

Rol del riego en sistemas pastoriles de producción de leche II: impacto bio-económico de regar cultivos, pasturas o ambos.

Giudice, Gabriel, Artagaveytia, Jorge, Battegazore, Guillermo, Ferreira, Alvaro, y Chilibroste⁴, Pablo.

G. Giudice: Instituto Nacional de la Leche. Contacto: gegiudice@gmail.com
J. Artagaveytia: Ejercicio libre de la profesión. Contacto: artaro@montevideo.com.uy
G. Battegazore: Ejercicio libre de la profesión Contacto: guillebatte@adinet.com.uy
A. Ferreira: Universidad de la República, Regional Norte, Dpto. Agua.
Contacto: aferreira@unorte.edu.uy
Pablo Chilibroste: Universidad de la República, Facultad de Agronomía, DPAYP-EEMAC.
Contacto: pchili@fagro.edu.uy

INTRODUCCION

En los últimos años, se han registrado variaciones muy importantes tanto en el precio de los productos lácteos como en el de los insumos vinculados a la producción e industrialización de leche. No obstante, la lechería uruguaya ha crecido a tasas muy altas (20% año 2011 versus 2010) basada en una adopción intensiva de tecnología entre las que se destacan estrategias de alimentación con alto uso de suplementación y combinaciones de pastoreo con dietas totalmente mezcladas (Chilibroste et al., 2011) así como un uso más intensivo del recurso forrajero en condiciones de secano (Mattiada et al., 2009).

Paralelamente, se ha ido explicitando una nueva realidad productiva del país signada por la expansión de la agricultura, que se da bajo una forma de organización empresarial sumamente competitiva, junto al desarrollo de otros rubros como la forestación y la intensificación de la producción ganadera. Este escenario productivo le impone a la lechería nuevos desafíos no solo en términos de posibilidades de expansión, si no para mantenerse en los niveles actuales de control y manejo de recursos tan críticos como la tierra.

Es en este contexto de crecimiento de la lechería, en un escenario fuertemente competitivo por los recursos naturales y humanos disponibles en el sector agropecuario, que se plantea este trabajo cuyo objetivo central es evaluar el impacto bio-económico de la utilización del riego en sistemas pastoriles de producción de leche.

METODOLOGÍA UTILIZADA

El trabajo se estructuró en tres etapas secuenciales:

- Primero se definió un modelo de sistema de producción de leche en secano (SPLS) que será tomado como línea de base.
- Posteriormente se definieron tres modelos alternativos de riego para igual nivel de facturación. Esto implica que al introducir el riego variará el área requerida para mantener un mismo nivel de producción y facturación y se liberará el área que sale del sistema. A este análisis le llamaremos ISO-LECHE.
- Finalmente se definieron y analizaron iguales modelos de riego que en la opción ISO-LECHE pero manteniendo el área bajo explotación constante, es decir que la incorporación de la tecnología de riego en este caso es para aumentar productividad y mejorar el resultado económico. A esta situación le llamaremos ISO-AREA.

Los modelos de riego analizados en ISO-LECHE e ISO-AREA fueron los siguientes:

- a. Se riega únicamente el área destinada a reservas de forraje en forma de ensilaje de planta entera de maíz (SPLR_Res).
- b. Se riega el área de reservas de forraje y los verdeos de verano (SPLR_Res+Sf). El orden jerárquico seguido fue el siguiente: primero se riega el área de sorgo forrajero y luego el área de ensilaje de maíz que sea necesaria para completar las necesidades de reserva del sistema.
- c. Se riega el área de reservas de forraje, los verdeos de verano y las pasturas permanentes (SPLR_Res+Sf+Past). Al igual que en el caso anterior se sigue un orden jerárquico en las decisiones de riego: primero se riega toda el área de pasturas (sorgo forrajero + pasturas permanentes) y luego el área de maíz necesaria para completar las necesidades de reservas forrajeras del sistema.

La presupuestación física y económica de los sistemas de producción (secano y riego) se hizo en dos etapas.

1. Se realizó un ajuste mensual entre oferta y demanda del sistema en base a energía, proteína y fibra utilizando un modelo de programación lineal desarrollado por el equipo de trabajo (Battezzato et. al., sp.). La demanda de energía, proteína y fibra del sistema queda determinada por la carga, la distribución de pariciones y el nivel de producción individual de las vacas en ordeño. La oferta del sistema está dada por la curva de distribución de pasturas, la producción de reservas y la compra de concentrados. El sistema puede producir tres tipos de reservas: baja proteína y baja energía (ej. fardos en general), baja proteína y alta energía (ej. ensilaje de maíz) y alta proteína y alta energía (ej. reservas de pasturas o cultivos de invierno en estado vegetativo). Adicionalmente el sistema de producción puede comprar reservas. La oferta de concentrados proviene del mercado y se categoriza como concentrados energéticos, proteicos o afrechillos. Tanto los valores nutricionales como los costos de cada tipo de reserva y concentrado pueden ser modificados por el usuario antes de realizar el ajuste del modelo. El ajuste entre demanda y oferta de nutrientes mensual se hace por programación lineal minimizando el costo de alimentación.
2. Una vez obtenida la combinación de alimentos (pastura, reservas y concentrados) que minimiza el costo de alimentación para una demanda dada de energía, proteína y fibra se trasladan los coeficientes técnicos obtenidos a una plataforma de presupuestación total y

cálculo de resultado económico de empresas lecheras igual al utilizado por Chilibroste et al. (2010).

Finalmente, una vez parametrizados los diferentes modelos y calculados sus respectivos ingresos, se evalúan las inversiones mediante la actualización de los flujos de fondos (valor actual neto—VAN) y el cálculo de la rentabilidad (tasa interna de retorno—TIR). La inversión se evaluó en un período de diez años.

Las inversiones consideradas fueron: tierra, equipo de riego, vacas e infraestructura incrementales sobre el SPLS.

- La tierra se valoró en 5400 dólares por hectárea sin cambios entre valor inicial y valor final.
- La inversión en riego consideró el valor actual del equipamiento y las obras realizadas en cada alternativa de riego. El valor residual del equipamiento se determinó en un 30% de su valor actual mientras que el valor residual de las represas u otras fuentes de agua se determinaron al valor actual. La inversión en energía eléctrica se consideró que no tiene valor residual.
- Las vacas compradas se valoraron en 1400 dólares por cabeza y se determinó como valor residual el de una vaca de descarte.
- La inversión en infraestructura (planchada de alimentación y caminos) se estimó en 400 dólares por vaca adicional requerida en cada sistema. Por ser inversiones muy específicas al proceso de producción de leche se determinó que no tienen valor residual.

RESULTADOS

Definición de la línea de base de los SPLS

Para seleccionar el sistema de producción base con el cual se compararán los resultados de las simulaciones se tomó al igual que en el pasado (Chilibroste et al., 2010) la definición de “Modelo Típico Lechero” adoptado por la Red de Granja de Comparación Internacional (IFCN, por su sigla en inglés)¹ En este sistema se identifica un modelo productivo como “típico” cuando representa más del 50% de la leche producida ya sea en una región determinada o a nivel nacional. El tamaño del sistema de producción típico queda definido por el número de vacas en ordeño promedio año. Basados en esta definición y tomando como referencia la información publicada por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) se modeló un sistema de producción de leche con los indicadores físicos y de resultado económicos reportados en los Cuadros 1 y 2.

El sistema está basado en una rotación forrajera sobre la plataforma de ordeño de verdeos de invierno (VI-14 ha avena + 14 ha raigrás), verdeo de verano (VV- 28 ha de sorgo forrajero), praderas con pasturas mezclas de gramíneas y leguminosas (PP-42 ha) y en base a alfalfa (AA-42 ha). Las productividades anuales y la distribución estacional de los distintos recursos forrajeros fueron

¹ International Farm Comparison Network, on line: www.ifcndairy.org

tomadas de Leborgne (1983) corregidos en función de registros obtenidos a nivel de sistemas comerciales de producción. Las productividades anuales de materia seca (MS) de los diferentes recursos forrajeros fueron 4739, 5375, 5868 y 5220 kg/ha año para VI, PP, AA y VV, respectivamente. El sorgo forrajero en esta rotación representa el 20% de la MS total producida.

Las reservas de forraje se producen fuera de la plataforma de ordeño y están basadas en ensilaje de maíz (36 ha * 19 t/ha base fresca). Adicionalmente se realizan 18 toneladas de reserva de pasturas cortadas en la plataforma de ordeño. El costo de la reserva de forraje fue de 94 U\$/t MS mientras que el costo del "mix" de concentrado utilizado fue de 277 U\$/t MS.

Cuadro 1. Indicadores Físicos del Sistema de Producción de Leche en Secano

Indicadores Físicos	SPLS
Sup. Total (ha)	237
Sup. VM (ha)	164
Sup. Plat. Ordeño (ha)	112
Num. VM	170
Relac. VO/VM	0.84
Alimentación (kg MS ha)	
- Pastura	3013
- Reservas	1384
- Concentrados	1819
Suplementación (kg/MS/VM)	
- Reservas kg	1335
g/L	0.227
- Concentrados kg	1755
g/L	0.298

VO/VM = relación vaca ordeño / vaca masa

Cuadro 2. Indicadores productivos y económicos del Sistema de Producción de Leche en Secano

Indicadores Productividad	SPLS
Leche total (L)	1000000
Leche ha (L / ha VM)	6098
Leche vaca (L / VM)	5882

Grasa (kg totales)	37000
Proteína (kg totales)	32800
<hr/>	
Indicadores Económicos	
<hr/>	
Precio Leche (cent. U\$\$/L)	37.9
Costo Leche (cent. U\$\$/L)	24.2
- Alimentación	16.3
- Cosecha	4.0
- Estructura	3.9
<hr/>	
Producto Bruto (U\$\$/ha)	1702
Costo total (U\$\$/ha)	1184
Ingreso capital leche (U\$\$/ha/VM)	837
<hr/>	

El predio en secano representa una población de productores muy dinámicos dentro de la lechería uruguaya que se caracterizan por: exhibir altas tasas de crecimiento (mayores al 10 % anual en los últimos ocho años), explicar el 70% del crecimiento de la remisión a planta para igual período, obtener buenos resultados económicos (aunque fuertemente influenciados por el valor del producto) y lograr alta estabilidad productiva frente a años climáticos muy variados. Son sistemas con altos niveles de inversión anual, y la principal fuente de financiamiento es el propio ingreso de capital (estimaciones realizadas por los autores sugieren que estos sistemas re-invierten más del 80% del ingreso de capital anual).

Coefficientes técnicos utilizados para simular riego

Para modelar las alternativas de incorporación de riego en los sistemas lechero utilizamos los siguientes coeficientes técnicos:

Maíz para ensilaje: 60 t/MV/ha con aplicación de 350 mm. La respuesta del cultivo del maíz al riego está bien documentada (García, 2010; Giménez, 2010). Consistentemente, se han obtenido rendimientos en el orden de las 60 t/materia verde por hectárea regada. En cuanto a los milímetros de riego a aplicar, éstos se definieron en base al programa WIN ISAREG, con datos climáticos de INIA (La Estanzuela), para un período de 31 años aplicándose el criterio de que: el 80% de los años cubre los requerimientos totales del cultivo.

Sorgo forrajero para pastoreo: 11 699 t MS/ha con aplicación de 120 mm. Los rendimientos de sorgo forrajero son en cierta medida conservadores con algunos de los registros que se han reportando en base a experiencias de riego a nivel comercial (García, 2010). Dado que los antecedentes reportados corresponden a un rango de sitios y años específicos, y en general limitados a superficies muy pequeñas, se optó por un criterio conservador. Adicionalmente, en la rotación implementada en este trabajo el sorgo forrajero no se produce durante marzo, dado que se prioriza la siembra de la pastura siguiente. Las evaluaciones reportadas por García (2010) consideran cortes en

marzo (100% de los casos) abril y mayo. El valor de producción de sorgo forrajero bajo riego (11699 kg/MS/ha) implica un 220% de incremento sobre el rendimiento del sorgo forrajero en secano y una respuesta al agua aplicada del orden de 50 kg MS/mm.

A las pasturas sembradas se les suministró 300 mm de agua por hectárea a lo largo de seis meses (octubre a febrero de cada año). Los rendimientos obtenidos fueron de 8 711 y 10 372 kg/MS/ha por año para PP y AA, respectivamente. Las respuestas promedio al riego de las praderas en base a gramíneas fue de 11 kg/MS por mm aplicado mientras que la respuesta promedio de la alfalfa fue de 15 kg/MS/mm lo cual está en línea con los valores medios reportados por Sawchik et al. (2010).

Comparación del sistema en secano con modelos alternativos de riego manteniendo constante la productividad. ISO-LECHE

En los Cuadros 3 y 4 se presenta la información física, productiva y tecnológica de la aplicación de riego en sistemas de producción de leche dimensionados para producir 1:000.000 de litros y facturar 379 000 dólares al año.

En el modelo que riega sólo reservas de forraje (SPLR_Res) se necesitan 12 ha de maíz para ensilaje (versus las 32 del sistema en secano) y por tanto se liberan 24 ha que ya no son necesarias en el sistema de producción. En el modelo que riega toda el área de sorgo forrajero (SPLR_Res+Sf) las necesidades de maíz para silo se reducen a 6 ha ya que el sorgo forrajero además de ser pastoreado cubre gran parte de las necesidades de reserva de forraje del sistema. En este caso el riego libera 30 ha que salen del sistema de producción. En tanto, el modelo que riega las pasturas permanentes (SPLR_Res+Sf+Past) no requiere maíz para ensilaje dado que las pasturas y el sorgo forrajero cubren los requerimientos de pastoreo y reservas de forraje del sistema. En esta opción de riego se liberan 56 ha de las requeridas en secano para producir 1:000.000 de litros.

Es de hacer notar que en todos los modelos se trabajó con el mismo nivel de producción individual (5882 L VM, 19.2 L VO día) variando la carga animal entre sistemas. Esta decisión se basa en la alta repetibilidad que tiene este valor entre sistemas de producción de leche con niveles tecnológicos variables. Los autores entienden que es un nivel de producción individual loggable en cualquiera de los sistemas de producción simulados, con un grado razonable de confianza. Si bien la producción individual no varía entre modelos sí lo hace la carga animal y en consecuencia la estructura de la alimentación por hectárea y por vaca: mientras en el SPLS las reservas de forraje constituyen el 22% de la materia seca total en el sistema SPLR_Res+Sf+Past constituye solamente un 15% quedando explicada el resto de la alimentación por forraje cosechado directamente (54%) y un mayor uso de concentrado (32%) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Indicadores físicos del sistema de producción de leche en secano y modelos bajo riego de igual productividad en ISO-LECHE

Indicadores Físicos		SPLS	SPLR	SPLR	SPLR
		Secano	Res	Res+Sf	Res+Sf+Past
Sup. Total	(ha)	237	213	207	181

Sup. VM (ha)	164	140	134	108
Sup. Plat. Ordeño (ha)	112	112	112	92
Num. VM	170	170	170	170
Carga VM/ha VM	1.04	1.21	1.27	1.57
Alimentación (kg/MS/ha)				
- Pastura	3013	3530	3688	5068
- Reservas	1384	1621	1531	1374
- Concentrados	1819	2131	2390	2998
Suplementación (kg/MS/VM)				
- Reservas kg	1335	1335	1207	873
g/L	0.227	0.227	0.205	0.148
- Concentrados kg	1755	1755	1884	1905
g/L	0.298	0.298	0.320	0.324

Cuadro 4. Indicadores productivos y económicos del sistema de producción de leche en secano y modelos bajo riego de igual productividad en ISO-LECHE

Indicadores Productividad	SPLS	SPLR	SPLR	SPLR
	Secano	Res	Res+Sf	Res+Sf+Past
Leche total (L)	1000000	1000000	1000000	1000000
Leche ha (L/ha/VM)	6098	7143	7463	9259
Leche vaca (L/VM)	5882	5882	5882	5882
Grasa (kg totales)	37000	37000	37000	37000
Proteína (kg totales)	32800	32800	32800	32800
Indicadores Económicos				
Precio Leche (cent. U\$S/L)	37.9	37.9	37.9	37.9
Costo Leche (cent. U\$S/L)	24.2	23.2	23.6	23.8
- Alimentación	16.3	15.3	15.7	15.9
- Cosecha	4.0	4.0	4.0	4.0

- Estructura	3.9	3.9	3.9	3.9
Producto Bruto (U\$\$/ha)	1702	1894	1949	2229
Costo total (U\$\$/ ha)	1184	1272	1326	1528
Ingreso capital leche (U\$\$/ha VM)	837	1042	1070	1267

En el modelo SPLR_Res se riegan 12 ha de maíz (9% del área total) con una inversión de 4500 U\$\$/ha con riego. En el modelo SPLR_Res+Sf se riegan 34 ha (6 ha de maíz y 28 ha de sorgo forrajero; 25% del área total) con una inversión de 1651 U\$\$/ha con riego. En ambos sistemas se presupuestó el uso de un ala piovana con autoenvolvente difiriendo el costo entre sistemas por los requerimientos de agua de cada cultivo. En el modelo SPLR_Res+Sf+Past se riegan 88 ha (65 ha de pasturas y 23 ha de sorgo forrajero; 88% del área total) con una inversión de 2417 U\$\$/ha con riego. El sistema de riego seleccionado para este sistema es de pivot central.

En el Gráfico 1 se representa la relación entre el total de hectáreas regadas y las hectáreas que se liberan en cada modelo de riego cuando se trabaja bajo la alternativa de ISO-LECHE. En el modelo SPLR_Res se liberan dos hectáreas de tierra por cada hectárea que se riega. En el modelo SPLR_Res+Sf la relación hectáreas regadas/hectáreas liberadas es prácticamente 1:1 mientras que en el modelo de riego SPLR_Res+Sf+Past se liberan 0,6 ha por cada hectárea que se riega. Esta relación, entre hectárea regada y hectárea liberada, expone con claridad la sensibilidad del análisis económico a la relación precio de la tierra/monto de la inversión en riego por hectárea.

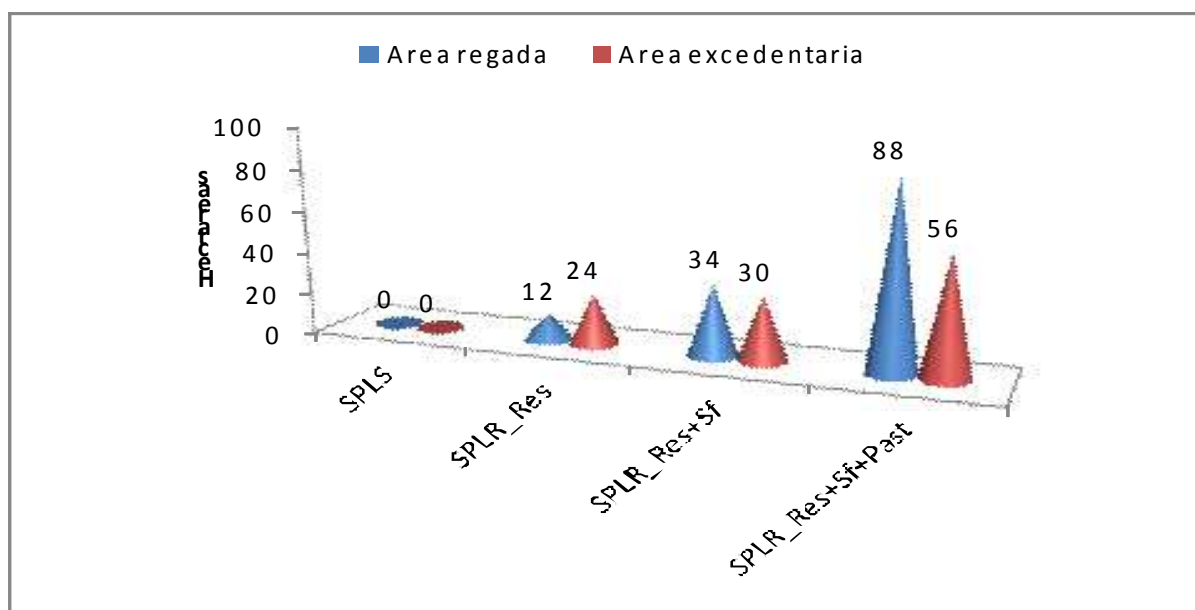


Gráfico 1. Total de hectáreas regadas y excedentarias según el modelo de riego utilizado. Ver texto por explicación de las leyendas.

Las TIR calculadas fueron: SPLS, 15,5%; SPLR_Res, 18,2%; SPLR_Res+Sf, 18,3%; y SPLR_Res+Sf+Past, 16,5%. Estas tasas indicarían que el resultado de inversión en riego mantuvo rentabilidades muy similares entre los diferentes modelos de riego y sin diferencias importantes con el modelo en seco. Este comportamiento, también, se evidencia en el análisis del valor actual neto de la inversión, para el que se utilizó una tasa de descuento del 5%. Los valores fueron: SPLS, U\$S 718 264; SPLR_Res, U\$S 811 347; SPLR_Res+Sf, U\$S 791 203; y SPLR_Res+Sf+Past, U\$S 678 388.

Estos resultados sugieren que las diferentes combinaciones evaluadas de: capital, tierra y trabajo; llegan a un resultado económico neto y a una tasa de rentabilidad similar. Los valores de TIR se consideran bajos dado que el modelo de trabajo utilizado optimiza algunos procesos (minimiza costo de alimentación) y las respuestas físicas si bien conservadoras en algunos aspectos no contemplan: fallas en la implementación de la tecnología, des-economías de escala, ni los costos de aprendizaje inherentes a la adopción de una nueva tecnología.

Comparación del sistema en seco de producción de leche con modelos alternativos de riego manteniendo superficie ISO-AREA

En los Cuadros 5 y 6 se presenta la información física, productiva y tecnológica de la aplicación de riego en sistemas de producción de leche dimensionados a una superficie total de 237 ha de las cuales 164 ha están destinadas al rodeo vaca masa. A diferencia de la comparación ISO-LECHE donde se compararon los modelos a un mismo nivel de facturación en la alternativa ISO-AREA se explota el 100% de la superficie disponible. En esta comparación todos los sistemas de producción se riegan utilizando pivot central.

Cuadro 5. Indicadores Físicos del Sistema de Producción en Secano (SPLS) y modelos bajo riego de igual superficie (ISO-AREA)

Indicadores Físicos	SPLS	SPLR	SPLR	SPLR
	Secano	Res	Res+Sf	Res+Sf+Past
Sup. Total (ha)	237	237	237	237
Sup. VM (ha)	164	164	164	164
Sup. Plat. Ordeñe (ha)	112	112	112	112
Num. VM	170	289	315	426
Carga VM/ha VM	1.04	1.76	1.92	2.6
Alimentación (kg MS ha)				
- Pastura	3013	3124	3748	5368

- Reservas		1384	3843	3852	3852
- Concentrados		1819	3601	3900	6320
Suplementación (kg MS VM)					
- Reservas	kg	1335	2181	2006	1483
	g/L	0.227	0.371	0.341	0.252
- Concentrados	kg	1755	2043	2031	2433
	g/L	0.298	0.347	0.345	0.414

En el modelo que riega reservas de forraje (SPLR_Res) se riegan las 36 ha de maíz para ensilaje (22% del área) que realiza el modelo en secano (SPLS). En el modelo SPLR_Res+Sf se riegan las 36 ha de ensilaje de maíz más 28 ha de sorgo forrajero (45% del área) y en el modelo SPLR_Res+Sf+Past se riega toda el área de cultivos anuales y pasturas permanentes: 36 ha de maíz para silo, 28 ha de sorgo forrajero doble propósito (cosecha y ensilaje) y 84 ha de pastura también para pastoreo y reserva de forraje (90% del área). En todos los casos la mayor producción de forraje es utilizada con más vacas en ordeño manteniendo la productividad por animal constante aspecto que ya fue justificado en la sección anterior.

La introducción del riego genera cambios significativos en la estructura de alimentación de los sistemas tal como se muestra en el gráfico 2. La participación del forraje cosechado directamente (pasturas) pasa de aproximadamente 50% de la dieta en el SPLS a 30% de la materia seca total por hectárea en los sistemas que incorporan riego. El concentrado, por su parte, pasa de aproximadamente 30% en el SPLS a 40% de la materia seca total en el sistema SPLR_Res+Sf+Past. El análisis de la combinación de alimentos que minimiza los costos de alimentación en cada sistema sugiere que el factor limitante en los mismos es la capacidad de producir fibra. En la medida que la inclusión de riego levanta el potencial de producción de fibra del sistema, el modelo responde incorporándose más animales y ajustándose la relación de reserva: concentrado para cubrir requerimientos de energía y proteína. Al pasar de SPLS a SPLR_Res+Sf+Past, la cosecha directa de forraje (pastura) se incrementa 1,78 veces mientras que el consumo de concentrado se multiplica por 3,5.

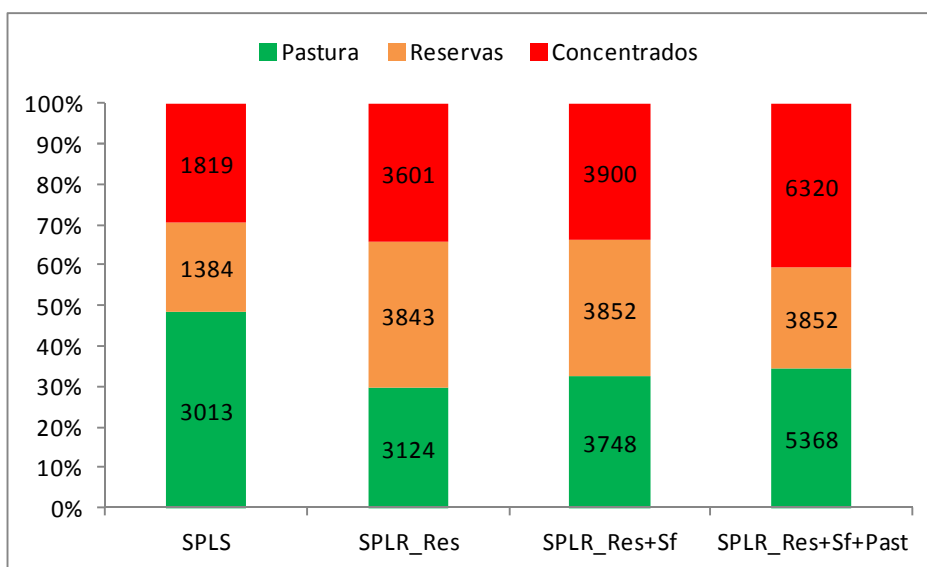


Gráfico 2. Composición de la dieta de vacas lecheras en sistemas de producción en seco (SPLS), con riego de reservas (SPLR_Res), riego de reservas y verdeo de verano (SPLR_Res+Sf) y riego de toda el área (SPLR_Res+Sf+Past).

Cuadro 6. Indicadores productivos y económicos del sistema de producción de leche en seco y modelos bajo riego de igual superficie ISO-AREA

Indicadores Productividad	SPLS	SPLR	SPLR	SPLR
	Secano	Res	Res+Sf	Res+Sf+Past
Leche total (L)	1000000	1700000	1852941	2505882
Leche ha (L/ha VM)	6098	10336	11298	15280
Leche vaca (L/VM)	5882	5882	5882	5882
Grasa (kg totales)	37000	62900	68559	92717
Proteína (kg totales)	32800	55760	60776	82192
Indicadores Económicos				
Precio Leche (cent. U\$/L)	37.9	37.9	37.9	37.9
Costo Leche (cent. U\$/L)	24.2	24.7	24.3	23.8
- Alimentación	16.3	16.8	16.4	16.4
- Cosecha	4.0	4.0	4.0	3.8
- Estructura	3.9	3.9	3.9	3.6
Producto Bruto (U\$/ha)	1702	2809	3051	4074
Costo total (U\$/ha)	1184	1932	2064	2685
Ingreso capital leche (U\$/ha VM)	837	1355	1535	2123

Las TIR calculadas, fueron: SPLS, 15,5%; SPLR_Res, 16,8%; SPLR_Res+Sf, 17,3%; y SPLR_Res+Sf+Past, 20,3%. Estas tasas indicarían que el resultado de inversión en riego mantuvo rentabilidades muy similares entre los diferentes modelos de riego y sin diferencias importantes con el modelo en seco (excepto el modelo SPLR_Res+Sf+Past, que logra cinco puntos de diferencia respecto a SPLS). La evaluación cambia cuando se analiza el valor actual neto de la inversión, para lo que se utiliza una tasa de descuento del 5%, los resultados fueron: SPLS, U\$ 718 264; SPLR_Res, U\$ 1 093 870; SPLR_Res+Sf, U\$ 1 227 553; y SPLR_Res+Sf+Past, U\$ 1 780 866. El

incremento en los valores de ganancia neta a medida que aumenta el área de riego es remarcable dada la escala del negocio en seco (600 a 700 mil dólares VAN). Estos resultados sugieren que el incremento de capital aplicado sobre el recurso tierra y la intensificación del proceso de producción en las condiciones de rendimientos y relaciones de precios utilizados en este trabajo generan ganancias de consideración. De todas formas, al igual que en el caso de comparación de modelos ISO-LECHE hay que tener en cuenta que los valores de TIR se pueden considerar bajos, dado que el modelo de trabajo utilizado optimiza algunos procesos (minimiza costo de alimentación) y las respuestas físicas si bien conservadoras en algunos aspectos no contemplan: fallas en la implementación de la tecnología, des-economías de escala, ni los costos de aprendizaje inherentes a la adopción de una nueva tecnología.

Otra forma de visualizar los resultados es la comparación entre las diferentes simulaciones a partir de igualar la ganancia del modelo en seco variando el precio de la leche. El sistema SPLR_Res genera el mismo ingreso de capital que el SPLS con un precio de leche de 32,6 cent. U\$/L (5,3 cent. U\$/L de reducción en el precio). En tanto, el sistema SPLR_Res+Sf+Past, logra el mismo resultado económico que el SPLS con 29,3 cent. U\$/L (8,6 cent. U\$/L de reducción en el precio).

CONSIDERACIONES FINALES

Los sistemas pastoriles de producción de leche en Uruguay están asentados sobre una plataforma de producción y utilización de materia seca que tiene dificultades para superar las 4-5 t/MS por hectárea de rotación en el área de vaca masa. Los elementos de diagnóstico sobre este problema están centrados fundamentalmente en dificultades de diseño de la rotación forrajera y de manejo de la intensidad de defoliación en su fase de pastura. Si bien, tanto a nivel de investigación como comercial, se están evaluando modelos alternativos de producción de biomasa, éstos están aún en fase de prueba.

La integración del riego en sistemas pastoriles de producción de leche arroja resultados muy promisorios. En el método de análisis ISO-LECHE el riego se manifiesta como una estrategia potente para equiparar los resultados económicos globales (ingreso capital total o valor actual neto de la inversión) liberando cantidades significativas de hectáreas. En el método de análisis ISO-AREA los modelos con riego mejoran la productividad, el ingreso de capital (total y por unidad de área), la TIR y el VAN de la inversión. Al momento de proyectar la inversión en riego se debe tener presente la inversión en infraestructura, ya que ésta es de igual o mayor magnitud que la inversión en los propios sistemas de riego (especialmente los modelos donde se incrementa la cantidad de vacas en ordeño).

La simulación del modelo con riego presenta un elemento destacable: el nivel de producción individual es muy similar al del modelo de referencia, lo que evita incursionar en ajustes de técnicas de alimentación e infraestructura muy diferentes a los actualmente disponibles. De todas formas vale la pena volver a llamar la atención (Chilibroste et al., 2010) sobre una serie de riesgos implícitos en el modelo de intensificación en base a la incorporación del riego: 1) de carácter financiero, 2) de rigidez tecnológica y económica del sistema, 3) de infraestructura para manejo de cargas significativamente más altas que las actuales, 4) de manejo de efluentes, estiércol y erosión en los lugares de concentración de ganado, 5) de capacidad de gestión y control de un nuevo proceso en el sistema, 6)

riesgo tecnológicos frente a los nuevos problemas que aparecerán en el corto y mediano plazo vinculados a la práctica sistemática del riego.

Bibliografía

Chilibroste, P.; Artagaveytia, J.; Giudice, G. 2010. Rol del riego en sistemas pastoriles de producción de leche: ruta de intensificación o estabilización del sistema. In: Grupo de Desarrollo del Riego; Facultad de Agronomía; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; PROCISUR-IICA (Org.). Potencial del Riego Extensivo en Cultivos y Pasturas. Montevideo, INIA, 2010, v. 1, p. 155-164.

Chilibroste, P., Soca, P. y Mattiauda, D.A. 2011. Balance entre oferta y demanda de nutrientes en sistemas pastoriles de producción de leche: potencial de intervención al inicio de la lactancia. In: XV Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Eds. Centro Médico Veterinario de Paysandú – sociedad Uruguaya de Buiatría. Paysandú, Uruguay. 8-10 Junio 2011. Pp. 91-97

García, C. 2010. Estrategias para la incorporación del riego en sistemas de producción extensivos. In: Grupo de Desarrollo del Riego; Facultad de Agronomía; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; PROCISUR-IICA (Org.). Potencial del Riego Extensivo en Cultivos y Pasturas. Montevideo, INIA, 2010, v. 1, p. 135-140.

Gimenez, L. Efecto de la disponibilidad hídrica en diferentes etapas de desarrollo de maíz y soja. In: Grupo de Desarrollo del Riego; Facultad de Agronomía; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; PROCISUR-IICA (Org.). Potencial del Riego Extensivo en Cultivos y Pasturas. Montevideo, INIA, 2010, v. 1, p. 29-38.

Leborge, R. 1983. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. Editorial Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo. Pp. 53.

Mattiauda, D.; P. Chilibroste, O. Bentancur y P. Soca. 2009. Intensidad de pastoreo y utilización de pasturas perennes en sistemas de producción de leche: ¿que niveles de producción permite y que problemas contribuye a solucionar? XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 96-110.

Sawchik, J., Mas, C., Pérez Gomar, E., Bermúdez, R., Pravia, V., Giorello, D. y Ayala, W. 2010. Riego suplementario en pasturas: antecedentes de investigación nacional. In: Grupo de Desarrollo del Riego; Facultad de Agronomía; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; PROCISUR-IICA (Org.). Potencial del Riego Extensivo en Cultivos y Pasturas. Montevideo, INIA, 2010, v. 1, p. 1141-154.