

17. Riego extensivo, experiencia comercial

B. Böcking y S. Bandeira

Bernardo Böcking, Donistar S. en C., Colonia Itapebí, Salto.
Contacto: bbocking@adinet.com.uy

Santiago Bandeira, Donistar S. en C., Colonia Itapebí.
Contacto: bandeira@adinet.com.uy

17.1. Presentación de la empresa

Donistar S. en C. (DSC) es una empresa arrocera que planta en el orden de 1.500 a 2.000 ha de arroz por año. Está inserta en una empresa ganadera y participa por ende, en la rotación agrícola ganadera de esta empresa. La agricultura, en este contexto, tiene un destacado rol en la estabilidad de la producción forrajera y granos para suplementación, y por otro lado, en la diversificación de rubros.

La combinación de rubros (rotación agrícola ganadera) se realiza con criterios conservacionistas, buscando un sistema de producción sostenible en el tiempo. El cuidado del ambiente donde se desarrollan las prácticas productivas es clave en este sentido, dado que el uso del recurso suelo es relativamente intensivo y con riego en un porcentaje considerable de la rotación (tanto en cultivos arroceros, como maíz, sorgo y eventualmente pasturas). En líneas generales, la secuencia de cultivos es de 2 años de arroz, 1 año de otro cultivo de verano y de 3 a 4 años de praderas. Anualmente se pretende regar los cortes de arroz, el corte de cultivo de verano y algo de la pradera, pero esto está sujeto a la disponibilidad de agua en las represas a mediados de la primavera.

Ubicación: El establecimiento se ubica en el departamento de Salto a 75 km. de la ciudad de Salto por ruta 31 en el paraje Colonia Itapebí.

Recursos disponibles:

Suelos

Los suelos del establecimiento corresponden a la unidad Itapebí-Tres Árboles de la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000). En el establecimiento se intercalan suelos superficiales (menos de 30 cm de horizonte A), con suelos profundos, aptos para agricultura (suelos profundos con aptitud de uso clase A y B según la clasif. del MGAP, donde se desarrolla la actividad agrícola). Los suelos dominantes en el área agrícola son Vertisoles y Brunosoles (suelos de alta fertilidad, donde se desarrolla la rotación, Cuadro 1), y como accesorio Litosoles de menos de 25 cm de profundidad (asociados a distintos grados de pedregosidad).

Agua

La siembra de arroz posibilitó la inversión en represas y canales para riego. Esta inversión beneficia un área de 4.000 ha de tierras aptas para agricultura. Además se cuenta con permisos o tomas de agua sobre el río Arapey, con sistemas de riego instalados y electrificados.

El cultivo de arroz posibilitó montar la infraestructura de almacenamiento y conducción de agua. Las condiciones de suelos y clima determinan un gasto de agua excesivo sino se con-

Cuadro 1. Análisis de los suelos dominantes en el área agrícola.

pH(H ₂ O)	M.O.	P Bray 1	P Cítrico	Textura			K	CIC (pH7)	Bases Tot.	% Sat.
	%	ppm	ppm	Arena	Limo	Arcilla				
5,9	6,5	4,7	15	25	40	35	0,7	36,5	30,2	82,7

trola adecuadamente el riego, esto llevó a que la empresa destinara recursos técnicos y financieros para buscar alternativas de manera de bajar el gasto de agua, mejorar la eficiencia del uso de este recurso y por otro lado asegurar los rendimientos.

Equipos e implementos

Se dispone de equipos específicos para la sistematización del cultivo de arroz, y por ende aptos para sistematizar riegos por superficie, con distinta metodología (equipos de nivelación láser, taiperas, landplane, traillas para mantenimiento de represas y canales, etc.)

Recursos humanos

Técnicos permanentes que cuenta la empresa para llevar adelante la planificación y manejo del riego: Santiago Bandeira, Juan Carnelli, Alejandro Castro, Juan Pablo Henderson, Ricardo Ceriani y Martín Rodríguez.

Además se cuenta con el apoyo de la Facultad de Agronomía y el INIA, donde se desarrollan trabajos de tesis de grado con la participación de profesores de la Estación Experimental Mario Cassinoni (Paysandú) de la Facultad de Agronomía, y técnicos del INIA Tacuarembó y Las Brujas, así como también se ha contado con la participación de estudiantes de postgrado de la Universidad Federal de Santa María (UFMS, Brasil).

Aguadores, la empresa cuenta con 4 personas permanentes desde hace 17 años y también hay un grupo de zafrales de 10 operarios que trabajan desde hace 6 años en la empresa donde han recibido capacitación continua en el tema para la tarea que se les asigna dentro del riego.

17.2. Necesidades de agua y riego

En líneas generales, tanto cultivos como pasturas, tienen periodos de déficit hídrico durante el verano, estos podrán ser o no severos y por lo tanto, afectar la producción en mayor o menor medida. Inclusive en años con elevadas precipitaciones o con registros promedio de lluvias, la distribución de las mismas no se ajusta a la evapotranspiración (ET) de las plantas o requerimientos hídricos de los cultivos, y sumado a que la capacidad de almacenamiento de los sue-

los no es suficiente, se generan también periodos de déficits.

Las altas temperaturas del verano y escasa capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, genera una necesidad de lluvias correctamente distribuidas, si se pretende producir a los máximos potenciales (tanto pasturas como granos). La errática distribución de las lluvias (además de lo impredecible de las mismas) genera déficits e inestabilidad en el sistema. En la zona de basalto, a las condiciones climáticas extremas, se le suma la presencia de arcillas expansivas que se contraen y agrietan, lo que aumenta sensiblemente la evaporación directa del agua almacenada en los suelos sin ser usada por las plantas. Por otro lado, las lluvias cuando se registran en verano tienen una intensidad alta y lo que realmente se aprovecha o infiltra al suelo es en promedio 70-80%, el resto escurre superficialmente y no recargan completamente el perfil (la infiltración promedio de los suelos al expandirse las arcillas es baja).

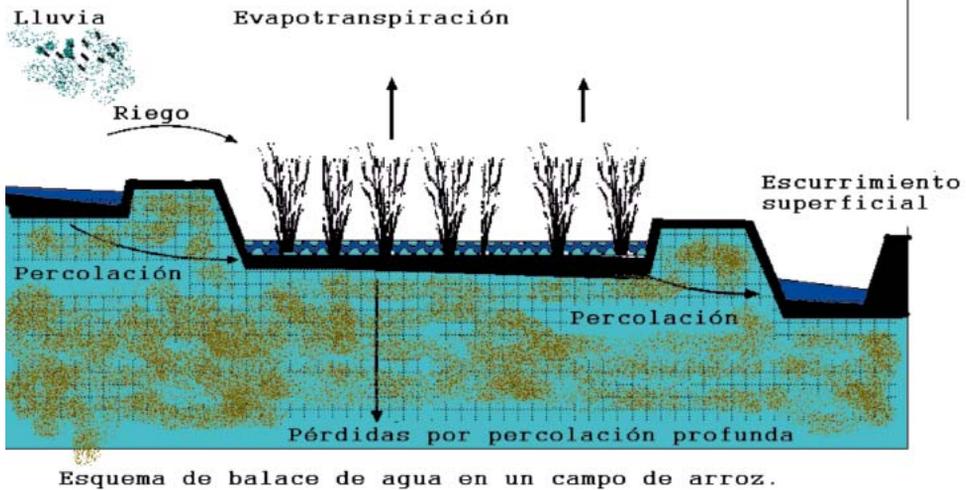
Arroz

El cultivo de arroz en el Uruguay es con riego. El método que se emplea habitualmente es por inundación permanente dado que está adaptado (presenta un tejido aerénquima para oxigenar raíces) a ese medio, lo que le permite competir mejor con malezas, usar la lámina de agua como buffer de temperaturas y naturalmente cubrir la ET del cultivo. El cultivo de arroz, posibilitó el aprendizaje de la empresa en el uso del agua (almacenamiento y distribución):

Con los manejos tradicionales de riego que empleaba la empresa (inundación permanente) se registraban excesivos gastos para la disponibilidad de agua o inversión realizada. Los volúmenes de agua almacenados para riego de arroz con un manejo de inundación en las condiciones donde opera la empresa, no eran suficientes, por lo que este cultivo durante los primeros años por más de tener una inversión en almacenamiento de agua tendiente a cubrir las necesidades hídricas de todo el cultivo (ciclo), terminaba dependiendo de las lluvias durante el verano para reponer el agua en las represas. Se gastaba más agua de la que reservábamos al inicio de cada zafra.

El movimiento del agua en la chacra de arroz incluye la ET del cultivo (único gasto de agua

Figura 1. Esquema de balance de agua en un campo de arroz.



productivo, lo que pasa por la planta), son las pérdidas por percolación profunda (no siempre está presente el horizonte Bt y/o escurrimiento superficial y sub – superficial).

Atendiendo a ese gasto excesivo de agua, se propuso ajustar la metodología de riego a las demandas del cultivo y características de suelos. Se comenzó evaluando las ineficiencias y pérdidas de agua con el objetivo de minimizarlas en la medida de lo posible y prever el agua ineficiente en caso de no poder eliminarlas. Se pretende aportar con el riego, la lámina que evapotranspira el cultivo y la porción de agua generada por las ineficiencias del sistema (evaporación directa de agua en lagos, canales y chacras, infiltración en canales, etc.). El control de malezas, se efectúa con el uso correcto de herbicidas (producto, dosis y momento debidamente seleccionados), asegurando con el riego una alta tasa de crecimiento del cultivo de arroz para que cubra rápido el suelo, pero al no contar con la inundación permanente, se corre el riesgo de nuevas emergencias de malezas (la inundación y falta de oxígeno en el suelo, impiden la germinación de semillas de malezas).

Ganadería

La ganadería es el rubro más sensible en cuanto a la incertidumbre de disponibilidad de agua y/o registros de lluvia. En líneas generales la producción de forraje en invierno es algo más

estable al haber especies invernales adaptadas y de buen aporte forrajero. En el verano, la producción ganadera se basa en la dilatación de exceso primaveral. La erraticidad de lluvias, escaso volumen de agua almacenado en el perfil del suelo y las altas demandas atmosféricas, hacen que predominen los años con déficit hídricos por períodos prolongados o bien con déficits puntuales, que dependiendo del ciclo de las pasturas o cultivo, pueden afectar sensiblemente la producción tanto de forraje como de grano. La incorporación del riego en este rubro permite estabilizar la producción ganadera, viabilizando la diversificación de la empresa.

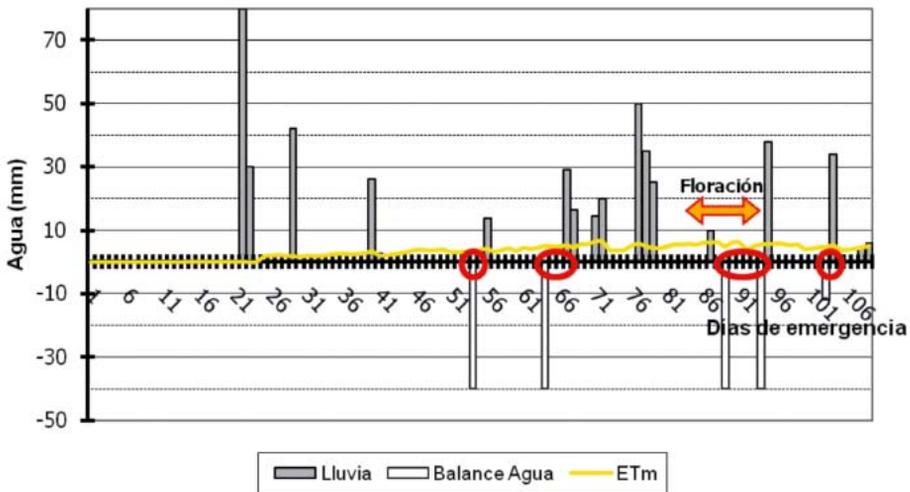
Se presentan a continuación ejemplos concretos de la disponibilidad de agua para distintos cultivos extensivos que ha manejado la empresa en zafra anteriores en conjunto con el INIA y la Universidad Federal de Santa Maria.

Maíz

El objetivo de este cultivo es suministrar alimento para el engorde de novillos, bien cosechando grano o la planta entera. La zafra 06/07 se sembraron 250 ha de maíz para cosechar con destino a planta entera.

La emergencia del cultivo fue el 8 de octubre. Durante su desarrollo, en los 110 días que se controló, evapotranspiró 352 mm (figura 2). Durante el mismo período, se registraron 476 mm de lluvia, suficiente como para satisfacer las

Figura 2. Balance hídrico para el cultivo de maíz (zafra 2006/07).



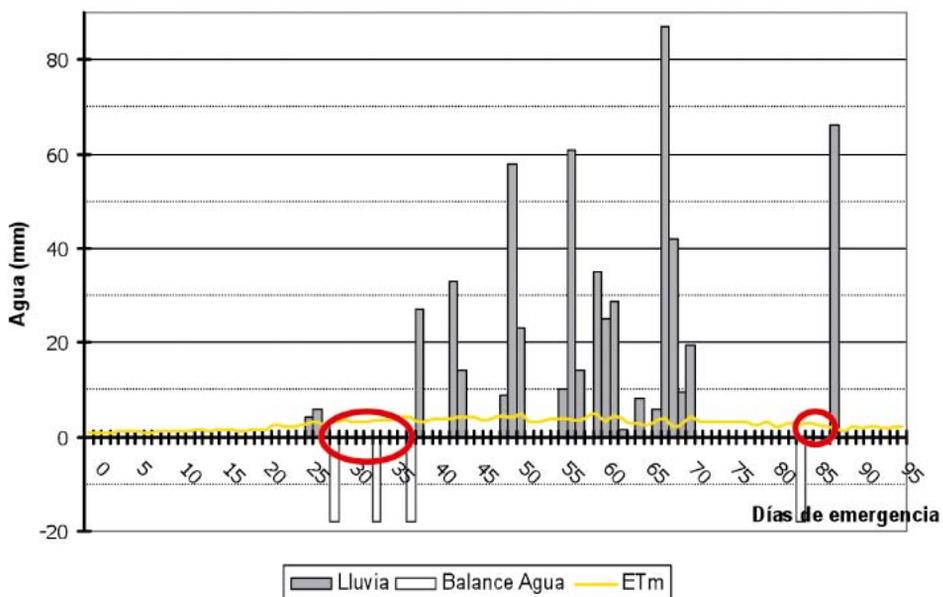
necesidades hídricas del cultivo. Sin embargo el balance hídrico diario en el suelo determinó 4 períodos (de una semana cada uno) con déficit marcados de agua disponible en el suelo para asegurar óptimo desarrollo del cultivo. La recomendación de riego para cubrir esos déficits fue de 360 mm (la misma tiene en cuenta una eficiencia de 70% en conducción y distribución de agua). Se grafica a continuación, para todo el ciclo

del cultivo, las lluvias registradas (barras +), la ET del cultivo y los déficits generados (barras -). Uno de los períodos de déficit hídrico coincidió con la floración del cultivo (período crítico).

Sorgo

Cultivo con destino a grano para engorde de novillos (grano húmedo). La zafra 06/07 se sembraron 400 ha de sorgo, de las cuales se regaron

Figura 3. Balance hídrico para el cultivo de sorgo (zafra 2006/07).



90 ha. La emergencia de las 90 ha a regar (promedio del área) fue el 28 de diciembre y muy mala, se tuvo que sembrar un porcentaje importante del mismo por la mala implantación a consecuencia de las lluvias de noviembre y diciembre. El cultivo durante los 90 días de ciclo que se controló la demanda de agua, evapotranspiró 268 mm. Durante el mismo período se registraron 589 mm de lluvia, sin embargo el balance hídrico en el suelo determinó 2 períodos con déficit marcados de agua disponible en el suelos para asegurar óptimo desarrollo del cultivo. La recomendación de riego fue de 145 mm. Se grafica a continuación para todo el ciclo del cultivos, las lluvias registradas que aportaron agua al suelo (barras +), la ET del cultivo y los déficits generados (figura 3).

Praderas

Las pasturas sembradas tiene como objetivo aparte de suministrar forraje, también cosechar semilla. No se realizaron estimaciones de ET para los riegos de praderas, si se tiene estimaciones en base a registros de la UFSM y modelos. Considerando una exploración radicular de 40 cm del perfil de suelo, hay una capacidad de almacenamiento de agua según caracterización realizada, de 87 mm. De estos, solo 50 mm estarían disponibles sin ocasionar stress a las plantas (sin restricciones de crecimiento). La ET diaria media en verano (condiciones normales y máximo crecimiento) es de 5 mm. Esto determina que el agua disponible en el suelo (agua almacenada en el suelo) cubra la demanda, por periodos de 10 días.

Una pradera, para lograr un máximo crecimiento en verano, requiere en el orden de 45 – 50 mm en un período de 10 días, esto determina una necesidad de 65 mm de lluvia cada 10 días (teniendo en cuenta lo que escurre en cada lluvia y no infiltra) o su equivalente en riego (una lámina de 80 mm de agua, con un sistema de riego con 65-70% de eficiencia).

17.3. Metodologías de riego

Tipos de riego y características destacables:

1. Superficial

DSC ha desarrollado el conocimiento y ajustado las técnicas de riego (con la colaboración de INIA, UFSM, literatura internacional, etc.) en el cultivo de arroz, lo que permitió luego, adaptar-

las para aplicarlas para riego de otros cultivos. El riego por superficie, demanda mucho trabajo, técnico (en controles y seguimientos), y de personal (RRHH, para ejecución de actividades). Es poco 'automatizado' y difícil de automatizar, lo que lo hace muy dependiente del operario. Se ha registrado una gran variabilidad de los resultados obtenidos por la falta de técnicas adaptadas localmente (dificultada en asegurar gastos de agua y ajustar *timing* o momento del riego con necesidad cultivo. Como características positivas, se destaca la baja inversión necesaria, y en sistemas arroceros, permite utilizar recursos existentes para el cultivo de arroz (represas y canales, RRHH, implementos, etc.) para regar otros cultivos.

2. Aspersión

La alta demanda de mano de obra del riego por superficie, llevó a que se destinara un área del cultivo más relevante a regar por medio de un pivót. Hay poca experiencia en la empresa con esta metodología.

La inversión y el costo de funcionamiento del equipo, es alta. Pero por otro lado, se destaca la simplicidad en el manejo y bajo requerimiento de RRHH.

Definición del método de riego

El objetivo principal al momento de regar, es ajustar gasto de agua de cada sistema con la evapotranspiración potencial (ETP) del cultivo a regar (incluyendo ineficiencias controladas o minimizadas). Esto se debe llevar a cabo con criterios de alta eficiencia en el uso del agua por el alto costo de este recurso y mayores 'costos' ante el uso incorrecto del mismo (costos no efectivos, como erosión de suelos, escurrimientos, riesgo de contaminación de cañadas y arroyos, etc.). Es imprescindible contar con personal debidamente capacitado y conciente de lo que está manejando.

En la implementación de un sistema de riego se tiene en cuenta:

1. Cultivo a regar y la demanda de agua

Se inicia con una base teórica de la ET para diseñar el sistema y luego con el monitoreo se ajustan los gastos a la ET de la zafra. La empresa cuenta con una estación meteorológica automá-

tica donde tiene la posibilidad de realizar los cálculos localmente de evapotranspiración. El crecimiento del cultivo se monitorea periódicamente para ajustar el modelo de crecimiento con la realidad y ajustar las estimaciones de ET (pueden generarse otras restricciones de crecimiento por nutrientes, malezas, plagas, etc.).

2. Caracterizar suelo a regar

Es parte del servicio de riego. Mediante el método de doble anillo se determina la infiltración básica y con muestreo de anillos de 100 cc se determina en laboratorio la curva característica de agua en el suelo.

Los datos en los suelos del establecimiento van de 2 a 10 mm/hr de infiltración básica. Este dato es importante en el diseño de los sistemas y/o para mejorar sistemas 'viejos'.

3. Medir gastos de agua en los canales y represas

El sistema de riego apropiado se define con la información anteriormente citada de suelos, cultivo, gastos, etc. Éste varía según el cultivo y método de cosecha, suelos, topografía, etc.

Metodología empleada de riego por superficie

• Arroz

El método de riego es la inundación intermitente. El arroz es el cultivo que permite disponer de agua para regar otros cultivos o pasturas en verano. Se pretende implementar un método que minimice las pérdidas de agua. Se trata de evitar el escurrimiento superficial y minimizar la percolación profunda. Es imprescindible controlar los gastos en todo momento y medir los caudales. Las chacras deben estar sistematizadas correctamente teniendo en cuenta los objetivos de riego y los aguadores debidamente entrenados.

En cada zafra, se definen parcelas pequeñas a modo de melgas testigo o referencia, donde se hace un seguimiento detallado empezando por mapeos, medición de áreas (unidades de riego), caudales dentro de la melga, tiempos de aplicación de lámina, etc.; para que sea el área de ensayo y de ajuste de cada aguador, y mejorar el manejo del resto del área.

• Maíz y Sorgo

Inicialmente, se implementó el método de riego por fajas (Border Strips), ante la necesidad de mejorar el desempeño del aguador y minimizar la erosión de las conducciones internas, se pasó al riego por surcos con mangas para la distribución.

Para el maíz, se estimó la demanda con el programa Cropwater (FAO). Dependiendo de la fecha de siembra y considerando los registros climáticos de INIA Salto Grande (registros de 30 años) se generarían déficits del orden de los de 320 a 350 mm de riego a intervalos de 5 días. Teniendo en cuenta las propiedades hídricas del suelo, topografía y necesidades de agua, se definió la sistematización del cultivo.

La propuesta de riego por fajas, básicamente consistía en:

- Fajas de 12 m de ancho
- Largo de fajas de 70 m
- Pendiente máxima (pendiente del terreno de 1,1 a 2%)

Se determinó las características de avance del agua antes de la siembra, Q de cada faja y tiempo de riego (se determina la lámina de agua [L, mm]).

$$Q (l/s) = (0.000357 \times L \times S^{0.5}) / 10$$

En estas condiciones, el riesgo de erosión es BAJO.

Caudal de agua que ingresa a cada faja es de 7 a 10 l/s (0.58 – 0.83 litro por metro de ancho de faja). Tiempo de riego por faja, 80 minutos, aplicándose así una lámina de 40 mm. En este tiempo (80 minutos) se debe haber alcanzado el 70 % del largo de la faja, el 30 % restante se riega con el agua que va bajando de la faja.

Las conducciones de agua interna (dentro de la chacra) se hacen por medio de regaderas. Las regaderas principales se marcan sin tener en cuenta la pendiente, y se prioriza que abastezca correctamente en tiempo y forma a las regaderas secundarias. Se controla la erosión con bolsas, mangas, etc. Las regaderas secundarias, las que entregan el agua a las fajas, tienen una pendiente (s) de 1 por mil. La distancia entre regaderas

es de 70 m, el ancho = ± 2 m y la altura de la pierna o taipa = ± 0.3 m.

Los recursos humanos, se distribuyen:

- canaero, quien se asegura de entregar el mismo caudal a cada faja y por lo tanto a cada regador. Abarca generalmente, unas 150-200 ha, hasta 10 aguadores
- regador que controla que el agua se esté distribuyendo correctamente (uniformidad) en la faja. También es el que indica el cambio de faja al llegar el tiempo. Es, en definitiva, quien se asegura de distribuir correctamente el agua en el área asignada. Un regador capacitado, abarca unas 25 ha de riego.

La propuesta de riego por surcos, básicamente consistía en:

- Surcos de hasta 300 m de largo
- Con una pendiente media de 0,7% en todos los casos.
- La siembra por ende, debe respetar la dirección de los surcos.
- Los surcos deben realizarse al emerger el cultivo, para identificar las líneas. En este caso concreto, lo seco que estaba el suelo impidió que se levantaran correctamente los surcos, obligando a hacerlos después de una lluvia, con el cultivo en 4 hojas.
- Por debajo del canal principal, se tendieron mangas de 10 pulgadas (25,4 cm) a una distancia de 8 a 10 m del mismo, para lograr una carga en la manga de
- 80 cm de columna de agua (0,8 mca).
- Con esa carga, colocando ventanas plásticas y regulables (registros), se llega a un caudal máximo y homogéneo de 2 l/s. Se diseñó la sistematización primaria, como para disponer de 1 l/s por surco y regar surco por medio. Los registros se abrían hasta algo más de la mitad.
- Con estas mangas y la carga de trabajo, se logra en la cabecera de los surcos y mangas un caudal máximo de 80 l/s, lo que permite regar 80 surcos a la vez. Éstas a su vez, pueden trabajar con una válvula que generan una intermitencia en el sentido del caudal,

entre dos módulos o unidades de riego, lo que mejora sensiblemente la eficiencia del sistema.

• Praderas

El método de riego es por melgas o taipas. Es una combinación de métodos usados en el arroz (taipas) y el de fajas, descrito anteriormente. Se construyen taipas de más de 20 cm de altura a un intervalo vertical de 25-30 cm. La taipa se usa a modo de regadera y almacena agua hasta que empieza a desbordar. En ese momento el aguador 'boquetea' la taipa cada 7-10 m y deja bajar el agua de manera precipitada con el objetivo de lograr un frente de avance del agua homogéneo, como para realizar un correcto mojado. El objetivo es regar de una manera sencilla el 70-80% del área de la pradera.

17.4. Resultados de campo

Se resumen los resultados de chacra a nivel comercial.

Resultados de riego en arroz

Se han realizado en el establecimiento, con el apoyo de INIA Tacuarembó y la Facultad de Agronomía de la UdelaR, 2 tesis de grado, comparando los gastos de agua del riego tradicional (con inundación permanente) y una alternativa de riego intermitente:

1. Zafra 05-06 (tesis de grado de Marela y Motta)
2. Zafra 06/07 (tesis de grado de Henderson, Gussoni y Moor)

Se obtienen ahorros significativos de agua en el riego de arroz al no inundar permanentemente la chacra. El ahorro ronda los 2 a 3.000 m³/ha (L = 300 mm). Se logra como beneficio colateral, pero muy importante minimizar el escurrimiento y pérdidas de agua y asegurar un mínimo impacto ambiental. No se han detectado mermas significativas en el rendimiento, pero es de tener en cuenta que este sistema es más sensible a errores en la distribución de agua que la inundación permanente y por ende el riesgo de no lograr altos rindes, es mayor que con el riego tradicional y lo hace una propuesta muy difícil de implementar a nivel comercial sin afectar los rendimientos.

Resultados de riego en maíz (gastos de agua y rendimientos)

Zafra 05/06

Se regaron 180 ha de maíz para cosecha de planta entera. Llovieron 275 mm durante el ciclo del cultivo. La ET estimada fue de 585 mm, generando un déficit hídrico de 360 mm de agua. Se aplicaron (riego) 431 mm de lámina de agua.

La cosecha en promedio rindió 33.000 kg/ha de planta entera incluyendo un área sin riego que rindió 19.300 kg/ha. Hay registros de melgas regadas con rendimientos de 38 a 41.000 kg/ha.

Zafra 06/07

Se regaron 252 ha de maíz con destino a grano. Llovieron 476 mm en el ciclo del cultivo. La ET estimada durante los 110 días, fue de 352 mm. Como se indicó anteriormente, a pesar de disponer de lluvias suficientes (superiores a la ET), fue necesario regar y la recomendación del sistema contratado fue de realizar 4 riegos de 40 mm. El costo total del cultivo por hectárea, con precios actualizados (insumos, RRHH, maquinaria a precios de 2010) fue de U\$S 865, de los cuales 218 u\$/ha corresponden al riego.

Sistematización: 104 u\$S/ha

Riego (aguadores): 62 u\$S/ha

Agua: 52 U\$S/ha.³

Total costo maíz regado: 839 u\$S/ha

Indicadores de riego de maíz por fajas:

Se logró regar las 250 ha en 12 días, empleando 8 aguadores (31 ha por aguador) y 220 l/s. Se aplicó en promedio 104 mm de lámina por baño, con una eficiencia del 54%. Se pretendía aplicar 70 mm por baño, asumiendo una eficiencia de 70%. Fue difícil ajustar los gastos a los objetivos, por lo que se evidencia claramente un punto de mejora.

Los rendimientos fueron de 8.637 kg secos y limpios de maíz por ha. Registrándose una melga de 52 ha, donde se ajustó debidamente el riego a las demandas, con un rinde medio 10.191 kg/ha.

Zafra 07/08

No se regó por superficie, en tanto no había agua disponible.

³ El precio de agua, surge del total de agua destinada a cada cultivo, referenciado al cultivo de arroz. En este caso, se corresponde a un tercio del costo del agua para arroz.

Cuadro 2. Indicadores de riego por fajas en el cultivo de maíz.

Indicador	Promedio
Área Riego (ha)	250
Días de riego (1 "baño")	12
ha / día	21
Caudal (lts/seg)	220
Caudal (lts/seg/faja)	8,9
Caudal (lts/seg/ha)	0,9
N° Regadores / día	8
Área por regador (ha)	31
Área por regador / día	2,6
Eficiencia de riego	54%
mm aplicados	104
Gasto de agua (m ³ /ha)	1.040

Zafra 08/09

Se regaron 110 ha de maíz con destino a grano, por medio de surcos. La disponibilidad de agua en la represa no era suficiente para atender la demanda de todo el ciclo del cultivo y por ende se procuró dar o aplicar riegos estratégicos. Al inicio del cultivo, se disponía de agua como para aplicar 200 mm. Las lluvias registradas durante todo el ciclo, fueron 162 mm. La emergencia fue muy mala (el suelos estaba muy seco, por lo que no había humedad suficiente para 'mover' la semilla, ni para hacer los surcos para riego) y luego de 42 mm de lluvia sobre fines de octubre se pudo enlazar y dar luego el primer baño de 120 mm. Posteriormente se aplicaron los 60 mm que quedaban en la represa (se había evaporado el resto directamente del lago de la represa) al inicio de la floración, pero muy mal distribuidos.

Indicadores de riego de maíz por surcos:

Se logró regar las 110 ha en 5 días, empleando 3 aguadores (37 ha por aguador) y 80 l/s. Se aplicó en promedio 120 mm de lámina en el primer baño, con una eficiencia menor al 40%. El segundo riego se aplicó el agua disponible en la represa, tan solo 60 mm.

A pesar de haber aplicado casi 200 mm de riego, no se pudo cubrir el déficit de agua. El rendimiento se vio afectado y se cosecharon 5.260 kg/ha. Cabe destacar que todas las áreas que no

Cuadro 3.
Indicadores de riego por surcos en el cultivo de maíz.

Indicador	Promedio
Área Riego (ha)	110
Días de riego (1 "baño")	5
ha/día	22
Caudal (lts/seg)	80
Caudal (lts/seg/SURCO)	1,0
Caudal (lts/seg/aguador)	27
Caudal (lts/seg/ha)	0,7
N° Regadores / día	3
Área por regador (ha)	37
Área por regador / día	7
Regadores / ha	0,03
Eficiencia de riego %	40
mm aplicados	120
Gasto de agua (m ³ /ha)	1.200

se regaron, se destinaron a corte como planta entera para evitar la pérdida total cultivo.

Resultados de riego en praderas (2 melgas en 05/06)

El gasto de agua para regar pasturas, en general es excesivo (generalmente se toma la decisión de regar con el suelo muy seco), promediando los 250 mm por baño de lámina aplicada. En todos los casos se aseguró la persistencia de plantas durante la seca 05-06, además de lograr 2 pastoreos y una rápida re-implantación en febrero (otoño temprano con las lluvias, se aseguró un buen banco de semilla). No se midieron crecimiento de las pasturas o ms.

Costos actualizados:

- Sistematización: 56 u\$s/ha
- Riego (aguadores): 38 u\$s/ha

Agua: No se reserva agua para este fin al inicio y se destina agua de lluvia que escurre a las represas durante el verano. La inversión y costos por el almacenamiento de agua se la carga al arroz y/o maíz o sorgo.

Total costo riego: 94 u\$s/ha + agua

Cuadro 4. Indicadores del riego en el cultivo de sorgo.

Indicador	Promedio
Área Riego (ha)	90
Días de riego (1 "baño")	6
ha/día	15
Caudal (lts/seg)	130
Caudal (lts/seg/faja)	7,3
Caudal (lts/seg/ha)	1,4
N° Regadores / día	4
Área por regador (ha)	22,5
Área por regador / día	3,8
Eficiencia de riego %	47
mm aplicados	75
Gasto de agua (m ³ /ha)	750

Resultados de riego en sorgo (gastos de agua y rendimientos, 06/07)

Para el riego de 90ha de sorgo, se generaron costos (actualizados al 2010) de:

- Sistematización: 95 u\$s/ha
- Riego (aguadores): 30 u\$s/ha
- Agua: 39 u\$s/ha⁴

Total riego: 164 u\$s/ha.

Indicadores de riego de Sorgo:

Se logró regar las 90 ha en 6 días, empleando 4 aguadores (22,5ha por aguador) y 130 l/s. Se aplicó en promedio 75 mm de lámina por baño, con una eficiencia del 47%. Se pretendía aplicar 50 mm por baño, asumiendo una eficiencia de 70%, cubriríamos los 35mm de ET del sorgo en ese período. Los gastos de agua en líneas generales se ajustaron a los objetivos lográndose valores razonables de eficiencia del uso del agua.

⁴ El agua asignada a sorgo corresponde a un cuarto del total asignado al arroz.

Los rendimientos fueron del orden de los 3.600 kg/ha. Se registraron mermas de grano por exceso lluvia fin de feb-mar (vuelco).

17.5. Demandas y necesidades de la empresa

Es necesario ajustar las tecnologías y métodos de riego a aplicar en cada situación. Para esto, se necesita capacitar a técnicos y personal u operarios y así lograr un uso eficiente del recurso

agua y maximizar los beneficios del uso de esta herramienta (el riego). Se necesita también ajustar metodologías a las condiciones locales según (tipos de suelos, topografía, etc).

Por otro lado, el control de malezas y fertilización en el nuevo escenario (con disponibilidad de agua suficiente) debiera ser adaptado. En este nuevo ambiente, la problemática de estas variables cambia, por lo que hay que adecuar el paquete tecnológico de insumos que se emplea habitualmente a esta nueva situación.