

Experiencias con la Aplicación de 2 Niveles de Tecnología en Caña de Azúcar, mediante la Técnica de las Parcelas Demostrativas en San Joaquín de Pejibaye, Cantón de Jiménez, Ciclo Planta 2018.

Gilberto Calderón Araya¹

Resumen.

Se estableció una parcela demostrativa en la finca de un productor de caña, en la localidad de San Joaquín de Pejibaye, cantón de Jiménez, con el objetivo de evaluar la aplicación de dos niveles de tecnología y su impacto en el rendimiento agroindustrial de la caña de azúcar. Los niveles de tecnología consistieron en el manejo agronómico aplicado por LAICA a una parcela de 1.189 m² y al manejo agronómico aplicado por el agricultor a una parcela de 1.181m². La siembra de la caña se realizó el 15 de julio del año 2016, utilizando la variedad comercial B76-259 y la cosecha se efectuó 19 meses después. Con la tecnología LAICA se aplicó cal dolomita en dosis de 0,5 t /ha, se usó herbicida preemergente y posteriormente una mezcla química de Hexazinona + Diuron + 24D en dosis de 0,45 kg, 2,5 L y 2,3 L / ha, respectivamente. Las cantidades de fertilizante aplicado fueron: 149,3, 154,0, 188,1, 26,0, 0,54, 21,1, 16,2, 9,4 kg / ha de N, P₂O₅, K₂O, MgO, B, S, CaO y SiO₂, respectivamente. En la parcela del agricultor se utilizó carbonato de calcio en dosis de 2,5 t / ha, se practicó la asociación caña vainica, esta última se sembró cinco días después de aplicada la enmienda. El control de malezas fue manual durante el ciclo de vida de la leguminosa. Luego se utilizó la mezcla Paraquat + Diuron en dosis de 2,3 L / ha, respectivamente de ambos. Los niveles de fertilizante aplicados fueron: 217,3, 70,8, 98,2, 42,5 y 62,4 kg /ha de N, P₂O₅, K₂O, MgO y CaO, respectivamente. Los resultados obtenidos en la primera cosecha de la caña reflejaron un incremento del 8,41 % en t de azúcar / ha (0,94 t) de la parcela con manejo de LAICA, respecto a la parcela con manejo del agricultor. Las dos tecnologías produjeron utilidad y rentabilidad económica, sin embargo fueron bajas.

Introducción.

Cuando se realizan estudios de campo en fincas de productores normalmente se logra un acercamiento positivo con el agricultor y la principal ventaja es el aprendizaje que se genera en ambas direcciones: agricultor y técnico. Medir la productividad y el costo beneficio del empleo de niveles de tecnología, constituye el motivo fundamental para persuadir al productor cañero de las bondades de la misma.

¹Ingeniero Agrónomo funcionario del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Coordinador Región Turrialba. Turrialba, Costa Rica. E-mail: gcalderon@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.



En una caracterización de una muestra de fincas cañeras de los cantones Turrialba y Jiménez, se demostró que de 16 fincas, 12 de ellas tenían un rendimiento agrícola bajo, el cual osciló en un rango de 53,2 - 72,7 t de caña / ha, con un rendimiento agroindustrial entre 6,23 – 8,45 t azúcar / ha. El rendimiento industrial promedio de la caña producida en dicha muestra de fincas cañeras, fue de 115,97 kg de azúcar por tonelada (Molina 2015). El estudio mencionado reflejó claramente la realidad del sector cañero de la región. Las variedades de caña cultivadas en la zona (B76-259 y B77-95) tienen una elevada capacidad de concentración de azúcar, por lo que no es extraño que productores de caña obtengan rendimientos hasta de 120 kg azúcar / tonelada. El problema productivo está en el manejo agronómico del cultivo.

Recientemente se han realizado experiencias donde se ha estudiado el manejo agronómico aplicado al cultivo de la caña en la región, con el fin de incrementar el rendimiento agrícola y agroindustrial. En el área de la fertilización se ha encontrado que las aplicaciones de fósforo en el ciclo planta son bajas y de igual forma el nutrimento potasio en ambos ciclos. Debido a ello, Investigadores de la Universidad de Costa Rica en un estudio que se encuentra en etapa de desarrollo, propusieron en el ciclo planta incrementar el uso del fósforo de 86,2 (usado por la finca) a 107,0 kg /ha y el uso del potasio de 107 a 154 kg / ha de K₂O. Además se disminuyó la aplicación de nitrógeno de 160 kg usado por la finca a 135 kg /ha y el uso del magnesio de 16,2 a 8,1 kg/ha. También pusieron en práctica el uso del subsolado. Los resultados agroindustriales de la primera cosecha fueron: en la parcela llamada tratamiento (propuesta de mejora) se produjeron 89,7 y 11,0 t de caña y azúcar / ha, respectivamente. En la parcela control (manejo de la finca) se produjo 79,24 y 9,86 t de caña y azúcar / ha, respectivamente (Enríquez, et al 2013).

Por otra parte, Molina (2016) realizó un análisis de la productividad de la caña cultivada comercialmente en Coopecañita R.L. Encontró un manejo de malezas deficiente debido a aplicaciones de mezclas herbicidas tardías, recomendó realizar una fertilización con dosis más altas de fósforo en el ciclo planta cambiando el uso del 10-30-10 por 18-46-0 e incrementar los niveles de potasio tanto en el ciclo planta como en los ciclos soca, utilizando fórmulas como 20-4-31 y 19,9-9,5-23,1-0-0-3,8 (Zn)-2,1 (S).

Con base en lo expresado, el objetivo general del estudio fue evaluar la aplicación de dos niveles de tecnología y su impacto en el rendimiento agroindustrial de la caña de azúcar, en la finca de un agricultor, en un período de 4 cosechas, utilizando la variedad comercial B76-259.

Los objetivos específicos fueron:

- a. Realizar una valoración económica para determinar los costos y utilidad económica de la experiencia realizada.
- b. Evaluar la estabilidad productiva de las parcelas demostrativas durante 4 cosechas.
- c. Desarrollar una cultura en el productor de caña de llevar registros productivos y económicos.
- d. Convertir la experiencia en aprendizaje tanto para el agricultor como para el técnico.



Metodología.

La parcela demostrativa se estableció en la finca de un agricultor cañero, en la localidad de San Joaquín de Pejibaye, cantón Jiménez, el 15 de julio del año 2016, caracterizada por tener una precipitación total anual promedio de 2.696,7 mm (1942-2016). Los meses más secos son marzo, abril y los meses más lluviosos son junio, julio, noviembre y diciembre. La temperatura máxima promedio es de 27,5 °C y la temperatura mínima promedio es de 18,1 °C, referidas para un período de 58 años (1958-2016). Se utilizó la variedad comercial B76-259, la cual ocupa la mayor área cultivada en la región, según censo cañero efectuado en el año 2016. La semilla utilizada fue de alta calidad en ambas parcelas y su procedencia fue del mismo lote del semillero. El sitio experimental se ubica a una altitud de 830 msnm, en un terreno con una pendiente leve (5-7 % pendiente) el cual permitió la mecanización. Las características químicas del suelo se presentan en el cuadro 1. Como se puede observar el suelo posee una fertilidad baja, caracterizada por un pH bajo, contenidos de calcio, magnesio y potasio deficientes. El terreno se preparó en forma mecanizada de manera convencional, es decir, una arada, rastreada y surcada. La distancia entre surcos fue de 1,5 m de ancho. El área de la parcela manejada por LAICA midió 1.189 m² y el área de la parcela del agricultor 1.181 m². La cosecha se realizó a una edad de 19 meses (caña planta). Primero se realizó la cosecha de la parcela manejada por LAICA, realizando el transporte de la materia prima en carretas con capacidad de transporte de 3 toneladas, al Ingenio Agroatirro R.L., donde se tomó el peso de la misma y el rendimiento industrial. Luego de forma inmediata se efectuó la cosecha de la parcela del agricultor, procediendo con el peso y el rendimiento industrial, igual que con la parcela LAICA.

Cuadro 1.
Resultados del análisis químico del área experimental.

Laboratorio suelos INTA										
		cmol (+)/L				mg/L				
	pH	Acidez	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe
Niveles críticos medios	5,6-6,5	0,5-1,5	4-20	1-5	10-20	10-20	2-10	5-50	2-20	10-100
	4,3	0,40	2,20	0,60	0,05	23	1,4	101	19	231

El manejo de la parcela LAICA fue el siguiente: en fertilización se utilizaron las fórmulas fertilizantes 10-30-10, 17-4-23-3,6-0,2 (B)-0,5 (S)-6 (CaO)-3,5 (SiO₂) y 17,2-5,2-23,5-4,5-5,5 (S). Las cantidades de fertilizante aplicado fueron: 149,3, 154,0, 188,1, 26,0, 0,54, 21,1, 16,2 y 9,4 kg / ha de N, P₂O₅, K₂O, MgO, B, S, CaO y SiO₂, respectivamente. Se encaló con cal dolomita a razón de 0,5 t/ha. En control de malezas, se aplicó herbicida preemergente pendimetalina más diuron a una dosis de 3 L + 2,0 L/ha, respectivamente. Posteriormente se hizo control manual de malezas



y por último para cerrar el cultivo se aplicó Hexazinona + Diuron + 24D + coadyuvante penetrante WK, en dosis de 0,45 kg / ha, 2,5 L / ha, 2,3 L / ha y 1 ml/L de agua, respectivamente.

El manejo de la parcela del agricultor fue el siguiente: en fertilización se utilizaron las fórmulas 10-30-10, 19-4-19 y magnesamón. Los niveles de fertilizante aplicados fueron: 217,3, 70,8, 98,2, 42,5 y 62,4 kg / ha de N, P₂O₅, K₂O, MgO y CaO, respectivamente. Se encaló con carbonato de calcio en dosis de 2,5 t / ha. Durante el ciclo de vida de la vainica, el control de malezas practicado fue con deshierba manual y aporca. Posteriormente se efectuó control químico utilizando la mezcla Paraquat + Diuron en dosis de 2,3 L / ha, respectivamente de cada uno.

Cabe resaltar que el agricultor luego de la siembra de la caña y de haber realizado la aplicación de la enmienda, cultivó vainica asociada con la caña en el entresurco de la misma, la cual se desarrolló con normalidad y produjo una buena cosecha.

Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos con respecto al rendimiento agroindustrial, se presentan en el cuadro 2. El incremento en producción de azúcar de la parcela LAICA con relación a la parcela del agricultor fue de un 8,41 %, equivalente a 0,94 t de azúcar / ha. El rendimiento agrícola e industrial también mostró un ligero incremento en la parcela con manejo de LAICA, respecto a la parcela del agricultor (Cuadro 2, figura 1). Qué aspectos del manejo fueron influyentes en este resultado, puede ser de mayor interés que dar importancia a la magnitud de la diferencia entre ambas tecnologías. En la fertilización fosfórica la cantidad usada por el agricultor fue baja, se aplicaron apenas 70,8 kg / ha, de manera similar ocurrió con la aplicación de potasio cuya dosis fue 98,2 kg / ha, mientras que en la parcela manejada por LAICA la dosis de fósforo y potasio fue 154,0 y 188,1 kg / ha, respectivamente. La importancia de estos nutrimentos es bien conocida en la fisiología del cultivo de la caña, especialmente en el ciclo planta, con la necesidad de formar un amplio y profundo sistema radical, el cual es la boca por donde la planta absorbe los nutrimentos. Por su parte el potasio, es el nutrimento de mayor demanda por la caña de azúcar tanto en el ciclo planta como soca.

El encalado en ambas parcelas fue positivo, para corregir la acidez causada por un pH bajo. Como se puede notar en el cuadro 1, la acidez extraíble no está en el rango considerada como un problema y el porcentaje de saturación de acidez fue de un 12,30 %, cifra que de acuerdo a la literatura, el cultivo puede tolerar hasta un 20 %.

La siembra de vainica en la parcela del agricultor se considera un elemento positivo. Entre los cultivos más apropiados para asociar o intercalar con caña de azúcar, son las leguminosas y entre ellas el frijol, por su fácil manejo y aporte de nitrógeno al suelo (Alfaro 1989). Sin embargo, la dosis aplicada de este nutrimento en la fertilización fue muy alta, 217,3 kg / ha. En la región es común que el agricultor use dosis altas de nitrógeno y bajas de fósforo y potasio. Probablemente el productor lo motiva observar el crecimiento verde y frondoso producido por el nitrógeno en la caña, pero cuyo efecto es temporal. En opinión del agricultor la producción 2,54 t de vainica /

ha asociada con caña de azúcar en su parcela experimental se considera buena. Alfaro (1989) reportó en un estudio realizado con la asociación caña – frijol una producción máxima de 1,40 t / ha, lo que indica que la producción de vainica estuvo bien. Lo negativo fue la experiencia del bajo precio en el momento de venta (¢233,33 / kg), pues se argumenta que en ciertas épocas del año dicho precio ha superado los ¢700,00 / kg (Setecientos colones, cero céntimos / kg). No obstante la situación de precio dada, la siembra de la vainica influyó en que la utilidad económica resultara positiva, claro está, la rentabilidad fue baja, apenas 5,38 %.

Cuadro 2.

Resultados agroindustriales de la parcela demostrativa de dos niveles de tecnología en San Joaquín de Pejibaye. Caña planta, Jiménez 2018.

Nivel de tecnología	Porcentaje				Rend. Indust. Kg Az / t	t / ha		PRT** %	Rel.* Sac.
	Brix	Sac	Pureza	Fibra		Caña	Azúcar		
Parcela LAICA	19,74	17,43	88,30	13,77	114,82	105,55	12,12	108,41	8,71
Parcela Agricultor	19,45	17,24	88,64	13,92	113,31	98,65	11,18	100,00	8,83
Promedio	19,60	17,34	88,47	13,85	114,07	102,10	11,65	-	8,77

*Relación sacarosa: toneladas métricas de caña necesarias para producir una tonelada de azúcar.

** PRT: Porcentaje de incremento con relación al testigo respecto a t de azúcar / ha.

La Figura 2 y 3 muestran el estado de la parcela del agricultor y la de LAICA, a los 86 y 99 días después de la siembra, respectivamente. Se aprecia una diferencia en el control de malezas y en el vigor del cultivo. En la primera se observa la presencia de malezas de tamaño considerable, las cuales se habían controlado mediante deshierba manual en forma reciente al momento de tomar la fotografía. La cosecha de la vainica ya se había realizado. El vigor del cultivo en esa fecha estaba mejor en la parcela de LAICA, que en la parcela del agricultor, con la excepción de contar con 13 días más de edad. El color verde, el control de malezas y el vigor de la planta revelaban un adecuado manejo agronómico, además, el cierre del entresurco por el cultivo estaba cerca de ocurrir en la parcela con manejo de LAICA.

En el cuadro 3, se presentan los costos incurridos en el establecimiento, asistencia y cosecha del cultivo de la caña, en las dos parcelas. Cómo se puede observar de forma global, en la parcela del



agricultor los costos fueron mayores (14,2 %) no sólo por el costo de la asociación con la vainica, sino también por el manejo aplicado. En la parcela con manejo del agricultor se realizó aporca manual, no se usó herbicida preemergente, el costo de la enmienda y de la fertilización fue diferente con respecto a la parcela de LAICA y que incidieron en la cuantificación del total de costos de cada parcela.

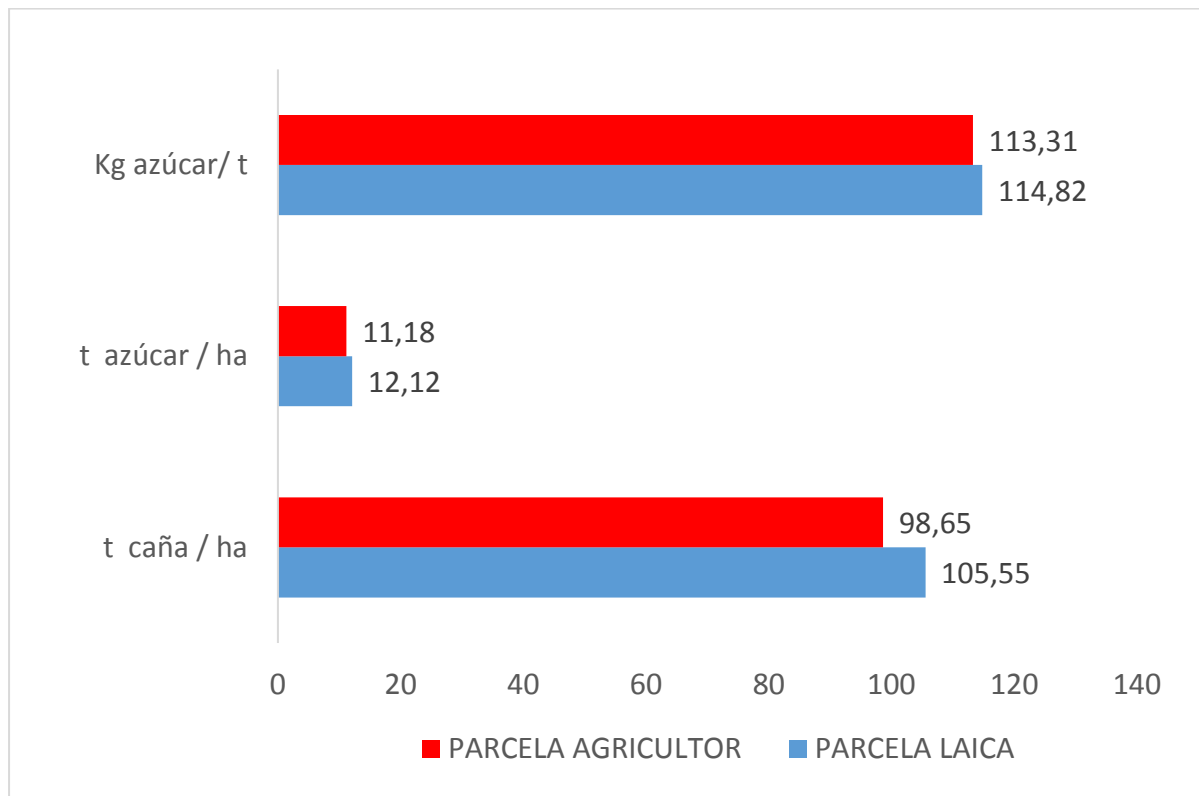


Figura 1. Indicadores de productividad de la parcela demostrativa de dos niveles de tecnología en San Joaquín de Pejibaye. Edad de cosecha 19 meses.

En el párrafo anterior se comentó respecto a los costos. Sin duda afectan los indicadores de la utilidad y rentabilidad. La magnitud de la utilidad económica para la primera cosecha fue baja en ambas parcelas. De alguna forma esto indica que los costos totales estuvieron altos, influidos por la inversión del establecimiento del cultivo (43,1, 38,2 % de la parcela de LAICA y del agricultor, respectivamente) y la cosecha (42,9, 34,4 % de la parcela de LAICA y del agricultor, respectivamente). Además, en un ciclo de 19 meses es de esperar una productividad más alta, que la obtenida en ambas parcelas. Sin embargo, con relación a lo expresado, hay que tomar en cuenta que la fertilidad del terreno es baja y que la misma limita el potencial de productividad. Por otra parte, la variedad B76-259 en un ciclo largo y en las condiciones mencionadas de suelo, probablemente no sea la mejor opción varietal. Desde el punto de vista comparativo, es importante indicar que la parcela LAICA si bien no tuvo un segundo ingreso por asociación con vainica, la misma generó utilidad. La expectativa es que en la segunda y siguientes cosechas haya estabilidad productiva con un nivel lo más alto posible de productividad.



Cuadro 3.
Costos de establecimiento, asistencia y cosecha de la parcela demostrativa en San Joaquín Pejibaye, Jiménez.

A. Establecimiento	Parcela LAICA	Parcela agricultor
1. Preparación terreno	117.746,00	117.746,00
2. Semilla (corta, alza , acarreo)	422.770	422.770
3. Siembra de caña	142.107,67	123.522,81
4. Siembra Vainica (Semilla, siembra)	-	120.981,80
5. Control malezas (uso de preemergente)	69.623,27	-
6. Enmienda	72.085,04	141.209,06
7. Fertilización	132.197,58	60.357,01
Total establecimiento	956.529,56	986.586,68
B. Mantenimiento primer corte		
8. Asistencia de Vainica	-	63.891,11
9. Control malezas	122.524,25	44.159,94
10. Aporca manual	-	170.376,63
11. Fertilización	177.322,64	256.848,62
12. Mantenimiento finca	8.952,91	-
13. Cosecha Vainica	-	170.376,29
14. Cosecha Caña*	949.950,00	887.806,42
Total mantenimiento (Planta)	1.258.749,80	1.593.456,53
Total establecimiento y asistencia primer corte	2.215.279,36	2.580.043,21

*Cosecha de caña en t / ha: Parcela LAICA 105,55. Parcela agricultor 98,65

Cuadro 4.
Ingresos, utilidad y rentabilidad económica de la parcela demostrativa en San Joaquín de Pejibaye, Jiménez.

Ingresos (Caña Planta)	Parcela LAICA	Parcela agricultor
1. Ventas de 11.178,00 kg azúcar		2.045.579,49
2. Ventas de 2.332,09 Kg miel		88.619,42
3. Ventas de 2.540 kg de Vainica		592.658,20
Total Ingresos Parcela del Agricultor		2.726.857,10
4. Ventas de 12.119,25 kg azúcar	2.225.700,26	
5. Ventas de 2.618,19	94.037,16	
Total Ingresos Parcela de LAICA	2.319.737,42	
Total costos	2.215.279,36	2.580.043,21
Utilidad económica	104.458,06	146.810,90
Rentabilidad económica (%)	4,50	5,38

Precio Kg Azúcar: ¢183,65. Precio kg Miel ¢35,91. Tipo cambio USD = ¢575,00

Precio kg Vainica: ¢233,33.



Figura 2. Parcela del agricultor a los 86 después de la siembra de la caña.



Figura 3. Parcela de LAICA a los 99 después de la siembra de la caña.

Conclusiones.

- En la parcela con manejo de LAICA, se obtuvo un incremento de 8,41 % en t de azúcar / ha con respecto a la parcela del agricultor, equivalente a 0,94 t.
- El rendimiento agrícola y el rendimiento industrial, fue también mayor en la parcela con manejo de LAICA, (105,55 versus 98,65 t/ha, 114,82 versus 113,31 kg az/t, respectivamente).
- Con el empleo de dos 2 niveles de tecnología, los costos totales fueron mayores en la parcela del agricultor, respecto a la parcela de LAICA. Dichos costos ascendieron a 2.580.043,21 y 2.215.279,36 colones / ha, respectivamente
- El empleo de dos niveles de tecnología, produjo utilidad y rentabilidad en ambos sistemas de manejo en el ciclo planta. Sin embargo, dichos indicadores económicos se consideran bajos.
- La siembra de vainica por parte del agricultor, se considera que fue un acierto desde el punto de vista económico y de mejoramiento de la fertilidad del suelo, a pesar del bajo precio de venta de la misma. De lo contrario se hubiera reflejado una pérdida.
 - Realizar por lo menos tres cosechas más en la parcela demostrativa, permitirá obtener información más contundente de un ciclo productivo normal, con respecto a productividad y estabilidad y rentabilidad.

Literatura consultada.

Alfaro Portuguez, R. 1989. Cultivos Intercalados con la caña de azúcar (en línea). Boletín Informativo DIECA. N°33. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Consultado el 19 de agosto del 2018. Disponible en [file:///C:/Users/gcalderon/Downloads/Cultivos%20Intercalados%20con%20la%20Ca%C3%B1a%20de%20Az%C3%BAcar%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/gcalderon/Downloads/Cultivos%20Intercalados%20con%20la%20Ca%C3%B1a%20de%20Az%C3%BAcar%20(1).pdf)

Enríquez et al. 2013. "Implementación de prácticas agronómicas según los criterios de agricultura de precisión y evaluación de su impacto en la productividad en el cultivo de la caña de azúcar: caso CoopeCañita R.L." Informe Final. Proyecto SIG: UCR – INFOCOOP. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas (cia). 66 p.

Molina Carmona, V. 2015. Caracterización del manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar en una muestra de productores de la zona de Turrialba y Jiménez. Informe de pasantía, Bachiller. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico. 20 p.

Molina Carmona, V. 2016. Análisis de la productividad de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cultivada comercialmente por Coopecañita R.L., y su utilización como herramienta para recomendar una estrategia de manejo en estas fincas. Práctica Dirigida, Licenciatura. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico. 53p.