

PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE ARROZ

Cátedra de Cultivos II

Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

Corrientes - 2006 - Argentina





Elaborado por Ing. Agr. Sofía Olmos

Fecha de actualización: 18-10-06.

A. REGIONES DE CULTIVOS EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES:

Se divide a la provincia, según sus condiciones agroecológicas para el cultivo de arroz, en cuatro zonas abarcando cada una de ellas los siguientes departamentos:



	Centro Sur : Mercedes, Curuzú Cuatía, Monte Caseros, Sauce
	Costa del Río Uruguay : Paso de los Libres, Alvear, San Martín, Santo Tome.
	Oeste : Empedrado, Saladas, San Roque, Bella Vista, Lavalle, Goya, Esquina.
	Paraná Medio Itatí, Berón de Astrada Gral. Paz, San Miguel, Ituzaingó.

El arroz, es el cultivo de mayor importancia en la provincia de Corrientes, se realiza en la Argentina con un nivel de tecnología y mecanización comparable al de los países más avanzados. La región centro sur de Corrientes concentra la mayor superficie de siembra de arroz, en la campaña 04/05 ocupó el 45% (33.593 ha) del total de la provincia (73.723 ha), dentro de esta región el Departamento de Mercedes es el de mayor área de siembra.

A nivel provincial, la siembra directa representa el 19% de la superficie sembrada, la labranza reducida el 68% y lo restante (13%) corresponde a la siembra convencional.

B. DESCRIPCIÓN DE LAS PRACTICAS DE MANEJO

1. Confección de planillas de producción

Es necesario llevar un registro en planillas de producción de las tareas agrícolas realizadas desde la siembra hasta cosecha y secado.

En dichas planillas se registra, por ejemplo, ingreso y egreso de insumos, stock de productos químicos y combustibles, estado fenológico del cultivo e inicio de riego en los diferentes lotes; durante la cosecha se controla la entrada y salida de arroz a la planta de secado, salida de arroz húmedo, cartas de porte, rendimientos por lote, etc.

2. Preparación de suelo

Cuando se cultiva arroz en forma continua las labores de preparación se inician lo antes posible luego de la cosecha una vez haya piso para las máquinas.

Cuando las chacras de arroz, que vienen de un monocultivo de arroz (sobre todo cosechado con suelo húmedo), se las deja descansar al menos un año para luego realizar un **laboreo anticipado** del campo natural a fin del verano, con la finalidad de eliminar el huelleado de las ruedas de las cosechadoras, las taipas y pisadas de animales sobre todo cuando estos lotes húmedos entraron en rotación con ganadería.

El laboreo anticipado se realiza durante el verano anterior a la siembra. El trabajo se efectúa generalmente con rastras pesadas de doble acción con cuerpos desencontrados de tiro central o con rastras de tiro excéntrico. El peso promedio de las mismas es de 120-140 kilogramos por disco. Normalmente se realiza una sola pasada complementándose con una o dos pasadas de Landplane, herramienta que tiene por objetivo la nivelación y emparejamiento del micro-relieve, fundamental para facilitar el posterior riego de manto, propio de este cultivo.

Cuando es posible realizar una **cosecha en seco** el lote puede sembrarse al año siguiente bajo un sistema de **siembra directa**, no requiriendo ningún tipo de laboreo de suelo siempre y cuando el lote esté correctamente nivelado. El término “siembra directa”, si bien es erróneo, se lo aplica cuando se la realiza en lotes donde se hizo laboreo reducido, ligado a la marcación y construcción de taipas. En este sistema y a fin de reducir el volumen de rastrojo, el cual es de una relación Carbono/Nitrógeno alta, se realiza la quema de rastrojo reduciéndose. Con la quema se reduce el rastrojo en un 50% aproximadamente. Esto es posible cuando las cosechadoras trabajan con picador-desparramador, distribuyendo bien el material, logrando posteriormente una quema muy pareja en todo el lote.

3. Marcación y construcción de taipas

Las taipas son fundamentales para el riego de manto, ya que son las que permiten contener el agua en forma permanente.

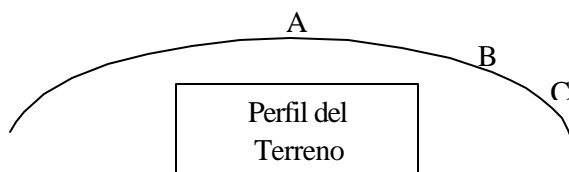
Para la **marcación de las curvas de nivel** se emplea un equipo de nivelación láser. Este consta de: Emisor, Receptor y Display. El emisor se encuentra ubicado sobre un trípode en la cabecera del lote, el Receptor se encuentra ubicado sobre una regla telescópica en el tractor, y el Display dentro de la cabina del tractorista.

Su funcionamiento se puede resumir así:

Cuando se encuentra perfectamente nivelado el trípode y el cabezal del emisor este comienza a girar y genera un plano horizontal. El receptor capta la señal y la interpreta en el tablero (display) que consta de tres luces, que indican al operario en que sentido debe dirigir el tractor para ir marcando las curvas de nivel. En la parte de atrás del tractor va montado al enganche de tres puntos, un pequeño escardillo cuya función es ir marcando la trayectoria de este. Es importante que la marcación sea bastante profunda para que se visualice con facilidad y no se borre por una eventual lluvia.

El receptor va montado sobre una regla telescópica graduada en centímetros para darle la altura exacta entre una taipa y otra (diferencia de cota).

En los lugares con poca pendiente, las taipas quedan muy separadas, tomándose la decisión de construirlas cada 3,5 cm. de intervalo vertical (caso A).



En las zonas donde la pendiente es mayor, se prefiere incrementar el intervalo para que las taipas no queden demasiado juntas y se dificulte su construcción, llegándose a un máximo de 10 cm. de diferencial de cota (caso B). Cuando la pendiente resulta superior a 3 ó 4 cm. por metro, generalmente se da por finalizada la chacra, ya que con estas pendientes se agudizan los problemas de erosión (caso C).

Uno de los grandes inconvenientes que podría observarse con el equipo de nivelación láser es que en días algo ventosos el emisor realice pequeños movimientos, con lo cual este se podría desequilibrar e inducir error. Para evitar esto, el equipo tiene un mecanismo incorporado por el cual al desnivelarse, el aparato deja de funcionar automáticamente. En este tipo de días se opta por realizar el trabajo durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde, momentos en los cuales disminuye la intensidad del viento.

El sistema láser a comparación con el antiguo sistema de nivel óptico, ofrece la ventaja de que la marcación es de puntos continuos y mucho más rápida, por lo tanto todos los años se pueden borrar y volver a hacerse las taipas.

El alcance del emisor en los diferentes modelos ronda de 500 a 800 metros. Como a mayor distancia se amplifican los errores mínimos admisibles del aparato, para mejorar la precisión se prefiere trabajar a no más de 300 metros.

Para la **construcción de las taipas** se utiliza un implemento llamado taipero, que consta de una barra portaherramientas de arrastre, con dos cuerpos de 8 discos cada uno de tamaño decreciente de adentro hacia fuera, cuya función es extraer tierra de los costados y depositarla en el medio dejando un camellón de tierra de altura variable según la profundidad de trabajo y el ángulo de ataque de los discos, este equipo se construye con este diseño para realizar las taipas en una sola pasada.

Detrás de la barra portaherramientas, y enganchada a ella, va un rolo compactador que da forma y compacta la tierra dejando así la taipa terminada y en condiciones de ser sembrada.

El tipo de taipa que construye este implemento es el llamado moderno, que tiene una altura promedio entre 14 a 17 cm. (respecto al terreno natural) y una base de 2 a 2,4 metros.

El objetivo es lograr taipas que una vez asentadas, es decir después de la siembra y el riego, queden con una altura de no menos de 14 cm.

La ventaja de este tipo de taipas es que obliga al encargado de regar la chacra (aguador), a trabajar con una lámina de agua baja, economizando este recurso y siendo más beneficioso para el macollamiento ya que la lámina alta lo inhibe. Otra ventaja es que se obtiene mejor implantación en préstamos poco profundos. Además facilita las operaciones terrestres a realizar luego de construida la taipa (siembra, pulverizaciones, fertilización y cosecha) ya que las máquinas pueden pasar sobre ellas con mínima dificultad. Como desventaja cabe destacar que la marcación debe ser más precisa.

La construcción de las taipas puede realizarse antes o después de la siembra. En el primer caso las taipas se hacen en los lotes con laboreo de verano, es decir que ya se dejaron listos para sembrar. Este manejo solo es factible cuando se cuenta con sembradoras adaptadas con compensadores para atenuar el cruce de taipas. La sembradora debe sembrar en dirección perpendicular a las mismas pero conservando un sesgo que facilita el pasaje sobre las mismas.

En el segundo caso las taipas son marcadas y construidas adosándole al arado taipero, un cajón sembrador al efecto de realizar las dos operaciones simultáneamente.

Terminada esta labor se realizan micro drenajes con una valetadeira. Con esta herramienta se construyen pequeños canales de desagüe en sentido de la pendiente del terreno. Con ello se logra, en presiembra, disminuir el tiempo de entrada al lote luego de una lluvia para poder sembrar y, en postsiembra, se evita el encharcamiento del suelo desfavorable para la germinación y emergencia del cultivo.

La valetadeira puede ser de tiro deslocable o central. La primera permite también ser utilizada para limpieza de cunetas, ya que el implemento trabaja sobre la línea de la rueda trasera del tractor. La valetadeira de tiro central tiene la particularidad de que tiene adicionado delante un escarificador que le permite trabajar a una mayor velocidad de avance.

4. Siembra

Para esta labor se emplean sembradoras de grano fino. La dosificación de la semilla de estas máquinas es a chorrillo continuo por medio de rodillos acanalados y la del fertilizante por medio de aletas que giran solidarias a un eje y cuya regulación se hace por medio de una abertura variable.

Cada máquina siembra a una distancia de 21 cm. entre línea y cuenta en general con 22 cuerpos de siembra lo que nos da un ancho de siembra de 462 cm.

La profundidad de siembra esta dada por unos sunchos metálicos (limitadores de profundidad) que van adosados a uno de los abresurcos.

Las principales características de las **sembradoras de directa** (por ejemplo la marca Frankhauser) son su gran peso y el despegue que tiene el chasis con respecto a los cuerpos de siembra. La capacidad de penetración del tren de siembra estará dada fundamentalmente por la presión aplicada sobre el mismo. Esto se logra mediante la transferencia de carga a través de resortes (de presión o tracción) la cual se regula con el agregado de espirales con distinta resistencia.

La regulación de la carga sobre la unidad sembradora es importante porque permite adecuarla a cada condición de trabajo. Una carga excesiva, impedirá la articulación del cuerpo en el sentido vertical, afectando el copiado de las taipas. Usualmente se emplean entre 40 y 50 Kg/cuerpo. Es necesario que los resortes de carga sean suficientemente largos para permitir a los trenes de siembra desarrollar un recorrido vertical importante, sin incrementar demasiado la carga sobre los abresurcos, lo cual es fundamental para evitar el llamado “barrido de taipas”.

Por último, el tren de siembra puede estar fijado en un brazo muy largo o bien, sobre un paralelogramo deformable. El primer sistema es el mas sencillo y rústico y, el segundo, poco mas complejo y mas eficiente en el copiado de taipas.

Otro sistema de siembra directa de mayor tecnología posee un mecanismo de transferencia de carga hidroneumática y abresurcos en balancín, lo que mejora la siembra sobre taipas. Estas son más costosas y operativamente más complejas que las anteriores. *Avec* es la marca nacional que implementó este sistema.

En las sembradoras *Avec* se mantiene una carga constante en cada cuerpo mediante la utilización de aire comprimido combinado con cilindros hidráulicos, conformando un sistema oleoneumático, es decir, aceite bajo aire a presión. Así, cada surcador puede copiar desniveles en forma independiente, incluso con diferencias de 25 cm. entre ellos, hacia arriba o abajo del plano medio, sin cambiar la presión. Estas sembradoras son muy eficientes en el copiado de taipas y en la profundidad de siembra.

Fecha de Siembra

En la zona centro sur, la temperatura óptima de suelo para la germinación (26 °C) se da en la primera quincena de octubre con lo que la oportunidad (ventana) de siembra se reduce debido a las lluvias primaverales que estadísticamente se dan en esta fecha.

Por tal motivo, en una explotación que programa una gran superficie de siembra, se recomienda iniciar la misma alrededor del 15 de septiembre, ya que en este momento el suelo comienza a adquirir la temperatura mínima necesaria para una correcta germinación. Es preferible una siembra temprana utilizando fungicida para proteger la semilla y no sembrar tardíamente arriesgando el desarrollo y productividad del cultivo.

La densidad de siembra utilizada es de 130 Kg. de semilla por hectárea ya que se comprobó que con esta cantidad se logra el stand de plantas mínimo para el arroz que es de 250 plantas por metro cuadrado. No obstante, hay que tener en cuenta el rescate, (relación entre nº de plantas logradas y nº de semillas sembradas), que en siembras tempranas es menor que en aquellas realizadas en fecha óptima (50% y 75% respectivamente con buena calidad de semillas).

Durante la siembra se trabaja en turnos corridos de 8 horas cada uno, y el rendimiento operativo de cada máquina ronda los 8 a 10 has/turno.

La metodología seguida para realizar los cálculos de la cantidad de semillas necesarias así como la regulación de la sembradora, se describe a continuación:

Cálculo de la cantidad de semillas

Para obtener un stand de 250 plantas/m², y teniendo en cuenta que el porcentaje de implantación o de rescate se estima en un 50%, se procedió de la siguiente manera:

$$500 \text{ Semillas} * 50\% = 250 \text{ Plantas/m}^2.$$

1m ² .	_____	250 Plantas	=	500 semillas
10.000 m ² .	_____	2.500.000 Plantas	=	5.000.000 semillas

Por ejemplo para variedad Taim:

1.000 semillas	_____	0,026 Kg.
5.000.000 semillas	_____	130 Kg.

Dentro del porcentaje de rescate o implantación se halla contemplado el Poder Germinativo que en promedio para el arroz es de 85%. El resto de las pérdidas se deben a varias causas como son las inclemencias climáticas, defectos de siembra, preparación de suelo, hongos, etc.

Regulación de la sembradora

Esta tarea se realiza para dosificar las cantidades de semillas y fertilizantes con el fin de optimizar el uso de los insumos.

Inicialmente se marcan 100 m. en el terreno empleando para ello 2 estacas. Luego se hace avanzar la sembradora estos 100 metros con el fin de contar la cantidad de vueltas que realiza la rueda.

Datos:

Nº de surcos de la sembradora	=	22
Ancho de labor	=	4,62 m.
Distancia recorrida	=	100 m.
Área cubierta	=	462 m ² .

$$\text{Densidad de siembra} = 130 \text{ Kg/ha.}$$

Cálculos:

$$1\text{m}^2 \quad \text{-----} \quad 500 \text{ semillas} \quad = \quad 0,013 \text{ Kg.}$$

$$462 \text{ m}^2 \quad \text{-----} \quad 231.000 \text{ semillas} \quad = \quad 6 \text{ Kg.}$$

$$22 \text{ surcos} \quad \text{-----} \quad 6 \text{ Kg.}$$

$$1 \text{ surco} \quad \text{-----} \quad 0,270 \text{ Kg.}$$

Una vez determinada la cantidad de semillas a dosificar por surco, se procede a la calibración de la máquina. Se simula el avance de los 100 m. haciendo girar las ruedas en el aire la cantidad de vueltas anteriormente determinadas. Para esto se levanta la máquina mediante gatos hidráulicos. Se toman 6 dosificadores, elegidos al azar, y se recogen individualmente las semillas arrojadas por cada uno de ellos en recipientes. Esto es posible ya que son las ruedas quienes comandan, a través de engranajes y cadenas, todo el sistema de dosificación.

Posteriormente se procede a la pesada de las cantidades recogidas y, comparando con el peso por surco calculado, se realiza la regulación de la abertura del dosificador según corresponda.

5. Fertilización de base

La fertilización de base se realiza generalmente con Fosfato Diamónico junto con la siembra en la misma línea a una dosis de 100 Kg/ha., una dosis mayor de fertilizante podría producir, en situación de sequía, la deshidratación del embrión, por un problema de presión osmótica.

6. Elección de Variedades

La mayoría de las variedades Largo Fino sembradas son de ciclo intermedio, entre 125 a 130 días de Emergencia a Cosecha. Con respecto a las Doble Carolina (Largo ancho) la var. Diamante se comporta como precoz (105 días) y la var. Fortuna, por su sensibilidad al fotoperíodo, es de ciclo variable según fecha de siembra. En esta última se induce la floración con el acortamiento de los días, por lo que sembrada temprano (septiembre) completa maduración en 140 días, sin embargo en siembra tardía (enero) lo hace en 105 días. Si se siembra en Noviembre se comporta como de ciclo intermedio.

Las variedades se eligen por su adaptación comprobada a esta zona, por sus rendimientos estables a través de los años. En el caso de la var. Diamante sembrada en septiembre se puede lograr una cosecha temprana (fines de enero) satisfaciendo objetivos financieros y ampliar –anticipando- el uso de cosechadoras y secadero. Como desventaja, Diamante tienen un rendimiento un 30% inferior a las variedades Modernas (Taim, Supremo, etc.) pero con un diferencial de precio superior entre el 30 al 70%.

Otra característica que presentan las variedades como Taim o Supremo 13, es que tienen una alta respuesta al Nitrógeno, debido a su arquitectura foliar con hojas erectas que

permiten un mejor aprovechamiento (eficiencia) de la luz, también poseen un gen que inhibe la producción de giberelinas, por lo tanto desarrolla entrenudos más cortos, lo que la hace menos susceptible al vuelco, a diferencia de la var. Fortuna, de hojas decumbentes y entrenudos largos.

En las variedades Modernas, como consecuencia de la inhibición de giberelinas, el desarrollo del coleóptilo, hoja modificada que cumple la función de facilitar la emergencia de la plántula, es más corto. Por eso es fundamental cuidar la profundidad de siembra la cual no debe superar los 2 cm.

7. Determinación del stand de plantas y malezas

Stand de plantas: Tiene por objetivo cuantificar los datos recogidos del campo, cantidad, estado de desarrollo y tipo de maleza. Para este fin se utiliza un aro de alambre con una superficie equivalente a 0,25 m². El procedimiento consiste en tomar muestras al azar en el lote, luego se procede al conteo de plantas de arroz y malezas. Todos estos datos son volcados en una planilla de campo para cada lote.

Como el aro representa 0,25 m², se multiplica la cantidad de plantas en cada conteo por 4 y se obtiene la densidad por m².

Se realizan, en promedio, un conteo cada tres hectáreas, dividiendo cada lote en tres o cuatro partes, por ejemplo loma, media loma y bajo, para de esta manera tener un diagnóstico claro de la situación y así poder programar luego un plan racional de control de malezas y fertilización, efectuando las aplicaciones cuando se justifiquen agrónomicamente y económicamente.

Malezas: La principal maleza del arroz es el **capín**, cuyo nombre botánico es *Echinochloa sp.* Esta especie es la más perjudicial para el cultivo, ya que ejerce una tremenda competencia con el arroz produciendo importantes pérdidas de rendimientos de hasta un 70% en casos de alta infestación. También causa inconvenientes durante la cosecha.

El ciclo del capín es similar al arroz y en el estado de plántula es muy difícil diferenciarlo de este, solo se lo puede reconocer por la ausencia de la lígula y las dos aurículas en sus hojas.

Otra importante maleza es el **arroz colorado** ya que al ser del mismo género que el arroz comercial no existen herbicidas selectivos. Actualmente ya se encuentran disponibles en el mercado las nuevas variedades Imi-resistentes (Imidazolinonas), herbicida total que cumple una función similar al glifosato en las Sojas RR; esta es una tecnología disponible pero aún de elevado costo, por el momento justificable solo en campos muy infestados.

La presencia de malezas de **hoja ancha** y **ciperáceas** varía según los lotes, en general es propia de ciertos sectores.

También es importante conocer la historia del lote a sembrar, ya que si la presión de malezas en años anteriores fue importante, es de esperarse lo mismo o peor para el año en cuestión. Generalmente en tierras nuevas hay menos malezas y no es necesario realizar tratamientos con herbicidas.

8. Control de malezas

Pre-emergente

Al tratarse de un planteo de siembra directa o labranza reducida, las malezas existentes al momento de la siembra se controlan con Glifosato, tanto en presiembra como preemergencia.

Las aplicaciones siempre se deben realizar en días de poco viento (menos de 20 Km/hora) y preferiblemente soleados, la dosis usada ronda los 2,5 a 3 L/ha. Además se utiliza un aceite vegetal como coadyuvante a razón de 0,5 L/ha. para evitar su rápida evaporación y mejorar la penetración cuticular.

Al Glifosato se le puede agregar Metsulfuron-Metil (7,5 gr/ha), herbicida formulado como polvo mojable que mejora el control de malezas de hoja ancha. De esta forma se obtiene un mayor espectro de control.

Además a la aplicación se le puede incorporar Clomazone, herbicida selectivo que pertenece al grupo químico isoxazolidinonas, que por su gran residualidad muestra un buen efecto de control en preemergencia. Este es absorbido por las raíces y traslocado vía apoplasto dentro de la planta y difundido dentro de las hojas. El modo de acción es en forma bidireccional ya que inhibe la biosíntesis de dos pigmentos fotosintéticos, los carotenoides que actúan como protectores de la clorofila a la exposición directa a la luz solar e isoprenoides que son compuestos que conducen directamente a la formación de clorofila.

La selectividad esta dada por el metabolismo diferencial del producto, siendo en la planta de arroz (tolerante) desdoblado rápidamente en moléculas sin acción herbicida. Si bien es selectivo para el cultivo, puede presentar desde una leve fitotoxicidad hasta muerte de plántulas. La dosis a emplear está condicionada por el tipo de suelo. Para el suelo en cuestión (arenoso) se recomienda 350 cc/ha. pero, en suelos arcillosos el producto es absorbido por los coloides, siendo su movilidad mínima, por lo tanto, admite dosis mayores (hasta de 1 L/ha.).

Post-emergente

Se pueden presentar dos situaciones bien diferenciadas:

A) Infestación exclusivamente de gramíneas de semilla:

En este caso se usa Quinclorac con Propanil, de acción sistémica el primero y de contacto el segundo, resultando una mezcla muy eficaz por actuar de dos modos de acción.

Quinclorac: No presenta nada de fitotoxicidad y es absorbido 70% por raíz y un 30% por hojas. Cabe destacar que controla capín hasta en estado de macollaje, aumentando la dosis, su única limitante es su estrecho espectro de control, por esta razón se lo usa con Propanil.

Propanil: Este es uno de los primeros herbicidas selectivos desarrollados, surgió en la década del '60 en E.U.A. a raíz de problemas que había para controlar las malezas gramíneas de semilla, principal competencia del cultivo de arroz.

El mismo es de contacto traslocándose a nivel de tejidos sin llegar a ser sistémico. La selectividad radica en que el producto es absorbido y traslocado por capín y arroz, sin embargo el arroz contiene una enzima que degrada el herbicida en sustancias no tóxicas para la planta.

Se obtiene un control satisfactorio sobre malezas pequeñas (2 a 3 hojas) con dosis de 3 L/ha. sin sufrir ningún daño el cultivo. Los únicos inconvenientes se suscitan cuando se aplica a cultivos en condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa. Esto se debe a que, en condiciones de estrés, la planta no produce la enzima que la protege, perdiéndose la selectividad, pudiendo llegar a la muerte en caso de no revertirse la situación. Los síntomas

desaparecen a los 7 a 10 días con el ingreso del agua de riego luego de la aplicación de dicho producto.

Es compatible con todos los herbicidas usados en arroz, los mayores problemas de incompatibilidad se dan con insecticidas de los grupos Carbamatos y Organo fosforados.

B) Infestación simultánea de gramíneas, ciperáceas y hoja ancha (dicotiledóneas):

Se aplica Nominee que es un herbicida selectivo sistémico de amplio espectro que controla gramíneas, ciperáceas y latifoliadas. Es riego dependiente, o sea que se debe regar 1 a 4 días después de la aplicación para obtener un mejor control, porque no posee efecto residual sobre el suelo, además no controla capín con más de tres hojas.

El momento de aplicación es aproximadamente entre los 10 y 15 días de emergencia. Esto sería 24 a 48 horas antes del inicio del primer riego lo que ayuda a mejorar la acción del herbicida.

Todas las pulverizaciones, tanto post como preemergentes, se realizan con avión. Las dosis de los herbicidas se aplican con un caudal de 20 L/ha., a excepción de propanil que se aplica con caudal de 30 L/ha. ya que por ser de contacto requiere una mejor cobertura de gotas.

Estos volúmenes son los usados en general en este tipo de aplicaciones, para el caso del avión generalmente solo se hacen los cálculos de cantidades de productos a utilizar y control de las gotas por cm^2 con tarjetas hidrosensibles, en el primer vuelo del mismo. Esto es de suma importancia de acuerdo al producto que se aplicaba, siendo necesarias 40-50 gotas/ cm^2 para herbicidas de contacto (propanil) y 25-35 gotas/ cm^2 en herbicidas sistémicos.

Un avión con capacidad de carga de 600 L tiene una capacidad de trabajo de 30 ha por vuelo.

Antes de comenzar todas las operaciones de pulverización aérea, se realiza una inspección del estado de la pista de aterrizaje y se llevaban todos los insumos necesarios con bastante anticipación (coordinación) para no perder tiempo en el momento de trabajo. El agua también se lleva a la pista desde una fuente limpia generalmente en acoplado tanque específico de 5000 L.

Cabe señalar que las aplicaciones terrestres de preemergencia son económicamente más factibles y de mayor eficiencia que las aéreas, pero sin embargo estas últimas resultan una buena alternativa cuando el tiempo (urgencia) limita la tarea.

Otros herbicidas de difusión son:

NOMINEE (Bayer): p.a. Byspiribac sodio. Sistémico, control de amplio espectro: gramíneas, ciperáceas, latifoliadas. POSTEME. dosis: 100 cc/ha.

FACET (BASF): p.a. quinclorac. sistémico, controla gramíneas. POSTEME.

COMMAND (Dupont), p.a. Clomazone. dosis 500 cc/ha. Se usa en PREEME + glifosato. Controla amplio espectro. Gran residualidad.

9. Plagas y Enfermedades

Los daños por plagas son poco frecuentes en zonas templadas, el único requerimiento de aplicación generalmente es para Chinche del tallo (*Tibraca limbativentris*).

Para posibles ataques de Oruga militar se adiciona preventivamente a cada aplicación de herbicidas 100 cc/ha. de Cipermetrina al 25%.

Tibraca, ataca durante la etapa vegetativa y reproductiva. Por lo general está asociada con problemas de riego. Su ataque se evidencia debido a que se encuentran panojas blancas en los lotes atacados, ya que ataca justo debajo de esta cortando la conducción de la savia y al ser tiradas hacia arriba se desprenden con facilidad. Esta chinche en particular tiene

preferencia por variedades Doble Carolina debido a las características de sus tejidos. Se controla con Metamidofós en dosis alta (1,5 L/ha.). La misma se realiza con avión cuando la chacra se encuentra en riego, el efecto de turbulencia del avión ayuda a llegar el producto a las partes inferiores de la planta lugar donde se localiza el insecto.

Se realizan, también, inspecciones de rutina para detectar posibles ataques de Oruga militar (*Spodóptera frugiperda*), Gorgojo acuático (*Oryzophagus oryzae*) y Chinche del grano (*Oebalus poecilus*).

En cuanto a las enfermedades de mayor incidencia (Brusone o Quemado del arroz - *Pyricularia oryzae*-, Podredumbre del tallo -*Sclerotium oryzae* y *Hemiltosporium sigmoide-*), los mayores daños son producidos en las variedades Doble Carolina. En general la magnitud de las mismas no alcanza niveles significativos que justifiquen la aplicación de fungicidas específicos.

Por otra parte, en las variedades modernas, la prevención reside en la selección del material de siembra, eligiéndose aquellas que presentan resistencia a las distintas enfermedades.

Enfermedades fisiológicas:

TOXICIDAD POR HIERRO:

Condiciones predisponentes:

- Alto Contenido Fe²⁺ en suelo: Optimo (mg kg⁻¹): 100-150, Niveles críticos (mg kg⁻¹): 300-500.
- Textura arenosa
- Bajo pH <5
- Bajos contenidos de K, P, Ca, Mg.
- Mayor probabilidad de ocurrencia en los suelos rojos.
- Inudación continua
- Altos contenidos de MO no descompuesta

Control:

- Laboreo anticipado
- Quema de rastrojos
- Fertilización con NPK
- Uso de variedades tolerantes (la mayoría de las variedades en cultivo lo son, al contrario de lo que sucede para Vaneo fisiológico)

TOXICIDAD POR SULFIDRICO:

Condiciones predisponentes:

- Alto Contenido en suelo de SO₄⁻
- Textura arenosa
- Bajos contenidos de Fe que precipite al azufre como sulfato férrico (FeS)
- Altos contenidos de MO
- Agua de riego salina con altos valores de SO₄⁻
- Sitios con baja circulación de agua (baja oxigenación)

Control:

- Laboreo anticipado
- Quema de rastrojos

VANEO FISIOLOGICO:

Condiciones predisponentes:

Alto Contenido MO
Textura arenosa

Albardones de los ríos Paraná y Miriñay
Inudación continua

Control:

Desecamiento antes de la DPF (predispone a PIRICULARIA)

Laboreo anticipado

Quema de rastrojos

La mayoría de las variedades son susceptibles

10. Riego

El manejo del agua tiene gran importancia en el cultivo de arroz.

Además de ser un elemento fundamental para los requisitos fisiológicos de la planta, influye en la disponibilidad de nutrientes, control de plagas, malezas y otras causas adversas como bajas temperaturas en periodos críticos (reproductivo) y la aparición de enfermedades (el estrés hídrico predispone a piricularia).

El establecimiento destinado al cultivo de arroz debe contar con un relevamiento planialtimétrico satelital donde figuren todas las curvas de nivel y sus cotas respectivas, lo que permite una mejor y mas eficaz diagramación de la arrocera (camino, canales de riego y drenaje, etc.).

Elevación de agua

La arrocera debe contar con estaciones de bombeo para su represa, laguna o río que proveen el agua de riego.

La extracción del agua se recomienda realizar con tres equipos de bombeo, para que en el caso de rotura de alguno de ellos los restantes puedan seguir suministrando riego. Estos equipos pueden ser:

1. Bomba Kerber de 450 mm (2.664 m³/h.) de doble succión con motor GM de 160 HP (1.500 rpm)
2. Bomba Genovesse de 400 mm (1.800 m³/h.) con motor Deutz de 140 HP (2.400 rpm)
3. Bomba Mernak-Kerber de 350 mm. (1.400 m³/h.) con tractor John Deere 3530 de 100 HP y toma de fuerza (540 rpm).

Todas estas bombas descriptas son de tipo centrífugas con eje horizontal. Estas se encuentran ubicadas de tal forma que la altura de succión no supera los 3 m. al termino del período de riego (100 días aproximadamente). En teoría esta altura puede llegar a los 4,5 m.; pero en la práctica ésta haría muy ineficiente el bombeo por problemas en el estado de las bombas (desgaste, hermeticidad entre rotor y caja -es decir, sellado entre zona de presión positiva y negativa en el interior de la caja de bomba-, etc.).

La eficiencia es la relación entre Potencia Efectivamente Demandada y Trabajo de Elevación de Agua. En las bombas empleadas se estima una eficiencia media del 75% aproximadamente.

Al inicio del período de riego es muy poca la altura de succión, debido a que las represas están en su máxima cota. Por lo tanto se comienza con alto rendimiento y eficiencia, la cual decae a medida que desciende el nivel de agua en la represa. Cabe destacar que más del 50% del agua se toma con bajo levante, ya que en el tercio superior de la represa se encuentra más de la mitad del agua de la represa.

La altura geométrica que deben elevar el agua estas bombas (desde pelo de agua hasta cabecera de canal de conducción) por ejemplo es de 3 m. al inicio del riego y finalizando el mismo con 7 m.

Es importante conocer el régimen de trabajo de las bombas y el rango de rpm de los motores que generan su correspondiente potencia, ya que con estos datos y sabiendo la variación en la altura geométrica que se produce en el período de bombeo, sabremos que juego de poleas deberán llevar cada equipo de bombeo y hasta que punto se puede incrementar el régimen de trabajo de las bombas con aceleración, al efecto de mantener constante el caudal a medida que aumenta la altura de levante.

Las estaciones de bombeo extraen el caudal instantáneo necesario para cumplimentar el riego del arrozal, recomendándose caudales de 2 L/seg/ha. En lotes con antecedentes de vaneo fisiológico, se supera éste en un 10 al 20%. Esto se debe a que se requiere la práctica de desecamiento 10 días antes del inicio del período reproductivo (42 DDE) y reinundación antes de la DPF (53 DDE), por lo cual esta práctica requiere una mayor capacidad instantánea de riego, ya que de lo contrario si no se completa el riego a tiempo se puede ver afectada la segunda componente de rendimiento (número de granos por panoja).

Conducción del agua

El sistema de riego comprende un conjunto de canales, los que se originan en las represas (Canal maestro o primario), se distribuyen a los sectores del campo y permiten la llegada del agua a los lotes a regar (canal secundario). En el dimensionamiento, marcado y construcción de los mismos se debe tener en cuenta que a menor pendiente mayor deberá ser la sección del canal.

Una pendiente del 3% es la ideal, pero si con esta se llegaba al final del canal a cota muy baja se pierden hectáreas de la chacra por lo que puede trabajarse con una pendiente del 2%. Las piernas del canal se construyen a 80 cm. de altura, para transportar una lámina de 40 a 60 cm dejando una revancha de 20 cm. aproximadamente. Estos canales no deben superar el 5% de pendiente ya que se podrían dar problemas de erosión. Este valor máximo es utilizable en canales sobreelevados, los cuales demandarían menor sección y, por lo tanto, menor costo de construcción (movimiento de suelo).

El manejo del riego se efectúa dentro de los lotes por medio de regaderas (canales terciarios), pequeños canales no permanentes, que son renovados todos los años.

Consumo de agua

Se considera que para la zona, teniendo en cuenta el tipo de suelo, ciclo de la variedad y condiciones climáticas, el consumo promedio de agua es de 15.000 m³/ha/ciclo. Del volumen total requerido, 10 a 11 mil m³ se aportan mediante riego y lo restante, es abastecido por las precipitaciones durante el ciclo del cultivo.

Este valor aproximado de 10.000 m³/ha/ciclo surge de sumar los gastos que se dan durante el periodo de riego que son:

- Evapotranspiración
- Percolación (filtración u infiltración)
- Pérdidas laterales
- Pérdidas en la conducción y manejo del agua

Estos factores están influenciados por las condiciones del clima, las características del suelo, la duración del período de riego, el agua freática, el rendimiento y el método de siembra y el riego. Los bordos mal contruidos aumentan el consumo de agua debido a las filtraciones y la falta de destreza en el empleo de la provisión de agua conduciendo a su desperdicio.

La infiltración varía en extremo según las características del suelo, la topografía, la profundidad del agua freática y las prácticas de cultivo. Aunque la infiltración tiene algunas ventajas, tales como la eliminación de sustancias tóxicas y la aportación de oxígeno a las raíces, cuando es excesiva conduce a las pérdidas del agua, a un lavado de los nutrientes y a la salinidad del suelo. Las pérdidas por percolación (expresadas en términos de conductividad hidráulica pueden ser evaluadas por el método del **cilindro de Wickham**, dispositivo que consiste en medir la conductividad hidráulica en una superficie conocida, en un tiempo de entre 1 y 5 minutos.

Las pérdidas laterales por roturas de tapas son estimadas mediante un **vertedor rectangular tipo Francis**, el cual es usado para determinar caudales.

La Evapotranspiración puede estimarse en forma indirecta a través del **Método de Penman** modificado por FAO, mediante el análisis de información climática de la zona. Asimismo, se estima a través del balance hídrico por el método de **Blaney y Criddle**, el cual expresa sus resultados en forma de uso consuntivo del arroz. Por ejemplo, para el establecimiento El Rocío (Trabajo Final de Graduación, Enrique Giménez) se obtuvieron los siguientes valores promedios de Evapotranspiración ($\text{mm día}^{-1} \text{ha}^{-1}$) durante el ciclo del arroz: 7,6 con el método de Blaney y Criddle y 2,5 con el método de Penman, obteniéndose con ambos métodos los máximos valores cuando la demanda de agua fue superior (meses de Diciembre y Enero).

En este caso, las pérdidas laterales por rotura de tapas medidas con el vertedor Francis, expresadas en caudal promedio fueron de $0,00035 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ha}^{-1}$ ($0,35 \text{ l}^1 \text{seg}^{-1} \text{ha}^{-1}$), para serie Puesto Colonia a $0,000079 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ha}^{-1}$ ($0,079 \text{ l}^1 \text{seg}^{-1} \text{ha}^{-1}$), para la serie Caneto. Las pérdidas diarias debido a la percolación, en términos de conductividad hidráulica, resultaron en 2,6 a 6,7 $\text{mm día}^{-1} \text{ha}^{-1}$, series Caneto y Puesto Colonia, respectivamente.

Teniendo en cuenta el uso consuntivo del arroz y las pérdidas de agua aproximadas, para la Provincia de Corrientes se toma como regla que la demanda de agua del cultivo ronda los $2 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Este valor expresado en m^3 y en 100 días de riego representa $17280 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Las precipitaciones durante los meses de Setiembre a Marzo pueden aportar por ejemplo 500 mm ($5000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Esto significa que se le debe aportar mediante el riego la diferencia resultante $17.280 \text{ m}^3 - 5.000 \text{ m}^3 = 12.280 \text{ m}^3$.

Si nuestra represa es capaz de almacenar, en función de las precipitaciones estimadas, de su diseño y del área de la cuenca de aporte, por ejemplo unos $8.800.000 \text{ m}^3$; Entonces con esta represa se pueden regar $8.800.000 \text{ m}^3 / 12.280 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} = 716 \text{ ha}$.

Para poder regar estas 716 ha se requeriría del equipo de bombeo un caudal de riego de $1.432 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1}$ ($716 \text{ ha} * 2 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1}$), adicionando un 25% más como margen de seguridad, tendríamos un valor sobreestimado de: $1.790 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1}$.

Para verificar la capacidad de bombeo necesaria para regar la superficie prevista (716 ha) se suman los caudales de trabajo cada una de las bombas. Por ejemplo si tuviéramos tres bombas de $2.520 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (cada una equivalente a $700 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1}$), tendríamos para las tres

bombas una suma de $7.560 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (un total de $2.100 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1}$). En este ejemplo, este valor es superior a los requerimientos de $1.790 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1}$ necesarios para regar 716 ha a $2 \text{ l} \cdot \text{seg}^{-1}$, con lo cual se deduce que si las tres bombas trabajan conjuntamente durante todo el ciclo del arroz cubrirían perfectamente la demanda de riego durante la campaña.

Manejo del riego y dinámica de los suelos inundados

El arroz es una planta semiacuática que se desarrolla en suelos inundados gracias a la presencia de aerénquima, tejido especializado que permite la llegada de oxígeno del aire hasta las raíces, oxigenando la rizósfera.

La inundación es un requisito para obtener altos rendimientos, y esto se debe a que:

- Evita el estrés hídrico.
- Aumenta la disponibilidad de nutrientes como P, K, Fe, Mn, Ca y Mg.
- Se elimina la competencia de algunas malezas.
- Hay un microclima más estable y por lo tanto más favorable para el crecimiento de la planta de arroz.
- Prevención de plagas y enfermedades.

Una inundación permanente, con una lámina de agua de 5 a 10 cm. debe ser establecida lo antes posible y mantenida durante todo el ciclo. La tendencia actual en el manejo del riego es el corte de la entrada de agua a los lotes luego de 10 días de plena floración. De esta manera la planta completa el llenado de los granos en condiciones de inundación y madura con la humedad almacenada en el suelo, consiguiéndose un ahorro importante del recurso agua sin afectar el rendimiento y permitiendo realizar la cosecha en seco, situación favorable en la práctica de SD.

El momento más adecuado de inicio del riego es cuando la planta tiene 4 o 5 hojas (15 a 20 días después de la emergencia), siempre y cuando la inundación pueda ser establecida sin que las plantas de arroz queden sumergidas, por más de 3 días, pues esto ocasionara la muerte de las plántulas.

Control de malezas: La presencia de una lámina de agua sobre el suelo actúa como una herramienta eficaz en el control de malezas.

El manejo del agua y la aplicación de herbicidas se complementan para lograr buena eficiencia en el control de malezas. Las malezas propias del arroz están adaptadas para desarrollarse en suelo inundado, pero estas no pueden germinar en esas condiciones.

Prevención de plagas y enfermedades: Existe una predisposición al aumento de enfermedades en chacras con problemas de riego, en donde no se puede mantener una lamina uniforme. Un estrés hídrico predispone a la planta al ataque de Piricularia, ya que en este caso la planta detiene el proceso de fotosíntesis y queda nitrógeno inorgánico soluble en los tejidos que predispone a el desarrollo del hongo, por el contrario, una lámina demasiada alta puede predisponer a la planta a enfermedades del tallo.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores el manejo se realiza de la siguiente forma:

Luego de 10 a 15 días después de la emergencia de las plántulas, se realiza el control de malezas y la fertilización nitrogenada de premacollaje con UREA, inmediatamente después se inicia el riego para de esta manera complementar el control de las malezas e incorporar el fertilizante.

En los lotes donde existen antecedentes de **Vaneo Fisiológico** (pico de loro), cuya posible causa es la excesiva caída del Potencial Redox a valores negativos sobre todo en suelos livianos (textura franco arenosa) y con materia orgánica sin descomponer, se recomienda realizar en casi todos los lotes un desecamiento de aproximadamente 7 a 10 días, entre el final de macollaje y la diferenciación de primordio floral, es decir entre los 40 y 45 días desde la emergencia.

El objetivo de este desecamiento es lograr que ingrese aire al perfil del suelo y de esta manera reoxidarlo para tratar de elevar y estabilizar el Potencial Redox en el momento del inicio de fase reproductiva que es cuando también se induce el vaneo fisiológico.

Para poder lograr este tipo de manejo afectando lo menos posible el desarrollo del cultivo, es muy importante poder volver a inundar el lote en forma rápida, cuando sea necesario, ya que es imprescindible que la planta no sufra un déficit hídrico en un momento tan importante como la diferenciación de primordio, momento en el que se va a definir la segunda componente de rendimiento, cantidad de granos por panoja. El síntoma más característico de la enfermedad se presenta en la panoja, donde la cáscara (lema y pálea) se deforman en forma de pico de loro, en general estas flores deformadas no tienen granos; las plantas afectadas suelen permanecer verdes porque carecen de destinos donde translocar los fotosintatos.

Problemas en la disponibilidad de agua para riego

En el caso de riego por represas puede suceder que ante años poco lluviosos al inicio del riego no se cuente con la reserva suficiente de agua para llevar a cabo la intención de siembra del establecimiento. Por ejemplo, puede darse el caso de que la o las represas tengan un faltante de $1.500.000 \text{ m}^3$ (lo que representa la dotación de agua prevista para el riego de 150 ha tomando una demanda promedio aproximada de $10.000 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ciclo}$ donde se ha descontado el aporte previsto de las precipitaciones). No obstante, cuando se está cerrando la siembra en noviembre se decide completar el plan de siembra previsto incluidas estas 150 ha potencialmente regables de esta represa, asumiendo el riesgo implícito.

Esta situación puede llevarse a cabo cuando la represa posee una buena cuenca colectora dada por una relación 4:1; la cuenca colectora o de captación debe ser cuatro veces mayor a la superficie a regar. Por lo que previendo lluvias, aún por debajo de la media, entre los meses de noviembre y enero, la recarga sería suficiente para recuperar el millón y medio de m^3 aludidos.

Sin embargo, esto puede no suceder y en el mes de febrero, faltando los últimos riegos de una parte de la chacra y no registrándose ninguna precipitación que produzca recarga en el período esperado, se puede agotar la reserva de agua de la represa, con la consecuente suspensión del riego en la fase final del cultivo (prefloración) para esos sectores de chacra.

Las lluvias que recargan la represa son aquellas que por su intensidad alta producen escurrimiento superficial. Si las lluvias no son intensas se produce un escaso o nulo escurrimiento superficial de las lluvias esto sumado a una sequía precedente ocasiona que el suelo sea capaz de infiltrar grandes volúmenes de agua.

Es importante conocer la distribución de lluvias del establecimiento en cada mes ya que si dos de ellas ocurren seguidamente, la primera produciría la saturación del suelo y la segunda, en consecuencia, escurriría prácticamente en su totalidad favoreciendo la recarga de las represas.

Cabe señalar que las precipitaciones que ocurren en octubre y noviembre si son de bajos volúmenes, resultan muy favorables para el nacimiento del cultivo además de permitir completar en tiempo y forma el plan de siembra.

Cuando las precipitaciones de enero y febrero (período crítico para el cultivo) las precipitaciones se presentaron con poca frecuencia e inferiores a 40 mm impactan negativamente a la producción. Este periodo, además de las escasas precipitaciones contribuyen a una situación crítica las elevadas temperaturas y baja humedad relativa que determinan la ocurrencia de una alta evaporación.

Para el cálculo de la merma de rendimientos por falta de agua de riego se multiplican las hectáreas no cosechadas por el rendimiento mínimo esperado (el rinde esperado es usualmente 6.000 kg/ha).

11. Fertilización de cobertura

Nitrógeno

La fuente, momento de aplicación y la cantidad de este elemento deben ser adecuados para cada situación, ya que si no se cumplen determinados requisitos, el resultado será de baja respuesta, altos costos y tasa de retorno nula o negativa.

La respuesta a este elemento esta altamente condicionada por diversos factores tanto ambientales como de manejo:

Climáticos: al igual que en la mayoría de los cereales, el mayor condicionante a respuestas positivas es la luminosidad, tanto en su expresión de horas luz como intensidad lumínica; el otro factor determinante es la amplitud térmica, debido a un Q_{10} respiratorio elevado para el arroz, las noches cálidas no favorecen la acumulación de energía, disminuyendo la demanda de nitrógeno y la respuesta al mismo.

Genéticos: las Variedades Modernas o VAR (Variedades de Alto Rendimiento) por su arquitectura foliar y resistencia a vuelco, en condiciones normales de manejo, presentan mejor respuesta que las tradicionales como Fortuna, variedad esta que responde solamente en condiciones de muy alta luminosidad, no propias de nuestra región arroceras y si la hubiera son muy susceptibles a vuelco, razón por la cual no se fertilizan con Nitrógeno.

Época de siembra: las mayores respuestas se dan en fechas de siembras óptimas, por lo contrario, en siembras tardías la respuesta frecuentemente es nula, esto se debe a las condiciones climáticas desfavorables en el período reproductivo (días cortos y temperaturas bajas).

Stand de plantas e IAF (Índice de área foliar): esto condiciona fundamentalmente, el momento y dosis a aplicar. Cuando nos encontramos con un stand de plantas bajo (inferior a 140 plantas/m²) conviene aplicar una mayor dosis en *macollamiento* para compensar la menor cantidad de plantas y que no se vea comprometida la primera componente de rendimiento que es panojas/m². Cabe recomendar la aplicación de una fracción de la dosis en densidades menores o iguales a 240 plantas/m². En *Diferenciación de Primordio*, se tiene en cuenta el IAF que, si fuera bajo se esperaría una respuesta satisfactoria a la fertilización nitrogenada, por consiguiente la dosis a aplicar es mayor. A campo, al no contar con un escaneador de área foliar se hacen estimaciones de canopeo en forma visual.

Malezas y Enfermedades: si las malezas gramíneas no fueran debidamente controladas, conviene no aplicar nitrógeno, debido a que éstas (principalmente *Echinochloa sp.*) poseen una capacidad de absorción de Nitrógeno varias veces superior al arroz, por lo que favorecemos la competencia y la respuesta es frecuentemente negativa.

La aplicación de N en macollaje se hace en suelo seco entre 1 a 4 días antes del riego. De esta forma el fertilizante es diluido por el agua y se incorpora al perfil del suelo al ser arrastrado en la infiltración, registrándose de este modo menores pérdidas. La aplicación en seco disminuye su eficiencia si el riego se realiza pasados 5 días de la misma, pues puede dar lugar a la nitrificación con la consecuente pérdida por desnitrificación cuando se inunde. También puede aplicarse sobre el agua de riego (con avión), tratando siempre de tener una lámina de agua baja y que esta esté estancada para que no ocurran pérdidas por movimiento del fertilizante aplicado.

Fósforo

El fósforo es indispensable en el desarrollo de la planta sobre todo para las raíces y para la producción de macollos en la etapa vegetativa. Es aplicado en la siembra, ya que es absorbido temprano por la planta, actuando como arrancador estándar.

Con menos de 10 ppm en suelo, es de esperar respuesta económica a la fertilización, entre 10 a 20 ppm puede haber respuesta agronómica pero con tasa de retorno no conveniente. Si bien la inundación produce un incremento de los niveles de fósforo en el suelo, todos los suelos arroceros de Corrientes requieren ser fertilizados ya que se encuentran en el rango de 1 a 5 ppm y aún luego de la inundación, no se alcanza superar el nivel crítico de 10 ppm.

Potasio

Si bien el arroz necesita Potasio durante todo el ciclo, una deficiencia de este elemento no parece afectar mucho el rendimiento.

El Potasio es necesario al inicio del crecimiento vegetativo y en el macollaje, promueve la síntesis y movimiento de los carbohidratos de la planta y como consecuencia la formación y peso de los granos.

En general no se ha encontrado respuesta a la fertilización potásica ya que con la cantidad presente en la mayoría de los suelos es suficiente; en muchos casos se lo incluye para reponer la extracción, principalmente en chacras con muchos años de monocultivo.

12. Cosecha

La fecha de ingreso a los lotes para la cosecha se debe consultar en las planillas de producción donde para variedad se conoce la fecha estimativa según la duración de su ciclo y la fecha donde ha ocurrido la emergencia.

Cinco días antes de esta fecha se realiza un muestreo del lote para determinar humedad del grano, sabiendo que es posible iniciar la cosecha con 28% de humedad siempre y cuando la cantidad de verdín (granos inmaduros, verdosos) en estado pastoso sea inferior o igual al 6%. En este caso no se acepta para cosecha un lote donde las panojas contengan verdín en estado lechoso.

Para la determinación de humedad se utiliza un humidímetro digital similar al que usan los molinos arroceros.

Cuando se cosecha para semilla (para la siembra de la campaña siguiente) es preferible iniciar la trilla en madurez fisiológica (30 a 28% de humedad aproximadamente). El objetivo es reducir al mínimo el tiempo entre madurez fisiológica y cosecha debido a que la permanencia del grano maduro en la planta, expuesto a condiciones de temperatura y humedad altas, desencadenan (sin completar) los procesos enzimáticos propios de la

germinación, conduciendo ello a una disminución de la energía germinativa. Con cosechas en tiempo y forma se logran mejores valores de poder y energía germinativa.

La determinación del momento de recolección es también importante para el arroz destinado a consumo. Los atrasos o adelantos con respecto a la fecha óptima de cosecha ocasionan pérdidas, ya que el arroz cosechado rendirá menos o su calidad se verá afectada.

La baja humedad relativa y los excesos de temperatura conducen a una maduración acelerada de los granos, los que resultan más sensibles al quebrado durante la trilla. Aún cuando se inicie la cosecha “normal” con humedad del 22%. Esto produce una baja del orden de 10 a 12 puntos del porcentaje base de comercialización de grano entero, afectando severamente el valor económico de la producción.

La cosecha del arroz es considerada la de mayor dificultad, tanto por la transitabilidad, ya que se realiza en suelos inundados, como por la complicación del pasaje sobre las taipas.

Por otra parte el alto índice de ingestión de materia verde ocasiona serios problemas en los sistemas de separación y limpieza ya que la planta, al momento de cosechar, se encuentra con un alto contenido de humedad. Muchas variedades poseen los granos y las hojas pubescentes que hacen al material muy abrasivo, y todo esto también dificulta el colado del grano ya trillado, por lo que las mayores pérdidas se dan por cola (sacapajas) y requieren un control permanente.

Las cosechadoras de última generación han modificado el sistema de trilla y colado para disminuir las pérdidas de granos por cola. Estas son por ejemplo:

- John Deere CTS Rice.
- Case III 2388 Axial Flow.

Ambas máquinas poseen cabezal de corte rígido de veinte pies (6,1 metros).

El molinete es de dientes paralelos unidireccionales de ángulo variable. Este cuenta con un sistema de regulación hidráulica que permite corregir desde la cabina la altura, el avance, el retroceso y la velocidad de giro.

La barra de corte posee cuchillas de tres pulgadas con bordes aserrados, lo que permite que el corte sea neto y el material no se deslice contra el filo.

El sinfín es de gran diámetro, cuenta con dientes retráctiles dispuestos helicoidalmente en la parte central.

JOHN DEERE CTS RICE

Esta es una máquina específica para la cosecha de arroz. El sistema de trilla es el convencional de cilindro de alta inercia y cóncavo de dientes por lo que el grano se separa por un efecto de impacto o golpe.

La principal característica de esta máquina y lo que la hace tan eficiente es que no posee sacapajas el cual es reemplazado por un sistema de separación o colado activo denominado TINNER SEPARATOR.

Este sistema consta de dos cilindros colocados axialmente y rodeados por sus respectivas camisas, que toman el material liberado por el cilindro, dándole un tratamiento activo por frotamiento, mejorando sustancialmente la separación del grano con menor dependencia de la humedad de la paja.

Gracias a este sistema, con esta máquina se puede entrar a cosechar 1 a 1,5 horas antes a la mañana y nos permite prolongar ese mismo tiempo al final de la jornada, sin que se produzcan pérdidas importantes debido a la humedad.

CASE III 2388 AXIAL FLOW

Esta máquina no es específica para arroz, pero se comporta bien en este cultivo gracias a la doble tracción y a que el sistema de trilla también es muy activo.

Esta presenta el sistema AXIAL FLOW que es el sistema de trilla en el que el cilindro, el cóncavo y el sistema de separación por sacapajas, son reemplazados por un solo elemento que es un cilindro axial de gran diámetro de 3,2 m de largo. Las muelas encargadas de la trilla están colocadas helicoidalmente a lo largo del rotor, haciendo que el material que ingresa por el embocador se desplace en forma de espiral hasta salir del cilindro por la parte trasera.

Este gran rotor produce la trilla y la separación, frotando el material contra una caja o camisa. Esta consta de dos secciones, la primera, que es la encargada de la trilla y cuya regulación se realiza en forma hidráulica desde la cabina. La segunda sección, ubicada más atrás, es la encargada del colado y es prácticamente fija, solo puede regularse la mitad superior por debajo de la máquina.

El rendimiento operativo promedio logrado por cada máquina es de 17,5 ha/día, trabajando aproximadamente 9 a 10 horas.

La velocidad de trabajo alcanza los 4 a 5 Km/h.

Con respecto a las **pérdidas de cosecha**, estas máquinas cuentan con **sensores** que indican la cantidad de granos que se están perdiendo. Estos sensores **son amplificadores del sonido** que producen los granos cuando impactan sobre el panel y son colocados de manera que puedan medir discriminadamente las pérdidas de cola, zaranda y zarandón. El sonido es procesado y registrado en un display en el tablero de la cabina.

Las pérdidas aceptables en arroz son del 2% del rendimiento potencial del cultivo, es decir que, por ejemplo, para un rendimiento de 7000 Kg/ha. se aceptan pérdidas de 140 Kg/ha. En estas máquinas, se midieron pérdidas de 50 a 70 kg/ha. (inferior al 1%). Estos sensores requieren ser calibrados por el método de medición de pérdidas convencional (PROPECO-INTA) al inicio de la cosecha y luego se efectúan controles periódicos.

Un punto a considerar cuando se trabaja con máquinas de alta capacidad como éstas es la logística, ya que se debe evacuar un volumen a veces superior a los 250.000 Kg. por jornada (con ambas máquinas) para lo cual es preciso contar con una cantidad de carros suficiente para ir descargando las máquinas sin necesidad de detener la trilla.

Para esto la empresa agropecuaria de 800-1000 ha debe contar con al menos 4 carretones autodescargables, por ejemplo dos Cestari de 14.000 L y dos Boelter de 10.000 L, todos de descarga rápida. Para tirar los carros grandes se requieren dos tractores como por ejemplo Zanello articulados de 200 HP y para los carros más chicos dos tractores de 120 HP, de Tracción Doble de preferencia.

13. Secado

La empresa agropecuaria puede contar o no con una planta de secado propia. Esta puede ser de una capacidad para 120 tn/día; uno de los sistemas de secado más usado es el tipo **flushing de flujo cruzado**.

Este consiste en una columna rectangular por donde desciende la masa de granos; en el **tercio inferior**, la misma, es atravesada por un flujo de aire a 70 a 90 °C. Esta sección es la llamada **Cámara de Calentamiento**, la cual tiene dos funciones desde el punto de vista mecánico de la secadora, primero la masa de granos eleva su temperatura al tomar contacto con el aire caliente y, segundo, el aire saturado de humedad es arrastrado por la corriente de aire generada por la succión que ejerce una turbina propia de este sistema de secado. El aire caliente proviene de un horno que usa leña como combustible. La temperatura que adquieren los granos no debe superar los 40 °C en caso de arroz para consumo y los 37 °C cuando se trata de arroz semilla para evitar daños en el embrión.

Las **dos terceras partes superiores** de la secadora son la denominada **Zona de Tempering**; allí mientras la masa de granos va descendiendo, se produce una transferencia de calor de la cáscara hacia el interior de cada grano, y de agua del interior hacia la cáscara, fundamentalmente por capilaridad. Este fenómeno es el que determina la **Tasa de Extracción** en el secado, la cual **no debe superar el 1% en arroces largo fino**, para evitar el quebrado debido a la rápida desecación que se produce.

Las etapas de Calentamiento/Tempering guarda una relación de tiempo que es de 8 minutos en la primera y 40 minutos en la segunda. A fin de bajar la humedad del grano al 13% se requiere una serie de recirculado del grano de arroz por estas dos etapas.

Para no dañar el producto y evitar la disminución de la calidad del mismo, lo que se debe lograr, durante el secado, es variar la temperatura manteniendo constante la tasa de extracción de humedad. Por esta razón, se recomienda comenzar el secado con temperaturas moderadas, las cuales irán aumentando a medida que disminuye el porcentaje de humedad del grano.

También se debe tener en cuenta la humedad relativa ambiente, ya que ésta puede variar la Tasa de Extracción, por la influencia que ejerce en la capacidad de extracción de la masa de aire húmedo en la Cámara de Calentamiento.

El tiempo de secado para una carga de 55 a 60 toneladas es de aproximadamente 12 horas, ingresando el grano con una humedad de 22% y llevándolo a 12-13%.

El arroz es descargado en la fosa de recibo, que proviene de la chacra, luego es llevado por medio de un sinfín hasta la noria desde la cual se puede cargar el secadero o almacenar en el silo cónico de grano húmedo (180 tn) para luego ir abasteciendo al secadero.

La capacidad de este secadero puede ser insuficiente para secar toda la cosecha de un establecimiento, por lo tanto una parte puede ser enviada a secar y almacenar fuera del establecimiento.

El arroz para semilla puede almacenarse en silos de malla metálica armados dentro de un galpón. El arroz de mala calidad como ser el arroz con alto porcentaje de quebrado (de lotes con problemas de riego final) puede ser embolsado seco para que el segundo semestre del año, resulte más fácil conseguir una venta para negocios específicos (por ejemplo para Parboil) que atenuaría los castigos mejorando el precio final.

Para embolsar los granos se requiere de una máquina embolsadora como ser marca Martínez y Staneck de 9 pies de diámetro, por ejemplo. Las bolsas de 60 m y 80 m pueden almacenar 150 tn y 200 tn, respectivamente. Esta labor debe realizarse sobre una superficie de pendiente definida emparejada con un rastrón nivelador para favorecer el escurrimiento

del agua de lluvia. La separación entre bolsas debe ser de 3,5 m. realizando entre ellas una zanja con la valetadeira (microdrenajes). El perímetro de esta superficie requiere ser cercada con alambrado para impedir la entrada de animales. Asimismo, es indispensable revisar las bolsas diariamente por eventuales roturas producidas por roedores o animales domésticos. La entrada de aire promueve el ardido del grano y la consecuente pérdida de valor fisiológico y comercial de la semilla.

Cátedra de Cultivos II, Ing. Agr. Sofía Olmos

Fecha de actualización: 18-10-06.