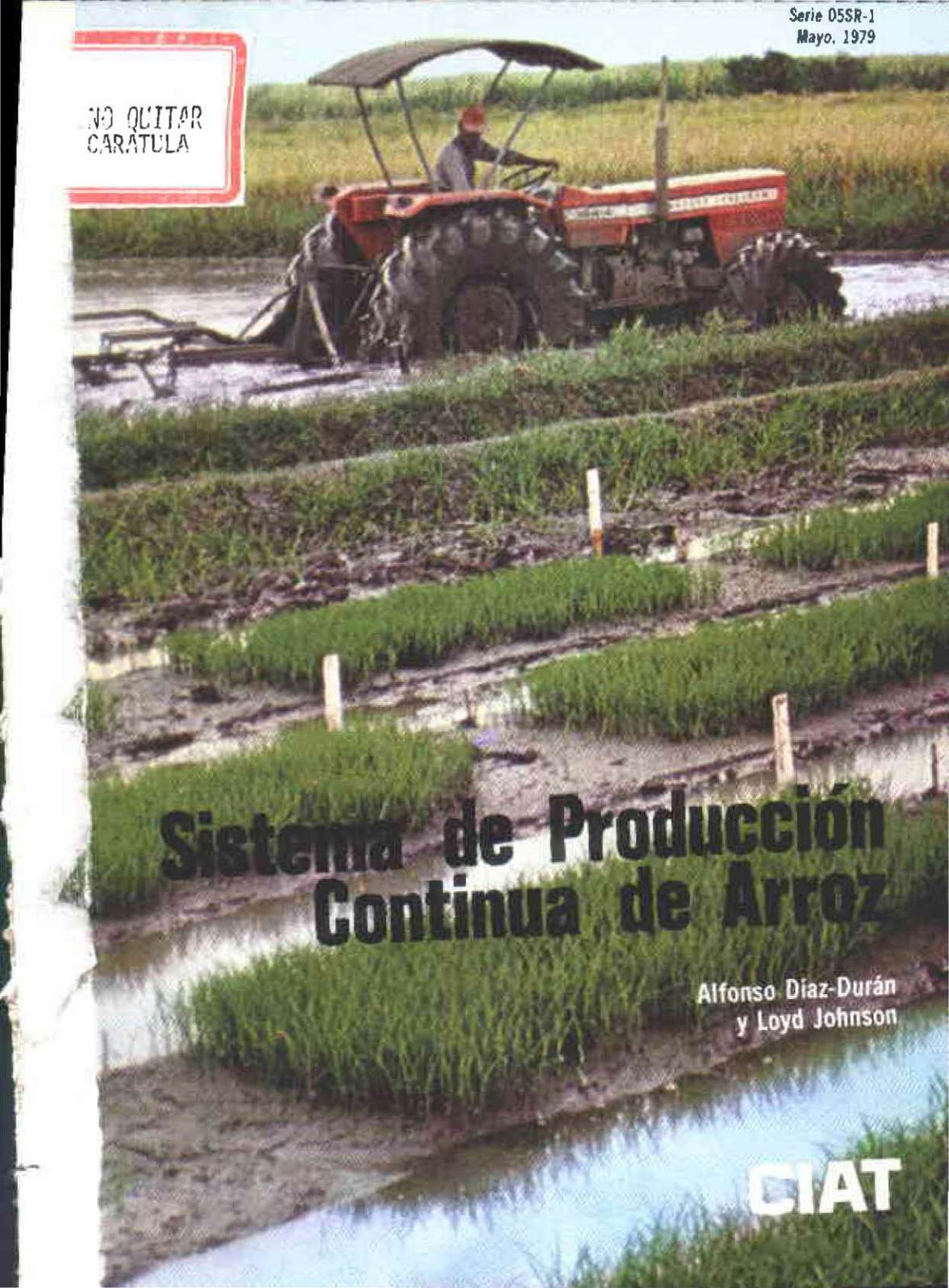


NO QUITAR  
CARATULA



# Sistema de Producción Continua de Arroz

Alfonso Díaz-Durán  
y Loyd Johnson

**CIAT**

STAT  
EB  
191  
R  
3 de  
e.2

Serie 05SR-1  
1a. Reimpresión  
Mayo, 1979

# Sistema de Producción Continua de Arroz

Alfonso Díaz-Durán  
y Loyd Johnson

BIBLIOT

**Centro Internacional de Agricultura Tropical**  
Apartado Aéreo 67-13  
Cali - Colombia

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia, el cual en su calidad de país anfitrión brinda apoyo a las actividades del CIAT. El Centro trabaja en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y también con agencias agrícolas a nivel nacional en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional financian los programas del CIAT. Los donantes en 1979 son: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Fundación W.K. Kellogg, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional del Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comunidad Económica Europea (EEC) y los gobiernos de Australia, Bélgica, la República Federal Alemana, Holanda, el Japón, Noruega, Suiza y el Reino Unido. Además, algunas de estas entidades, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (IDRC), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

## SISTEMA DE PRODUCCION CONTINUA DE ARROZ

Alfonso Díaz-Durán  
Lloyd Johnson\*

Es posible producir arroz durante todo el año en aquellos lugares en donde haya elementos favorables como agua, condiciones ambientales adecuadas, equipo y experiencia.

En América Latina existen extensas áreas húmedas y mal drenadas que tienen poco valor para el cultivo de arroz de secano. Si se utilizara la técnica asiática de preparación de tierra bajo el agua, estas tierras podrían ser convertidas en eficientes fábricas productoras de arroz ya que esta técnica permitiría sembrar y cosechar semanalmente.

El uso permanente de mano de obra, tierra y equipo puede producir buenas entradas a un costo bajo de producción e inversión de capital. La tierra queda nivelada después de una o dos cosechas de arroz de tal forma que puede ser utilizada para sembrar otros cultivos, sembrando sobre camas. Con este método de siembra el cultivo puede ser regado fácilmente en la estación seca y el campo queda adecuado para hacer una rotación de cosechas.

El presente artículo ha sido escrito en espera de que sea útil a aquellos agricultores y estudiantes que quieran compartir las experiencias y sugerencias sobre la producción continua de arroz, especialmente en lo que se refiere a los siguientes factores: 1) selección de la granja, 2) selección y operación del equipo, 3) trazado y desarrollo de la finca, y 4) prácticas de cultivo. No deben considerarse estas sugerencias como la solución final al problema.

---

\* Superintendente de la Estación Experimental del CIAT, y anteriormente Líder del Programa de Ingeniería Agrícola, y de Operaciones de la Estación del CIAT, respectivamente.

Se espera desarrollar mejores técnicas y obtener más experiencia. Las observaciones de campo y los resultados que se obtengan en el futuro se incluirán en próximas publicaciones.

## **Selección de la granja**

Para que una granja sea explotada continuamente con cultivos de arroz, debe llenar los siguientes requisitos:

### **Control de agua**

Es necesario tener un control permanente del agua durante todo el año con el objeto de mantener una capa de 0 a 10 cm sobre la superficie del suelo. Debe haber un suministro de agua de dos litros por segundo por hectárea para la preparación del suelo y un litro por segundo por hectárea para mantener los lotes inundados.

El agua se aplica por gravedad o mediante bombeo, siempre y cuando sea económico. Los distritos de riego y drenaje presentan condiciones muy favorables como para ser incorporados a este sistema de producción del grano. Los suelos arcillosos, pesados, con una pendiente promedio menor de 0,3% son los más adecuados para el sistema de producción continua de arroz. Estos suelos cuando están húmedos o bajo agua son también los más fáciles de preparar porque proporcionan mejor soporte a las ruedas del tractor, causan menor desgaste a las cuchillas de los implementos y permiten la formación de lodo que es más fácil de nivelar y no se endurece rápidamente. Los suelos limosos y arenosos se convierten en atascaderos del tractor y se sedimentan tan rápidamente que resultan más difíciles de nivelar y de preparar. Estos suelos necesitan mayor cantidad de fertilizantes y agua y son más adecuados para otros cultivos.

Los terrenos con pendiente promedio de 3 por mil o menos, o lo que es igual, una diferencia de altura de tres metros en una distancia de un kilómetro son los más apropiados para la adecuación. Pendientes mayores de cuatro a siete por mil, también pueden adecuarse pero en ellas el costo será mayor al mover más tierra, tener parcelas más pequeñas y proporcionalmente mayor cantidad de caballones.

El drenaje interno y el superficial deben tenerse en cuenta lo mismo que los conductos por donde descargan las aguas. Un buen lote debe drenarse superficialmente con facilidad y rapidez para poder cumplir oportunamente los requerimientos de cultivos de la planta. Además, donde se use cosechadora combinada, el secado del terreno es

importante para facilitar la cosecha. Las zonas pantanosas son aptas para el fanguero siempre y cuando sean drenadas previamente.

### **Desmonte de tierras**

Siempre que sea posible se seleccionan las tierras libres de raíces, troncos y tocones. Las áreas bajas, las cuales se siembran con maíz, arroz de secano, banano y pastos, están disponibles y son fáciles de desarrollar. Las áreas forestales se pueden desmontar utilizando los métodos tradicionales, efectuando quemas para luego sembrar arroz, maíz o pastos por dos o tres años, mientras que los tocones y troncos se descomponen.

### **Tamaño de la granja**

El tamaño de la granja para la producción continua de arroz puede variar entre dos y más de 1000 hectáreas. La extensión más pequeña que se puede explotar económicamente por una sola persona es de dos hectáreas. Cuando la finca tiene una extensión mayor de dos hectáreas será necesario contratar mano de obra para las labores culturales y de cosecha. La máxima extensión de la granja dependerá de las capacidades administrativas y capital operacional para alquilar servicios y equipos. Un agricultor arrocero con experiencia, puede manejar con dedicación absoluta el cultivo, de cuatro a 400 hectáreas. Para producir arroz continuamente es posible desarrollar granjas de 100 a 10.000 hectáreas de extensión en forma de cooperativas o corporaciones. Para lograr este propósito, será necesario poner especial atención en el adiestramiento del agricultor y del técnico, en el uso de capital, en la distribución de las ganancias y en los objetivos sociales y políticos del país.

## **Selección y operación del equipo**

El factor más crítico en un sistema de producción continua de arroz es la modificación del equipo existente y el adiestramiento de los tractoristas para trabajar en el campo.

### **Tractores\***

Se han usado tractores medianos, como el John Deere 2120, el Ford 5.000, el Massey Ferguson MF-178, el same Leone 70, o el International IH856. Sin embargo, cualquier otra marca que tenga

---

\* Los nombres de las marcas comerciales son dados como información y no como recomendación especial para su uso.

una potencia y características semejantes, puede ser utilizada. Los elementos más importantes que deben tenerse en cuenta en un tractor son:

### **1 Adquisición del tractor**

Es de mucha importancia comprobar la seriedad del agente vendedor o de la firma comercial que tiene la representación de la marca de tractor que se ha escogido, la calidad de servicio técnico que esa firma preste al agricultor, las exigencias de repuestos y, además, el grado de interés que demuestre por el método de producción que utilice el agricultor.

### **2. Enganche de tres puntos**

Se debe escoger un tractor con enganche de tres puntos, categoría II, capaz de levantar y sostener permanentemente un rototiller pesado. Los mecanismos de control de tiro no funcionan en suelos muy blandos; por lo tanto, el enganche de tres puntos debe encargarse de tal control y de todas las fuerzas que actúan sobre el implemento.

### **3. Eje tomafuerza**

Este debe ser capaz de soportar un uso continuo. Tendrá que impulsar el rototiller a la potencia tasada del tractor, sin causarle desgaste excesivo.

La velocidad patrón de que están dotados los tractores de 540 revoluciones por minuto es aceptable, pero sería mejor uno que además esté equipado con un tomafuerza que pueda impulsar el rototiller a una velocidad de 1.000 revoluciones por minuto.

Es muy importante medir la longitud del eje cardán que transmite la fuerza del PTO a la caja de transmisión del rototiller. Si el eje es muy corto, al subir el implemento se desconecta, debido a que por su construcción telescópica, la funda y el espigo se desensamblan; esto hace que el espigo gire con el PTO y lo rompa. Si el eje es muy largo, hay peligro de rotura de la transmisión del tractor al levantar el implemento por la acción de empuje de éste.

### **4. Frenos**

Hay algunos tractores cuyo sistema de frenos trabaja en un continuo baño de aceite, y está completamente sellado. Esta es una

característica fundamental para una máquina que va a trabajar en el lodo.

## **5. Llantas**

Las llantas arroceras de botón alto o llantas para caña de azúcar, 23,1 x 26 pulgadas ó 23,1 x 30 pulgadas, son indispensables para el trabajo en el lodo. Estas llantas no forman parte del equipo original de los tractores de tamaño mediano debido a que tienen una capacidad de carga mayor de la que usualmente es necesaria para estos tractores. Se usan sin agua y con una presión de 5 libras por pulgada cuadrada; esto reduce el peso y da mayor movilidad en el barro.

Para acondicionar estas llantas, el agricultor debe comprar rines de 20 x 26 ó 20 x 30 pulgadas. Es importante tener en cuenta que las llantas de mayor tamaño deben usarse solamente como ayuda para la flotación del tractor, sin peso adicional; de lo contrario, se sobrepasará el criterio de diseño del fabricante causándole daño al equipo. Con estas llantas, el tractor tendrá una movilidad aceptable en el 90% de la extensión de los campos. Para campos más difíciles deben usarse tractores con doble transmisión y llantas de 23,1 x 26 pulgadas o ruedas gemelas de 23,1 por 26 pulgadas.

## **6. Pesas, cadenas y puntos de tiro**

Para mantener la parte frontal del tractor en tierra y estabilizarlo es necesario agregar pesas, las cuales se instalan en un marco fuerte en su parte delantera. Por medio de unos huecos hechos en el marco o bien por ganchos, a los cuales se amarra una cadena de trabajo pesado de 20 a 30 metros de largo, será posible halar el tractor en caso de que se atasque. El mismo marco se usa para portar la cadena, cuando no se esté utilizando (Ver Foto 1).

## **7. Tractores de doble transmisión**

Los tractores de doble transmisión, con altura y radio de giro normales, funcionan mejor que los de tracción sencilla cuando se usan llantas del mismo tamaño. Para obtener mejores resultados al usar tractores con doble transmisión, es importante usar llantas de 23,1" x 26" ó 23,1" x 30".

## **Rototiller**

Los rototillers diseñados para trabajar en campos fangosos, son preferibles a aquellos diseñados para trabajar en terrenos secos. En

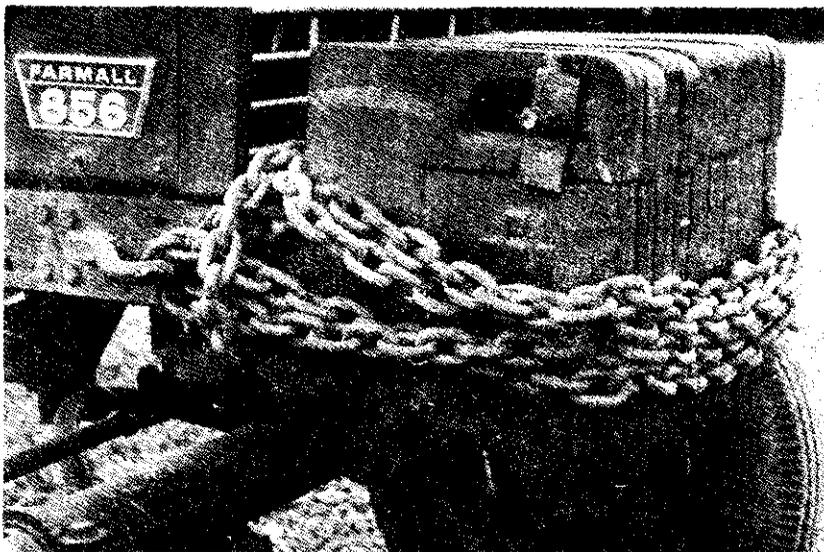


Foto 1. Pesas, cadenas y puntos de tiro, instaladas en la parte frontal del tractor para estabilizarlo o halarlo en caso de atascamiento.

los terrenos de la granja del CIAT se han usado, con buen resultado, el rototiller Malletti, modelo 200R, y uno similar fabricado en el CIAT. Los cojinetes y la transmisión sellados y los materiales resistentes al trabajo son las características más sobresalientes que debe tener un rototiller para el trabajo en lotes fangosos. (Ver Foto 2).

Los rototillers pueden ser construidos en talleres locales, siempre y cuando tengan transmisiones, rodamientos, ejes, sellos, acero y soldadura de probada resistencia.

### **Conformador de caballones y camas**

En el CIAT se ha diseñado y construido un conformador de caballones y una conformadora de camas que trabajan ensamblados con el rototiller, como una unidad, tanto en suelos secos como en suelos húmedos (Ver Foto 3). El CIAT puede suministrar los planos de estos conformadores a las personas que los soliciten.

### **Cuchillas para movimiento de tierra**

Para hacer movimientos mayores de tierra se utiliza una cuchilla montada en los tres puntos del tractor; ésta requiere considerable potencia y el control de la profundidad del corte es difícil.

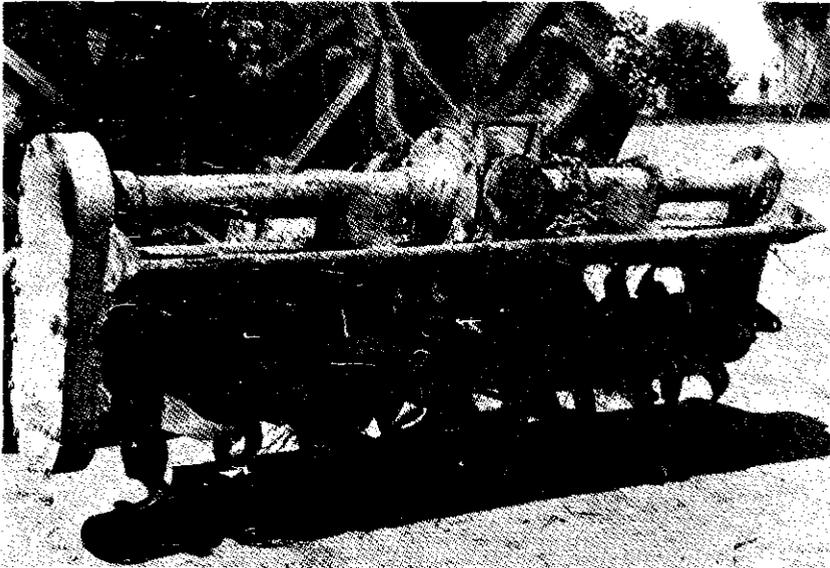


Foto 2. Rototiller diseñado para trabajar en campos fangosos y secos.

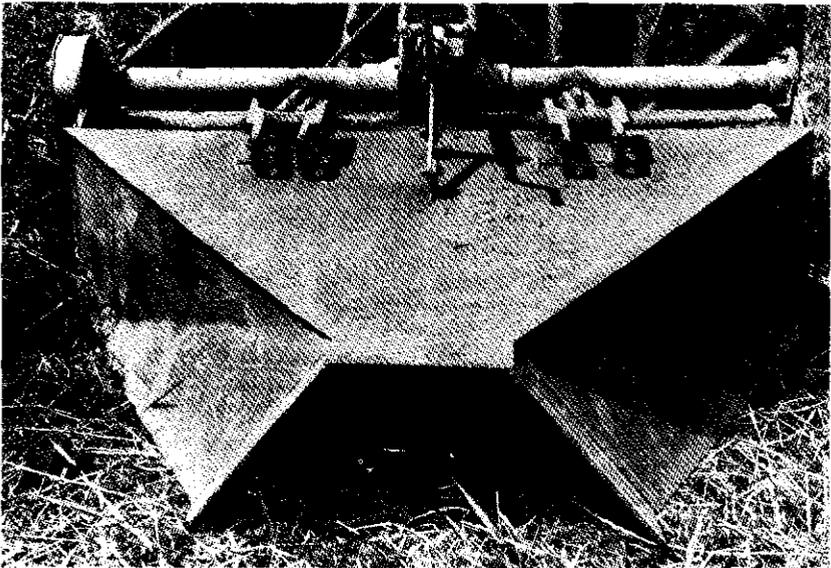


Foto 3. Conformador de caballones diseñado en el CIAT.

## **Rastrillo de púas**

Se utiliza para dar un acabado uniforme a la nivelación bajo agua al tiempo que entierra las malezas bajo el barro. La utilización de un rastrillo de púas corriente, suspendido en una barra montada en los tres puntos del tractor, ha dado magníficos resultados. El rastrillo de púas puede ser fabricado localmente u obtenido en cualquier casa distribuidora de maquinaria europea o norteamericana (Ver Foto 4).

## **Equipos de siembra, fertilización y aspersión**

En la actualidad, los costos de mano de obra en los países en vías de desarrollo, compiten muy favorablemente con los equipos para siembra, aplicación de fertilizantes, insecticidas y herbicidas granulados. Para la aplicación de insecticidas y herbicidas líquidos se puede utilizar una bomba espaldera o bien un equipo aéreo. El equipo de aspersión con bomba espaldera debe tener un aguilón de tres a cinco metros y estar provisto de boquillas bien calibradas y de buena calidad, como también de un manómetro de presión para efectuar una aplicación uniforme (Ver Foto 5). Este tipo de máquina puede ser condicionado en un taller local.

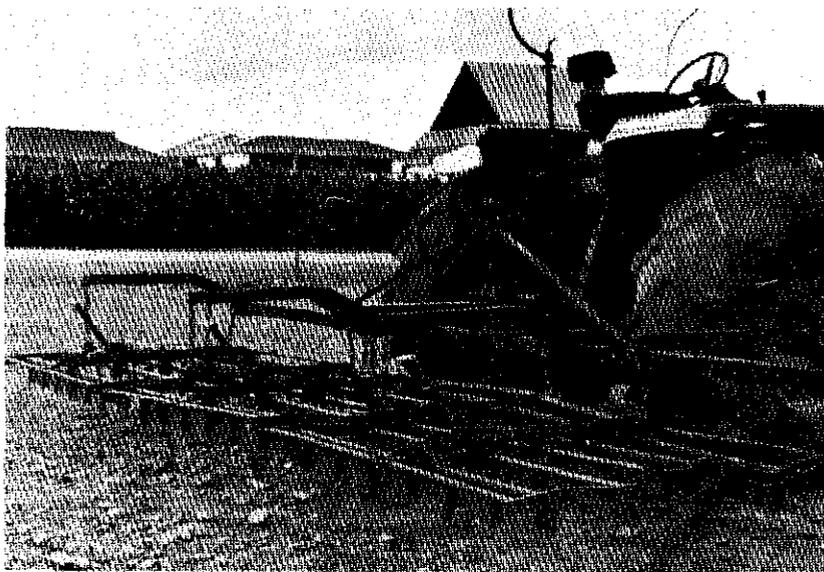


Foto 4. Rastrillo de púas utilizado para nivelar y dar acabado al lote. Obsérvense las tablillas transversales que ayudan a mover el fodo.

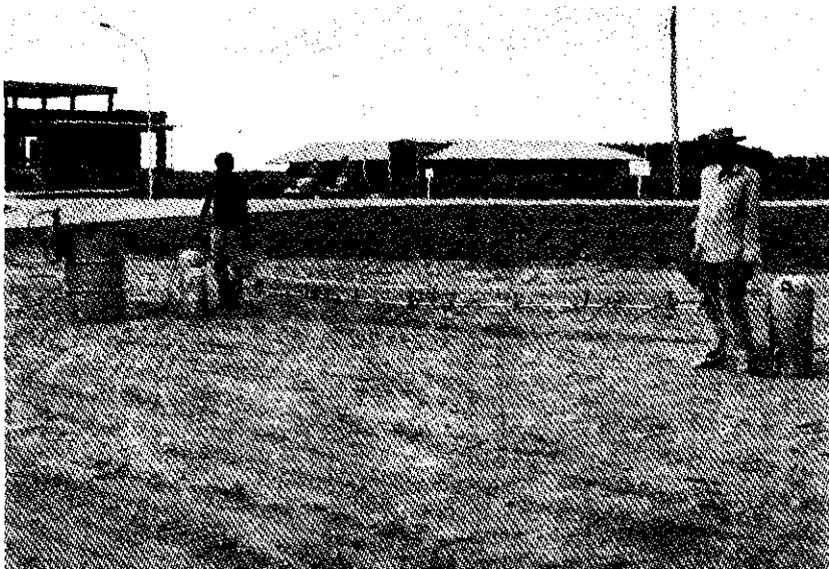


Foto 5. Equipo de aspersión acoplado en el CIAT, que cubre una banda de 6 m.

### **Equipo de cosecha**

Cuando las condiciones del tiempo lo permiten, es posible usar una cosechadora mecánica de arroz, la cual efectúa un buen trabajo si está calibrada adecuadamente. Sin embargo, como el costo de esta máquina no está al alcance de la mayoría de los agricultores, éstos deberán, entonces, procurar su alquiler, de lo cual depende su cosecha.

El CIAT ha diseñado y construido una trilladora manual con la cual, dos hombres, cortan, desgranar, limpian y empaican una cosecha de 500 kilos de arroz por día de la variedad Cica 4 u otra con características de desgrane similares. Esto permite una ganancia diaria para el trabajador aceptable si se paga el equivalente a 1/6 de la cantidad cosechada. (Ver Foto 6). El IRRI ha diseñado también varios tipos de trilladoras estacionarias.

### **Equipo para secado**

En general, el arroz se vende inmediatamente después de cosechado, con una humedad de aproximadamente 25%; en esta forma el agricultor evita el problema de secado y almacenamiento.

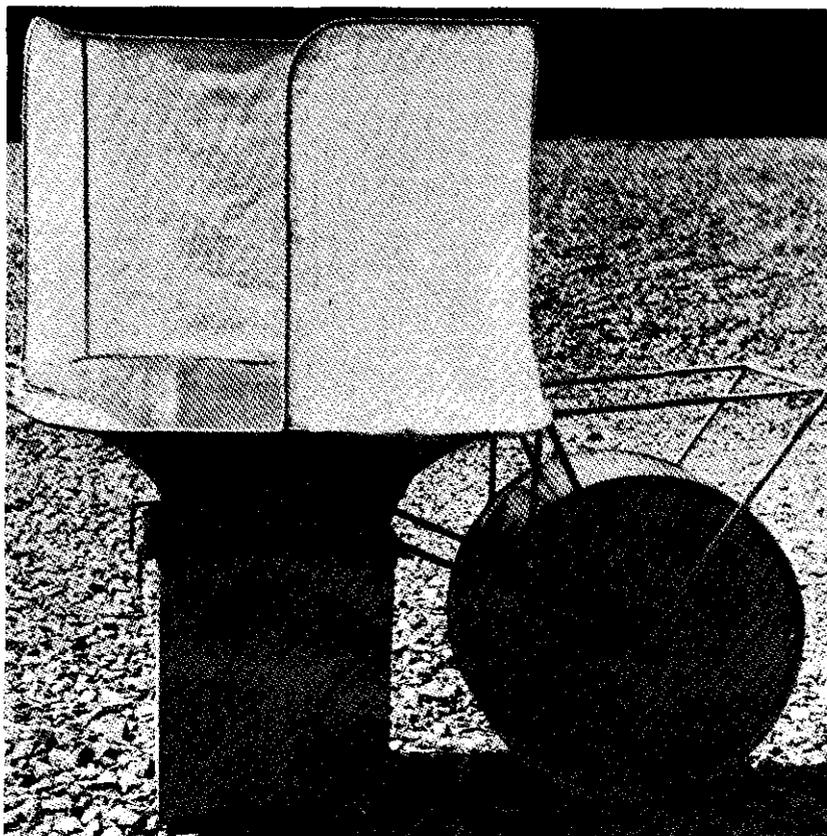


Foto 6. Trilladora de arroz, portátil, diseñada en el CIAT.

En áreas con bajo costo de mano de obra y en donde la venta no es inmediata, el arroz puede ser secado al sol sobre pisos de cemento y almacenado en costales a costos bajos. El secado en silos con ventilación forzada es posible, siempre y cuando la humedad relativa sea menor que el 75%, durante dos o tres horas por día. El secado con aire caliente forzado normalmente debe ser efectuado por personal adiestrado.

### **Cuidado y operación del equipo**

La habilidad y el interés del operador por las máquinas determinan la productividad y durabilidad del equipo. Algunos de los factores importantes que deben ser tenidos en cuenta son:

## **1. Personal**

Se debe seleccionar, motivar, adiestrar y supervisar a los mejores trabajadores disponibles en la región. El pago a los operadores se debe hacer sobre una base de incentivos pero se deben multar los descuidos en la operación y mantenimiento del equipo.

## **2. Manuales**

Es importante disponer de manuales de operación, mantenimiento, repuestos y servicio de todo el equipo, los cuales deben ser estudiados y consultados permanentemente por el personal de operadores, mantenimiento y supervisores.

## **3. Registros**

Se debe abrir un libro de registro para cada una de las máquinas en donde se anoten las horas de uso, trabajo ejecutado, materiales usados, costos de mantenimiento, operación y reparaciones.

## **4. Lubricantes**

Para lubricar el equipo se deberá usar una grasa a base de litio, resistente al agua. El aceite y el combustible deben ser de buena calidad para evitar el desgaste excesivo del motor del tractor. Es importante revisar los manuales del fabricante y estudiar sus recomendaciones para luego consultar al ingeniero de lubricación de las compañías de suministro de lubricantes, con el objeto de normalizar el uso de aceites y grasas reduciéndolos a unos pocos tipos; se recomienda comprar por tambores los lubricantes y grasas, lo cual es más económico y asegura su disponibilidad permanente.

## **5. Repuestos**

Siempre que sea posible, se deben comprar repuestos genuinos, o sea, de fábrica. Los rodamientos, bandas, mangueras y filtros pueden obtenerse en otras casas representantes, que proveen estos elementos de buena calidad. Se debe mantener un buen surtido de tuercas, tornillos y pasadores.

## **6. Herramientas**

Es indispensable tener un buen juego de herramientas de buena calidad. El mal uso de llaves ajustables daña el equipo. Las llaves de copa son preferibles a las llaves de boca. Las llaves de tubo y las

ajustables no son un buen sustituto de las llaves de copa o boca fija. Es recomendable tener en el taller un soldador eléctrico y otro de gas acetileno, y varillas de soldaduras de buena calidad para realizar los trabajos y así eliminar pérdida de tiempo en las reparaciones. Es práctico tener una bomba de alta presión y mangueras para lavar el equipo que trabaja en el lodo.

### **Sugerencias para las operaciones de campo**

Camine y observe el terreno antes de entrar con el equipo para evitar los huecos, obstáculos y áreas de terreno muy blando. Use botas altas impermeables, con dos pares de medias gruesas para caminar en los campos inundados. Cuando el lodo sea pegajoso o profundo, tenga cuidado con el equipo porque fácilmente se atasca en esos sitios. En este caso, observe el área caminando descalzo o entre el campo con el tractor en reversa. En esta forma, habrá más probabilidad de salir dando marcha hacia adelante. Si las ruedas patinan, se debe parar el tractor inmediatamente antes de que se hunda hasta el eje. Use la traba del diferencial y hágase un intento con un mínimo de patinaje de las ruedas. En caso de tener otro tractor disponible, utilícese una cadena o cable largo para halar el tractor atascado desde una superficie más firme. El trabajo de preparación con dos tractores es mejor porque se pierde menos tiempo, en caso de que uno de los dos se atasque. Cuando se disponga únicamente de una sola máquina, se deben evitar las áreas de terreno muy blando. Instale un aditamento especial en los rines del tractor que permita portar unos tubos en forma de "I" con una longitud mayor a la del diámetro de las ruedas traseras para desatascar el tractor en reversa; esto evita que la máquina gire sobre sí misma (Ver Foto 7).

Cuando se esté operando el rototiller, la profundidad de operación se debe mantener con los tres puntos; escuche el ruido del funcionamiento del motor para evitar que éste se apague debido a una sobrecarga. Evite trabajar en áreas muy profundas y de barro muy pegajoso, puesto que el lodo cubre los botones de las ruedas y las cuchillas del rototiller oponiendo una mayor resistencia al rodaje. En lo posible, el terreno debe mantenerse bajo agua; ésta lubrica las ruedas y evita que el lodo se adhiera a ellas.

### **Planeación y desarrollo de la granja**

La planeación y desarrollo de una granja para producir arroz continuamente ahorrará muchas horas de trabajo del equipo, de la administración y de los trabajadores y reducirá los costos operacionales.

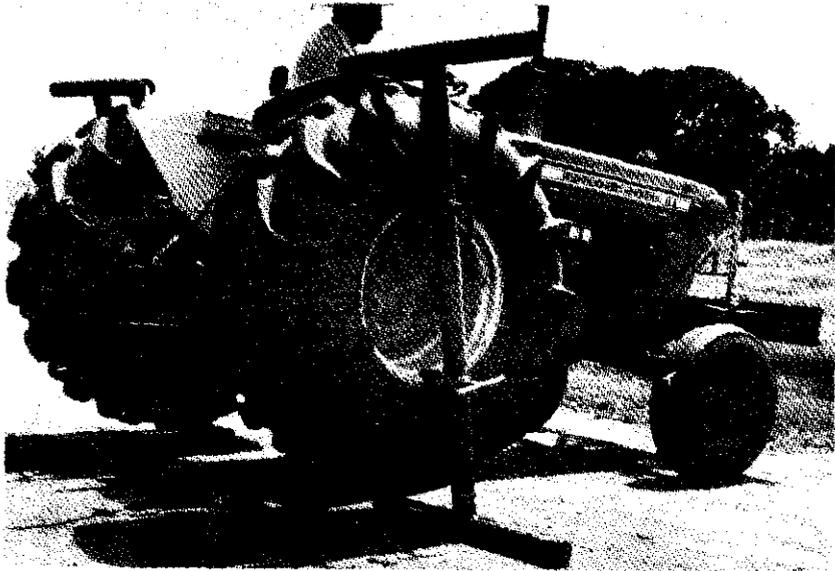


Foto 7. Aditamento instalado en las ruedas traseras, hecho en tubos de 4" y soldados en forma de "I".

### **Plano de la granja**

Debe tenerse un plano de la granja, el cual servirá de base para posteriores trabajos topográficos. Los límites de la finca y los puntos de referencia deben estar limpios para que puedan ser captados claramente en una fotografía aérea. Se puede hacer una fotografía aérea con una escala de contacto del negativo de 1:10.000, con 60% de sobreexposición en las tomas. De las fotos aéreas se puede hacer un mosaico que sirva de base para tomar una fotografía cuyo negativo puede ser copiado en una máquina heliográfica.

Las copias heliográficas sirven de planos de trabajo. Las elevaciones del terreno pueden ser tomadas con un equipo de topografía y marcadas en el plano de trabajo de la finca para referencias posteriores. Estas fotografías son más baratas y presentan más detalles de la finca que un plano levantado por un equipo de topografía.

Es conveniente establecer una red de mojones de concreto cuyas elevaciones se hayan tomado con base en la red de mojones del Instituto Geográfico Nacional.

## **Caminos, canales de riego y drenajes**

La red de caminos, canales de riego, drenajes, cercos, construcciones, etc., que existan en la propiedad y los que se planeen construir se deben dibujar en el plano de trabajo o en la copia heliográfica. Los caminos y drenajes se construyen a lo largo de la pendiente, debido a que la topografía de las áreas arroceras tienen una pendiente menor de tres metros por kilómetro. La tierra que sobra al construir los canales de drenaje puede usarse para levantar la base de los caminos. Los canales de riego y drenaje y los caminos se trazan rectos y paralelos para formar campos uniformes siempre y cuando lo permita la topografía del terreno. En esta forma, el trabajo futuro se simplificará.

### **Localización de los caballones**

El trazado de los caballones se puede hacer sobre una cuadrícula estacada a 25 x 25 metros. Esto permite una mayor facilidad y rapidez para el movimiento de tierra cuando la pendiente es menor de tres metros por kilómetro. Se construye un conjunto de caballones de referencia permanente; luego, se construye otro conjunto de caballones perpendicular al primero (Ver Foto 8). Seguidamente, se



Foto 8. Disposición de los caballones en un campo en proceso de preparación.

inundan las parcelas de 25 x 25 metros. Los lotes adyacentes que tengan aproximadamente la misma altura se unen mediante la remoción del caballón que los separa; en esta forma, se obtienen parcelas de 25 x 50, 25 x 75 ó 25 x 100 metros. Si se sigue este método, el trabajo topográfico es poco y es posible efectuarlo en lotes que tienen poca uniformidad y que están cubiertos con maleza alta. Cuando las condiciones económicas lo permitan, el lote se desarrolla utilizando un método convencional de ingeniería para nivelación de tierras. Una vez realizada la nivelación del lote, utilizando la maquinaria apropiada, se trazan los caballones rectos siguiendo las líneas de igual nivel, luego se nivelan las parcelas a cero con una motoniveladora; esta operación produce terrazas niveladas.

### **Construcción de caballones**

Las dimensiones de los caballones permanentes para la producción continua de arroz deben ser de 80 cm de base, 25 cm de altura y 40 cm de cresta. (Ver Foto 9). Estas medidas dan aproximadamente 0,15 metros cúbicos por metro lineal de caballón. Un hombre puede construir de 30 a 50 metros lineales de caballón en las zonas muy enmalezadas y húmedas o bajas.



Foto 9. Caballón construido con la caballonadora diseñada en el CIAT. Las dimensiones del caballón son: 0.80 m x 0.25 m x 0.40 m de cresta

## **Primera nivelación y preparación de tierra bajo agua**

Estas operaciones constituyen la mayor parte del desarrollo de un terreno para la producción continua de arroz. Las siguientes preparaciones serán más fáciles y resultarán de menor costo. La producción de la primera cosecha debe ser suficiente para costear la primera nivelación debido a que la producción será mayor, así como los costos de fertilizante, agua y herbicidas deberán ser menores.

Una vez construidos los caballones y reparadas las partes débiles, se inunda el terreno, dejando las partes altas parcialmente expuestas. Luego, estas partes son aradas con el rototiller y el material suelto se arrastra hacia las partes bajas. (Ver Foto 10). Instalando una cuchilla en la parte de atrás del tractor, es posible cortar y mover el suelo desde las partes altas hacia las más bajas; sin embargo, la tracción de la máquina y el control de la profundidad del corte son difíciles (Ver Foto 11). Una vez que se han bajado las zonas altas y rellenado las bajas se efectúa una pasada con el rototiller por todo el terreno a una profundidad de 15 a 20 cm. La siguiente operación consiste en pasar por el lote un rastrillo de púas de enganche de tres puntos para sumergir las malezas en el lodo y dar un buen acabado a la nivelación (Ver Foto 12). Cuando el campo se ha nivelado en terrazas, operación



Foto 10. Nivelación con la cuchilla montada en la parte posterior del rototiller, de las partes altas del terreno.



Foto 11. Cuchilla suspendida en los tres puntos del tractor, cortando las partes altas del terreno.



Foto 12. Nivelación y acabado del lote con el rastrillo de púas.

que se efectúa con el terreno seco, se construyen caballones en los límites de ellas y luego se continúa la operación de preparación bajo agua.

El tiempo promedio del tractor y los implementos para efectuar las diferentes labores, es como sigue:

Para arar con el rototiller las zonas altas: 0,4 ha por hora.

Para mover la tierra hacia las zonas bajas: 0,2 ha por hora.

Para arar con el rototiller toda la superficie: 0,4 ha por hora.

Al terminar la preparación del terreno, éste queda completamente cubierto con una capa de agua de 1 a 5 cm de profundidad sobre una superficie de lodo libre de malezas. En este momento, se efectúa la siembra al voleo con semilla pregerminada o por transplante.

## **Prácticas culturales**

### **Siembra**

#### **1) Con semilla pregerminada**

Se utilizan de 80 a 120 kilogramos de semilla pregerminada por hectárea. Se debe usar semilla de variedades mejoradas y certificadas. La pregerminación consiste en llenar con semilla un costal hasta el 80 por ciento de su capacidad; luego, sumergirlo en agua 24 horas. Después, sacarlo y ponerlo 24 horas a la sombra. El otro 20% del espacio del costal se llenará cuando la semilla se hinche debido al proceso de pregerminación. Cuando la semilla está pregerminada tiene una raíz de aproximadamente 1 mm de longitud (Ver Foto 13).

La siembra se puede efectuar al voleo y un hombre puede sembrar una hectárea en menos de un día de trabajo (Ver Foto 14). La siembra también se puede hacer mediante el uso de aeronaves pero este sistema actualmente no es práctico debido al bajo costo de la siembra a mano y a que el tamaño de las áreas que quedan listas para la siembra es de tres a seis hectáreas por semana. La siembra debe efectuarse durante las 24 horas siguientes a la preparación final del lote. El drenaje del lote se efectúa al día siguiente de la siembra para permitir el crecimiento rápido de la plántula al ser expuesta al aire. Es muy importante remover totalmente el agua de los campos pues el arroz se muere en los sitios encharcados. Mediante la construcción de pequeños canales superficiales se pueden drenar los campos casi



Foto 13. Arroz pregerminado.



Foto 14. Siembra de arroz al voleo.

totalmente. Las áreas con nivelación defectuosa, en donde las semillas fallan en la germinación, pueden ser transplantadas con plántulas traídas de otras áreas en las que haya exceso de ellas. En algunos países, como en Surinam, se usa una rueda en forma de V para hacer pequeños canales de drenaje en los campos ya sembrados.

En los días siguientes se humedecen los lotes hasta cuando el arroz alcanza una altura de 15 cm. Desde ese momento, los lotes inundados se dejan hasta 20 días antes de la cosecha; éstos sólo se drenan para aplicar los matamalezas.

## **2) Por transplante**

Se prepara el semillero unos 25 a 30 días antes de la siembra. La preparación del semillero consiste en tomar un área pequeña del campo que se va a sembrar y que ha sido preparado bajo agua y construir camas de 0,5 a 0,10 cm de altura por un metro de ancho y con una longitud adecuada. Uno o varios semilleros, con una superficie total de 300-500 metros puede recibir de 25 a 35 kg de semilla, cantidad suficiente para sembrar una hectárea. Las semillas se llevan a las camas después de haber sido pregerminadas.

Los semilleros deben mantenerse limpios y si se observa deficiencia de nitrógeno se puede agregar urea al suelo, de 60 a 100 gramos por metro cuadrado. Las plántulas deben transplantarse cuando tengan de 25 a 30 días de edad a los lotes preparados bajo agua, por el sistema de fanguero.

## **Control de malezas**

La preparación del suelo bajo agua dá un buen control de malezas por varios días y la siembra de semilla pregerminada dá a la plántula del arroz varios días de ventaja para crecer. Esta diferencia es más notable si se ha hecho transplante.

En los primeros estados de crecimiento, hasta unos 10 días, se puede hacer un buen control de malezas inundando las parcelas de arroz durante dos días, hasta tapar la plantación. El control químico de malezas gramíneas y ciperáceas se efectúa con Stam F-34 (Propanil) con una dosis de 10 litros por hectárea. Se realiza una aplicación posemergente del herbicida cuando las malezas tengan de dos a tres hojas. Antes de aplicar el Stam se drena el lote y se vuelve a inundar dos días después de la aplicación. Otro matamalezas que se ha usado en los terrenos del CIAT es el Saturno (Benticarbo) en una dosis de

seis litros por hectárea y aplicado 5 a 6 días después de brotado el arroz. Para combatir las malezas de hoja ancha se utiliza 2-4-D amina en una dosis de 1,5 litros por hectárea y la aplicación se hace después de iniciado el período de macollamiento.

La aplicación de los herbicidas puede hacerse con bomba espaldera a razón de 1 ha/día/hombre, con 320 litros de mezcla de agua y herbicida por hectárea. También, se puede aplicar el herbicida con avioneta o helicóptero.

El control de malezas puede efectuarse a mano. En promedio, se necesitan 15-20 hombres/día/ha. Si la invasión de malezas es muy grande, quizás es más económico preparar y sembrar de nuevo el lote.

### **Control de plagas**

En el CIAT se aplica *Furadán granulado* de 3% (2,3 Dihidro-2,2 Dimetil-7 Benzofuranilmetil carbamato) cuando aparece el ataque de plagas. La dosis es de 20 kg/ha, la cual se aplica a mano, a una tasa de 2 a 2,5 ha/hombre/día.

El Furadán controla los insectos barrenadores del tallo y las hojase insectos masticadores y chupadores; se deben tomar todas las precauciones que sean necesarias para evitar la intoxicación de quien haga la aplicación del insecticida.

### **Fertilización**

Se aplica urea en una dosis de 100 kg/ha, incorporándola al suelo cuando se efectúa la preparación y a los 50 días de sembrado el arroz, si las plantas indican deficiencia de nitrógeno. La urea se aplica evitando que haya circulación del agua pero sin drenar los lotes, con el propósito de no permitir pérdidas de nitrógeno en forma gaseosa y evitar el crecimiento de las malezas. La aplicación del fertilizante se efectúa a mano a razón de 1,5 a 2 hectáreas por hombre, por día. La Foto 15 muestra un campo de arroz fertilizado y libre de malezas.

Se deben obtener otras recomendaciones sobre fertilización y uso de fitosanitarios de los especialistas en la materia que se encuentren en la localidad.

### **Riegos**

Los campos se mantienen completamente inundados a una profundidad de cero a 10 cm. El agua entra por la parcela más alta y de

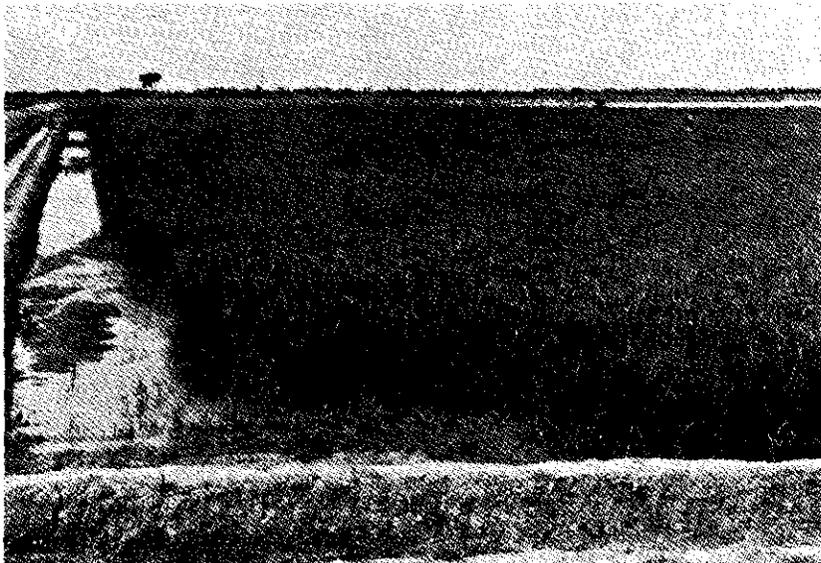


Foto 15. Aspecto de un cultivo de arroz, sin malezas y fertilizado.

ésta pasa a las parcelas siguientes a través de pasos que se hacen cortando el caballón. La altura de los pasos debe ser tal que permita que toda la parcela esté cubierta por el agua.

Se necesitan aproximadamente 200 mm de agua para preparar el suelo. Para cubrir las pérdidas por evapotranspiración se requieren 600 mm durante el período de riego de 100 días. El resto de las necesidades de agua representa las pérdidas, que es necesario reponer, a través de los caballones y canales de drenaje. Si es posible, esta agua se puede captar en la parte más baja de los campos y recircular para una nueva utilización. Para inundar y preparar una hectárea de terreno se necesitan dos litros por segundo y se requieren entre 0,7 a 1,3 litros por segundo para mantener los campos inundados.

Los requerimientos de agua de riego son afectados por las pérdidas por filtración. Estas pérdidas dependen de las características del suelo, de las dimensiones de los caballones y de la profundidad de la lámina de agua. Unas pérdidas por filtración de 20 litros por hora por metro, para láminas de agua hasta de 8 cm pueden considerarse normales siempre y cuando haya condiciones adecuadas de control del agua de riego. Cuando las láminas son mayores las pérdidas pueden llegar hasta 60 litros por hora por metro.

Los caballones del perímetro del lote deben construirse con dimensiones mayores. Ejemplo: 100 cm de base, 78 cm de cresta y 30 cm de altura, con el fin de reducir las pérdidas por filtración (Valderrutén, R. 1977).

### **Cosecha**

La cosecha se efectúa a mano o bien a máquina. A mano, se puede hacer con una trilladora portátil construida con un tambor de 55 galones.

Por cada trilladora en operación trabajan dos hombres los cuales cortan el arroz durante las primeras horas. Luego, un hombre corta y el otro trilla. Con este sistema se cosechan 400 kg/día por equipo de dos hombres (Ver Foto 16). Con la máquina cosechadora, el rendimiento puede ser de 2.400 a 5.500 kg/hora, para combinadas medianas, o de tamaño grande. En las áreas tropicales, la cantidad de arroz cosechado por hora puede ser menor debido a los problemas que se presentan por el mal tiempo, por el tipo de suelo o bien por falta de habilidad del operador.



Foto 16. Cosecha de arroz, a mano, con la trilladora portátil construida en el CIAT.

## **Preparación y nivelación subsiguientes**

una vez que la granja ha sido desarrollada y desde la segunda cosecha en adelante, las preparaciones del terreno requieren poco movimiento de tierra. El tiempo de uso de la maquinaria se reduce aproximadamente a la mitad. Los residuos de la cosecha anterior deben ser quemados o diseminados sobre la superficie para incorporarlos en el suelo.

### **Limpieza y reparación de los caballones**

La limpieza de los caballones se efectúa después de la cosecha. Esta operación se puede hacer a mano o repasando con el rototiller y el conformador de caballones. En este último caso, es preciso quitar las cuchillas centrales del rototiller para no remover la tierra compacta, mientras que se matan las malezas y se aran los lados del caballón con las cuchillas laterales. Esta operación, además de controlar las malezas, extermina las ratas y otros animales dañinos que habitan en el caballón. La secuencia de operaciones para la segunda preparación del suelo consiste en arar los lotes con el rototiller; cuando el tiempo y la humedad del suelo lo permitan, esta operación se hace en seco, luego se incorporan los residuos de cosecha y malezas en el lodo y se nivela con el rastrillo de púas. La siembra y las otras prácticas culturales son similares a las ya descritas anteriormente.