con ciclos de crecimiento más cortos han permitido sembrar dos cosechas de arroz en vez de una y/o incluir cultivos de tierras altas. En una prueba, el agricultor obtuvo rendimientos de 6,2 t/ha de arroz en dos cosechas, cuando la mayoría obtenía solamente 1,3 t/ha en una sola. En otro lugar de Filipinas, el rendimiento de dos cosechas de arroz osciló entre 7 y 10,2 t/ha en comparación con las 2 a 4 logradas comúnmente en el área.

El cultivo múltiple puede resultar benéfico para el control de las malezas e insectos, reduciendo la inversión en efectivo del agricultor que no puede costear altos insumos en este sentido. Por ejemplo, en una prueba mixta de maíz, y mung bean (leguminosa asiática), el maíz en comparación con su siembra solo, aumentó en 18% el rendimiento como resultado de la restricción que ejerce el mung bean sobre las malezas. En otro experimento, la combinación maíz-maní redujo en más de la mitad el número de plantas afectadas por los barrenadores del tallo.

Buena parte de la investigación ha sido en el terreno del agricultor y con sus propios insumos, para asegurar que los resultados se ajustan a una disponibilidad de recursos y capacidad de manejo reales. Cuando los patrones y sistemas de cultivo se ciñen a la situación real del agricultor, su adopción ha sido pronta tanto por parte de los campesinos vinculados al programa como por aquellos en las áreas piloto de investigación. El IRRI desarrolla actualmente un sistema y una metodología para que la investigación nacional y los programas de extensión se transformen sin demora en recomendaciones que ofrezcan la mejor retribución posible dentro de las limitaciones financieras u otras de cada agricultor.

A solicitud del IRRI, el CIID apoya un proyecto de largo alcance emprendido por científicos de la Universidad de Filipinas, en los Baños. A fin de complementar la investigación sobre sistemas de cultivo del IRRI, el proyecto evalúa los genotipos apropiados para cultivo múltiple en Asia entre los enviados por los distintos centros de investigación agrícola. Las variedades superiores son sometidas a pruebas agroclimáticas para determinar su adaptabilidad a patrones mejorados de cultivo.

En el curso de la investigación, los trabajadores del IRRI descubrieron que las cosechas sembradas después del mung bean o el caupí producían rendimientos inesperadamente bajos. De nuevo a solicitud del IRRI, se lleva a cabo una investigación de base en la Universidad de Columbia Británica para averiguar la posibilidad de que estos cultivos liberen en el suelo toxinas químicas en deterioro de las subsiguientes cosechas de leguminosas.

Otro extenso proyecto de investigación sobre sistemas de cultivo es el que se realiza en Indonesia. La idea es desarrollar y adaptar sistemas para áreas arroceras parcialmente irrigadas o regadas por lluvia, tanto en las estaciones investigativas como a través de pruebas colaborativas en granjas. El proyecto cuenta además con un componente importante de capacitación en que se preparan investigadores y extensionistas para los programas sobre sistemas de cultivo.

En el Instituto de Investigación de Arroz de Bangladesh (BRRI) los investigadores utilizan los resultados de IRRI como base para examinar los



Formidable experimento de cultivo múltiple en el IRRI

actuales sistemas de cultivo y recomendar sistemas más eficientes de uso de tierra en la variedad agroclimática del país. También este proyecto ofrece capacitación para trabajadores agrícolas, e incluye información y demostración a los agricultores de las áreas del proyecto.

En la Universidad de Filipinas los investigadores evalúan la capacidad de las comunidades rurales para mantener las aceleradas tasas de producción resultantes de un programa de sistemas de cultivo intensivo, realizado en asociación con el IRRI. De las 24 aldeas representativas de distintos sistemas de producción, involucradas inicialmente en el proyecto, ya hay algunas funcionando de manera independiente. El éxito del programa se mide por el número creciente de agricultores que han adoptado el cultivo múltiple. En términos generales, el porcentaje de tierra doblemente cultivada en las aldeas que iniciaron el proyecto se ha doblado, y el número de agricultores participantes ha pasado de 29 a 490. En dos años, a medida que el programa comenzó a tener efecto, el número de solicitudes de crédito en los bancos rurales se elevó en 800%. La mayor evidencia sobre su éxito es la reciente adopción por parte del Departamento de Agricultura de Filipinas del enfoque y organización de prueba del proyecto en una provincia y 20 municipios más a lo largo del país.

La red de sistemas de cultivos se extiende hasta Sri Lanka, los investigadores estudian sistemas de cultivo regados por lluvia, irrigados por tanque o parcialmente irrigados, en las zonas secas e intermedias del país. El proyecto evalúa también las variedades mejoradas, las prácticas de irrigación y los sistemas de cultivo en los campos de los agricultores. Aquí de nuevo, la capacitación es parte integral del programa general.

La presión creciente del aumento de población en Asia hace del uso más eficiente de la tierra disponible para cultivo y otros recursos una prioridad de tal magnitud que demanda enfoques innovativos como los sistemas de cultivo aquí reseñados. Mediante su participación en la red de proyectos del IRRI la División puede fomentar y apoyar el desarrollo y la rápida implantación de tales sistemas.

Investigación sobre arroz en Africa

En Africa Occidental la demanda de arroz supera la producción, haciendo necesaria una importación total de 250 millones de dólares al año. No obstante,

Técnicas tradicionales para el trillado del arroz: una labor que absorbe a toda la familia



el antiguo director general del IRRI, contratado por el CIID como consultor para el desarrollo del arroz en Africa Occidental, sostiene que muchas de las más productivas variedades de arroz y los sistemas de cultivo múltiple desarrollados en el IRRI pueden adaptarse con éxito a las condiciones de irrigación de la región y aumentar significativamente la producción alimenticia.

El CIID apoya actualmente las investigaciones que para elevar la producción de arroz anegado tiene a su cargo la Asociación para el Desarrollo del Arroz en Africa Occidental (WARDA), creada en 1970 con el propósito específico de lograr el autoabastecimiento regional del grano. Como el manejo eficiente del agua es factor de importancia para el éxito económico de la producción de arroz en la región, el proyecto comenzó con el estudio de un grupo de expertos reunido en Senegal sobre el tema. Tanto el IRRI como el IITA, en Nigeria, prestan apoyo técnico y capacitación a los científicos africanos ocupados en el proyecto.

Tritical

Uno de los mayores programas investigativos emprendidos por la División desde su fundación ha sido el desarrollo del tritical —un nuevo cereal resultante del cruce entre trigo (*Triticum*) y centeno (*Secale*). Como mucho de este trabajo se ha documentado extensamente en publicaciones del CIID (véase Apéndice) y otras, aquí solo reseñaremos algunos de sus puntos sobresalientes.

El programa de tritical comenzó en 1971 cuando el Centro inició un contrato con la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), de una parte, y con el CIMMYT y la Universidad de Manitoba, de otra. La Universidad de Guelph se vinculó poco después. A lo largo de su existencia el programa ha estado dirigido por un comité asesor que integran dos científicos del CIMMYT, uno por cada organismo canadiense participante en el programa, y tres científicos independientes.

El objetivo del programa ha sido producir un cereal de alto valor nutritivo y desempeño superior al de los granos cereales tradicionales, en términos de rendimiento y tolerancia a factores adversos como los suelos arenosos o ácidos, las alturas elevadas, y las bajas temperaturas.

Desde el comienzo se acordó que los organismos involucrados tratarían de crear una mayor variabilidad genética del tritical con el fin de aumentar sus rendimientos, mejorar la calidad de las semillas eliminando el marchitamiento (característica de los cruces intergenéricos amplios), superar el problema de la quiebra mediante la introducción de pajas más cortas y fuertes, aumentar la resistencia a enfermedades como la roya, el añublo y el cornezuelo, y producir y seleccionar triticales adaptables a una amplia variedad de condiciones agroclimáticas.

El progreso general de los primeros cinco años del programa se ilustra mejor al comparar los resultados de 1970 con los de la cosecha del 75. En 1970 solo se produjo una nueva planta de tritical a través del cultivo de embrión, para 1973 se había logrado el doblamiento cromosómico en unas 3200 plantas cultivadas. En 1970 los rendimientos y el peso de los diez mejores triticales fueron significativamente menores que en los diez mejores trigos sembrados en el CIMMYT; para 1975 el rendimiento y el peso de los triticales fue de 7896 kg/ha y 77,5 kg/hl respectivamente, comparado con 7600 kg/ha y 85 kg/hl del trigo. La fecundidad de los triticales más recientes ha llegado a 92%, lo que se acerca al 97% logrado por los trigos del CIMMYT.

Los científicos del CIMMYT creen ahora que la fecundidad hereditaria ya no es causa de preocupación. El alargamiento excesivo y la quiebra han sido superados en buena parte con la introducción de genes enanos de trigo y

centeno, y los mejores triticales son hoy día más resistentes que el trigo a un número de enfermedades de la roya.

La susceptibilidad al cornezuelo, preocupante en las variedades tempranas, es objeto de toda atención en la Universidad de Manitoba donde los científicos tratan de identificar vástagos resistentes de tritical, trigo duro y trigo de primavera, y de determinar la variabilidad en virulencia de distintos cornezuelos. En este sentido, los patólogos de Manitoba han aislado unos treinta de los más virulentos, y han identificado variedades resistentes a todos o a la mayoría.

En más de 65 países en desarrollo se han establecido viveros para la selección de tritical, y el CIID financia una serie de proyectos cooperativos para su cruce, selección y adaptación en India, Etiopía, Líbano, Algeria y Kenia.

Ciertas características ya son evidentes. Los triticales resultan más productivos que el trigo en suelos arenosos y altos, y más tolerantes a las heladas y a los suelos ácidos o ricos en aluminio. En Brasil el tritical se da en suelos con nivel de aluminio seis veces por encima del tolerado por los mejores trigos. En India el trabajo en las granjas y las estaciones de prueba de los Himalayas, a altitudes de 2000 y 3000 metros, señala que en todos los casos el tritical se desempeña mejor que el trigo en rendimiento y contenido protéico. Lo mismo ocurre en las grandes alturas de Etiopía y Chile. En Kenia los rendimientos del tritical, en suelos marginales y pobres, sobrepasan con lujo aquellos del trigo. En Chile se han registrado rendimientos cercanos a las 13 toneladas por hectárea en parcelas experimentales irrigadas.

El contenido protéico promedio de los triticales parece ser un 1% más alto que el del promedio de la colección mundial de trigo. En algunas variedades genéticas, el contenido de lisina es superior al 4% de la proteína, lo que implica un cereal significativamente más rico en cantidad de proteínas que el maíz alto en lisina, y equivalente en calidad nutricional.

En otras palabras, aunque todavía queden problemas por resolver, el potencial del tritical como cereal nutritivo que se desempeña en tierras marginales bajo condiciones adversas para el trigo y otros cereales mayores, está en camino de ser un logro total.

La División de Ciencias de la Información del CIID apoya, a través del CIMMYT, la publicación de un boletín trimestral sobre literatura actual del

Tritical. el primer grano cereal exitosamente "hecho por el hombre"





Agricultor minifundista en la región de Cáqueza, Colombia

tritical a cargo del Commonwealth Agricultural Bureau (CAB). Se proyecta, igualmente, un boletín noticioso trimestral con destino a los investigadores. A más de esto, la División ha publicado en forma de libro la reseña sobre las cualidades nutritivas del tritical en comparación con sus progenitores.

Investigación sobre cultivos para tierras altas y marginales

En este campo el trabajo de la División se ha concentrado en el Proyecto Cáqueza, un programa integrado de desarrollo rural destinado a mejorar las condiciones de los pequeños agricultores de la región de Cáqueza, al oriente del Departamento de Cundinamarca en Colombia. Uno de los primeros en ser aprobados por el Consejo de Gobernadores del Centro, el proyecto demostró a lo largo de cinco años ser uno de los más factibles e interesantes.

A cargo del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el trabajo comprendía esencialmente un estudio detallado de las prácticas agrícolas y sus posibilidades de mejora en las pequeñas granjas de la región. En la práctica, evolucionó hacia un programa que involucró no solo a los agricultores sino

también a sus familias y a la comunidad entera, y que abarcó no solo la agricultura sino también algunos de los problemas sociales y económicos de la zona.

La región de Cáqueza se encuentra en un área montañosa que alberga unas 12000 granjas, en su mayor parte inferiores a tres hectáreas. Los cultivos principales, según la altitud, son maíz y papa cuya siembra se hace tradicionalmente en combinación con varios tipos de leguminosas, calabazas y otros vegetales - hasta unos once cultivos al tiempo en el mismo campo. Casi un 80% de la producción total se consume en la granja; la familia promedio tiene cinco a seis hijos y una entrada, incluyendo el valor del producido en la granja, de unos 700 dólares al año.

Con base en esta situación, el ICA desarrolló sistemas mejorados para los dos cultivos principales en los primeros años, los cuales fueron ensayados por los mismos agricultores. Sin embargo, muchos de ellos se negaron a invertir en los sistemas de cultivo experimental por el simple hecho de no tener capital de riesgo -si el experimento fallaba sus familias pasarían hambre. Para solucionar este problema el equipo del proyecto desarrolló un plan de crédito con riesgo compartido, el cual estaba a cargo de la cooperativa local de agricultores. Con esta garantía contra pérdidas, 95% de los granjeros en el área del proyecto adoptaron la nueva tecnología, y el programa se ensanchó hacia la mejora también de los cultivos de vegetales.

Un importante componente del Proyecto Cáqueza ha sido el programa de capacitación a gran escala. Unos 35 jóvenes colombianos han basado sus tesis en diferentes aspectos del proyecto, y otros 425 han realizado cursillos intensivos de investigación operativa sobre terreno con los pequeños agricultores.

Tal vez el hecho particular más importante del proyecto ha sido descubrir que los campesinos son altamente eficientes en el uso de sus recursos, y que esta eficiencia puede ser mejorada cuando las limitaciones que les impiden utilizar tecnologías más intensivas en capital hayan sido identificadas y superadas.

El proyecto ha involucrado no solo una buena parte de la comunidad agrícola campesina sino también los servicios de investigación y extensión del Ministerio de Agricultura y otros organismos, incluyendo la Oficina de Planeación Nacional, todos los cuales han obtenido una mejor visión de las oportunidades para el desarrollo del pequeño agricultor, y en particular de los factores de motivación humana que influyen sobre la transferencia o adopción de nuevas tecnologías. El resultado ha sido un marcado cambio de actitud hacia el desarrollo del pequeño agricultor en Colombia, que se manifiesta en un énfasis creciente en la facilidad de crédito y la asistencia al mercadeo. Igualmente importante ha sido la mayor integración de esfuerzos entre todos los organismos involucrados, y como consecuencia del proyecto se ha dado un significativo cambio tecnológico e institucional en Colombia que sirve de valioso ejemplo para otros países en desarrollo con problemas similares.

Aunque el maíz y la papa son comunes en todo el mundo, hay otros cultivos propios de los altos Andes casi desconocidos en otras partes y que comparativamente han recibido poca atención. Un caso son los quenopodios, algunos de los cuales se consideran entre los granos más nutritivos del reino vegetal. La División apoya ahora la investigación para el desarrollo de uno de ellos, la quinua, de interés especial por ser ampliamente cultivada en los Andes, representar una excelente fuente de nutrición y, de aumentarse sus rendimientos, poder reducir la costosa dependencia de trigos importados que tienen varios países andinos.

Yuca

La red de investigación en yuca es probablemente la más amplia de todas las redes de investigación auspiciadas por el CIID. Este ha destinado 4,1 millones de dólares en apoyo a sus varios proyectos cooperativos y actividades complementarias, a más de administrar los fondos proporcionados por la ACDI para un programa internacional de investigación sobre el producto.

La yuca —conocida también en otras partes como mandioca, tapioca o cassava— es una importante fuente de alimento para más de 300 millones de personas en los trópicos húmedos de Asia, Africa, y Latinoamérica. Sin embargo, hasta recientemente había sido objeto de muy poca atención por parte de la comunidad científica. Una de las primeras acciones emprendidas por el CIID fue la selección de literatura mundial al respecto y la reunión de los principales científicos involucrados en la investigación del cultivo en el mundo.

Como en el caso del tritical, se creó un comité asesor integrado por dos miembros del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que se convirtió en la sede de la red, representantes de otras instituciones participantes y dos expertos independientes. También como en el tritical, el progreso del programa ha sido extensamente documentado en un número de publicaciones del CIID, y lo que sigue es apenas una breve reseña.

Aunque el objetivo central de la investigación que se hace en el CIAT ha sido la identificación y el desarrollo de germoplasma superior, capaz de producir altos rendimientos bajo variedad de condiciones ecológicas, el programa es ampliamente interdisciplinario y cubre todos los aspectos de su desarrollo.

Los programas han otorgado considerable atención a la identificación y control del añublo bacteriano de la yuca, de varias infecciones de tipo fungoso, y del mosaico de la yuca que, aunque desconocido en Colombia, es un problema serio en Africa e India. Además, se estudian en detalle cuatro plagas principales, el gusano cachón, la mosca del cogollo, los trips y los ácaros. El control de malezas, factor de alto costo en la producción de yuca, es también estudiado, particularmente en relación con las prácticas de cultivo múltiple. El programa de suelos del CIAT identifica los mayores requerimientos de nutrientes de la yuca y estudia los métodos para corregir las deficiencias de elementos menores en el campo. La investigación económica provee información básica sobre asignación de recursos, estudia la nueva tecnología, y

Sencilla técnica de injerto de yuca desarrollada por un agricultor indonesio



ofrece a los organismos nacionales datos sobre métodos de mercadeo y políticas generales. En el CIAT se han desarrollado también dos sistemas de almacenamiento de yuca.

Como la información arrojada por el programa investigativo ha crecido, el CIAT ha desarrollado, en colaboración con un número de países latinoamericanos y asiáticos, amplios programas de capacitación a largo y corto plazo con miras a fortalecer sus esfuerzos investigativos.

La capacitación es un componente básico en dos amplios proyectos del CIAT que reúnen a varios países de Asia y Latinoamérica bajo la supervisión de coordinadores regionales, y cuyos objetivos son la investigación aplicada en yuca y la difusión pronta de los resultados entre sus productores, en particular el pequeño agricultor.

En África el CIID apoya la investigación que realiza el IITA sobre biología de los agentes causales y epidemiología del añublo bacterial de la yuca. En Indonesia un equipo de investigación estudia el potencial de una planta de yuca altamente rendidora, producida mediante una simple técnica de injerto desarrollada por un agricultor indonesio. Malasia conforma también su propio programa investigativo, y a través de extensas pruebas en granjas determina las variedades y las mejores prácticas agronómicas para las condiciones propias del país. En India se lleva a cabo un amplio programa para fortalecer y aumentar la capacidad investigativa en yuca del Instituto Central de Investigación en Cultivos Tuberosos, y para establecer técnicas de diseminación de resultados a los pequeños agricultores. En Trinidad, la estación del Commonwealth Institute for Biological Control coopera con Uganda en el desarrollo de un medio de control natural de la araña verde, plaga de la yuca recientemente aparecida en el oriente de África. En todos estos proyectos, la capacitación destinada a desarrollar el potencial investigativo es elemento importante.

En Canadá, la investigación de apoyo al programa del CIAT se lleva a cabo en la Universidad de Guelph, Ontario, en la Universidad McGill, Montreal, y en el Laboratorio de Investigación de Praderas, Saskatoon,

El Centro mismo apoya directamente varios aspectos de la red de yuca. La División de Ciencias de la Salud financia en Zaire un proyecto dedicado a estudiar la toxicidad de la yuca, mientras la División de Ciencias de la Información respalda al centro de Documentación en yuca del CIAT que cuenta con la más extensa colección mundial de literatura sobre el cultivo. La División de Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición ha financiado numerosos seminarios internacionales de investigadores en yuca, y patrocina a la Sociedad Internacional de Cultivos Comestibles Tropicales en sus simposios trianuales y en las reuniones del Comité Asesor en Yuca. Parte integral de tales actividades es la publicación de los trabajos y su distribución a la comunidad científica pertinente, esta labor está en su mayor parte coordinada por la División de Publicaciones del Centro.

Ciencias Agropecuarias

Se ha sugerido, en ocasiones, restar apoyo a la investigación agropecuaria porque, en términos biológicos y de uso de la tierra, es más eficiente alimentar al hombre directamente con las plantas que a través de productos animales intermediarios. Aunque la tierra propicia para la producción eficiente de cereales y leguminosas no debe, desde luego, dedicarse a la producción animal, el argumento ignora el hecho de que los animales juegan un papel muy importante en la cadena alimenticia gracias a su capacidad de convertir toda una gama de subproductos agrícolas y sobrantes, impropios para consumo directo, en leche, huevos y otros alimentos. Con base en esto, la División apoya varios proyectos tendientes a incrementar la producción animal en los países en desarrollo, haciendo énfasis en tres áreas de investigación: utilización de subproductos, mejora de tierras de pastoreo, y control de enfermedades animales.

Utilización de los subproductos

Algunos de los proyectos en este sentido se ocupan del uso de la yuca en la alimentación animal. En la Universidad de Ife, Nigeria, los científicos estudian la eficiencia biológica de varias fórmulas alimenticias para rumiantes, aves y cerdos, las cuales incluyen yuca, oleaginosas (subproductos de la producción de aceite vegetal), y fuentes de proteína como el follaje de yuca o el de otras plantas nativas. Hasta ahora los resultados obtenidos indican que el follaje puede ser una fuente protéica satisfactoria en comidas animales que emplean la yuca como principal fuente energética. Este es un hallazgo importante puesto que, hasta el momento, no se ha encontrado un procedimiento económico y técnicamente factible para producir proteína foliar con destino al consumo humano.

En la Universidad Khon Kaen, Tailandia, y en la Universidad de Malasia se realizan dos proyectos relacionados y complementarios tendientes a desarrollar y probar fórmulas alimenticias para cerdos y aves con base en la yuca. En experimentos con aves en Tailandia, la harina de yuca ha reemplazado satisfactoriamente el 50% de la ración corriente de maíz. Los malasios han desarrollado métodos de enriquecimiento de la yuca para alimento animal mediante la conversión microbiana de almidón de yuca en combinación con fuentes no comestibles de nitrógeno. Ellos esperan desarrollar procesos y tecnologías de producción alimenticia aptas para uso rural en la región. Los ensayos han producido un sustrato de yuca enriquecido con un nivel protéico superior al 10%, el cual ha sido empleado como sustituto del contenido corriente de grano cereal en la alimentación de cerdos y aves.

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) ha progresado enormemente en el desarrollo de la pulpa del café sobrante —un elemento carnoso que rodea la llamada pepa de café y que, pese a su alto contenido protéico generalmente se desecha— como fuente de proteína para raciones animales. Uno de los obstáculos para el uso de esta pulpa es la presencia de cafeína y otras sustancias fenólicas que parecen desequilibrar el



Aves con dieta experimental de yuca en la Universidad de Khon Kaen, Tailandia

valor nutricional de la proteína presente. Los investigadores en Guatemala y los países vecinos tratan de eliminar o neutralizar estos antinutrientes de manera que los animales puedan obtener el mayor beneficio de su contenido protéico. En la actualidad se ensayan varias técnicas para reducir los efectos adversos de los inhibidores, y es posible, además, que la cafeína extractada en estos procesos pueda convertirse en un producto comercial de interés para la industria farmacéutica. En otras palabras, se trata del subproducto de un subproducto. La pulpa seca de café puede entonces convertirse en hojuelas para uso en raciones animales por casi la tercera parte del costo de la proteína vegetal que va a reemplazar. La factibilidad técnica y económica del uso de este subproducto está siendo probada en colaboración con ganaderos de la región.

En México varias instituciones investigativas y oficiales cooperan en el desarrollo de sistemas de alimentación para ganado con base en la caña de azúcar y sus subproductos, lo que reduciría la dependencia de las importaciones de leche en polvo y de suplementos alimenticios para el ganado. La idea es hacer un uso más eficiente de la caña de bajo grado y de los subproductos de la refinación del azúcar. La caña picada en combinación con melazas, urea, y salvado de arroz ha producido tasas aceptables de crecimiento de ganado y ahorros considerables de costo. En la producción de leche la reducción de costos ha sido superior al sustituir con *Leucanea leucocephala*, la mitad del salvado de arroz en la ración.

Mejora de pastos

Existen en el mundo en desarrollo grandes zonas cuyos suelos y condiciones climáticas, si bien no aptos para la producción intensiva de cultivos, podrían albergar pasturas o combinación de cultivos alimenticios y producción animal. Sin embargo, las pasturas más productivas no se presentan a menudo en forma natural, por tanto la investigación y determinación de combinaciones y producción óptima de pastos y otros cultivos es un campo que ofrece amplias posibilidades.

En el Caribe, los científicos de la Universidad de las Antillas llevan a cabo investigaciones sobre mejora y manejo de pastos en Belice, Antigua, y Trinidad. El objetivo general es determinar la productividad y calidad de las leguminosas forrajeras nativas o importadas, tanto solas como en combinación. Durante la primera etapa del trabajo, cientos de especies diferentes y variedades de leguminosas forrajeras han sido recogidas y seleccionadas en términos de rendimiento y características de desarrollo bajo distintas condiciones agroclimáticas. Se ha prestado atención especial a la capacidad relativa de las leguminosas forrajeras para fijar nitrógeno del aire, y a la determinación de su resistencia y competitividad cuando se someten a pastoreo. La investigación se lleva a cabo en parcelas experimentales así como en pequeñas granjas comerciales.

En el Instituto Nacional Agrario de México se realiza un proyecto relacionado y complementario con el objeto de desarrollar una metodología que sirva de modelo para la investigación de forrajes no solo en México sino en otros países latinoamericanos. Los sistemas mejorados son probados en la estación investigativa y en granjas locales. Varios estudiantes reciben capacitación del proyecto en producción y utilización de forrajes.

Enfermedades y manejo del ganado

En la Organización para la Investigación Veterinaria en Africa Oriental (EAVRO), en Muguga, Kenia, el Centro financia un equipo de investigación sobre tripanosomiasis y teileriasis (llamadas en los humanos enfermedad del sueño y fiebre de la costa oriental), causantes de pérdidas severas en el ganado africano. Como en otros proyectos, este incluye capacitación de personal africano en las metodologías y técnicas fundamentales de la investigación. Parte de este personal hace sus cursos básicos de postgrado en la Universidad de Guelph en Canadá (que también apoya el proyecto), y el aspecto práctico de la tesis en Africa.

Los tripanosomas, organismos protozoos que causan la tripanosomiasis, son transmitidos al ganado por la mosca tsetse. Se cree que el foco de tripanosomas infectados es la fauna salvaje de Africa que ha desarrollado inmunidad a la enfermedad, inmunidad no compartida por las razas importadas de ganado que crían los granjeros africanos.

El proyecto ha arrojado ya nuevas luces sobre la naturaleza de la tripanosomiasis, y se cree haber identificado una de las toxinas importantes, origen de muchos síntomas indeseables. Los estudios se concentran en los apiñamientos de tripanosomas en los pequeños vasos sanguíneos, particularmente del cerebro y el corazón, y que causan fuertes lesiones a su hospedero. Actualmente se desarrollan técnicas para dispersar estos apiñamientos y poder contar el número de tripanosomas presentes con el fin de determinar la severidad de la infección en cualquier animal. También se ha logrado una mejor comprensión de la anemia característica de la tripanosomiasis, que parece originarse en una destrucción de células rojas y no en la incapacidad del animal infectado para producir nuevas células.



Cabras enfermas que son objeto de estudio por parte de los investigadores de EAVRO. en Kenia

En el campo del manejo agropecuario, la División ha dado amplio respaldo al extenso programa porcino del CIAT para América Latina. Científicos de varios países recibieron allí entrenamiento sobre su producción y manejo, a más de fondos para regresar a sus países y establecer centros regionales de investigación, capacitación y demostración porcina.

Pesquería

Puesto que no existe un centro internacional dedicado a la investigación pesquera, este programa consiste en apoyar una serie de proyectos en países de Africa, Asia, el Cercano Oriente y Latinoamérica, y en crear redes de proyectos investigativos entre los países en desarrollo. La investigación en pesquería apoyada por la División abarca cuatro categorías generales: el amplio campo de la acuocultura o "cría de peces"; la pesquería artesanal en la costa occidental de Africa; el mejoramiento de los sistemas de procesamiento del pescado; y la utilización de especies pesqueras hasta ahora descuidadas.

Acuocultura

La acuocultura, que involucra la cría y reproducción controlada de especies comestibles tanto de agua dulce como salada, ha sido por largo tiempo una práctica tradicional en Asia. Dado el enorme volumen de aguas interiores subutilizadas, las posibilidades de aumentar los suministros protéicos del mundo con la acuocultura, están aún por descubrirse, pero la inversión en este campo ha sido poca y, a causa de la enorme complejidad del problema, su avance investigativo es mucho más lento que, por ejemplo, con los cultivos. Comparativamente se conoce muy poco acerca de los requerimientos nutricionales, los patrones de vida, la susceptibilidad a la enfermedad y a los predadores, o las condiciones ambientales óptimas de muchas de especies de pescado posiblemente productivas. El problema se ve agravado por el hecho de que muy pocas universidades ofrecen capacitación en ciencias relacionadas con la acuocultura.

La División, a través de su apoyo a una red de proyectos sobre acuocultura y de la participación de su personal en grupos internacionales de estudio sobre el tema, ha auspiciado la considerable expansión de este campo, especialmente en los países en desarrollo del Sur y el Sudeste Asiáticos.

En un seminario regional sobre acuocultura, auspiciado por la División, se identificó uno de los mayores obstáculos para aumentar la producción de pescado en Asia: la escasez de alevines y cría joven para establecer pozos pesqueros. Muchos peces que desovan profusamente en su medio normal, no lo hacen con efectividad en cautiverio. Los países menos desarrollados de Asia no producen alevines suficientes para la demanda, y si se quiere aprovechar el potencial completo de la acuocultura hay que establecer ante todo un banco de semilla.

Se puede inducir el desove de los peces cautivos mediante inyección de hormonas como la gonadotropina que se extrae de las pituitarias del salmón. En la Estación de Investigación Pesquera en Agua Dulce del Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia (MARDI), la División apoya un proyecto tendiente a desarrollar procedimientos normalizados para la producción masiva de alevines mediante la cría inducida de carpas y otras especies importantes. Los investigadores estudian también fuentes locales de gonadotropina para reemplazar la que se extrae del salmón del Pacífico.

Estudios similares sobre técnicas de inducción se llevan a cabo con apoyo del CIID en el Centro de Desarrollo Pesquero del Sudeste Asiático (SEAFDEC) en Filipinas, como parte de un programa general para el desarrollo del sábalo. Se calcula que la tecnología mejorada podría doblar e incluso triplicar el rendimiento obtenido con la captura tradicional en redes y su transferencia a estanques. El programa de SEAFDEC es el mayor proyecto de pesquería apoyado por la División, y uno de los pocos programas internacionales de investigación en acuicultura. SEAFDEC, creado para fomentar la investigación pesquera en el Sudeste Asiático, cuenta con el apoyo de diez países de la región, un amplio programa de capacitación con cerca de 45 estudiantes de grado, y cursillos intensivos para investigadores en acuicultura interesados en prácticas de cultivo, incubación, manejo de estanques, sistemas de alimentación y otros temas relacionados. Finalmente, SEAFDEC servirá como centro regional de información, recursos y coordinación para la acuicultura en el Sudeste Asiático.

En el Instituto Central de Investigación en Pesquería Interior de India (CIFRI), los científicos han demostrado, a nivel experimental, que se pueden obtener enormes resultados con la acuicultura compuesta, en la que hasta seis especies diferentes son criadas en el mismo sitio. Con apoyo del CIID, el CIFRI ensaya ahora este sistema experimental en varias granjas a fin de observar su desempeño en las condiciones prevalecientes de las comunidades rurales.

Al trabajar con las comunidades rurales, los científicos de India estudian también el control de las enfermedades y parásitos, el mantenimiento de la fertilidad de las aguas, los requerimientos nutricionales y ambientales de las diferentes especies, las prácticas de manejo, los medios más adecuados para el transporte de la cría joven, y otros problemas que surgen de los estudios a nivel de aldea.

En Indonesia, el Instituto de Investigación Pesquera en Aguas Interiores (IFRI) estudia el ciclo de vida de los parásitos importantes en un intento por identificar las etapas vulnerables de su desarrollo en que pueden ser atacados y destruidos. Los científicos indonesios exploran también el tratamiento de los peces jóvenes con inmersiones químicas que puedan ser efectivas contra los parásitos en una etapa temprana del desarrollo. Otra parte del proyecto examina además el efecto de los químicos agrícolas tóxicos sobre la cría de peces.

En Sarawak, Malasia, la División apoya un estudio sistemático de las principales especies de peces presentes en los ríos y los lagos naturales para determinar su proporción y tasas de crecimiento, e identificar las especies más promisorias para la acuicultura. A más de proveer información valiosa para los acuicultores, la investigación sustentará la toma de medidas reglamentarias sobre conservación de especies importantes y mejor manejo general de los vastos recursos de las aguas interiores.

Aunque las ostras silvestres y otros crustáceos son fuente importante de alimento para muchas poblaciones de los países en desarrollo del trópico, comparativamente muy poca investigación se ha hecho para aumentar su productividad. Los resultados de dos proyectos de investigación sobre cultivo de ostras tropicales apoyados por la División —uno en Sabah, Malasia, y otro en Sierra Leona— demuestran que las ostras tropicales pueden alcanzar un tamaño comercial en casi una quinta parte del tiempo requerido por las ostras de las zonas templadas.

En los experimentos de Sierra Leona, con balsas y bateas, se produjeron ostras con un volumen cuatro veces superior al de las especies silvestres recogidas en las raíces de los mangles, y un tamaño comercial alcanzado en solo seis u ocho meses. En Sabah los estudios tienden a determinar las mejores áreas y condiciones para el cultivo de ostras, los métodos de producción más prácticos y económicos, y los medios para establecer una base de semilla.



Cultivo de ostras en Sierra Leona mediante una sencilla balsa de bambú y tambores de aceite vacíos

Ambos proyectos estudian además factores como el procesamiento, el mercadeo y la higiene, e incluyen capacitación para los habitantes locales.

Pesquería artesanal

Ghana importa al año más de cien mil toneladas de pescado, pese al hecho de que la pesca en canoas y otras embarcaciones menores es la mayor ocupación en sus áreas costeras y en las de muchos países vecinos. En Ghana la División apoya la investigación para mejorar el nivel de vida de unas 70.000 familias que a lo largo de la costa derivan la mayor parte de sus ingresos de la pesca artesanal.

Auspiciado conjuntamente por dos universidades, la División de Pesquería del Departamento de Agricultura y el Instituto de Investigación Alimenticia del Consejo de Investigación Científica e Industrial, el proyecto se lleva a cabo en cooperación con los pescadores de la región central. El esfuerzo ha llevado a una serie de mejoras en las técnicas pesqueras tradicionales, como la modificación de las redes y su empleo en la pesca por arrastre, y algunas modificaciones en el diseño de los botes. La pesca de langosta también ha sufrido modificaciones y mejoras en su diseño. Los estudios comparativos

sobre diferentes tipos de horno para el ahumado de pescado, han resultado en un modelo mejorado que se ensaya en varias aldeas. Las técnicas mejoradas de salado y secado al sol han sido aceptadas por las mujeres que tradicionalmente procesan y venden el pescado capturado por los hombres. Actualmente la investigación intenta reducir el deterioro y la descomposición del pescado seco, así como desarrollar métodos superiores de empaque y distribución que permitan poner el pescado a disposición de las gentes del interior.

Finalmente, un grupo de economistas estudia los aspectos financieros del proyecto. Dado que las oportunidades de empleo alternativo para los pescadores y sus familias son muy pocas y el suministro general de pescado es bajo, el proyecto puede redundar en beneficio para las poblaciones de muchas naciones costeras del occidente africano.

Procesamiento de pescado y utilización de especies desaprovechadas

La plataforma continental de Guayana es el centro de una enorme industria de pesca camaronesa que emplea para ello más de 500 modernos recolectores. A más de su objetivo, estos barcos atrapan enormes cantidades de pescado conocido como morralla o pesca colateral, pero que en realidad incluye muchas especies comestibles. Desafortunadamente, en su mayor parte de este pescado es arrojado de nuevo al mar. Sin embargo, el gobierno de

Desarrollo de métodos económicos para procesamiento de pescado en el proyecto de Guayana



Guayana exige actualmente a los barcos camaroneros que usan el puerto de Georgetown que entreguen al menos parte de la pesca colateral con miras a aumentar el suministro alimenticio de la región.

Varias organizaciones de Guayana cooperan en un proyecto financiado por el CIID con el propósito de clasificar las varias especies de la pesca colateral para determinar su valor nutricional y económico. La línea de trabajo más importante del proyecto es el desarrollo de métodos económicos de procesamiento y preservación del pescado, incluyendo salado y ahumado, y la elaboración de productos aceptables a base de pescado molido. Se estudia también la producción más costosa de pescado fresco y congelado con destino a la exportación y a los hoteles de turismo del Caribe, y se trabaja en toda una variedad de productos novedosos —incluyendo salchichas de tiburón— que provean suplementos nutricionales para las dietas locales.

En buena parte del Sudeste Asiático el almacenamiento y la manipulación inadecuados resultan en pérdidas considerables de pescado. En un seminario regional auspiciado por el CIID sobre productos estables de pescado tropical, los científicos de la región dieron los primeros pasos hacia el establecimiento de un programa para mejorar la situación.

El primer proyecto resultante de este seminario es el que se lleva a cabo en la Universidad de Filipinas, en cooperación con la Oficina Federal de Pesquería y Recursos Acuáticos, y la comunidad pesquera rural, para el estudio de seis importantes especies locales —sábalo, caballa, anchoa, arenque, bagre y calamar— con el ánimo de mejorar los métodos tradicionales de preservación. El propósito de la investigación es desarrollar procedimientos normalizados, especificaciones de calidad e higiene, y sistemas mejorados de empaque, manipulación y distribución.

La Universidad desarrolla también un equipo prototipo de procesamiento y empaque hecho con materiales locales, y la Oficina de Pesquería establecerá centros pilotos de demostración en seis puertos pesqueros rurales de importancia y 70 puestos de campo para fomentar la rápida adopción de los procesos mejorados en las comunidades pesqueras. Otro objetivo es establecer unidades cooperativas centrales a las cuales los pescadores puedan traer su excedente pesquero para procesamiento en formas más duraderas y atractivas.



Plántulas de Acacia senegal que proveerán abrigo, sombra y goma arábiga

Silvicultura

Al igual que con la pesquería, no existe un centro internacional de investigación sobre silvicultura. Como parte de un proyecto para identificar las prioridades investigativas en silvicultura tropical, el CIID ha auspiciado encuentros entre su personal, consultores y expertos en este campo, con intención de determinar los vacíos existentes en la investigación y capacitación mundial en silvicultura, y sugerir los mejores métodos para que el Centro y otros organismos internacionales contribuyan a la mejor utilización y manejo de los productos forestales en los países en desarrollo.

El actual programa de silvicultura del Centro, que ha estado en funcionamiento por más de cinco años, se concentra en tres áreas mayores: silvicultura sabanera —particularmente en la región saheliana del África; utilización de los productos forestales; y agrosilvicultura— combinación de agricultura con silvicultura.

Silvicultura de sabanas

El mayor componente del programa de investigación forestal se encuentra en las regiones semiáridas de África. Allí, una serie de seminarios con las autoridades forestales de países de la región dió origen a una red cooperativa que hoy abarca quince proyectos, y cuyos directores se reúnen cada año para evaluar el avance individual y compartir las experiencias.

En Nigeria se estudia la importancia de las cortinas vegetales para mejorar la producción agrícola y el medio ambiente local, y los investigadores seleccionan los árboles más adecuados para esta práctica. En Sudán y Egipto se realizan trabajos complementarios sobre grandes extensiones de tierras, antiguamente fértiles, inutilizadas hoy por los vendavales de arena que cubren la capa superior del suelo. En Sudán, el equipo del proyecto ensaya cortinas vegetales combinadas con árboles y arbustos, y analiza sus efectos sobre el microclima y la economía del agua en las áreas protegidas. Científicos egipcios en la Universidad de Alejandría estudian la casuarina, especie nativa de Australia, que ofrece la ventaja adicional de fijar el nitrógeno del aire por lo que, a más de proteger la tierra, no compite con los cultivos por el nitrógeno del suelo. Los árboles pueden también ser útiles en el suministro de madera para construcción y otros usos cuando, en el curso normal del manejo de las cortinas vegetales, sean retirados.

En Senegal hay dos proyectos en curso a cargo del Departamento de Agua y Recursos Forestales. El primero intenta recuperar áreas sabaneras por forestación, en especial las zonas circundantes de los manantiales, con el ánimo de ofrecer abrigo a los pastores y el ganado, y estimular el asentamiento de las poblaciones nómadas en la región. El segundo proyecto se ocupa de la *Acacia senegal*, fuente primaria de la goma arábiga, producto comestible ampliamente usado en la industria alimenticia y farmacéutica. Los científicos esperan identificar variedades de *A. senegal* y métodos silviculturales que ofrezcan los mayores rendimientos en goma de alta calidad. En los últimos tres años se han sembrado unas 25 hectáreas de plántulas de distinto origen.

En Malí el Departamento Forestal, en cooperación con la Oficina de Niger, estudia la efectividad técnica y económica del desarrollo de plantaciones forestales irrigadas en asocio con cultivos, en áreas cercanas al sistema del río Niger. En Niger el Departamento Forestal trabaja con un número de comunidades rurales en el establecimiento de bosques madereros de propiedad y manejo comunal que eventualmente sean fuentes renovables de materiales para construcción y combustible. Con plántulas de vivero se han sembrado más de 100 hectáreas (más de 80.000 árboles) en los alrededores de 25 aldeas de la región oriental del país. En Kenia hay un proyecto para establecer bosques madereros en comunidades agrícolas donde la tierra no es apropiada para la producción de cultivos, proveyendo a los agricultores con abrigo y una fuente adicional de entradas. Las pruebas involucran gran número de especies resistentes a la sequía bajo diferentes condiciones agroclimáticas. Y en Jordania los científicos intentan reforestar las áreas secas plantando árboles en las acequias y vados por donde escurre el agua de las cortas pero fuertes lluvias. Se espera que al establecer plantaciones de árboles en las áreas con mayor humedad de suelos, se pueda recuperar en el futuro mucha tierra y emplearse en agrosilvicultura.

Utilización del producto forestal

Se calcula que menos del 20% de los bosques tropicales se utilizan efectivamente, en buena parte porque las industrias que emplean sus productos tienden a concentrarse en comparativamente pocas especies lucrativas. La División apoya un número de proyectos tendientes a identificar especies secundarias desaprovechadas y otros recursos forestales que puedan ser usados productiva y económicamente.

El mayor proyecto de investigación sobre producto forestal apoyado por la División es el que realiza el Pacto Andino en América Latina, ocupado directamente con la utilización mejorada de las especies secundarias de los bosques tropicales de la región. En la primera fase del proyecto se estudian unas 100 especies madereras dentro de un programa cooperativo que involucra cinco instituciones nacionales de investigación. A más de una amplia gama de pruebas normalizadas de laboratorio y clasificación visual de las maderas aserradas, los investigadores latinoamericanos estudian aspectos como los sistemas de unión de varias especies de madera para uso en construcción. También se desarrollan métodos apropiados de secado y preservación, y se evalúan críticamente las características de trabajabilidad, comportamiento en la máquina, y acabado. Los resultados de la investigación serán difundidos, en manuales de instrucción y diseño, entre las industrias que procesan y utilizan la madera en la región.

Otro proyecto similar, pero a menor escala, es el que se lleva a cabo en Malí para mejorar el uso de la madera de sabanas y aumentar su valor económico en la región del sub-Sahara. El proyecto incluye un estudio de las propiedades físicas y económicas de varias especies locales sometidas a prueba para medir su resistencia y su respuesta a las operaciones corrientes del trabajo con madera.

Agrosilvicultura

Tradicionalmente, los agricultores de subsistencia en las regiones de los bosques tropicales abren claros, mediante la tala de árboles con instrumentos manuales y la quema de la vegetación superficial, con miras a la siembra de cultivos. En este proceso, el suelo pierde rápidamente su fertilidad, forzando el desplazamiento periódico del agricultor hacia otras áreas de bosque virgen.



Pruebas de secado de madera al aire libre en Colombia como parte del proyecto del Pacto Andino

El terreno abandonado queda entonces a merced de las malezas naturales. La División apoya actualmente un programa cooperativo de investigación sobre agrosilvicultura en varios países de los trópicos húmedos africanos para determinar la forma más eficiente de aprovechar la tierra con árboles y cultivos en lugar de la técnica tradicional de tala y quema. La idea es reemplazar el barbecho natural con la siembra de árboles que restauren la fertilidad normal del suelo a la vez que proporcionen madera útil para las comunidades rurales.

El primer proyecto de este programa se lleva a cabo en Ghana donde el Consejo de Investigación Científica e Industrial estudia la rotación cultivo-árbol. Mediante la comparación de especies de rápido crecimiento y utilidad potencial, se espera reducir el período tradicional de barbecho —generalmente de 15 a 20 años— y permitir una rotación más frecuente de cultivos y árboles. El proyecto ha recibido la cooperación y el apoyo de los agricultores y las comunidades rurales conscientes de la necesidad de utilizar con mayor eficiencia los recursos locales a medida que aumenta la presión humana sobre la tierra.

Entre los varios proyectos que también han recibido apoyo reciente del Centro se cuentan el de Nigeria sobre los efectos de ciertas especies arbóreas en la fertilidad del suelo, el de Camerún sobre árboles leguminosos y especies de plantas, y el del IITA sobre las posibles combinaciones de árboles y cultivos. El Centro apoya además la propuesta de establecer un instituto de agrosilvicultura financiado internacionalmente con el objeto de coordinar y apoyar la investigación y los proyectos de extensión en este campo, y diseminar la información técnica pertinente.



Senegal: depósito tradicional de granos erosionado por las lluvias

Sistemas post-cosecha

Durante sus primeros cinco años este programa se ha ocupado en buena parte de los granos cereales, las leguminosas en grano, y las raíces comestibles. No obstante, esta debe ser una de las áreas más importantes para el futuro desarrollo y fomento, y posiblemente se expanda hasta incluir otros productos vegetales, animales y pesqueros de importancia para la subsistencia y las economías agrícolas de las comunidades rurales del mundo en desarrollo.

El alcance y las complejidades del sistema post-cosecha incluyen todas las actividades esenciales desde la recolección hasta el momento en que el producto final, cualquiera sea su forma, es ingerido por el consumidor. Por tanto, allí entran la ingeniería agrícola, la tecnología y la ciencia alimenticia, las ciencias de la nutrición y del hogar, y todas las disciplinas básicas que las componen. En esta área, mas que en ninguna otra, la División ha buscado crear una conciencia internacional sobre la importancia de un enfoque de sistemas globales para la tecnología post-cosecha. Se requiere un esfuerzo mejor coordinado a todos los niveles para tratar los sistemas post-cosecha como un todo, en vez de afrontar problemas aislados de manera individual.

A solicitud de CGIAR, Grupo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola, la División emprendió un estudio sobre las necesidades de investigación en sistemas post-cosecha entre las naciones productoras de arroz en el Sudeste Asiático y las productoras de cereales y leguminosas en los trópicos semiáridos.

El estudio de Asia, realizado por la Universidad de Filipinas en cooperación con varias instituciones y gobiernos, llevó a la creación de un equipo de asesoría y apoyo investigativo para todas las naciones productoras de arroz interesadas en la región. El equipo, con sede en el Centro Regional Agrícola del Sudeste Asiático (SEARCA), está bajo la dirección de un comité de políticas integrado por expertos de cada país asiático participante, y ayudará a los científicos y a los gobiernos de la región en la identificación y solución de los problemas relativos a los sistemas post-cosecha de arroz.

En los trópicos semiáridos de Africa un equipo compuesto por científicos de la Universidad de Alberta y personal del CIID, inició un estudio a nivel de países y organizó seminarios regionales para definir los problemas de los sistemas post-cosecha en los granos cereales y las leguminosas, con la intención de establecer un servicio de apoyo investigativo similar al de Asia. La División es también miembro del Grupo de Asistencia para Almacenamiento de Granos en Africa (GASCA), que aspira a mejorar comparativamente las condiciones del almacenamiento en granja de cereal y leguminosas.

Frecuentemente los países en desarrollo subestiman y descuidan el papel de la mujer en el procesamiento, preservación y mercadeo del producto agrícola. La División ha apoyado un número de estudios en este campo, incluyendo el de un grupo de mejoradoras del hogar africanas que resultó en una extensa publicación sobre preparación y uso doméstico del caupí en el occidente africano.

Uno de los primeros proyectos sobre sistemas post-cosecha del programa fue emprendido por organismos federales y estatales de Nigeria Norte y Noreste en cooperación con la Universidad de Saskatchewan y el Laboratorio

Regional de Praderas. El proyecto estableció en Maiduguri, Nigeria Norte. un molino piloto de grano y uso múltiple cuya operación y manejo comercial ha estado a cargo de la comunidad local en cooperación con el gobierno estatal. El objetivo ha sido establecer control tanto de calidad como de procesamiento, y estimular un mercado para los granos locales a través del desarrollo de nuevos productos alimenticios en una cocina de prueba y una panificadora adjuntas al molino.

En Senegal varios proyectos ocupados con aspectos diversos de los sistemas post-cosecha. En uno de ellos, el del CNRA, los científicos han desarrollado y comparado la eficiencia económica y técnica relativa de varios métodos alternativos de trillado, secado, almacenamiento y molienda de sorgo, mijo y caupí.

Otro es el estudio comparativo sobre sistemas alternativos de almacenamiento de grano que incluye los depósitos tradicionales hechos con materiales de obtención local, como las estacas de sorgo, y otros sistemas más elaborados y costosos, como los tambores de metal o las estructuras prefabricadas en concreto. En el proceso se han desarrollado algunos sistemas novedosos, siendo el de mayor éxito el silo múltiple consistente en una serie de pequeños compartimientos con un techo común, y que puede ser usado también para almacenamiento cooperativo de cantidades relativamente grandes de grano.

En la Universidad Kumasi, Ghana, se lleva a cabo otro estudio comparativo sobre estructuras para almacenamiento de granos, incluyendo silos de caucho butílico, tambores de acero galvanizado y aluminio, compartimientos circulares de madera, depósitos de ferrocemento y bolsas plásticas, con y sin pesticidas químicos.

El CIID apoya también los proyectos en Botswana y Swazilandia, países con una fuerte dependencia de la harina de maíz importada comercialmente de Suráfrica, que, sin embargo, pueden aumentar notoriamente su propia producción de sorgo. El objetivo del proyecto de Botswana es producir en molinos rurales una harina de sorgo local tan fina y aceptable como la harina de maíz importada. El proyecto de Swazilandia se propone reducir la pérdida de alimentos mediante la mejora del almacenamiento en las granjas.

Limpieza del grano en el molino de Maiduguri, Nigeria



Uno de los más amplios proyectos sobre la tecnología post-cosecha auspiciado por la División es el que llevan a cabo cinco instituciones investigativas de India, bajo la dirección general del Consejo de Investigación Agrícola del país (ICAR). El proyecto se dedica a los principales granos cereales y leguminosas producidos por las pequeñas granjas, y al sistema post-cosecha en todos sus niveles. Dado su alcance, se espera que los resultados tengan repercusiones de interés para muchos otros países en desarrollo de Asia y el mundo.

En el Sudeste Asiático la red cooperativa de investigación en tecnología post-cosecha del arroz involucra toda una serie de proyectos. En Tailandia, investigadores oficiales estudian diversos aspectos del tema, en particular las prácticas adoptadas por los agricultores de subsistencia. En Singapur, un equipo similar determina las mejores condiciones para el almacenamiento del arroz sin pelar en un estudio que incluye tanto los graneros como el hogar. En Indonesia el estudio reúne 20 cooperativas de las cinco regiones del país y tiene por objeto examinar los componentes tecnológicos del sistema post-cosecha total en cada región.

Una de las mayores dificultades enfrentadas por muchos de los países productores de arroz en el Sudeste Asiático es la tecnología inadecuada. Los métodos de secado, almacenamiento y trillado empleados para variedades de grano uniforme, cosechadas en condiciones comparativamente secas, han probado ser completamente inadecuados para las típicas y heterogéneas mezclas húmedas del Sudeste Asiático. El propósito de la red es, por tanto estudiar y desarrollar tecnologías acordes con las necesidades de la región.

El mismo problema se aplica a otros cultivos. En Filipinas, los científicos examinan las características de molienda y los valores nutricionales relativos de diferentes leguminosas producidas localmente, y el uso de harinas de leguminosas en las comidas tradicionales. A más de esto, el equipo desarrolla tecnologías económicas y métodos sencillos de procesamiento. El proyecto, que eventualmente hará parte de una red similar a la del arroz, incluye tanto el procesamiento comercial a pequeña escala como el doméstico rural.

La División apoya también la investigación sobre el procesamiento de las raíces comestibles, especialmente la yuca. En el Instituto Asiático de Tecnología (AIT), en Tailandia, los científicos determinan los factores que controlan la proporción y la eficiencia del secado de las tajadas de yuca y la granulación de su harina para uso en alimento animal.

La investigación sobre procesamiento de yuca para alimento humano y animal es el objetivo de una serie de proyectos en el CTCRI de India y de un extenso proyecto integrado de investigación en Filipinas. El procesamiento y el almacenamiento de la yuca son parte también de varios proyectos mencionados anteriormente en la sección de cultivos.

En Perú la División financia la investigación sobre procesamiento de la papa en el Centro Internacional de la Papa (CIP), en La Molina, en cooperación con el Instituto de Investigación de las Industrias Alimenticias. El objetivo del trabajo es desarrollar procesos rurales para la producción de una papa deshidratada aceptable que pueda ser almacenada por períodos largos, reduciendo así la seria fluctuación estacional de precios. Las técnicas que se encuentran en estudio incluyen el uso de la deshidratación osmótica y solar, y la reducción del contenido general de humedad mediante una combinación de papas e ingredientes secos comestibles antes de la deshidratación solar o de otro tipo.

Apéndice

Publicaciones relacionadas del CIID

***IDRC-004e**

Osmotic dehydration: a cheap and simple method of preserving mangoes, bananas and plantains. G. W. Hope and D. G. Vitale. Ottawa, 1972. 12p.

***IDRC-010e**

Chronic cassava toxicity: proceedings of an interdisciplinary workshop. London, England, 29—30 January 1973. Barry Nestel and Reginald MacIntyre, editors. Ottawa, 1973. 162 p.

***IDRC-015e**

Aquaculture in Southeast Asia: report of a seminar at the Freshwater Fishery Research Station, Malacca, West Malaysia, 17-25 April 1973. IDRC. Ottawa, 1973. 22p.

***IDRC-016e**

Consumer food utilization in the semi-arid tropics of Africa: report of an interdisciplinary workshop. Zaria, Nigeria, 30 April—4 May 1973. IDRC. Ottawa, 1973. 16p.

IDRC-017f

Durabilité naturelle et préservation de cent bois tropicaux africains. Yves Fortin et Jean Poliquin. Ottawa, 1974. 143p.

IDRC-017e

Natural durability and preservation of one hundred tropical African woods. Yves Fortin and Jean Poliquin. Ottawa, 1976. 131p.

***IDRC-020e**

Cassava utilization and potential markets. Truman P. Phillips. Ottawa, 1973. 182p.

IDRC-021e

Nutritive value of triticale protein. Joseph H. Hulse and Evangeline M. Laing. Ottawa, 1974. 183p.

***IDRC-022e**

Consumer preference study in grain utilization. Maiduguri, Nigeria. Jean Steckle and Linda Ewanyk. Ottawa, 1974. 47p.

IDRC-023e (revised edition)

Directory of food science and technology in Southeast Asia. E. V. Araullo, compiler. Ottawa, 1975. 267p.

IDRC-024e

Triticale: proceedings of an international symposium. El Batán, Mexico, 1—3 October 1973. Reginald MacIntyre and Marilyn Campbell, editors. Ottawa, 1974. 250p.

* Solo en edición microficha.

IDRC-026e

Food crop research for the semi-arid tropics: report of a workshop on the physiology and biochemistry of drought resistance and its application to breeding productive plant varieties. University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, 22–24 March 1973. Michael Brandreth. Ottawa, 1974. 16p.

***IDRC-029e**

International Development Research Centre programs in agriculture, fisheries, forestry and food science: reviewed at a symposium. Ottawa, 12 September 1973. IDRC. Ottawa, 1974. 55p.

IDRC-031e

Cassava processing and storage: proceedings of an interdisciplinary workshop. Pattaya, Thailand, 17–19 April 1974. E. V. Araullo, Barry Nestel, and Marilyn Campbell, editors. Ottawa, 1974, 125p.

IDRC-033e

Interaction of agriculture with food science: proceedings of an interdisciplinary symposium. Singapore, 22–24 February 1974. Reginald MacIntyre, editor. Ottawa, 1974. 166p.

IDRC-036e

Current trends in cassava research. Barry Nestel. Ottawa, 1974. 32p.

IDRC-040s

Tritical: resúmenes de los ensayos presentados durante un simposio internacional. El Batán, México, 1 al 3 de octubre de 1973. CIID. Ottawa, 1975. 31p.

IDRC-041e

Stable tropical fish products: report on a workshop. Bangkok, Thailand, 8–12 October 1974. Marilyn Campbell. Ottawa, 1975. 27p.

IDRC-048e

To conquer hunger: opportunity and political will. W. David Hopper. Ottawa, 1975. 42p.

IDRC-048f

Vaincre la faim: atouts techniques et options politiques. W. David Hopper. Ottawa, 1975. 42p.

IDRC-049e

The international exchange and testing of cassava germ plasm: proceedings of an interdisciplinary workshop held at CIAT. Palmira, Colombia, 4–6 February 1975. Barry Nestel and Reginald MacIntyre, editors. Ottawa, 1975, 74p.

IDRC-049s

Pruebas e intercambio internacional de germoplasma de yuca: exposiciones presentadas durante el evento interdisciplinario en la sede del CIAT. Palmira, Colombia: 4 a 6 de Febrero de 1975. Barry Nestel, ed. Bogotá, 1976. 88p.

IDRC-050e

The science and technology policy instruments (STPI) project. IDRC. Ottawa, 1975. 12p.

IDRC-051e

Integrated approach to local rural development: report of an interdisciplinary seminar. Makati, Philippines, 31 March–3 April 1975. Marilyn Campbell, editor. Ottawa, 1975. 52p.

IDRC-052e

Tropical oyster culture: a selected bibliography. D. B. Quayle. Ottawa, 1975. 40p.

IDRC-053e

Rice: postharvest technology. E. V. Araullo, D. de Padua, and Michael Graham, editors. Ottawa, 1976. 396p.

IDRC-055e

Cowpeas: home preparation and use in West Africa. Florence E. Dovlo, Caroline E. Williams, and Laraba Zoaka. Ottawa, 1976, 96p.

IDRC-058e

Removing constraints to small farm production: the Caqueza project. H. G. Zandstra, K. G. Swanberg, and C. A. Zulberti. Ottawa, 1976, 32p.

IDRC-058s

Venciendo las limitaciones a la producción del pequeño agricultor. H. G. Zandstra, K. G. Swanberg, C. A. Zulberti. Bogotá, 1975, 34p.

IDRC-059e

Cassava: the development of an international research network. Barry Nestel and James Cock. Ottawa, 1976, 70p.

IDRC-062e

Hidden harvest: a systems approach to postharvest technology. David Spurgeon. Ottawa, 1976, 36p.

IDRC-062f

La récolte retrouvée: pour une gestion intégrée des récoltes. de la moisson a la consommation. David Spurgeon. Ottawa, 1977, 36p.

IDRC-063e

The international exchange and testing of cassava germ plasm in Africa: proceedings of an interdisciplinary workshop held at IITA, Ibadan, Nigeria, 17—21 November 1975. Eugene Terry and Reginald MacIntyre, editors. Ottawa, 1976, 59p.

IDRC-071e

African cassava mosaic: report of an interdisciplinary workshop held at Muguga, Kenya. 19—22 February 1976. Barry L. Nestel, editor. Ottawa, 1976, 48p.

IDRC-076e

Intercropping in semi-arid areas: report of a symposium held at the Faculty of Agriculture, Forestry and Veterinary Science, University of Dar es Salaam, Morogoro, Tanzania. 10—12 May 1976. J. H. Monyo, A. D. R. Ker, and Marilyn Campbell, editors. Ottawa, 1976, 72p.

IDRC-080e

Proceedings of the Fourth symposium of the International Society for Tropical Root Crops, held at CIAT, Cali, Colombia. 1—7 August 1976. J. Cock, R. McIntyre, M. Graham, editors. Ottawa, 1977, 280p.

IDRC-091s

Cuarto Simposio de la Sociedad Internacional de Raíces Comestibles Tropicales: resúmenes de trabajos. J. Cock, R. McIntyre, M. Graham, ed. Bogotá, 1977, 60p.

IDRC-TS1

Food legume processing and utilization (with special emphasis on developing countries). Alvin Siegel and Brian Fawcett. Ottawa, 1976, 88p.

IDRC-TS2

Maiduguri mill project: grain milling and utilization in West Africa. IDRC. Ottawa, 1976, 16p.

Versión española: Stella R. de Feferbaum

Producción: Jaime Rojas

Fotos: Neill McKee. excepto:

Portada - J. Rojas

P. 6 J. H. Hulse

P. 15 D. C. Spurgeon

P. 16 C. Sanger

P. 36 G. Lessard

P. 39 J. Rojas



Publicación del CIID
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Programa de Publicaciones
Edición de 1000 ejemplares
Impresa en ESCALA
Bogotá, Colombia, abril de 1978