



## Caña de azúcar vs manejo sostenible de recursos naturales en el Norte Paceño

### Sugar cane vs sustainable management of natural resources in the North of La Paz

Luis F. Pacheco, Fortunato Velásquez y Ariel Isaías Ayma-Romay

- RESUMEN:** El ingenio azucarero de San Buenaventura fue implementado en el norte de La Paz, sin una fase de evaluación profunda de costos y beneficios, del cambio de uso del suelo de bosque tropical a caña de azúcar. El objetivo de este ensayo es evaluar los costos y beneficios económicos de otras formas de uso del suelo en esa región, además de consideraciones ecológicas. Para ello utilizamos estimaciones basadas en literatura y aplicadas a una superficie de 10.000 ha, similar a la destinada para el ingenio de San Buenaventura. Concluimos que el cultivo de caña de azúcar es una actividad económica menos atractiva que actividades ecológicamente más sustentables, como la cacería de subsistencia, el manejo forestal y el manejo agroforestal, la cuales podrían ser más rentables en el corto y largo plazo.
- PALABRAS CLAVE:** Manejo sustentable del suelo, manejo forestal, manejo de fauna, sistemas agroforestales dinámicos, San Buenaventura.
- ABSTRACT:** The San Buenaventura sugar mill was implemented in the north of La Paz, without a phase of in-depth evaluation of costs and benefits, of the change of land use from tropical forest to sugar cane. The objective of this essay is to evaluate the economic costs and benefits of other forms of land use in that region, in addition to ecological considerations. For this, we use estimates based on literature and applied to an area of 10,000 ha, similar to that destined for the San Buenaventura sugar mill. We conclude that sugarcane cultivation is a less attractive economic activity than more ecologically sustainable activities, such as subsistence hunting, forest management and agroforestry, which could be more profitable in the short and long term.
- KEYWORDS:** Soil sustainable management, forestry, wildlife management, dynamic agroforestry systems, San Buenaventura.

- AUTORES:** **Luis F. Pacheco:** Colección Boliviana de Fauna. Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia. [luispacheco11@yahoo.com](mailto:luispacheco11@yahoo.com)
- Fortunato Velásquez Marca:** ECOTOP SRL. Asesorías en agricultura ecológica y desarrollo rural sostenible. Palos Blancos. La Paz. Bolivia. [fortunatovelasquez@gmail.com](mailto:fortunatovelasquez@gmail.com)
- Ariel Isaías Ayma-Romay:** Escuela de Ciencias Forestales. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia. [ariel.isaias.aymar@gmail.com](mailto:ariel.isaias.aymar@gmail.com)

Recibido: 11/05/2020. Aprobado: 26/06/2020.



## INTRODUCCIÓN

El proyecto del Ingenio azucarero de San Buenaventura (ISB) busca el crecimiento económico a través del cambio del uso de la tierra, de sistemas básicamente forestales a un sistema de cultivo de caña de azúcar en monocultivo, con la consideración adicional de la industrialización del producto para la producción de azúcar. Esta forma de pensar en la agricultura puede resultar inevitable en ciertos casos, pero creemos que el caso particular de San Buenaventura no ha sido analizado tomando en cuenta otras opciones de uso de la tierra. En este ensayo hacemos una evaluación cuantificada de

tres opciones de uso del suelo en dicha región, considerando sus aportes económicos y sus diferencias en cuanto al efecto sobre el ecosistema.

### Los hechos y nuestro objetivo

El ISB fue inaugurado en 2017, con un costo oficial de 256 millones de USD (Noticias Fides, mayo 2017). Inmediatamente se aprobó la “habilitación” de 5000 ha en el norte del departamento de La Paz y las autoridades del área (del anterior gobierno) indicaron que se requiere desforestar 11.000 ha para implementar el proyecto del ISB. En este ensayo vamos a usar un

número redondo de 10.000 ha, solamente para facilitar los cálculos. Como comentario inicial, es necesario recordar que el proyecto del ISB data de hace décadas y fue varias veces desestimado, por diversas razones, que no discutiremos en este documento. Nuestro objetivo es mostrar que hay otros usos, mucho más convenientes, para una superficie de ese tamaño y en dicha región de Bolivia, que el cultivo de caña de azúcar.

### Desforestación y reducción de biodiversidad

El cambio del ecosistema natural, en este caso un bosque tropical, a un monocultivo (como la caña de azúcar) implica una reducción drástica en la biodiversidad. Recordemos que la región a ser impactada es vecina con el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, una de las regiones con mayor biodiversidad del planeta (Wallace et al., 2017). Esto es muy importante, ya que la biodiversidad es un seguro para el funcionamiento de los ecosistemas (Tilman et al., 2014, Steffen et al., 2015). Los ecosistemas más diversos funcionan mejor que los menos diversos en términos de productividad y son más estables en cuanto a sus servicios

ecosistémicos, además de presentar mayor resiliencia (Naeem et al., 2012,). Por otro lado, la agricultura industrial requiere de grandes insumos de energía para mantenerse funcionando (Nicholls & Altieri, 2012) y producir lo que el ser humano requiere; en este caso caña de azúcar. En lo que sigue analizaremos qué cosas estamos perdiendo y qué oportunidades podríamos aprovechar para generar recursos económicos en esa región. Posteriormente compararemos estos datos con lo que eventualmente podría producirse en el ISB, vía cultivo de caña de azúcar.

### FAUNA

#### Especies aprovechables bajo cacería de subsistencia

La biodiversidad de la región incluye muchos miles de especies, pero algunas de ellas ya son aprovechadas por la gente a nivel local y la forma de aprovechamiento es cacería de subsistencia (Tejada et al., 2006). A continuación, hacemos el ejercicio de calcular la producción de carne de monte, para algunas especies (sólo mamíferos) escogidas por su tamaño y disponibilidad de información.

Tabla 1. Detalle de la producción estimada de individuos y biomasa potencialmente aprovechable por cacería de subsistencia de mamíferos en una superficie de 10.000 ha en la región de San Buenaventura.

Especie	Densidad de la población (individuos/100 ha)	Abundancia (número de individuos y [biomasa])	Productividad (individuos y biomasa/año) **
Tropero ( <i>Tayassu pecari</i> )	2 <sup>2</sup>	200 ind [5.600 kg]	31 ind. (436 kg)
Taitetú ( <i>Pecari tajacu</i> )	5 <sup>2</sup>	1.000 ind [17.000 kg]	300 ind (2.250 kg)
Jochi pintado ( <i>Cuniculus paca</i> )	12 <sup>1</sup>	1.200 ind. [9.600 kg]	136 ind. (684 kg)
Jochi colorado ( <i>Dasyprocta punctata</i> )	10 <sup>3</sup>	1.000 [3.000 kg]	480 ind (720 kg)
Tatú ( <i>Dasytus novemcinctus</i> )	10 <sup>4</sup>	1.000 [3.000 kg]	240 ind (360 kg)
Anta ( <i>Tapirus terrestris</i> )	0,3 <sup>5</sup>	30 [7.500 kg]	1 ind (175 kg)
Mono silbador ( <i>Cebus libidinosus</i> )	20 <sup>6</sup>	2.000 ind [6.000 kg]	36 ind (54 kg)
Huaso ( <i>Mazama americana</i> )	1 <sup>7</sup>	100 ind [2.000 kg]	12 ind (120 kg)
Urina ( <i>Mazama guazoubira</i> )	2 <sup>7</sup>	200 ind [3.000 kg]	30 ind (210 kg)
<b>TOTALES</b>		<b>5730 ind [56.700 kg]</b>	<b>1266 ind (5009 kg)</b>

<sup>1</sup>El dato corresponde a la densidad estimada en una zona del Alto Beni (Benavides et al., en prep.)

<sup>2</sup> Aliaga-Rossel & Painter, 2010, <sup>3</sup>Wallace et al., 2010, <sup>4</sup>Cuéllar et al., 2010, <sup>5</sup>Ayala et al., 2010, <sup>6</sup>Martínez et al., 2010,

<sup>7</sup>Rumiz et al., 2010. Todos en Wallace et al., 2010.

\*\*Este dato se calcula utilizando la tasa de crecimiento poblacional de cada especie y el modelo de sustentabilidad de cacería de Robinson & Redford (1991) y complementariamente con el modelo de cosecha de Bodmer & Robinson, 2004). Los datos que usamos son conservadores (van por lo mínimo).

Continuado con el análisis, en una superficie de 10.000 ha, como la que se espera usar para el ISB, podríamos tener una producción anual aproximada de 5.000 kg de carne de monte de las especies más comúnmente cazadas, bajo un sistema de uso sustentable (Tabla 1); con la condición adicional de no representar costo de producción alguno (excepto el costo de oportunidad, que sería equivalente al no uso en caña de azúcar).

### Fauna comercializable

En esta sección comentamos sobre algunas especies que ya son cazadas para comercio (el lagarto, *Caiman yacare*) o podrían ser comercializadas de forma legal. El lagarto es cazado para la venta de su cuero en el mercado internacional. Si las áreas a ser desforestadas incluyen humedales, afectarán esta forma de generación de ingresos económicos. Como referencia, el pueblo Tacana cosecha unos 500 lagartos por año, lo cual rinde recursos económicos por la venta del cuero y recursos alimenticios por el uso de la carne. Sin embargo, esta especie es utilizada principalmente en la región aledaña al río Beni (Miranda-Chumacero et al., 2010).

Si bien el uso de fauna con fines comerciales puede ser objetable, es común en todo el mundo. Especies que podrían utilizarse como recurso económico incluyen las mariposas (al menos 100 especies, ver Guerra et al., 2010) y otros insectos (especialmente coleópteros).

### FLORA

Los bosques tropicales de Bolivia brindan múltiples beneficios para la población boliviana y mundial; sin embargo, la tasa de deforestación continúa siendo alarmante. Según Cuellar & Larrea (2016), la tasa de deforestación en Bolivia oscila alrededor de las 250.000 ha por año. La habilitación de tierras para agricultura se hace en desmedro de otros beneficios de los bosques. Por ejemplo, los beneficios más reconocidos de los bosques han sido tradicionalmente la producción

de madera, recolección o cosecha de productos forestales no maderables, la producción de carne para las comunidades, turismo entre otros; beneficios, que están cobrando cada vez mayor importancia, tales como la regulación climática, hídrica y la captura de carbono (Stephen et al., 2015).

Cuantificar todos los beneficios que otorgan los bosques es desafiante. Sin embargo, existen algunas aproximaciones realizadas para el país para estimar algunos de sus beneficios. Tomando estas aproximaciones en este manuscrito trataremos de cuantificar cuánto dinero podrían generar 10.000 ha de bosque bajo un sistema de manejo forestal y uso múltiple (Tabla 2). A consideración:

- a) La producción potencial de madera de un bosque manejado es de 10 a 20 metros cúbicos por hectárea por año ( $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ ); sin embargo, por lo general se aprovecha de 1 a 6  $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ . El valor de la madera de los bosques bolivianos puede oscilar entre 40 y 250 dólares americanos por hectárea por año ( $USD \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ ). Estos valores nos dan como referencia que el valor maderable de los bosques podría variar entre 40 y 1500  $USD \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$  (Patie et al., 2003).
- b) El valor de turismo de los bosques se ha estimado entre 7 y 100  $USD \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$  y se considera que los bosques pueden atraer un visitante por hectárea (caso Chiquitanía). Estos valores pueden servir también como referencia para nuestro propósito (Malky-Harb, 2007), considerando que el norte paceño tiene un potencial turístico relevante, debido a la presencia del Parque Nacional Madidi.
- c) Los bosques pre andinos del norte de La Paz pueden producir aproximadamente 0,5  $kg \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$  de carne de monte (Tabla 1). Considerando el precio local de carne (1,5  $USD \cdot kg^{-1}$ ) podríamos estimar que el valor de los bosques para la producción de carne sería de un mínimo de 0,75  $USD \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ .

d) El valor de los bosques por captura de carbono (*actualmente no considerado como opción en Bolivia, pero si a nivel internacional*) puede variar de 40 a 110 USD.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Este valor resulta considerando que el precio ofrecido por el país para la captura de carbono es de USD 1

por cada tonelada de carbono retenida por año (Malky-Harb, 2007) y que la cantidad de carbono almacenado en biomasa de los bosques del pre andino y de la amazonia oscila entre 40 a 110 Toneladas de carbono por hectárea. (Dauber et al., 2000)

Tabla 2. Estimación de beneficios de bosques bajo manejo forestal y uso múltiple en 10.000 ha en Bolivia.

Beneficio	Precio unitario USD		Beneficio (USD) por ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>		Beneficio total USD para 10.000 ha	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Madera (1 a 6 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )	40 <sup>a</sup>	250 <sup>a</sup>	40	1.500	400.000	15.000.000
Turismo (1 visitantes.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )	7 <sup>b</sup>	110 <sup>b</sup>	7	110	70.000	1.100.000
Carne (0.5 kg.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )	1,5	1,5	0,75	0,75	7.500	7.500
Captura de Carbono (40 a 110 T.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )	1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	40	110	400.000	1.100.000
<b>Total</b>			<b>87</b>	<b>1720</b>	<b>877.500</b>	<b>17.207.500</b>

Fuentes para realizar las estimaciones: <sup>a</sup> Patie et al. (2003), <sup>b</sup> Malky-Harb (2007), <sup>c</sup> Datos de este manuscrito (Tabla 1), <sup>d</sup> Dauber et al. (2000).

Para finalizar, si sumamos los valores mínimos y máximos de nuestras estimaciones podríamos considerar que los bosques tienen un valor de 87 a 1720 USD.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Eso significa que 10.000 ha de bosque nativo bajo manejo forestal y uso múltiple (cacería, secuestro de carbono y turismo) podrían generar entre 877.000 y 17.000.000 USD.año<sup>-1</sup> como mínimo y máximo respectivamente. La conclusión del ejercicio es clara: parece un buen negocio mantener un bosque productivo en términos forestales en lugar de desforestarlo para otros usos plenamente agrícolas que generan menor beneficio (ver más adelante).

Los beneficios económicos de los bosques pueden incrementar si una parte se usa para fines agroforestales (como explicaremos más adelante para el caso del cultivo de cacao) o también si se cuantifican otros servicios ecosistémicos, tales como la producción de

bienes no maderables fundamentales para la vida de las comunidades rurales, especialmente para pueblos indígenas. Entre estos podemos citar el uso alimenticio, medicinal, religioso, artesanal de palmeras, lianas, árboles, arbustos, helechos, hongos y hierbas de los bosques que no están valorados económicamente, pero que son fundamentales en la economía de la población. Solamente como ejemplo, veamos lo que ocurre con las palmeras. El uso de palmeras es especialmente promisorio, pues dan recursos para la construcción (troncos, hojas para techos), frutos altamente nutritivos y que pueden además utilizarse para preparación de otros productos que tienen ya mercado (Moraes, 2014). Finalmente, las palmeras, como otros grupos de plantas, tienen usos medicinales (Paniagua et al., 2014a, Paniagua et al., 2015). Adicionalmente, el estudio etno-ecológico de las palmeras brinda una forma complementaria de abordar y entender las culturas (Paniagua et al., 2014b, Paniagua et

al., 2016), lo cual deben ser una prioridad en el sentido que tiene nuestra nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.

## PRODUCCIÓN AGROFORESTAL

En este ensayo nos enfocaremos en los sistemas de producción más amigables con el entorno, que son los agroforestales (Vos et al., 2015). Un tipo especial de estos son los sistemas agroforestales dinámicos, que ya han estado trabajándose en el Alto Beni por varios años (Milz, 2010). Hicimos un cálculo de utilidades netas, para lo cual fue necesario considerar los costos de establecimiento como costos fijos y los costos de mantenimiento como costos variables, todos los cálculos fueron hechos por año. El ejercicio incluyó costos de establecimiento para un sistema agroforestal cuyo producto principal es el cacao, considerando la inversión hasta el tercer año como costos de establecimiento. En ese tiempo se generan ingresos por los cultivos anuales complementarios, tales como como frejol, maíz, hibiscos, zapallo y otros, incluyendo plátanos; lo cual permite tener utilidades o ganancias casi netas. No incluimos los costos de traslado y otros pormenores, que dependerán de muchos factores, los cuales afectarían, en todo caso, de manera similar a cualquier cultivo.

A partir del tercer año el sistema comienza a producir el cacao injerto, iniciando con rendimientos bajos, pero incrementando paulatinamente por un lapso de unos 10 años hacia producciones significativas. Para ser conservadores, utilizaremos un rendimiento de 10 quintales/ha (el quintal es una unidad de peso antigua aún muy utilizada en el comercio de productos agrícolas equivalente a 46 kg); aunque en la región del Alto Beni los buenos cacaoteros bordean los 20 quintales/ha (F. Velásquez, datos no publicados). El detalle del análisis puede verse en la Tabla 3. Con ese escenario, es posible calcular un costo total de 32.616 Bs./ha (aprox.

4.712 USD/ha), una ganancia bruta de 68.450 Bs/ha (~ 9.890 USD/ha) y una utilidad anual de unos 35.834 Bs/ha (~ 5.177 USD/ha), todo por hectárea de suelo trabajado en los primeros tres años. A partir del décimo año una parcela de cacao diversificada con frutales como Achachairú, Ocoró, Cupuazú, Rambutan palta y Bananos de porte alto genera ganancias brutas de 30.800 Bs/ha (~ 4.450 USD/ha). Es decir, para una superficie de 10.000 ha, de las cuales sólo ¼ parte se manejen bajo este sistema, tendríamos una potencial utilidad de 12,94 millones de USD por año para los primeros tres años. Si dudáramos por considerarse nuestro escenario como muy optimista, pensemos que la utilidad va a ser solamente el 75% (problemas de mercado u otros de carácter nacional o global): aprox. 9,7 millones de USD por año. Con esa salvaguarda, pero utilizando el total de la superficie que va a utilizar el ISB, las ganancias netas de un proyecto agroforestal serían de al menos 38,8 millones de USD por año.

Es necesario enfatizar que, bajo un sistema de manejo agroforestal, es posible pensar todavía en cosechas de fauna; especialmente para taitetú, tatú, jochis y aves. Es más, existe evidencia de que las densidades de algunas especies, como los jochis (pintado y colorado) incrementan en áreas de cultivo (Roldán & Simonetti, 2001), mientras que otras pueden ser cazadas para controlar su daño a algunos cultivos y, de esa manera, aprovechar su proteína (Pérez y Pacheco 2006, 2014). Del mismo modo, los sistemas que hemos descrito permiten el aprovechamiento de madera en el mediano y largo plazo. Por ejemplo, en un plazo de 15 años, con 5 árboles por hectárea de toco colorado (*Piptademia buchtienii*) se logran 2000 pies cúbicos de madera; considerando 5 Bs/pie, esto generaría un ingreso adicional de 1.000 Bs/ha.

Tabla 3. Estimación a detalle de los costos e ingresos anuales para el establecimiento y mantenimiento de un sistema agroforestal de cacao de 1 ha, basados en datos del Alto Beni (F. Velásquez, datos no publicados.)

	DETALLE	unidad	cantidad	precio unitario (Bs)	Sub Total
COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DEL CACAO	<b>1. chupeo (rozado)</b>			<b>1000</b>	
	<b>2. semillas y material vegetativo</b>			<b>6990</b>	
	hijuelo de plátano	hijuelos	625	5	3125
	semilla de maíz	arroba (11,5 kg)	2	35	70
	semilla de frejol	arroba	2	100	200
	semilla de hibisco	kg	2	100	200
	semilla de zapallo (huycos)	libras	3	50	150
	semilla de papaya	kg	1	120	120
	plantines de cacao	plantines	625	5	3125
	<b>3. Siembras y plantaciones (mano de obra)</b>			<b>3026</b>	
	hoyado y plantado de plátano	global	1	1000	1000
	siembra de maíz al boleó	hora	1	13	13
	siembra de frejol al boleó	hora	1	13	13
	siembra de hibisco	jornal	3	100	300
	siembra de papaya	jornal	2	100	200
	siembra de zapallo	jornal	2	100	200
	hoyado y plantado del cacao	global	1	1300	1300
	<b>4. Tumbado y picado</b>			<b>1500</b>	
	<b>5. Deshierbes</b>			<b>1400</b>	
	año 1	global	2	700	1400
	<b>6. Cosechas</b>			<b>8600</b>	
	cosecha de maíz y trillado	jornal	8	100	800
	cosecha de frejol y trillado	jornal	6	100	600
	cosecha semanal de papaya (por un año)	global	48	100	4800
	cosecha quincenal de plátanos (por 2 años)	global	24	100	2400
	<b>7. Otros Deshierbes</b>			<b>4200</b>	
año 2	global	3	700	2100	
año 3	global	3	700	2100	
<b>8. Poda de formación del cacao</b>			<b>300</b>		
<b>9. Mantenimiento del sistema cacao, cosechas y beneficiado/año</b>			<b>5600</b>		
Deshierbes 3 deshierbes/año	global	3	600	1800	
poda de mantenimiento 2/año	global	2	500	1000	
cosechas cada 15 días durante 7 meses	global	14	100	1400	
Desconchado 0,5 jornal en cada cosecha	global	14	50	700	
Fermentado y secado	global	14	50	700	
	<b>TOTAL, COSTO DE ESTABLECIMIENTO DURANTE 3 AÑOS (1+2+3+4+5+6+7+8+9)</b>				<b>32.616</b>

ECOTOP trabaja en Alto Beni con diseños agroforestales que contemplan al menos 100 árboles maderables por hectárea, con opción a raleo (10 x 10m entre plantas), con especies valiosas como mara (*Swietenia macrophylla*), roble (*Amburana cearensis*), huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), colomero (*Cariniana estrellensis*), cuta (*Astronium graveolens*), cedro (*Cedrela odorata*), ajo ajo (*Gallesia integrifolia*), verdolago (*Terminalia oblonga*) y cuchi (*Astronium urundeuva*), que permiten realizar el aprovechamiento en plazos mayores a 20 años.

Es necesario enfatizar que el uso del suelo para cultivos agroforestales, al igual que para manejo forestal y manejo de fauna es permanente. Es decir, no hay un límite establecido para el abandono del cultivo por degradación de suelo, como sucede con otros tipos de cultivo, incluyendo la caña de azúcar.

### **¿QUÉ NOS OFRECE EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR?**

El rendimiento promedio para la caña de azúcar en Santa Cruz entre 2017 y 2020 fue de 43 a 53 tn/ha (El Día, 31 octubre 2018). Sin embargo, el cultivo de caña suele iniciar con altos rendimientos, para luego disminuir hasta hacerse poco rentable. Por ejemplo, la variedad conocida como “norte argentino” empieza con 100 a 120 T/ha y el resto de las variedades inician con 80 T/ha. Dependiendo de la calidad de suelo, el cultivo de caña puede realizarse durante 15 a 20 años, que es generalmente cuando logra producir apenas 30 T/ha (MDRyT VDRA 2012) y es cuando suelen no ser rentables. El precio pagado al productor en Paraguay en 2011 fue de aprox. 21 USD/Tonelada (USAID, 2011). El precio que teníamos para Bolivia el año 2012 era de 29 Bs (aproximadamente 4,2 USD por tonelada cortada en CIPCA, 2012). Con ese precio, las 10.000 ha podría generar (calculando 80T/ha) un total aproximado 3,4 millones de USD; es decir, menos que bajo manejo forestal y mucho menos

de lo que rendiría la cuarta parte de esa superficie bajo sistemas agroforestales.

### **Otros problemas del cultivo de caña de azúcar**

El cultivo de caña requiere de insumos químicos, el efecto de los cuales puede ser peligroso (Cuenca et al., 2019), como ya se ha visto en el caso del glifosato (i.e. Coullery et al., 2016, Zhang et al., 2019, Martínez et al., 2020). Cada año, desde su establecimiento y después de cada zafra, el cultivo de caña suele recibir la aplicación de herbicidas sistémicos y de contacto para asegurar la producción, siendo los principales el paraquat y el glifosato (2 a 3 litros/ha). También se debe realizar la fertilización con urea. Adicionalmente, la cosecha se realiza con maquinaria pesada, la cual cosecha 12 ha/día, pero compacta el suelo. Entonces, ni bien se corta la caña, se afloja el suelo con un subsolador. En la etapa de brotes de la caña se utilizan insecticidas para el ataque del salbaso (*Mahanarva vipars*), que es un homóptero que ataca en las yemas adventicias.

En Santa Cruz, buena parte de lo que antes eran cultivos de caña y algodón hoy en día son pastizales degradados, que están siendo urbanizados. Adicionalmente y no menos importante, es necesario considerar los usos de la caña de azúcar (alcohol, azúcar refinado, miel de caña y otros endulzantes y biocombustibles). Nada que no pueda ser reemplazado o sea bueno para la salud.

### **CONCLUSIONES**

La deforestación de los bosques amazónicos para transformarlos en monocultivos de caña de azúcar no se justifica económicamente, al compararse con otros sistemas alternativos de manejo del bosque, tales como el manejo forestal sostenible y los sistemas agroforestales. Adicionalmente, el manejo forestal y agroforestal son compatibles con la producción de otras posibles funciones económicas, como el turismo, la producción de

alimentos silvestres (como la carne) y otras funciones ecosistémicas, como el secuestro de carbono, la regulación climática, etc.; es decir, todas esas otras funciones y servicios del bosque tropical proveen, desde cualquier punto de vista, mayores beneficios que el cultivo de caña de azúcar. Nuestro análisis sugiere fuertemente que no hay justificativo económico (menos para una inversión de 265 millones USD) para dedicar esa superficie a cultivar caña de azúcar y que, adicionalmente, las consecuencias ambientales deben considerarse, ya que el ambiente es la base del desarrollo de la cultura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bodmer, RE; Robinson, JG. (2004). Evaluating the sustainability of hunting in the Neotropics. En: Silvius, KM., Bodmer, RE., Fragoso, JMV (eds.) *People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America*. Columbia University Press, New York, USA, pp. 299-323.
- CIPCA (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Bolivia). (2012). Zafreiros de Santa Cruz acuerdan precio de la tonelada de caña de azúcar para esta gestión. Recuperado a partir de: <http://www.cipca.org.bo/index.php/noticias/noticias-2012/2573-zafreiros-de-santa-cruz-acuerdan-precio-de-la-tonelada-de-cana-de-azucar-para-esta-gestion>
- Coullery, RP; Ferrari, ME; Rosso, SB. (2016). Neuronal development and axon growth are altered by glyphosate through a WNT non-canonical signaling pathway. *Neurotoxicology* 52: 150-161.
- Cuéllar, S; Larrea-Alcázar DM. (2016). Pérdida de carbono por deforestación reciente (2010-2013) en las tierras bajas y Yungas de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 51(1): 15-25.
- Dauber, E; Terán, J; Guzmán, R. (2000). Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana* 1(1): 1-10.
- Cuenca, J. B., Tirado, N., Barral, J., Ali, I., Levi, M., Stenius, U., M. Levi, U. Stenius, M. Berglund & Dreij, K. (2019). Increased levels of genotoxic damage in a Bolivian agricultural population exposed to mixtures of pesticides. *Science of the Total Environment*, 695, 133942.
- El Día. (2018). Zafra cañera registra un incremento del 15%. Recuperado a partir de: [https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=357&pla=3&id\\_articulo=263361](https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=357&pla=3&id_articulo=263361)
- Guerra, JF; Sánchez, J.; Asociación Accidental para el Manejo de Recursos Naturales Nayriri. (2010). Manejo de mariposas diurnas mediante crianza y cosecha directa del estado silvestre en el Parque Nacional ANMI Cotapata.
- Malky-Harb, A. (2007). Alternativas económicas para la conservación de los bosques en Bolivia. Un ejercicio de valoración para el bosque Chiquitano. *Revista Análisis Económico UDAPE* 22: 75-108.
- Martínez, M. A., Rodríguez, J. L., López-Torres, B., Martínez, M., Martínez-Larrañaga, M. R., Maximiliano, J. E., ... & Ares, I. (2020). Use of human neuroblastoma SH-SY5Y cells to evaluate glyphosate-induced effects on oxidative stress, neuronal development and cell death signaling pathways. *Environment International*, 135, 105414.
- MDRyT-VDRA, M.D. (2012). Compendio Agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo. La Paz, Bolivia.
- Milz, J. (2010). Producción de Naranja (*Citrus sinensis*) en sistemas agroforestales

- sucesionales en Alto Beni, Bolivia- Estudio de caso. *Biodiversidad y Ecología en Bolivia*: 324-340.
- Moraes R., M. (2014). Palmeras útiles de Bolivia. Las especies mayormente aprovechadas para diferentes fines y aplicaciones. Herbario Nacional de Bolivia – Universidad Mayor de San Andrés. Plural Editores, La Paz, 148p.
- Miranda-Chumacero, G; Wallace, RB; Estivariz, A; Gonzáles, F. (2010). Dos años de cosechas de lagartos (*Caiman yacare*) en la TCO Takana: ¿Qué hemos aprendido? Experiencias de Manejo de Fauna Silvestre en Bolivia. 83-106.
- Naeem, S; Duffy, JE; Zavaleta, E. (2012). The functions of biological diversity in an age of extinction. *Science*, 336(6087): 1401-1406.
- Robinson, JG; Redford, KH. (1991). The use and conservation of wildlife. *Neotropical wildlife use and conservation*, 3-5.
- Nicholls, CI; Altieri, MÁ. (2011). Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología* 6: 28-37.
- Noticias Fides. (2017). Recuperado a partir de: <https://www.noticiasfides.com/economia/ingenio-san-buenaventura-espera-ampliar-de-1600-a-12000-hectareas-de-parcelas-caneras-377715>
- Paniagua-Zambrana, NY; Bussmann, RW; Blacutt, E; Macía, MJ; de El Hondo, C. (2014a). Conservando Nuestros Bosques: Conocimiento y uso de las palmeras en las comunidades campesinas del norte de Bolivia. *Ethnobotany Research and Applications* 13(6): 001-097.
- Paniagua-Zambrana, NY; Camara-Lerét, R; Bussmann, RW; Macía. MJ. (2014b). The influence of socioeconomic factors on traditional knowledge: a cross scale comparison of palm uses in northwestern South America. *Ecology and Society* 19(4): 9. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06934-190409>
- Paniagua-Zambrana, NY; Cámara-Leret, R; Macía, MJ. (2015). Patterns of medicinal use of palms across northwestern South America., *The Botanical Review* 81(4): 317-415.
- Paniagua-Zambrana, NY., Cámara-Leret, R., Bussmann, RW., Macía, MJ. (2016). Understanding transmission of traditional knowledge across north-western South America: a cross-cultural study in palms (Arecaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182(2): 480-504.
- Pattie, P; Núñez, M; Rojas, P. (2003). Valoración de los bosques tropicales de Bolivia. Documento Técnico 130/2003. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 44 pp.
- Pérez, E; Pacheco, LF. (2006). Damage by large mammals to subsistence crops in a montane forest of Bolivia. *Crop Protection* 25(9): 933-939
- Pérez, E; Pacheco, LF. (2014). Mitigación de daños provocados por fauna silvestre en cultivos agrícolas en un bosque Montano de Bolivia. *Revista de Biología Tropical* 62(4). 1495-1507
- Roldán, AI; Simonetti, JA. (2001). Plant-Mammal Interactions in Tropical Bolivian Forests with Different Hunting Pressures. *Conservation Biology*, 15(3): 617-623.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., y & Folke, C. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.

- Tejada, R; Chao, E; Gómez, H; Painter, L. y Wallace, RB. (2006). Evaluación sobre el uso de la fauna silvestre en la Tierra Comunitaria de Origen Tacana, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(2): 138-148.
- Tilman, D; Isbell, F. & Cowles, JM. (2014). Biodiversity and ecosystem functioning. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45: 471-493.
- USAID (United States Agency for International Development). (2011). Caña de azúcar. Análisis de la cadena de valor en Concepción y Canindeyú. Recuperado a partir de: [https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/cana\\_de\\_azucar.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/cana_de_azucar.pdf)
- Vos, VA; Vaca, O. y Cruz, A. (eds.). (2015). Una valoración a sus múltiples funciones a partir de estudios de caso. Cuadernos de Investigación 82. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA). 188 pp.
- Wallace, RB; Gómez, H; Porcel, Z. y 30 contribuyentes. (2010). Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, 884 p.
- Wallace, RB; Ramírez, A; Salinas, E. y Painter, L. (2017). Inspirando a la población urbana mediante información científica e imágenes de biodiversidad-Identidad Madidi. *Ecología en Bolivia* 52(1): 1-6.
- Zhang, L., Rana, I., Shaffer, R. M., Taioli, E., & Sheppard, L. (2019). Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: a meta-analysis and supporting evidence. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 781, 186-206.