

LA COOPERACION TECNICA POR DENTRO

Organismo Internacional de Energía Atómica

Marzo de 1996 Vol. 2, N° 1

INDICE

El exterminador del ganado encuentra la horma de su zapato.....	1
La cebada escala los Andes.....	1
Mejores piensos.....	2
Arroz flotante.....	3
Técnica de los insectos estériles...	4
El átomo y la producción de alimentos.....	5
Muy breves.....	7
Zimbabwe.....	8

La cebada escala los Andes

En todo el elevado altiplano andino del Perú y Bolivia el régimen alimentario de las comunidades campesinas pobres sigue siendo inadecuado. No es posible cultivar cereales alimenticios básicos debido a la escasez de oxígeno, las tensiones de las variaciones diarias de la temperatura y la alta exposición a los rayos ultravioleta bajo cielos despejados. Aunque una antigua variedad de cebada, introducida quizás por los europeos hace muchos siglos, sí logra sobrevivir, no se ha aclimatado bien y su rendimiento es muy bajo.

La meseta es en esencia una planicie que se encuentra entre 3400 y 4000 metros por encima del nivel del mar. Los productores agropecuarios locales cultivan plantas ricas en proteína como el amaranto, la quinua, y variedades de patatas y habas, que pueden fijar el nitrógeno atmosférico y servir de fertilizante natural del suelo, práctica muy similar a la de los antiguos incas. Tal vez pronto logren una cebada superior.

El exterminador del ganado encuentra la horma de su zapato

El ganado suele desempeñar una función crucial en las economías rurales de los países en desarrollo, al proporcionar abono agrícola, combustible doméstico y cuero, así como carne y leche, mientras que el buey es el tractor en los campos y el motor del medio de transporte. Pero en una amplia zona que se extiende por África central y meridional y Unguja, principal isla de Zanzíbar, la cría de ganado se hace sumamente difícil por las enfermedades que la mosca tsetse propaga entre los animales. Hasta el momento han resultado infruc-



Toma de muestra de sangre de vacuno para vigilar la transmisión de enfermedades. (Cortésia: U. Feldmann)

tuosos los muchos y costosos esfuerzos que se han emprendido para erradicar la tsetse: empleo de trampas, insecticidas y otros métodos convencionales. Ahora parece que su erradicación es posible, al menos en la apartada Zanzíbar.

Zanzíbar, ubicada a 35 kilómetros al este del continente africano, está compuesta por Unguja y unas cuantas pequeñas islas satélites. En 1964 se unió a la República Unida de Tanzania. En Unguja habita una única especie de mosca. Además, la isla tiene condiciones ideales para el ganado: exuberante vegetación, terreno ligeramente ondulado y lluvias seguras y copiosas. Así y todo, cada año hay que importar unos 10 000 animales vivos y productos lácteos por valor de 250 000 dólares de los Estados Unidos para complementar la baja ingesta per cápita de proteína en Unguja.

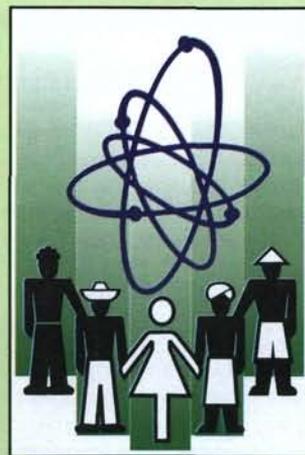
La mosca tsetse (especie *Glossina*) sólo se alimenta de sangre. Algunas especies transmiten a los seres humanos la enfermedad del sueño y otras transmiten a los animales una enfermedad similar, la *nagana*, ocasionada por organismos unicelulares llamados tripanosomas. La única especie (*G. austeni*) que vive en la isla ataca solamente a los animales. La *nagana*, notificada por primera vez en Unguja a principios del presente siglo, ha reducido y devastado los rebaños de esta isla, que tiene una superficie de 1650 kilómetros cuadrados, y hasta hace poco el 80% del ganado sobreviviente estaba infectado.

(continúa en la página 4)

El OIEA ha ayudado al Perú a desarrollar su capacidad para aplicar técnicas nucleares que ya se están empleando para obtener nuevas variedades de cereales de alto rendimiento y resistentes a las tensiones. Estas técnicas no sólo podrían aumentar la seguridad alimen-

taria de los altos Andes, sino también fomentar la producción sostenible de cereales en gran escala. El pasado mes de mayo comenzó a ensayarse sobre el terreno una variedad mutante de cebada,

(continúa en la página 6)



Mejores piensos, pródigas razas

En toda la zona rural de Java central y occidental pueden verse, cada vez con mayor frecuencia, pequeños grupos de personas, principalmente mujeres, mezclando lo que parece ser grandes montones de estiércol desagradable y maloliente. En realidad, están haciendo algo que es económica y científicamente saludable: producir bloques de nutrientes múltiples de urea-melaza para alimentar a sus rumiantes -búfalos, reses, cabras y ovejas- y proporcionarles algunos nutrientes esenciales deficitarios.

La escasez de pienso de calidad para el ganado es algo común en la mayor parte de Asia, donde no es mucha la tierra que se dedica a los pastos y se cultivan pocas plantas forrajeras. Los pequeños productores agropecuarios mantienen a la mayor parte de su ganado en rebaños de 2 ó 3 animales, rara vez más de una docena, que emplean en labores mixtas, incluida la siembra de cultivos. Los rebaños se alimentan de lo que pueden encontrar, como hierba y paja de los caminos y campos, y residuos de la producción agrícola y alimentaria. El rendimiento y la calidad de la leche y la carne son bajos.

Mejorar la calidad del pienso para los rumiantes en una forma asequible a los pequeños productores agropecuarios desde el punto de vista de los fondos y la mano de obra, fue la tarea que, a principios de los ochenta, asumieron algunos científicos bajo la dirección de la Sra. Cornelia Hendratno, en el Centro para la Aplicación de Isótopos y Radiaciones, que forma parte de la Junta Nacional de Investigaciones Atómicas de Indonesia (BATAN). Los científicos dispusieron de fondos proporcionados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y de la infraestructura y los

Cornelia Hendratno recibió capacitación especializada en técnicas nucleares y conexas en producción animal en el laboratorio del Organismo en Seibersdorf, y dirigió el grupo de investigaciones de la BATAN que creó el bloque de alimentación complementaria. La Sra. Hendratno estuvo a cargo de los primeros ensayos sobre el terreno que introdujeron los ingredientes experimentales en las zonas rurales donde trabajó con los aldeanos moldeando los bloques. Una vez constatados los primeros resultados de los piensos, instó al Ministerio de Agricultura a que asumiera su extensión. La Sra. Hendratno fue también un vínculo clave con el Organismo, como coordinadora técnica y después como investigadora principal en los proyectos del OIEA. En estos momentos dirige el Grupo de Investigaciones de Nutrición Animal de la BATAN.



conocimientos especializados desarrollados durante muchos años con la ayuda del OIEA. La técnica entraña el uso de trazadores isotópicos benignos que revelan el destino de los componentes del pienso en el sistema digestivo de los rumiantes.

Las aldeas de Java han recibido con entusiasmo el bloque de nutrientes múltiples, mezcla de piensos y vitaminas, que la Sra. Hendratno y su equipo obtuvieron tras años de investigaciones de laboratorio y ensayos en animales. El bloque ha fomentado aumentos del 30% en el rendimiento de leche e incrementos de más del 100% en las tasas de crecimiento del ganado vacuno, caprino y ovino. Tal vez la clave de su aceptación sea que emplea forrajes locales, como paja, rastrojos y salvado de arroz, torta de semillas de algodón, desechos provenientes de la elaboración de pescado e incluso camada, mezclados con cantidades adecuadas de urea, melaza y diversos minerales.

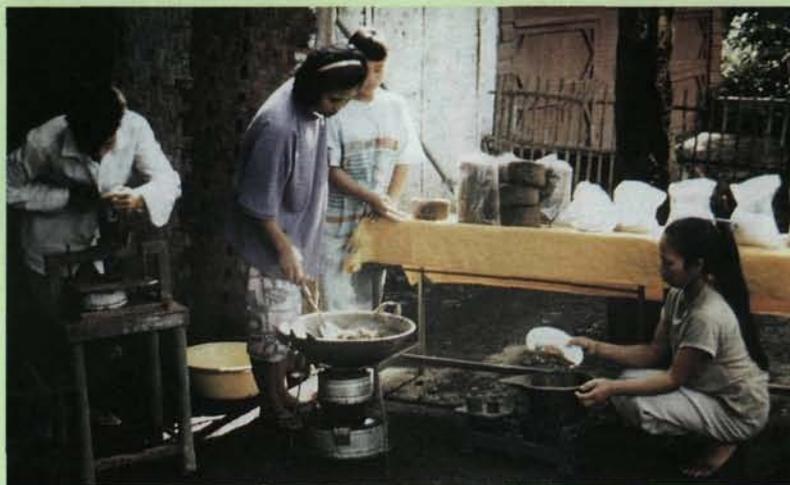
La mezcla se prensa en moldes y se deja secar para hacer bloques parecidos a ladrillos. Una característica fundamental del bloque es que debe tener una consistencia tal que permita a los ani-

males lamerlo, pero no comerlo todo de una vez. Ello se ha logrado en diversas fórmulas, de modo que una vez que los aldeanos preparan la mezcla, no es necesario comprobar al tacto la consistencia de cada ladrillo.

La urea proporciona proteínas nitrogenadas para el crecimiento; la melaza suministra la energía; y el azufre ayuda a utilizar el nitrógeno y a acumular proteína microbiana que proporciona aminoácidos. También se pueden añadir otros minerales, como el calcio y el fósforo que son esenciales para los animales lactantes. Los bloques se hacen de un tamaño suficientemente grande para evitar tener que reponerlos con demasiada frecuencia y poder almacenarlos correctamente. El objetivo que se persigue es que como promedio cada animal consuma entre 500 y 700 gramos diarios de la mezcla.

Durante los primeros ensayos de campo para evaluar la eficacia de diversas fórmulas en animales locales, la Sra. Hendratno y su equipo comprobaron que especialmente las mujeres de la comunidad deseaban que se les enseñara a hacer la mezcla y los bloques. Las familias de los productores agropecuarios pronto crearon cooperativas para producir y utilizar los bloques. En los últimos años el Ministerio de Agricultura se ha venido encargando de las actividades de extensión, promoviendo la técnica, enseñando a los aldeanos a hacer los ladrillos con materiales locales y fomentando los planes de cooperación a nivel local.

En virtud de un proyecto de cooperación técnica del Organismo iniciado en 1994, el año pasado la BATAN comenzó a ofrecer cursos de capacitación en tres islas (Java oriental, Sulawesi meridional y Sumatra occidental) y a ensayar sobre el terreno los bloques elaborados con materiales de alimentación disponibles en cada región.



Las mujeres fabrican bloques de nutrientes múltiples de urea-melaza en Indonesia. (Cortesía: C. Hendratno)

Arroz flotante y variedades altísimas de sorgo

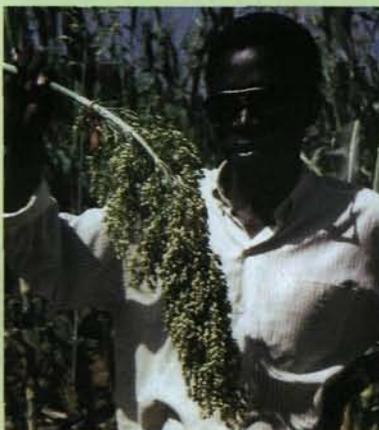
La agricultura de pequeñas explotaciones es el pilar de la economía de Malí. Sin embargo, el rendimiento de los productos de primera necesidad -mijo, sorgo, arroz, maíz y fonio- no ha marchado a la par del crecimiento demográfico y el aumento de los costos de las importaciones de cereales ahora consume el 6,5% del PIB. El mejoramiento de los cultivos ha dependido casi únicamente de la selección de las semillas por parte de cada productor agropecuario, mientras que no fue hasta hace poco que se introdujo la aplicación sistemática de la fitotecnia. La obtención de variedades más productivas de arroz y sorgo mediante el mejoramiento genético es el principal reto.

Si bien los científicos malienses ya han producido mutantes de arroz y sorgo que, de extenderse su cultivo, podrían beneficiar a los pequeños agricultores agropecuarios y a la economía nacional, hasta hace poco las cepas no habían salido de los laboratorios. Ahora, con las nuevas iniciativas del Organismo en materia de cooperación técnica, las nuevas variedades mutantes llegarán a los productores agropecuarios por conducto de un programa oficial de extensión que entraña la participación de la comunidad.

En Mali, los agricultores han cultivado arroz durante muchos siglos en la extensa llanura aluvial del río Níger. Este característico "arroz africano", u *Oryza glaberrima*, evolucionó allí antes de la llegada de los seres humanos. Su composición incluye caracteres genéticos esenciales para la supervivencia. Su tallo crece al ritmo que asciende el nivel del agua y mantiene su panícula a flote; puede soportar el déficit hídrico después que las aguas se retiran; y suelta semillas cuando madura.

El sorgo oriundo de Malí depende exclusivamente de las precipitaciones y tiene características que lo hacen resistente a la sequía. Los productores agropecuarios cultivan variedades que son extremadamente altas, a veces de hasta 3,5 metros, ya que el tallo tiene muchos usos importantes desde el punto de vista económico, como pienso para el ganado y paja para los techos, para hacer esteras e incluso para hacer las pequeñas chozas donde se almacena el grano.

El dilema a que hacen frente los fitotécnicos es aumentar la productividad de estos cultivos, sin que pierdan sus características esenciales. Los científicos malienses Fousseyni Cisse y Al Housseni Bretaudeau han encabezado grupos de investigación en la búsqueda de variedades mutantes de arroz y sorgo en el *Institut d'Economie Rural* y el *Institut Polytechnique Rural*, respecti-



En Malí un técnico muestra una panícula de sorgo inusualmente larga. (Cortesía: B. Ahloowalia)

vamente. En virtud de un recién concluido Programa coordinado de investigación (PCI) FAO/OIEA con financiamiento de Italia y destinado a ayudar a mejorar los cultivos alimentarios básicos y locales de África, se irradiaron variedades tradicionales con rayos gamma según los procedimientos prescritos. La cooperación técnica del OIEA ya había proporcionado capacitación y equipo a ambas instituciones científicas nacionales con el objeto de que tuvieran la capacidad para aplicar técnicas nucleares, como la fitotecnia por mutaciones, en aras de aumentar los rendimientos y otras características mejoradas de los cultivos alimentarios tradicionales.

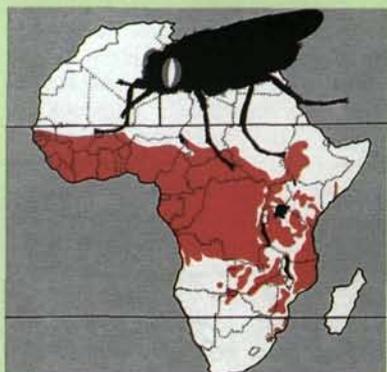
Si bien durante los cinco años que duró el PCI, el equipo de Cisse encargado del arroz no alcanzó su objetivo de identificar una variedad de grano que no se parta, sí logró desarrollar algunos nuevos tipos de color blanco y altos rendimientos. En África el arroz blanco se vende al doble del precio del rojo, de modo que para los productores agropecuarios el color solo ya significa un aumento de los ingresos, a lo que se añade la prima del alto rendimiento. El equipo de Bretaudeau obtuvo mutantes de sorgo que alcanzan altura sin encamarse, y algunos tienen más semillas; uno de los mutantes tiene panículas de 50 cm, dos veces más largas de lo habitual (véase la foto).

Estos éxitos preliminares hicieron que el Organismo iniciara un proyecto modelo de cooperación técnica para continuar las actividades de fitotecnia por mutaciones, ensayar sobre el terreno los logros de los científicos que a la larga podrían beneficiar a los agricultores, y ampliar las investigaciones conexas y la capacidad de desarrollo en el cultivo de tejido celular vegetal, estableciendo un laboratorio especializado y ofreciendo capacitación técnica al más alto nivel en estas técnicas.

En el marco del proyecto modelo de finalidad múltiple, ya han comenzado los ensayos de campo sobre el comportamiento de los mutantes de arroz y sorgo. También se han efectuado algunos ensayos de suelos empleando técnicas isotópicas con nitrógeno estable (N^{15}) ideadas por la División Mixta FAO/OIEA, principalmente para determinar el aprovechamiento óptimo de los fertilizantes, puesto que cada nuevo genotipo tiene sus propias necesidades nutricionales. Mediante ensayos ulteriores sobre la densidad suelo/planta, se establecerán otros parámetros como la cantidad de plantas que se deben cultivar en diferentes zonas.

Este esfuerzo denota una impresionante combinación de alta tecnología y avanzada capacitación, pero ¿puede realmente ayudar al agricultor local pobre, que probablemente no sepa leer? Los expertos opinan que sí, y el enfoque del proyecto modelo se concibió para ser aplicado esencialmente a la tecnología y sus beneficios para el usuario final. Los ensayos prácticos iniciales muestran aumentos del 10% en la producción de sorgo y del 15% en el arroz, y la fase de demostración se está ampliando de manera significativa para este y el próximo año. Las nuevas técnicas fitotécnicas que combinan la selección convencional con nuevos métodos biotécnicos y técnicas de mutación están aumentando las posibilidades de que las nuevas variedades puedan competir con éxito con las variedades naturales. Un amplio "conjunto" de prácticas agronómicas contribuirá a que los agricultores obtengan mayores rendimientos empleando técnicas de ordenación de fertilizantes a partir de ensayos de suelo mediante técnicas isotópicas con nitrógeno estable (N^{15}). Una de esas prácticas incorporaría leguminosas fijadoras de nitrógeno (véase el artículo conexo sobre el uso de biofertilizantes en Zimbabue) en el sistema de cultivo como otra opción de fertilizante nitrogenado de bajo costo, o sin costo alguno.

Los servicios de extensión del Ministerio de Agricultura llevarán estas prácticas "más convenientes" a los productores agropecuarios para capacitarlos y demostrarles sus beneficios. Gracias al apoyo que ahora proporciona el Banco Mundial a un servicio nacional para la reproducción de semillas a escala comercial, pronto los productores agropecuarios de Malí podrán comenzar a hacer realidad el sueño de dos investigadores científicos empeñados en no aceptar las limitaciones de los cultivares naturales y en hacer un aporte importante a la seguridad alimentaria de sus compatriotas.



Los primeros esfuerzos emprendidos para erradicar la mosca con métodos inocuos para el medio ambiente se iniciaron hace más de 20 años en el marco de un programa de investigaciones ejecutado en Tanzania continental y financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. En Tanga se construyeron un laboratorio e instalaciones para la cría en masa de la mosca tsetse. Esta labor proporcionó una vasta experiencia, pero a la larga no resultó viable. Desde entonces, en una serie de actividades realizadas en Zanzíbar con asis-

tencia bilateral y multilateral, se han empleado métodos convencionales para reducir apreciablemente la cantidad de moscas y limitar su circulación.

Por consiguiente, cuando en 1994 se inició el proyecto modelo del OIEA, las condiciones parecían propicias para la erradicación de la mosca cuya densidad había sido reducida de manera drástica, en algunas zonas a niveles inferiores al nivel detectable mediante la observación de las trampas. La reinfestación era improbable debido a la lejanía del territorio continental. En Unguja la mosca tsetse se concentraba principalmente en tres bosques del sur, separados del norte de la isla por una zona bastante amplia, fundamentalmente de arrozales. En Zanzíbar podían introducirse nuevas técnicas desarrolladas en proyectos contra otras plagas de insectos, como la suelta aérea.

El proyecto modelo del OIEA se basa en la TIE, técnica de los insectos estériles, para criar machos estériles en gran escala y soltarlos en cantidades suficientes para que compitan con los machos fértiles silvestres en el apareamiento con las hembras del medio. La TIE está muy avanzada y se ha empleado con eficacia en la lucha contra la mosca de la fruta en América del Norte y del Sur. Ahora bien, su aplicación contra otros insectos, como la mosca tsetse, es una innovación que está promoviendo el Programa de Cooperación Técnica con el apoyo de la División Mixta FAO/OIEA.

A sólo dos años de las sueltas de machos estériles, en las hembras que habitualmente se capturan en su medio natural se registra una elevada relación de infecundidad, que se espera llegue al 65% en el primer trimestre del presente año. Se están logrando grandes avances (véase el recuadro) en los sistemas de cría y determinación del sexo. Con objeto de promover la técnica, a finales de 1995 el OIEA celebró en Unguja un curso/seminario de capacitación en TIE, de cuatro semanas de duración, para científicos de otros países africanos afectados por la tsetse. El Organismo proporcionó ayuda por primera vez a Zanzíbar en 1983, cuando capacitó en el Laboratorio de Seibersdorf del OIEA a científicos de Tanzania en la cría en gran escala de la especie de mosca tsetse de Unguja, mediante el empleo de una técnica de alimentación por *membranas*, concebida en el mencionado laboratorio.

La técnica de los insectos estériles

En la TIE intervienen la cría, la esterilización y la suelta de machos de las especies perseguidas, para que puedan superar en grandes cantidades el número de machos silvestres de la zona. Los huevos de las hembras silvestres con las que se aparean no estarán fecundados. Con el tiempo se reduce la reproducción de la población silvestre y a la larga se extingue. Uno de los problemas usuales es la reinfestación desde el exterior de la zona objetivo.

Una dificultad singular que plantea la mosca tsetse es que debe ser alimentada con sangre. No es posible mantener colonias de cría suficientemente grandes alimentándolas con animales vivos y la mosca no suele alimentarse con sangre si no es a través de la piel. A principios del decenio de 1980, los científicos del laboratorio del OIEA en Seibersdorf resolvieron el doble problema con una técnica que puede mantener los insectos a escala de fábrica proporcionándoles la sangre a través de una membrana artificial, engañando así a las moscas que creen estar alimentándose de animales vivos.

Hay buenas perspectivas de contar con un sistema automatizado controlado por computadora que elimine los procesos de uso intensivo de mano de obra para la refrigeración de moscas recién incubadas, la separación manual de machos y hembras y su posterior descongelación. Este procedimiento consume actualmente más del 40% del tiempo necesario para producir machos estériles. La refrigeración debilita a ambos sexos

y, en exceso, puede matar o esterilizar a las hembras. La manipulación física puede dañar a las moscas. Con el nuevo sistema el sexo se determinará en vuelo, al salir de las zonas de incubación o apareamiento y se les guiará hacia jaulas separadas. El sistema puede que esté listo para dentro de tres años; mejoraría la calidad de las moscas y reduciría el tiempo y el esfuerzo de los cuatro especialistas que ahora se necesitan para criar 100 000 moscas a media persona para criar un millón.

Para más adelante existe la perspectiva de la manipulación genética de la tsetse de modo que las colonias de hembras produzcan sólo machos, o que ambos sexos reaccionen de modo diferente a la temperatura en la etapa de pupa y pueda eliminarse el uno o la otra sencillamente mediante calor o frío. Menos hembras podrían producir más machos.



Las instalaciones de Tanga se mejoraron y ampliaron sistemáticamente de modo que a finales de 1995, con una colonia de 400 000 hembras, constituyan el mayor sistema de producción de moscas tsetsé del mundo. La colonia pronto contará con 500 000, lo que permitirá soltar semanalmente 50 000 machos estériles (60 000 con el respaldo de Seibersdorf). Gracias al apoyo de varios donantes, el proyecto está a punto de concluir con éxito.

En estos momentos se está extendiendo la agricultura familiar con objeto de repoblar los rebaños de ganado mixto de Zanzíbar. Los productores agropecuarios de zonas hasta hace poco infectadas tienen ahora la posibilidad de obtener ganado mediante un programa oficial que ofrece préstamos muy atractivos. Las iniciativas del Gobierno para fomentar la ganadería familiar, de manera sostenible e inocua para el medio ambiente, se basan en la perspectiva muy real de que la tsetsé esté erradicada al finalizar el proyecto modelo del OIEA en 1997.

Si bien la TIE se difundirá por toda Unguja, el primer objetivo han sido los focos de las selvas meridionales -Jozani, Muyuni central y Muyuni costero- inabordables con otras técnicas. Por tanto, desde septiembre de 1994, las sueltas de machos estériles se han venido haciendo exclusivamente por aire. La experiencia en Zimbabwe y otros lugares demuestra que la pulverización aérea de insecticidas suele ser ineficaz y peligrosa. Sin embargo, los vientos ligeros y las corrientes térmicas no hacen que las moscas de 30 miligramos salgan de la zona objetivo, de manera que las aeronaves pueden volar a una altura segura por encima de la cubierta forestal y hacer espolvoreos aéreos eficaces durante todo el día, en lugar de hacerlos sólo de noche cuando el suelo se enfría.

Las autoridades nacionales han aportado científicos, técnicos, infraestructura y efectivo al proyecto; también lo han integrado en los planes nacionales de desarrollo para que sus beneficios lleguen a los que usarán la tierra libre de la mosca tsetsé. Con la ayuda del Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), el programa de Zanzíbar está desarrollando un sistema integrado de pequeñas explotaciones agropecuarias, a fin de velar por que las familias campesinas sean las principales beneficiarias y que la tierra libre de la tsetsé se explote de manera sostenible.

El átomo y la producción de alimentos

Pese a importantes avances y "revoluciones" en la producción agrícola, muchos países aún tropiezan con enormes obstáculos para satisfacer sus demandas actuales de alimentos. En Africa, por ejemplo, la demanda proyectada exigirá que en los próximos 30 años se triplique la producción agrícola actual. La capacidad de un país para producir excedentes de alimentos sigue siendo una de las principales diferencias entre los países desarrollados y en desarrollo. A medida que se intensifica la lucha por el control de los recursos mundiales, se agranda la diferencia.

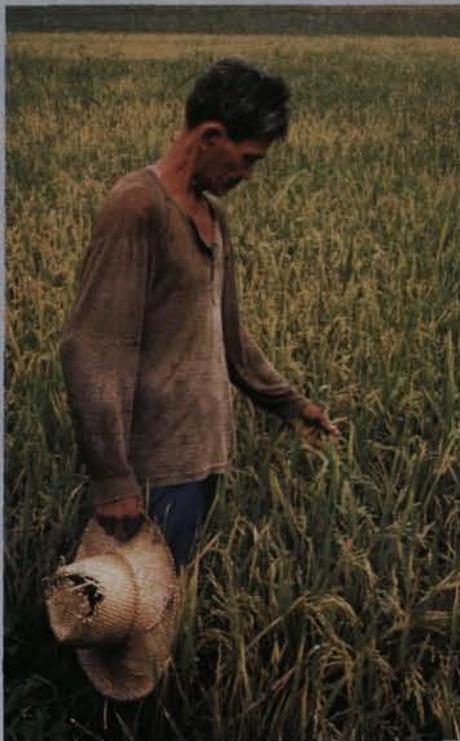
¿Cómo los productores agropecuarios del mundo en desarrollo resolverán esta descomunal necesidad de más alimentos? ¿Qué mejoras en los sistemas agrícolas permitirán duplicar, por no hablar de triplicar, la producción?

Estos incrementos sólo se lograrán si se amplían los recursos agrícolas o se dispone de más recursos productivos en los sistemas agrícolas. Entre esos "recursos" se encuentran la tierra, el agua, la base del conocimiento humano, la tecnología y el apoyo institucional. El programa agrícola y alimentario del OIEA se ejecuta conjuntamente con la FAO para ayudar a los Estados Miembros a aplicar técnicas nucleares con miras a mejorar la *calidad* y la *cantidad* de los recursos agrícolas. La

disponibilidad de tierras agrícolas y agua se está ampliando mediante enfoques sostenibles desde el punto de vista ecológico, que incluyen la tecnología de la TIE para la erradicación biológica de plagas como la mosca tsetsé que limita mucho la producción animal en vastas regiones africanas, así como las técnicas isotópicas para estudiar la dinámica del riego y de las aguas subterráneas. Gracias a la introducción de tecnologías más productivas, se está mejorando la calidad de los recursos agrícolas: la fitotecnia por mutaciones es una técnica que permite dotar a las plantas de nuevas características como, por ejemplo, resistencia a la sequía o mayor rendimiento. El mejoramiento de las prácticas agrícolas, como el uso de rizobios para inocular cultivos y mejorar la fertilidad del suelo, es una opción económica e inocua para el medio ambiente distinta del uso de fertilizantes convencionales. Las técnicas agroquímicas que mejoran el rendimiento de los cultivos y la calidad de los alimentos fomentan la humedad del suelo y la ordenación de nutrientes. En las esferas de la producción y sanidad pecuarias, las técnicas nucleares han revelado muchos secretos de los procesos biológicos a que se deben el crecimiento, la salud y la reproducción de los animales de granja. La importancia cada vez mayor de las técnicas de conservación de alimentos,

como la irradiación, se realza ante la pérdida de la cuarta parte de la producción mundial de alimentos después de la cosecha.

Las actividades de Cooperación Técnica del OIEA en la agricultura hacen una contribución pequeña pero cada vez más catalizadora al desarrollo agrícola sostenible. En el presente número de *La CT POR DENTRO* se ilustra cómo se está forjando una nueva asociación entre los científicos y las autoridades encargadas del desarrollo, con miras a dotar de medios a los productores agropecuarios de medios por conducto de diversas técnicas especializadas, prácticas mejoradas y sistemas de difusión de conocimientos agrícolas.



UNA-La Molina 95, y ahora se está multiplicando en varios lugares de las regiones montañosas peruanas.

La fitotecnia es una labor minuciosa, por lo que requiere persistencia y cuidado y, sobre todo, tiempo. La irradiación de semillas con rayos gamma puede coadyuvar a acelerar el proceso y produce cambios en los caracteres genéticos hereditarios de las plantas. La historia del nuevo mutante de cebada se remonta a más de 15 años cuando el fitotécnico Marino Romero Loli pasó a ser jefe del departamento de cereales de la Universidad Nacional Agraria de La Molina. Oriundo del altiplano, Romero Loli se dedicó a producir, mediante mutación, nuevas variedades de cebada y trigo que fueran viables en las regiones montañosas.

Su objetivo inicial era mejorar la alimentación, la salud y la economía de las comunidades de la zona. Ahora bien, como unos tres millones de hectáreas del altiplano (en el Perú y Bolivia) se consideraban cultivables, la perspectiva a más largo plazo del cultivo comercial intensivo también resultaba tentadora. La tarea pudo haber parecido un capricho porque faltaba el primer ingrediente esencial para producir el mutante: el material local de origen; no había ningún tipo de trigo ni avena y la cebada no aclimatada era, a todas luces, inadecuada. Sin embargo, pronto se recibió apoyo externo y la División Mixta FAO/OIEA comenzó a participar poco después.

La estrategia de mejoramiento genético se inició con el ensayo sobre el terreno de una amplia colección de germoplas-

mas de trigo, cebada y avena. Durante años se cultivaron en diminutos cuadros unas 10 000 variedades proporcionadas por centros internacionales y nacionales de todo el mundo, con el objeto de ver cuál se comportaba mejor en ese clima inhospitalario. A partir de las variedades más prometedoras, el equipo de Romero Loli produjo una nueva variedad de cebada usando métodos fitotécnicos convencionales. La variedad pasó por el necesario proceso de cultivo y selección sobre el terreno durante ocho generaciones y en 1990 se dio a conocer con el nombre de **Buena Vista**.

Todas las condiciones necesarias estaban creadas para aplicar la fitotecnia por mutaciones mediante radiaciones. Gracias a la asistencia técnica que el OIEA había prestado durante más de un decenio, ya se había mejorado sistemáticamente la infraestructura nuclear, el equipo y la calificación en materia de fitotecnia por mutaciones del Perú. Una donación de los Estados Unidos de 1,5 millones de dólares para la región permitió al Organismo ayudar al Perú con algo más que equipo y capacitación. La labor de fitotecnia en La Molina se coordinó con otras actividades llevadas a cabo por la FAO y el OIEA, incluido un programa regional para el **Mejoramiento de Cereales mediante Fitotecnia por Mutaciones en la América Latina** y un Programa coordinado de investigación conexo.

El equipo de La Molina irradió las semillas **Buena Vista** y obtuvo la variedad mutante **UNA-La Molina 95**. El mutante tiene tres ventajas principales con respecto al material de origen: madura unas tres semanas antes, lo que

le permite llegar a la fase de maduración de la semilla al comenzar la estación seca; es más bajo, lo que le protege de ser derribado por el viento o el granizo; y produce un grano desnudo (sin cáscara) con mayor contenido proteínico, que es más fácil de cocinar y de dar como pienso a los animales.

Si bien las tres nuevas características hacen que el mutante ofrezca perspectivas muy alentadoras, su viabilidad se comprobará en el crecimiento. Cuando la fase actual de multiplicación produzca dos o tres toneladas de semillas de cebada (previstas para este año), las semillas se trasladarán a parcelas de demostración de productores agropecuarios seleccionados que gozan de prestigio en las aldeas, a fin de que las cultiven conjuntamente con la variedad anterior (la de origen). Sólo entonces se podrá determinar la calidad del mutante. Se necesitará más tiempo, de 2 a 3 años, para demostrar su verdadero éxito, después que los productores agropecuarios lo hayan cultivado en muchos miles de hectáreas. No obstante, al parecer hay perspectivas de iniciar el siglo XXI con el primer cereal andino cultivable y con nuevas posibilidades de desarrollo agrícola.

Mientras tanto, el sector privado también ha reconocido las posibilidades que ofrece la fitotecnia por mutaciones. Una compañía cervecera peruana, la **Maltería Lima SA**, está suministrando fondos y ayuda en materia de administración a la Universidad Agraria de La Molina para multiplicar las semillas de la variedad mutante de cebada que ha desarrollado y distribuir las entre los productores seleccionados del altiplano, aun cuando tiene características diferentes de la cebada que se utiliza para la cerveza. La variedad **UNA-La Molina 95** no tiene cáscara y posee un alto contenido proteínico. Los fabricantes de cerveza tratan de obtener una cebada con el menor contenido proteínico posible, y, por consiguiente, siempre con cáscara. Maltería argumenta que las demás características, o sea, la maduración temprana y la pequeñez de la planta, auguran un cultivo con elevado coeficiente de insumos a grandes alturas. Si la variedad '95' logra crecer a más de 3000 metros por encima del nivel del mar y en otras condiciones adversas, bien podría obtenerse de la misma forma otra variedad (con cáscara y de bajo contenido proteínico).



Inspección de un campo de cebada cerca de Huancayo. De izquierda a derecha: C. Ampuero (IPEN); B. Radischat (OIEA); L. Gamara (IPEN); y M. Romero Loli (Universidad Agraria, La Molina). (Cortesía: M. Maluszynski)

Muy breves: lo último en reportajes y noticias

El AGFAX está llegando a los productores agropecuarios de Zimbabwe

"La entrevista sobre la TIE y la mosca tsetse fue muy reveladora, en especial si se tiene en cuenta que la tsetse ocasiona muchos problemas en Zimbabwe. Esta entrevista se tradujo a la lengua vernácula en que se transmiten programas de Radio 2" -Declaración de la Zimbabwe Broadcasting Corporation.

La aplicación de la tecnología para el desarrollo depende de actitudes que a su vez son influidas por la información y la educación. Mediante una serie de aportes al servicio de información AGFAX, el Departamento de Cooperación Técnica (CT) está contribuyendo a que el público conozca mejor las actividades de sus proyectos modelo. Los artículos para la prensa y las entrevistas con funcionarios del OIEA sobre cuestiones agrícolas importantes se graban y distribuyen mensualmente a los principales periódicos y radioemisoras del África de habla inglesa y a importantes organizaciones de Europa y América del Norte que transmiten para todo el mundo. Entre la diversidad de temas tratados están la técnica de los insectos estériles (TIE) para la erradicación de la mosca tsetse, el mejoramiento del arroz africano mediante la fitotecnia por mutaciones y el análisis de la presencia de nitrógeno en los cultivos mediante técnicas nucleares.

Usted o sus colegas podrían ayudarnos a ampliar nuestro público. Los organismos nacionales de radiodifusión, previa solicitud y de manera gratuita, podrán utilizar las copias grabadas y las transcripciones íntegras de estas entrevistas. Cada casete de audio, de cinco minutos de duración, está editado y listo para su radiodifusión. Para mayor información, sírvase dirigirse a la Sección de Coordinación de Programas de CT del OIEA.

AGFAX es producido por World Radio for Environment (WREN), organización de medios de información con sede en el Reino Unido.

El arroz obtenido por mutaciones gana terreno en Asia

El pasado año, se pusieron oficialmente en uso nueve variedades de arroz de inicio de estación, obtenidas por mutación inducida de variedades que se cultivan en el país, y se sembraron en 598 100 hectáreas en cinco provincias situadas a lo largo del río Yangtsé de China. Las variedades de mutantes ahora ocupan alrededor del 11% de los 5,5 millones de hectáreas de arrozales



Aumentar el rendimiento arrocero es un objetivo clave en toda Asia. (Cortesía: M. Maluszynski)

de esas provincias. El comportamiento de cada una de estas variedades fue diferente según las condiciones agroclimáticas de cada provincia. De acuerdo con los datos reunidos durante los ensayos realizados en diversos lugares, el aumento del rendimiento por hectárea de las nueve variedades fue, como término medio, de 440 kg más que en las variedades de control.

El Instituto Nacional de Investigaciones del Arroz de China calcula que se producirá un incremento total del rendimiento de 263 000 toneladas en la zona cultivada. Al precio de mercado de 200 dólares de los Estados Unidos la tonelada, la ganancia de los agricultores podría superar los 50 millones de dólares. Las empresas productoras de semillas provinciales, municipales y de distrito apoyaron activamente el proceso de expansión. Como el programa de multiplicación de semillas se ha aplicado con tanto éxito, en 1996 se prevé ampliarlo a 990 000 hectáreas.

En Myanmar, según información recibida recientemente del Ministerio de Agricultura, el arroz mutante *Shewartun* tuvo mejor rendimiento, calidad del grano y maduración precoz en comparación con su variedad de origen. En el período comprendido entre 1990 y 1993 la variedad mutante se cultivó en más de 2 millones de acres, o sea, el 17% de la superficie total sembrada de arroz.

La estrecha colaboración con institutos nacionales tanto de China como de Myanmar, facilitada por los programas coordinados de investigación y los proyectos de asistencia técnica, ayudó a desarrollar estas logradas variedades de mutantes. La experiencia adquirida en estos proyectos está ayudando a desarrollar actividades similares de fitotecnia por mutaciones en otras regiones (véase el artículo conexas "Arroz flotante y variedades altísimas de sorgo").

Reconocidos méritos del ACR

A finales del pasado año la Dependencia Común de Inspección, órgano independiente de investigaciones de las Naciones Unidas, comparó el impacto y los resultados sobre el terreno de 10 proyectos por países patrocinados por las Naciones Unidas en la región de Asia y el Pacífico. Uno de los seleccionados fue el proyecto ACR diseñado para aumentar la aplicación de la tecnología nuclear en industrias regionales y fomentar la competitividad industrial a nivel regional (véase "Pioneros de la cooperación regional", *La cooperación técnica POR DENTRO*, diciembre de 1995). Este proyecto, apoyado por el OIEA, obtuvo el primer lugar con una calificación de 96 puntos sobre 100 en lo que constituyó uno de los mejores exámenes que se hayan hecho jamás en relación con un proyecto de la esfera de la ciencia y la tecnología. Se determinó que el firme compromiso de las contrapartes nacionales y la disposición de los gobiernos participantes a colaborar activamente con el sector privado constituyeron aspectos especialmente positivos del proyecto, y se consideró que la red del ACR de los Estados Miembros cooperantes era un modelo de Cooperación Técnica entre los Países en Desarrollo (CTPD). Este proyecto fue cofinanciado con cargo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y a las aportaciones de Australia, Corea, China, Filipinas, Indonesia, Japón, Malasia, Nueva Zelandia y Tailandia. Con miras a presentarlo al Organismo y al PNUD, las Partes en el ACR están elaborando ahora un proyecto de tercera generación que empleará tecnologías isotópicas y de radiaciones para una mejor ordenación del medio ambiente, los recursos naturales y la ulterior promoción del crecimiento industrial.

Los pequeños agricultores de Zimbabwe se beneficiarán de los biofertilizantes

Muchos países en desarrollo tienen la capacidad para usar cepas seleccionadas de bacterias que forman nódulos en las raíces de las leguminosas a fin de producir nitrógeno, el nutriente vegetal más importante. Pero, en la mayoría de los casos, las granjas más grandes productoras de cultivos comerciales como la soja son las que han cosechado los beneficios. Los productores agropecuarios de subsistencia, que podrían ser los que más se beneficiaran de la tecnología, han quedado en gran parte excluidos. Pero ahora, mediante un proyecto modelo de cooperación técnica del Organismo que deberá comenzar en 1997, hasta medio millón de pequeños agricultores de Zimbabwe tendrán acceso a la tecnología.

Las bacterias de la "familia" Rhizobium han sido llamadas el don de la naturaleza para la agricultura sostenible. Estas bacterias forman nódulos en las raíces de las leguminosas y convierten el nitrógeno del aire en una forma asimilable por las plantas en un proceso denominado "fijación del nitrógeno". Se asemeja al proceso químico empleado por la industria para fabricar fertilizante portador de urea, pero los nódulos de las raíces lo hacen de manera gratuita. Si bien la formación de nódulos sólo ocurre en una relación simbiótica con las leguminosas, el nitrógeno que 'fijan' basta para alimentar el cultivo subsiguiente de plantas no leguminosas. En los últimos años se ha perfeccionado la tecnología para producir en gran escala 'inoculantes' específicos de cepas de rizobios. De hecho, la vía biológica ahora suministra más de la tercera parte de todo el nitrógeno empleado en la agricultura en el mundo, aunque casi todo se concentra en los países desarrollados o en grandes granjas comerciales del mundo en desarrollo.

A nivel mundial existen casi entre 25 y 30 proyectos agrícolas del Organismo que ahora comprenden el uso de los rizobios. El primer proyecto modelo dedicado a esta práctica se inició el año pasado en Bangladesh (véase *La CT POR DENTRO*, septiembre de 1995). El proyecto está desarrollando la producción de inoculantes a escala comercial. Con la ayuda de los proyectos realizados por el OIEA desde 1988, y aplicando la técnica del isótopo estable N¹⁵, mayormente desarrollada por la División Mixta FAO/OIEA, el Instituto de Agricultura Nuclear de Bangladesh (BINA) ha determinado cepas de rizobios y variedades equivalentes de leguminosas que juntas fijarían mejor el nitrógeno en los suelos.

Aplicada por primera vez por la División Mixta FAO/OIEA, la técnica del N¹⁵ ha resultado



ser un instrumento excepcional para evaluar las cantidades de nitrógeno derivadas del aire, el suelo y el fertilizante añadido. La técnica es relativamente sencilla y requiere que el cultivo fijador del nitrógeno se siembre junto con un cultivo no fijador. La principal ventaja es que proporciona una medida cuantitativa e integrada del nitrógeno que se fija, en diferentes períodos, condiciones y tipos de suelo. Se prefiere a los métodos no isotópicos porque permite conocer de manera pormenorizada factores que influyen en la fijación de diversas leguminosas y, por ende, en el "rendimiento", sobre todo los efectos de la inoculación con una cepa seleccionada de rizobios.

El nuevo proyecto, propuesto para ser ejecutado en 1997 y 1998 en Zimbabwe, aplicará la técnica del N¹⁵ para clasificar y seleccionar los rizobios eficientes con objeto de elevar al máximo los rendimientos de importantes variedades de leguminosas que se cultivan localmente y posiblemente obtener también nuevas variedades aplicando técnicas radiactivas en la fitotécnica por mutaciones. Zimbabwe ya cuenta con una fábrica grande para multiplicar rizobios y colocarlos en un medio de distribución a los productores agropecuarios de cultivos comerciales, y su producción podría ampliarse para abastecer de inoculantes a los pequeños agricultores.

El Marco del Programa de Zimbabwe, establecido por el OIEA y el Gobierno, se centra en un reducido número de actividades prioritarias de cooperación técnica en las que las tecnologías tienen un valor tangible y el gobierno se ha comprometido a crear la infraestructura indispensable. Una de esas actividades es el desarrollo de la fijación biológica del nitrógeno para uso de los produc-

tores agropecuarios de subsistencia de las zonas comunales. Los niveles de producción agrícola del sector de cultivadores en pequeña escala de Zimbabwe son muy bajos, debido, fundamentalmente, a la poca fertilidad del suelo, por carencia de nitrógeno y fósforo en particular. El Marco del Programa confirmó que la capacidad técnica y la estructura de contrapartida para emprender esta actividad son sólidas y que en el anterior ejercicio de cooperación técnica se reunieron datos sobre la fijación del nitrógeno empleando tres leguminosas que se cultivan en el país. Un equipo de investigaciones multidisciplinarias ya ha recibido capacitación y está preparado para emprender la labor.

Teniendo en cuenta estas halagüeñas condiciones y aprovechando la experiencia en curso en Bangladesh, el Departamento de CT confía en que el proyecto que se está formulando hará un aporte significativo a la producción alimentaria y a la prosperidad de las pequeñas granjas de las zonas rurales de Zimbabwe.

Mejores piensos... (viene de la página 2)

Entretanto, en Java occidental y central, el Ministerio ha llevado la tecnología a las aldeas de todos los distritos. Además de esas actividades de divulgación, se han ofrecido varios cursos de capacitación práctica para los dirigentes de los grupos de productores agropecuarios. En un curso de tres meses de duración que se realizó en Java occidental en 1995, se reunieron 236 productores agropecuarios y se evaluaron 395 vacas lecheras, 80 cabezas de ganado de carne y 100 ovejas. A finales del año pasado, en Java central se concluyó un curso similar donde se analizaron 180 animales. Los resultados acumulativos de los ensayos sobre el terreno indican que la alimentación complementaria con bloques de nutrientes múltiples de urea-melaza podría aumentar en 200% el ingreso neto mensual de los criadores de ganado de leche y de carne y en 100% el de los criadores de ovinos.

La cooperación técnica POR DENTRO es producida por Maximedia para el OIEA. Los artículos se pueden reproducir libremente. Para obtener más información, diríjase a: Sección de Coordinación de Programas del Departamento de Cooperación Técnica, Organismo Internacional de Energía Atómica. P.O. Box 100, A-1400 Viena, Austria. Tel: + 43 1 2060 26005 Fax: +43 1 2060 29633 Correo electrónico: foucharp@tcpo1.iaea.or.at