

Fertirriego con caudal reducido en zonas de piedemonte

Armando Campos Rivera¹, Doris Micaela Cruz Bermúdez²

Resumen

La tecnología de riego con caudal reducido ha sido desarrollada por Cenicaña para el cultivo de caña de azúcar en zonas de piedemonte, alcanzando con ello eficiencias de aplicación hasta del 63% (como surco alterno) sin reducir la productividad del cultivo. Investigaciones realizadas en caña de azúcar han mostrado que el uso de fertirriego permite la aplicación fraccionada de fertilizantes (N y K) en dosis reducidas sin que esto represente una disminución en la producción. Se realizaron dos experimentos en caña de azúcar con las variedades CC 84-75 (plantilla) y CC 93-4418 (primera soca), con el fin de comparar la fertilización convencional y el fertirriego con caudal reducido, los cuales se llevaron a cabo en dos haciendas ubicadas en el piedemonte de la cordillera Central. La fertilización convencional se administró en dos aplicaciones, mientras que el fertirriego se fraccionó en seis (CC 84-75) y siete (CC 93-4418) aplicaciones. En productividad no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la fertilización convencional (dosis 100%) y el fertirriego (en dosis de 114%, 100%, 86% y 42%). Con una reducción del 37.5% con respecto a la dosis total se obtuvo el mejor ingreso neto, del orden de \$508.768/ha, con respecto a la fertilización convencional.

Palabras claves: Caudal reducido, fertirriego, riego por pulsos, fertilización, caña de azúcar.

Abstract

The technology of irrigation known as reduced inflow rates has been developed by Cenicaña for sugarcane growing in foothill areas, obtaining an application efficiency of up to 63% (in a modality known as alternate furrow) without any reductions in crop yield. Research conducted on sugarcane has shown that the use of fertigation allows for a fractioned application of fertilizers (N and K) in reduced doses without any reductions in yield. Two experiments on sugarcane were conducted (varieties CC 84-75 (plant cane) and CC 93-4418 (first ratoon)) with aimed at comparing conventional fertilization and fertigation with reduced flow which took place in two farmhouses located in the Central mountain range foothill. Conventional fertilization was done in two applications, while fertigation was fractioned in six (CC 84-75) and seven (CC 93-4418) applications. No significant statistical differences in terms of yield were found between conventional fertilization (100% of the total dose) and fertigation (114%, 100%, 86% and 62.5% of the dose used in conventional fertilization); when carrying out fertigation with a 37.5% reduction of the total dose, net income of \$508.768 COP /ha (288 US/ha) was obtained.

Keywords: Reduced flow, fertigation, pulse irrigation, fertilization, sugarcane.

¹Ingeniero agrícola, M.Sc., asesor en manejo de aguas; acampos@cenicana.org

²Ingeniera agrícola, investigadora en manejo de aguas, Cenicaña; dmcruz@cenicana.org.

Introducción

El riego con caudal reducido en caña de azúcar en las modalidades de surco alterno y continuo ha incrementado la productividad del cultivo hasta en un 9% con respecto al riego por aspersión, en el piedemonte. Se ha establecido que al aplicar pulsos de agua posteriores a un evento de riego se consigue disminuir sustancialmente el tiempo de avance del agua en el surco, de lo cual se puede obtener ventaja en la aplicación de soluciones fertilizantes al cultivo, o fertirriego, sin graves efectos en su distribución uniforme dentro del cultivo. También se ha determinado que el riego con caudal reducido provoca muy pocas pérdidas de agua por escorrentía y el arrastre de suelo al final del surco es mínimo o nulo (Campos y Cruz, 2010). Estas características del sistema indican que es necesario evaluar el potencial de aplicación de fertirriego, con lo cual se lograría dar en forma simultánea la cantidad de agua y fertilizantes requeridos, en el momento oportuno, según la edad, garantizando así su disponibilidad durante el ciclo de cultivo, y ello puede reflejarse en aumentos de productividad y disminución de las dosis y de los costos de la fertilización.

Flores y Aguirre (2008) en un trabajo adelantado para determinar las curvas de absorción de nutrientes en la variedad CP-722086 de caña de azúcar en tres períodos de zafra, en el Ingenio La Grecia, Choluteca, Honduras, establecieron que la mayor cantidad de nutrientes la tomó el cultivo entre los 2 y los 5 meses en diferentes proporciones en función de la edad. En África del Sur, Swazilandia (2000), se realizó una evaluación de épocas de aplicación de nitrógeno en fertirriego por goteo en caña de azúcar en plantilla y primera soca. Los tratamientos consistieron en un testigo sin fertilización y la aplicación fraccionada de 80 kg/ha de nitrógeno, así: convencional (40% primer mes y 60% cuarto mes) y racional (20% por mes, hasta el quinto) y se siguió la curva de absorción del nitrógeno para cada mes en caña. En la plantilla, con el tratamiento racional se encontraron los mejores resultados en productividad y sacarosa (138.7 TCH, 14.4% sacarosa), seguido de la curva de absorción (132.8 TCH, 14.4% sacarosa). En la primera soca la sacarosa disminuyó en el tratamiento la curva de absorción (123 TCH y 12.5% sacarosa) en relación con la aplicación convencional (113.3 TCH y 13.3% sacarosa), de lo cual se deduce que prologadas aplicaciones de nitrógeno afectan la calidad de la caña. Cruz (2009), en una investigación de fertirrigación por goteo al aplicar diferentes dosis de fertilizante a base de nitrógeno y potasio, no encontró diferencias estadísticas en la productividad durante la plantilla de las variedades CC 85-92 y PR 61-632; sin embargo, la productividad de los tratamientos de fertirrigación por goteo fue mayor con las dosis de 125 kg N - 60 kg K por hectárea (T2) y 100 kg N - 48 kg K por hectárea (T3), por lo cual el T2 fue el mejor en términos económicos, con un ahorro de 20% en nitrógeno y potasio con respecto a la dosis comercial recomendada. Bangar (1999) en Maharashtra, India, encontró en un suelo vertisol que el nitrógeno y el potasio se mueven 15 cm lateralmente y hasta 25 cm en sentido vertical cuando se aplican en fertirriego; por su parte, el fósforo sólo se movió 5 cm en los dos

sentidos; además, existen investigaciones que han demostrado que el potasio aplicado en dosis altas en fertirriego (190 ppm) se mueve hasta 57 cm por debajo y 85 cm lateralmente, con respecto a los emisores en un suelo arcillo-limoso (Uriu *et al.*, 1977).

Materiales y métodos

El proyecto se desarrolló en dos zonas de piedemonte de la cordillera Central en las cuales se evaluó el riego con caudal reducido para la aplicación de nitrógeno y potasio al cultivo de la caña de azúcar mediante fertirriego. Para garantizar una buena uniformidad de aplicación y distribución del fertilizante en el surco, el fertirriego se aplicó después de un pulso de agua. En los dos sitios experimentales se ubicaron tres lugares a lo largo de los surcos (tercio inicial, medio y final), donde se realizaron muestreos de suelo, tejido foliar, evaluaciones agronómicas y calidad de jugos en diferentes edades del cultivo y hasta la cosecha.

El primer experimento (sitio 1) se ubicó en el Ingenio La Cabaña, Hacienda Vallecito, suerte 7, suelo Nima (Entic Haplustoll, familia textural francosa fina sobre esquelética arenosa, materia orgánica 2.5 y 29% de arcilla), zona agroecológica 30 H0, el cual se cosechó a una edad de 13.8 meses con una plantilla de la variedad CC 84-75 y distancia entre surcos de 1.5 m. El experimento se dispuso en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Dos tratamientos recibieron la fertilización convencional utilizada en el ingenio, líquida y de aplicación manual al suelo con una dosis total de 180 kg/ha de nitrógeno como nitrato de amonio (22% N) y 50 kg/ha de potasio como cloruro de potasio (KCL, 60% K₂O) y vinaza, en dosis de 50% cada una, a los tres y cuatro meses de edad. El riego se realizó en surco continuo (T1) y alterno (T2). Tres meses después se aplicó el 25% de la dosis total a los tratamientos de fertirriego (de forma convencional); el resto de la dosis se fraccionó en cinco aplicaciones, hasta los 7.2 meses (Cuadro 1). Los tratamientos de fertirriego recibieron en total en surco continuo el 100% de la dosis (T3), y en surco alterno, el 62.5% (T4).

El fertirriego con caudal reducido se realizó sin bombeo, aprovechando la diferencia de altura entre la corona del dique (lugar donde se ubicó el tanque de fertilización) y la compuerta de la salida de agua del reservorio, (Figura 1).

El segundo experimento (sitio 2) se estableció en el Ingenio Riopaila-Castilla (planta Castilla), hacienda El Reporte D, suerte 60, suelo Arroyo (Udertic Haplustoll, familia textural fina, materia orgánica 2.9 y 34% de arcilla), zona agroecológica 6H3, con la variedad CC 93-4418 primera soca y distancia entre surcos 1.65 m. El experimento se dispuso en bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. La fertilización convencional (T1) recibió una dosis total de 160 kg/ha de N y 45 kg/ha de K, fraccionada en dos aplicaciones (cada una con el 50%), la primera a los dos meses mediante aplicación al suelo de forma mecanizada utilizando urea (46% N) como fuente de N y KCL como K₂O; la segunda, a los cuatro meses de forma líquida y aplicación manual, utilizando sulfato de amonio (22% N) como

fuelle de N. Debido a la disposición de los residuos en el campo (dos surcos libres por una calle con residuos, 2x1) tanto la fertilización como el riego se realizaron al 2x1. El segundo y tercer tratamiento correspondieron al fertirriego, fraccionado en siete aplicaciones de N y K; el nitrógeno se aplicó hasta el sexto mes, mientras que el potasio se aplicó hasta los 10.7 meses (Cuadro 2). El fertirriego al 2x1 (T2) recibió un 114% de la dosis total, mientras que en la modalidad de surco alterno (T3) recibió el 86%. Las aplicaciones de riego y fertirriego se realizaron con una motobomba eléctrica de 3 HP.

Resultados y discusión

En ambos sitios el riego se realizó con caudal reducido mediante caudales bajos (del orden de 0.18 l/s por surco) y tiempos de riego altos (hasta de 24 horas); los pulsos de fertirriego tuvieron una duración entre 45 minutos y una hora por evento. En algunas ocasiones el fertirriego se realizó después de una lluvia o a continuación de un pulso de agua utilizado para humedecer el surco a fertilizar, que no se contabilizaron como riegos por sus tiempos de avance cortos.

En el sitio 1, durante el ciclo de cultivo ocurrió una precipitación de 1508 mm, y una evaporación de 1624 mm (12 de mayo de 2010 a 5 julio de 2011); solo se presentó un periodo seco durante los 9 meses, tiempo en el cual se aplicaron tres riegos de levantamiento (Figura 2). Los análisis estadísticos no muestran diferencias significativas en las variables evaluadas en los tres puntos dispuestos a lo largo de los surcos para un mismo tratamiento.

En productividad no se presentaron diferencias significativas entre la fertilización convencional y el fertirriego; sin embargo, se encontró un leve aumento de producción a favor de los dos tratamientos de fertirriego (Cuadro 3).

La calidad del jugo mostró diferencias significativas al 1% a favor de la fertilización convencional y surco alterno con respecto al surco continuo pero sin diferencias estadísticas con los tratamientos de fertirriego. En el momento del corte, los contenidos foliares de nitrógeno presentaron una diferencia significativa del 4% a favor del fertirriego en surco continuo con respecto a los demás tratamientos, mientras que los contenidos de potasio foliar y clorofila no mostraron diferencias estadísticas; por el contrario, con el fertirriego en surco alterno se encontraron contenidos más altos de potasio en el suelo con respecto a los demás tratamientos, con diferencias significativas al 2%; los demás elementos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

En el sitio 2, durante el ciclo de cultivo se presentaron 2255 mm de precipitación y 1524 mm de evaporación (31 de enero de 2011 al 29 febrero de 2012), con un periodo seco entre los 5 y 8 meses de edad del cultivo en los cuales se aplicaron cinco riegos (Figura 3). La caracterización del suelo mostró texturas franco-arcillo-arenosas en el 38% del área experimental en el segundo y tercer tercio del surco; en producción se encontraron dife-

rencias significativas entre el tercio inicial (126.1 t/ha y 97.7 t/ha) y el tercio medio al 1% y entre el tercio inicial y el final (105.7 t/ha) al 6%. Las demás variables no presentaron diferencias estadísticas.

Las diferencias de textura no se reflejaron en diferencias significativas en productividad; sin embargo, los tratamientos de fertirriego presentaron incrementos del 12% (fertirriego al 2x1) y el 4% (fertirriego alterno) con respecto a la fertilización convencional (T1). El contenido de sacarosa no mostró diferencias significativas entre los tratamientos de fertirriego y fertilización convencional. Los muestreos realizados en el tratamiento de fertirriego alterno, en los surcos con fertirriego y sin fertirriego, no mostraron diferencias significativas entre ellos y con los demás tratamientos en los contenidos edáficos y foliares del N y el K, lo que muestra su movilidad desde el surco con fertirriego al surco sin él (Cuadro 4).

El muestreo de agua de riego con fertilizantes y sin fertilizantes, al inicio y final de un surco durante un evento de fertirriego en surco alterno (Cuadro 5), registró unas pérdidas del 3% del contenido de potasio suministrado en ese fraccionamiento. Es posible que debido a las altas precipitaciones ocurridas durante el desarrollo del experimento se hubieran presentado pérdidas de nutrimentos por escorrentía; sin embargo, se encontró que los tratamientos de fertirriego con caudal reducido presentaron leves aumentos en productividad con respecto a la fertilización convencional, aunque no hayan recibido la dosis total; un aumento de la dosis de fertilizantes (N y K) en el tratamiento de fertirriego al 2x1 (14% más) representó un aumento en productividad (del 12%) con respecto a la fertilización convencional. En cuanto al método de aplicación no se encontraron diferencias en productividad entre las aplicaciones de fertilizantes realizados de forma mecanizada o manual.

Análisis económico

Para ambos sitios experimentales se determinaron los ingresos netos incrementales con respecto al tratamiento de fertilización convencional, teniendo en cuenta los costos de inversión, operación y mantenimiento y los ingresos netos incrementales. La depreciación del sistema se consideró lineal, con una inversión inicial, en el sitio 1, de \$1.892.420/ha (1073 US/ha) para una vida útil de 10 años, con una depreciación anual de \$189.242/ha-año (107US/ha-año). En el sitio 2 la inversión inicial fue \$2.242.420/ha (1271 US/ha), incluido el sistema de bombeo, con una depreciación anual de \$ 224.242/ha-año (127 US/ha-año), en 10 años de vida útil.

En los costos de operación y mantenimiento se tuvo en cuenta el costo del agua (gravedad o bombeo según el sitio), de la mano de obra por evento (de riego y fertirriego), y de la labor de fertilización (mecanizada o de aplicación manual) para cada tratamiento fertilización (convencional y fertirriego).

El ingreso neto se determinó como la diferencia entre el ingreso bruto y los costos de la labor de riego más fertirriego o fertilización, manteniendo todos los demás costos constantes,

ya que todos los tratamientos recibieron las mismas labores de campo. La producción de caña se valoró en \$71.060 /tonelada de caña (40 US/tonelada de caña) (Procaña, enero de 2012).

El ingreso neto incremental se determinó como los beneficios obtenidos de los tratamientos de fertirriego con respecto a la fertilización convencional. En el sitio 1 el ingreso incremental del tratamiento fertirriego en surco alterno con una dosis aplicada del 62% representó un aumento de \$508.768 (288US) con respecto al tratamiento de fertilización convencional (Cuadro 6). En el sitio 2 el tratamiento de fertirriego aplicado al 2x1 representó un aumento de \$350.489 (199 US) con respecto a la fertilización convencional, mientras el tratamiento de fertirriego alterno, que recibió el 86% de la dosis total, no compensó sus costos con el aumento en productividad en relación con la fertilización convencional (Cuadro 7).

Conclusiones

- La productividad obtenida con la fertilización convencional (100% dosis) y el fertirriego con caudal reducido, en dosis entre el 114% y el 42%, no mostró diferencias estadísticas, por lo cual esta tecnología se muestra promisorio para aplicación de fertilizantes diluidos en agua.
- El muestreo de suelos al final del ciclo de cultivo no mostró diferencias en los contenidos de nutrimentos a lo largo del surco con fertirriego ni con los surcos fertilizados de manera convencional de forma manual o mecanizada, excepto en el sitio 1 donde se encontraron contenidos de potasio más altos en los surcos con fertirriego en surco alterno.
- La reducción de la dosis de fertilizante con fertirriego por surco alterno, hasta en un 37.5%, no se reflejó en descensos de la producción o en la calidad de los jugos con respecto a la fertilización convencional utilizada en cada sitio.
- Los resultados de este experimento muestran el fertirriego con caudal reducido en surco alterno como la mejor opción económica de riego y fertilización, por cuanto con menos cantidad de agua y fertilizante la productividad y el rendimiento se mantienen.
- Las aplicaciones tardías de nitrógeno (hasta los siete meses) no mostraron diferencias estadísticas en sacarosa con respecto a la fertilización convencional en cada experimento.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los ingenios Riopaila-Castilla y La Cabaña el apoyo brindado al desarrollo del presente trabajo.

Referencias

Bangar, A.R. y Chaudhari, B.C. 1999. Nutrient Mobility In Soil, Uptake, Quality And Yield Of *Suru* Sugarcane As Influenced By Drip-Fertigation In Medium Vertisols. Journal Of The Indian Society Of Soil Science.

- Butler D.W.F.; Meyer, J.H. y Schumann A.W. 2002. Assessing Nitrogen Fertigation Strategies For Drip Irrigated Sugarcane In Southern Africa. Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass. p. 76.
- Cadahia L.C. *et al.* 2000. Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Segunda edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. 475 p.
- Campos Rivera, A. y Cruz Bermudês, D.M. 2010. Riego con caudal reducido: una opción para el piedemonte. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo. Ciencia y Tecnología para la Competitividad del Sector Agropecuario 2002-2010. pp. 10-11.
- Carbonell González, J.A.; Quintero Durán, R.; Torres Aguas, J.S.; Osorio Murillo, C.A.; Isaacs Echeverri, C.H. y Victoria Kafure, J.I. 2011. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río del Cauca (cuarta aproximación). Principios metodológicos y aplicaciones. Cali. Cenicaña. 119 p. (Serie Técnica N. 38).
- Flores, O.; Aguirre, K. 2008. Determinación de las curvas de absorción de nutrientes en la variedad CP-722086 de caña de azúcar en los tres periodos de zafra 2007-2008 en el Ingenio La Grecia, Choluteca, Honduras. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura. El Zamorano. Honduras. 55 p.
- Quintero D.R.; García, S.A.; Cortés, L.A.; Muñoz, A.F.; Torres, J.S.; Carbonell G.J.; Osorio, C.A. 2008. Grupos homogéneos de suelos de suelos del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (segunda aproximación). Cali. Cenicaña. 112 p. (Serie Técnica 37).
- Uriu, K.; Carlson, R.M. y Henderson, D.W. 1977. Application Of Potassium Fertilizer To Prunes Through A Drip Irrigation System. Seventh International Agricultural Plastics Congress Proceedings, San Diego, CA. pp. 211-214.
- Voisin, A. 1970. Nuevas leyes científicas en la aplicación de los abonos. Madrid. Editorial Tecnos. 150 p.
- Weigel A. y Meyer, J.H. 2008. Drip Irrigated Sugarcane Response To Nitrogen Applied In Dry Form And By Fertigation In Late And Early Season Cycles. Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass. 81. pp. 333-342.

Cuadro 1. Plan de fertirriego. Hacienda Vallecito, suerte 7. Ingenio La Cabaña. Variedad CC 84-75, plantilla.

Edad (meses)	N (%)	K (%)
3	24	25
4.8	17	16
5	17	16
5.4	14	15
6.4	14	15
7.2	14	12

Cuadro 2. Plan de fertirriego. Hacienda El Reporte, suerte 60. Ingenio Cartilla. Variedad CC 93-4418 primera soca.

Edad(meses)	N (%)	K (%)
2.6	18	27
3.4	42	17
4.3	20	15
5.7	16	12
6.2	4	10
8.2		13
10.7		6

Cuadro 3. Resultados de cosecha, hacienda Vallecito, suerte 7. Ingenio La Cabaña, variedad CC 84-75, plantilla. Edad de cosecha 13.8 meses.

Variable	Fertilización convencional		Fertirriego	
	T1	T2	T3	T4
	S. continuo	S. alterno	S. continuo	S. Alterno
Dosis	100%	100%	100%	62.5%
TCH	106	105	109	109
	(96 -114)	(99-112)	(104 -114)	(106 -116)
Sacarosa% caña	12.64* b	13.51 a	13.08 ab	13.06 ab
	(11,37 - 13,66)	(12,34 - 14,67)	(11,11 - 14,29)	(11,72 - 14,33)
N (%) foliar	1.5 b	1.56 b	1.61 a	1.51 b
K (%) foliar	0.98	1.00	1.00	0.99
K (meq/ 100g) en el suelo	0.11b	0.12 b	0.12 b	0.14 a
Clorofila (unidades de spad)	37.29		35.01	36.28
				35.81

* Valores con letras iguales no presentan diferencias significativas (LSM 5%)

Cuadro 4. Resultados de cosecha, hacienda El Reporte D, suerte 60. Ingenio Riopaila Castilla (planta Castilla), variedad CC 93 -4418, primera soca. Edad de cosecha 13 meses.

Variable	Fertilización convencional	Fertirriego		
		T1	T2	T3
		2x1	2x1	Alterno
Dosis		100%	114%	86%
TCH		105	117	109
		(94-115)	(99 -130)	(86-137)
Sacarosa% caña		13.7	13.1	12.9
		(12.9 -14.3)	(12.5 - 13.4)	(12.5 -13.4)
Clorofila (unidades de spad)		28.9	30.5	30.3
N (%) foliar		1.02	1.14	1.14
K (%) foliar		1.16	1.25	1.22
K (meq/ 100g) en el suelo		0.16	0.14	0.17

* Valores con letras iguales no presentan diferencias significativas (LSM 5%)

Cuadro 5. Contenido de potasio en un evento de fertirriego para el tratamiento en surco alterno. Hacienda El Reporte D, suerte 60. Ingenio Riopaila Castilla (Planta Castilla), variedad CC 93 -4418, primera soca. Edad de cosecha 13 meses.

Ubicación	K (ppm)
Agua de riego	7
(Mezcla de fertilizantes + agua de riego) inicio del surco	480
(mezcla de fertilizantes + agua de riego) final del surco	15

Cuadro 6. Ingreso incremental de los tratamientos de fertirriego con respecto a la fertilización convencional, hacienda Vallecito, suerte 7. Ingenio La Cabaña, variedad CC 84-75, plantilla. Edad de cosecha 13.8 meses

Sitio 1				
Tratamiento	Fertilización convencional		Fertirriego	
	T1	T2	T3	T4
	S. Continuo	S. Alterno	S. Continuo	S. Alterno
Dosis	100%	100%	100.0%	62.50%
Costos (\$/Ha)	\$ 1,041,917 (591 US)	\$ 1,032,941 (586 US)	\$ 999,083 (566 US)	\$ 746,329 (423 US)
I Neto incremental (\$/Ha)		\$62,084 (-35 US)	\$256,014 (145 US)	\$508,768 (288 US)

Cuadro 7. Ingreso incremental de los tratamientos de fertirriego con respecto a la fertilización convencional. Hacienda El Reporte D, suerte 60. Ingenio Riopaila Castilla (planta Castilla), variedad CC 93 -4418, primera soca. Edad de cosecha 13 meses

Sitio 2			
Tratamiento	Fertilización convencional	Fertirriego	
	T1	T3	T4
	2x1	2x1	S. Alterno
Dosis	100%	114%	86%
Costo (\$/Ha)	\$ 1,151,612 (653 US)	\$ 1,653,843 (938 US)	\$ 1,480,702 (839 US)
I Neto incremental (\$/Ha)		\$350,489 (199US)	\$-44,850 (-25 US)

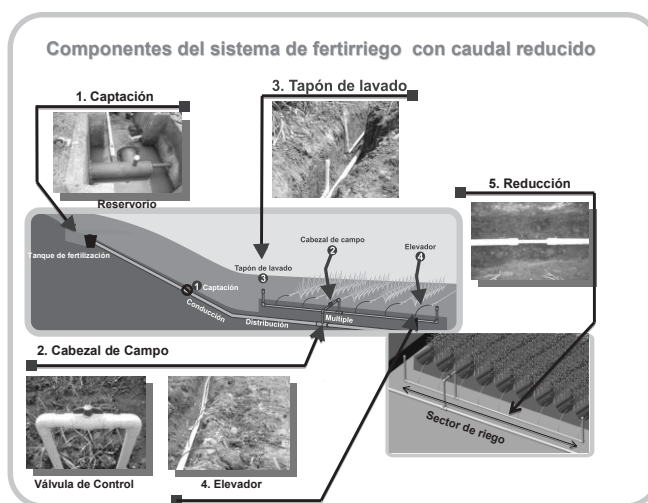


Figura 1. Componentes del sistema de fertirriego con caudal reducido. Ingenio La Cabaña, Hacienda Vallecito, suerte 7.

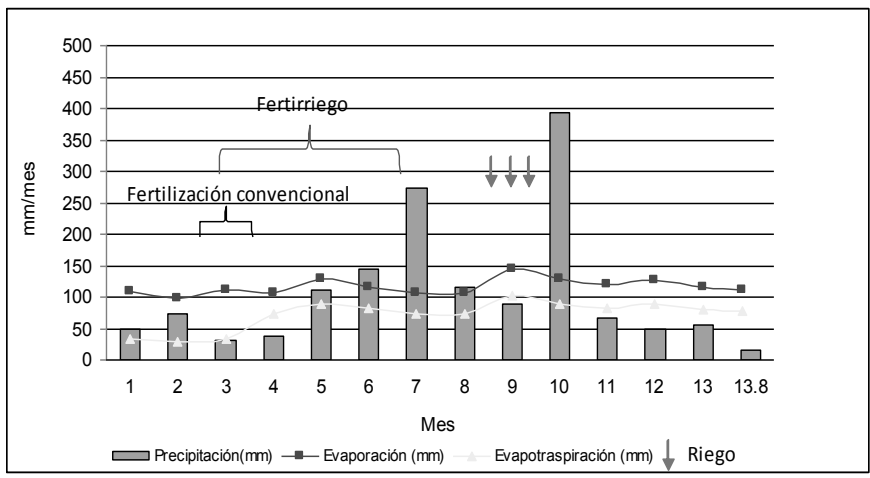


Figura 2. Precipitación y evaporación. Ingenio La Cabaña Hacienda Vallecito, suerte 7.

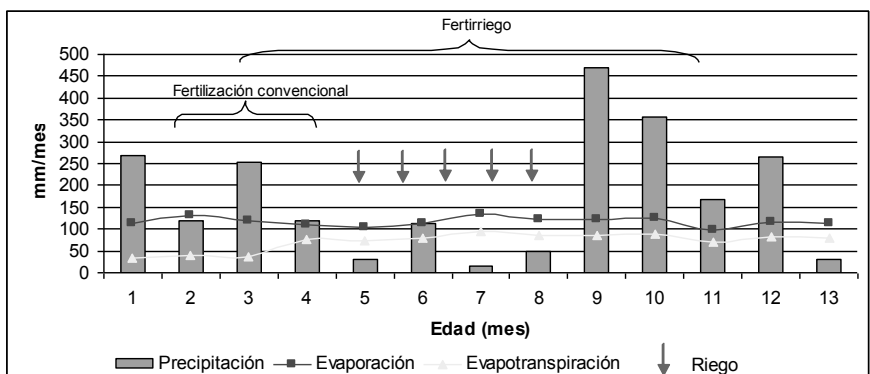


Figura 3. Precipitación y evaporación. Ingenio Riopaila Castilla (planta Castilla), Hacienda El Reporte D, suerte 60. Variedad CC 93 -4418, primera soca. Edad de cosecha 13 meses.