



Foto: Bioversity International and CIAT/Neil Palmer

Beneficios económicos de los sistemas ganaderos sostenibles basados en forrajes en América Latina

MENSAJES CLAVE

- En la mayoría de los casos, la integración de forrajes mejorados en sistemas ganaderos intensificados de manera sostenible resulta ser económicamente viable.
- De esta manera, es posible incrementar los ingresos netos de los sistemas de producción, los márgenes de ganancia unitaria, el valor actual neto, la relación costo-beneficio y la tasa interna de rendimiento. Al mismo tiempo, los costos unitarios de producción, el riesgo de pérdida económica, los tiempos de recuperación y la sensibilidad a los choques externos (fluctuaciones de precios y rendimiento, entre otros) disminuyen.
- La integración de variedades mejoradas de forrajes en sistemas ganaderos intensificados de manera sostenible puede conducir a una situación de triple ganancia:
 - 1) Mayor seguridad alimentaria gracias a una mayor producción de carne y productos lácteos con una notable reducción de los precios.
 - 2) La mejora de la eficiencia y resiliencia del sistema reduce los impactos ambientales.
 - 3) Mejora de los medios de vida a través de más beneficios económicos que llegan directamente a los productores.

RESUMEN

Este informe proporciona una descripción general de algunas evaluaciones económicas derivadas de la integración de forrajes mejorados en sistemas de producción de ganado en América Latina, particularmente en Colombia y Nicaragua. Los indicadores económicos, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), se estimaron mediante la aplicación de modelos de flujo de efectivo descontados para una amplia gama de intervenciones de forrajes en diferentes configuraciones (monocultivos de pastos, Sistemas Silvopastorales, asociaciones entre gramíneas y leguminosas, ensilaje, entre otros). Se realizaron análisis de sensibilidad para estimar el impacto de variables externas sobre la rentabilidad de las intervenciones sugeridas. Los resultados muestran que en la mayoría de los casos es económicamente viable invertir en forrajes mejorados, independientemente del tamaño, tipo o configuración de la finca. Esta información es útil para incentivar a los productores de ganado a adoptar alternativas más sostenibles y productivas que a la vez contribuyan a incrementar la resiliencia y reduzcan la vulnerabilidad y los impactos ambientales.



Alliance

Un productor de leche en Colombia.
Foto: Alliance of Bioversity International and CIAT/Neil Palmer

Bioversity
International

CIAT
International Center for Tropical Agriculture
Since 1967 Science to cultivate change

EL RETO

Los sistemas ganaderos basados en forrajes juegan un rol importante en las economías rurales de los países en desarrollo en términos de seguridad alimentaria y alivio de la pobreza, particularmente en los trópicos de América Latina. Sin embargo, a menudo se relacionan con ser una de las principales causas de impactos ambientales negativos al contribuir al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, la degradación de la tierra y la reducción de la biodiversidad.

Se han asignado importantes cantidades de recursos económicos hacia la investigación y el desarrollo, la selección y el mejoramiento de material forrajero. Actores del sector público y privado han liberado una amplia gama de materiales mejorados que mostraban características superiores en términos de productividad e impactos ambientales en comparación con los materiales nativos o naturalizados. La rentabilidad es un atributo fundamental para incentivar o generar la adopción de nuevos sistemas por parte de los ganaderos, no obstante, esta información muchas veces no está disponible para los actores interesados como los extensionistas o los productores.

Es por esto que el presente informe ofrece una descripción general de la viabilidad económica que presentan los sistemas de producción ganadera una vez que se les han incorporado variedades de forrajes mejorados, intensificando así la producción de manera sostenible. Lo anterior, contribuirá a que los productores ganaderos, extensionistas y legisladores latinoamericanos puedan tomar decisiones informadas sobre el uso de la tierra, de manera que incluyan beneficios productivos, ambientales, económicos y sociales.

DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE NEGOCIOS

El modelo de negocios evaluado durante el Programa de Investigación en Ganadería (CRP, por sus siglas en inglés) del CGIAR hace referencia a la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos con forrajes mejorados en América Latina. Anteriormente, la evaluación se enfocaba en el desempeño agronómico (y ambiental) de los sistemas ganaderos, pero ahora también brinda una descripción de los beneficios económicos de la integración de los forrajes mejorados en los sistemas productivos.



La mejora de la alimentación animal es un paso hacia un sistema alimentario más sostenible. Foto: U.S. Department of Agriculture (CC-BY).

Fuente: <https://i1ickr.com/photos/usdagov/8411827143/>



Sistema silvo-pastoril en Colombia. Foto: Alliance of Bioversity and CIAT/Neil Palmer

¿QUÉ EVALUAMOS?

En 2017, el Programa Insignia de Alimentos y Forrajes del CRP en ganadería inició evaluaciones económicas de la integración de variedades de forrajes mejorados en sistemas de producción ganadera sostenible en América Latina, principalmente en Colombia y Nicaragua. El objetivo era proporcionar a los productores, extensionistas y legisladores indicadores de viabilidad económica que contribuyan en los procesos de toma de decisiones de uso y adopción de la tierra. En un primer paso, se desarrolló una metodología básica para el análisis económico de sistemas ganaderos basados en forrajes, la cual fue ajustada y aplicada en varios estudios de caso a lo largo de la vida útil del CRP.

Se evaluaron sistemas de producción de doble propósito, engorde de terneros y producción de leche especializada, los cuales integran forrajes mejorados en diferentes configuraciones, como monocultivos de gramíneas, sistemas silvopastoriles, asociaciones gramíneas-leguminosas y ensilaje. En algunos contextos, las intervenciones de forrajes se combinaron con estrategias de manejo, como el pastoreo rotativo intensivo. En cada caso, los sistemas mejorados se compararon con los sistemas tradicionales más destacados en cada región (escenario base).

Los análisis económicos se basaron en un modelo de flujo de caja descontado y la estimación de indicadores de rentabilidad, como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la probabilidad de éxito de una inversión ($VAN < 0$). Para cada uno de los sistemas evaluados se aplicó un modelo de simulación Monte Carlo que realizó 5.000 iteraciones con un nivel de confianza del 95%. Además, se incorporaron análisis de sensibilidad para evaluar la influencia de variables críticas (por ejemplo, fluctuaciones de precios y fluctuaciones de rendimiento) en los indicadores de rentabilidad. Estos indicadores económicos contribuyeron a comparar diferentes proyectos de inversión y a elegir la mejor alternativa.

Nuestras evaluaciones abarcaron una amplia gama de sistemas de producción e intervenciones tecnológicas en dos países: Colombia (evaluación por hectárea) y Nicaragua (evaluación por finca típica). La Tabla 1 muestra algunos ejemplos de las tecnologías evaluadas y los escenarios tradicionales utilizados para Colombia.

Table 1. Ejemplos de la evaluación de intervenciones en Colombia

Colombia - Región de la Orinoquía		
Escenario	Escenario tradicional	Escenario de intervención
Sistema	Leche de doble propósito	Leche de doble propósito
Tecnologías evaluadas	Monocultivo de gramíneas: <i>Brachiaria humidicola</i> cv. <i>Humidicola</i>	Asociación gramíneas-leguminosas: <i>Arachis pintoi</i> CIAT 22160 cv. <i>Centauro</i> + <i>Brachiaria humidicola</i> cv. <i>Humidicola</i>
Colombia - Región de la Orinoquía		
Escenario	Escenario tradicional	Escenario de intervención
Sistema	Cría y engorde de ganado	Cría y engorde de ganado
Tecnologías evaluadas	Monocultivo de hierba: <i>Brachiaria decumbens</i>	Monocultivo de pastos: <i>Brachiaria Brizantha</i> 26124 cv. <i>Agrosavia Caporal</i>
Colombia - Trópico bajo (0-1,200 metros de elevación)		
Escenario	Escenario tradicional	Escenario de intervención
Sistema	Engorde de ganado	Engorde de ganado
Tecnologías evaluadas	Monocultivo de pastos: <i>Brachiaria híbrido</i> cv. <i>Cayman</i>	Asociación gramíneas-leguminosas / sistema silvopastoril: <i>Brachiaria híbrido</i> cv. <i>Cayman</i> + <i>Leucaena diversifolia</i> ILRI 15551
Colombia - Región de la Orinoquía		
Escenario	Escenario tradicional	Escenario de intervención
Sistema	Engorde de ganado	Engorde de ganado
Tecnologías evaluadas	Monocultivo de pastos: especies nativas de la sabana como <i>Axonopus Purpussi</i>	Monocultivo de pastos: <i>Brachiaria húmeda</i> , <i>Brachiaria decumbens</i> Sistema silvo-pastoril: Pasturas mejoradas como <i>Brachiaria húmeda</i> , <i>Brachiaria decumbens</i> asociados con árboles de sombra
Colombia - Trópico Alto (>2,200 metros de elevación)		
Escenario	Escenario tradicional	Escenario de intervención
Sistema	Lechería especializada	Lechería especializada
Tecnologías evaluadas	Monocultivo de pasto Kikuyo (<i>Cenchrus clandestinus</i>)	Ensilaje - dieta de pastoreo: 62% kikuyo (<i>Cenchrus clandestinus</i>) + 35% <i>Avena sativa</i> AV25-T cv. <i>Altoandina</i> Dieta de ensilaje-pastoreo: 35% kikuyo (<i>Cenchrus clandestinus</i>) + 65% <i>Avena sativa</i> AV25-T cv. <i>Altoandina</i>



Ganado pastando en forrajes mejorados en Colombia.
Foto: Alliance of Bioversity and CIAT/Neil Palmer



Productor de leche en América Latina.
Foto: Alliance of Bioversity International and CIAT/Neil Palmer

¿QUÉ ENCONTRAMOS?

Las evaluaciones muestran que, a pesar de los mayores costos de establecimiento y manejo, la integración de tecnologías mejoradas de forrajes (y prácticas de manejo) en sistemas ganaderos intensificados de manera sostenible no sólo presenta mejoras desde las perspectivas ambientales y productivas, sino también en términos de viabilidad económica: En casi todos los escenarios evaluados, los indicadores económicos mejoran al integrar tecnologías mejoradas de forrajes.

Colombia

En la región de la Orinoquia colombiana, la introducción de la leguminosa *Arachis pintoi* CIAT 22160 cv. Centauro en un sistema tradicional en monocultivo con *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola mejoró significativamente los indicadores económicos bajo un sistema de leche de doble propósito. El ingreso neto del sistema, el margen de utilidad de la leche, el valor actual neto (VPN) y la tasa interna de rendimiento (TIR) aumentan, mientras que el costo unitario de producción de leche y terneros y el riesgo de obtener pérdidas económicas disminuyen. El sistema también es menos sensible a los cambios en la productividad de la leche.

Ahora bien, la transformación de un monocultivo de gramíneas con *Brachiaria decumbens* a un monocultivo de gramíneas con *Brachiaria brizantha* 26124 cv. Agrosavia Caporal en los sistemas de ganadería y ceba en la región del Orinoco, conducen a un aumento de los ingresos netos del sistema y a un aumento del VAN y la TIR. Por otro lado, el costo unitario de la producción de carne disminuye y el sistema es ahora menos sensible a los precios del mercado de la carne de vacuno.

En un sistema de engorde de ganado, también en la región del Orinoco, la evaluación se centró, por un lado, en la transformación de un monocultivo de gramíneas con sabana nativa (*Axonopus purpusii*) a un monocultivo de gramíneas con los forrajes mejorados *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria decumbens* y, por el otro lado, se enfocó en un sistema silvopastoril con los mismos forrajes y árboles de sombra. En ambos escenarios de intervención, los indicadores económicos mejoran respecto al escenario tradicional. Sin embargo, desde un punto de vista económico, tiene más sentido invertir en el monocultivo mejorado de gramíneas que en el sistema silvopastoril, ya que los indicadores de viabilidad económica muestran un desempeño significativamente mejor para este caso. Tanto el VAN como la TIR aumentan sustancialmente y el riesgo de obtener pérdidas económicas disminuye.

En una evaluación general para un sistema de engorde de ganado en el trópico bajo colombiano (0-1200 metros de elevación), evaluamos la transformación de un monocultivo de gramíneas con híbrido de *Brachiaria* cv. Cayman en un sistema silvopastoril donde se incluye la leguminosa *Leucaena diversifolia* ILRI 15551. Esta transformación también cambia el desempeño económico del sistema, incrementando significativamente la utilidad neta, el VPN, la TIR y la relación costo-beneficio, al tiempo que reduce el riesgo de obtener pérdidas económicas, la duración del período de recuperación y el área mínima requerida para tener



Productor lácteo en Colombia.

Foto: Alianza de Bioversity International y CIAT / Neil Palmer

una rentabilidad. Asimismo, el sistema es menos sensible a los precios del mercado de carne.

En un sistema de producción de leche especializado en el trópico colombiano de gran altitud (> 2.200 metros), evaluamos la inclusión de la suplementación de ensilaje (Avena sativa AV25-T cv. Altoandina) en dos porcentajes diferentes (35 y 65% de la dieta total) en un sistema de pastoreo de monocultivo de gramíneas con pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). Si bien ambas dietas de suplementación evaluadas son económicamente viables, especialmente en comparación con el monocultivo de gramíneas, la dieta con solo 35% de suplementación de ensilado muestra el mejor desempeño económico: duplica con creces los ingresos netos del sistema, aumenta el margen de ganancia unitario, duplica el VPN y aumenta la TIR en comparación con el monocultivo de gramíneas. Al mismo tiempo, se reduce el costo unitario de producción de leche, el riesgo de obtener pérdidas económicas se reduce al 0% y el sistema adquiere una menor sensibilidad a los indicadores de productividad de la leche.

Nicaragua

En Nicaragua, se evaluó una combinación de integración de tecnologías mejoradas de forrajes y estrategias de manejo en un sistema de engorde de leche y terneros a diferentes escalas de productividad (pequeña, mediana y gran escala) en diferentes regiones del país. Las evaluaciones comprendieron la reducción del área total de pastos a través de la reducción de áreas de pastos mejorados naturalizados y la introducción de forrajes de corte y transporte, bancos de proteínas y cercas vivas, así como de pastoreo intensivo rotacional. Un efecto secundario de los escenarios de intervención presentados es el mantenimiento o aumento del área forestal de la finca.

En las regiones "Vía Láctea" y "Corredor Seco", las intervenciones sugeridas conducen a incrementos en el ingreso neto del sistema, mayores márgenes de utilidad unitaria, mayor VAN y TIR, para todos los tipos de fincas evaluados. Al mismo tiempo, el costo unitario de producción de leche disminuye entre un 30% y un 50% de los costos asociados con el sistema de producción tradicional.

ESTUDIO DE CASO: ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVO-PASTORIL EN LOS TRÓPICOS COLOMBIANOS DE BAJA ALTITUD (ELEVACIÓN 0-1200 METROS DE ALTITUD)

Se evaluó la rentabilidad de incluir *Leucaena diversifolia*, accesión ILRI 15551 en un sistema de producción de ganado colombiano. La evaluación se basó en datos de un experimento de pastoreo que comparó un sistema silvopastoril/asociación de gramíneas-leguminosas (*Brachiaria híbrido cv. Cayman* y *Leucaena diversifolia*) con un monocultivo tradicional de pasto (*Brachiaria híbrido cv. Cayman*) en los trópicos de menor altitud de Colombia. (0-1,200 metros de altitud), ambos bajo el propósito de producción de carne. Se utilizó un modelo de flujo de caja descontado, desarrollado con el software de simulación @Risk, que considera factores de riesgo e incertidumbre inherentes a este tipo de proyectos de inversión rural, bajo tres escenarios diferentes de degradación de pastos.

Los resultados indican que la inclusión de *Leucaena diversifolia* es económicamente rentable y mejora sustancialmente los indicadores de riesgo y desempeño asociados. Los indicadores de rentabilidad aumentaron en un rango de 15 110% y la probabilidad de obtener pérdidas económicas disminuyó de 72% a 0% (ver Tabla 2). Los resultados están directamente relacionados con los incrementos en la productividad animal (49%) y la eficiencia resultante de la inclusión de la leguminosa. Esto muestra que la *Leucaena diversifolia* tiene un potencial significativo para aumentar tanto la producción animal como la rentabilidad, lo que conduce a la intensificación sostenible de la producción de carne en los sistemas de pastoreo.

Table 2. Establecimiento de un sistema silvopastoril en Colombia - indicadores económicos

Colombia – trópicos con baja altitud (0-1, 200 metros de altura)		
Escenario	Escenario Base	Escenario de Intervención
Tecnologías Evaluadas	Monocultivo: <i>Brachiaria Hybrid cv. Cayman</i>	Asociación gramínea-leguminosa / sistema silvopastoril: <i>Brachiaria híbrido cv. Cayman</i> + <i>Leucaena diversifolia</i> ILRI 15551
Sistema de ingresos netos (US\$ ha-1 y-1)	356	695
Unit cost of beef production (US\$ kg-1)	1.2	1.21
NPV (US\$)	(473)-(288)	1,716-2,055
Prob NPV<0 (%)	72	0
IRR (%)	10-11	21-22
Payback period (years)	6	4
B/C ratio	0.96-0.98	1.12-1.13
Área mínima requerida para tener un sistema rentable (ha)	6.54	3.76
Sensitividad	n/a	Sensibilidad reducida al precio de venta de la carne
DECISIÓN SUGERIDA	RECHAZAR ESCENARIO BASE	INTERVENCIÓN ADOPTADA

Brindar a los productores de ganado esta información es un primer paso para superar las barreras a la adopción de tecnologías; es decir, para superar concepciones erróneas de que los beneficios de plantar leguminosas de pastoreo son limitados. Sin embargo, para mejorar los niveles de adopción, esto no es suficiente, pues también es necesario realizar mejoras en los marcos institucionales. El establecimiento de estos sistemas debería ir acompañado de programas específicos de capacitación y extensión, y así superar la falta de conocimiento y experiencia en el uso de leguminosas forrajeras tropicales.

Esto debería reducir incertidumbres asociadas con la adopción

de tecnologías y generar aumentos de las tasas de adopción. Al mismo tiempo, es necesario mejorar el acceso y la estructura de los recursos financieros necesarios (por ejemplo, créditos), así como la disponibilidad y el acceso a semillas o material vegetativo, a fin de proporcionar los recursos necesarios para la adopción de la tecnología. Esto es especialmente cierto para Colombia, donde los esquemas de crédito no responden a la realidad del productor (es decir, no hay créditos disponibles para el mejoramiento de pasturas y los períodos de gracia son demasiado cortos) y donde no existe un sistema de semillas de leguminosas con un adecuado funcionamiento.



Forrajes mejorados vs forrajes tradicionales.

Foto: Alliance of Bioversity International and CIAT/Neil Palmer

LECCIONES APRENDIDAS

La integración de variedades mejoradas de forrajes en sistemas ganaderos intensificados de manera sostenible es económicamente viable en los casos evaluados. En particular, contribuyen a:

- ✓ Incrementar los ingresos netos del sistema productivo.
- ✓ Reducir los costos unitarios de producción, por lo que se puede producir un litro de leche o un kilogramo de carne de una forma más económica.
- ✓ Aumentar los márgenes de beneficio unitario, por lo que el beneficio por litro de leche o kilogramo de carne producido es mayor.
- ✓ Aumentar el valor actual neto para garantizar que la inversión sea económicamente viable.
- ✓ Incrementar la Tasa Interna de Retorno para que se incremente la rentabilidad.
- ✓ Reducir el riesgo de obtener pérdidas económicas y garantizar así la seguridad económica.
- ✓ Aumentar la relación costo-beneficio por encima de uno, de modo que, por cada dólar invertido, se devuelva más de un dólar.
- ✓ Reducir los tiempos de recuperación, para que el sistema genere ganancias económicas de una manera más ágil.
- ✓ Reducir el área mínima requerida para un sistema rentable, lo que significa que se necesita menos área para obtener los mismos resultados y que el área restante se pueda utilizar para otros fines (por ejemplo, reforestación y protección ambiental).
- ✓ Reducir la sensibilidad del sistema a choques externos como fluctuaciones de precios y rendimientos.

“ Antes de utilizar forrajes mejorados, la productividad era muy baja y sólo obteníamos 4 litros de leche por día para vender. Hoy llegamos a los 130 litros diarios. De ganar 30.000 pesos colombianos [10 USD] cada dos semanas por la venta de leche, hoy ganamos 1,5 millones de pesos colombianos en el mismo período. Uno realmente ve que hay una diferencia. ”

Patricia Ulloa y Jesús Velasco, ganaderos de carne y lácteos, Colombia

“ Estoy muy contento, muy satisfecho con los resultados hasta ahora. Aunque estemos en un período prolongado de sequía, aún tenemos abundante material vegetal. Antes de cambiar a forrajes mejorados solía tener entre 1 y 1,5 cabezas de ganado por hectárea, ahora he logrado superar eso manteniendo de 3 a 4 cabezas de ganado en la misma área. Esto ha ayudado a incrementar la rentabilidad de mi finca. ”

Tito Ángulo, Productor de carne y leche, Colombia

IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES

Nuestros resultados muestran que, al integrar forrajes mejorados, ya sea como monocultivo, asociaciones de gramíneas y leguminosas, sistemas silvopastoriles o en combinación con estrategias de manejo mejoradas (por ejemplo, pastoreo intensivo o rotativo), los productores de ganado pueden aumentar la resiliencia de sus sistemas, reducir su vulnerabilidad a las conmociones externas y aumentar sus medios de vida. Esto es aún más relevante cuando se considera el cambio climático, ya que los sistemas de producción tradicionales son más vulnerables a la disponibilidad de biomasa forrajera estacional, la cual está fuertemente influenciada por la sequía o el exceso de agua.

La integración de forrajes mejorados ayuda a contrarrestar dichas situaciones, así como mejorar los estándares de estabilidad productiva a lo largo del año. Asimismo, los forrajes mejorados son más resistentes a plagas y enfermedades que pueden causar declives en la productividad y afectar los rendimientos económicos. Al integrar forrajes mejorados, el área utilizada para la producción de carne y leche se puede

reducir debido a la mayor productividad, sin una reducción en los rendimientos económicos. Esto brinda nuevas posibilidades, por ejemplo, para procesos sostenibles como la reforestación, la conservación o incluso proteger los cultivos que pueden ayudar a mitigar el cambio climático, aumentar la biodiversidad y reducir el hambre, entre otros. Los forrajes mejorados también proporcionan numerosos servicios ecosistémicos que podrían monetizarse y aumentar aún más la viabilidad económica de los sistemas. Se recomienda incluir los servicios de los potenciales ecosistemas en las evaluaciones económicas futuras de los sistemas ganaderos basados en forrajes tropicales en América Latina.

A pesar de los ejemplos presentados en este resumen, las evaluaciones económicas de las intervenciones en los sistemas ganaderos tropicales son aún escasas. No obstante, son importantes a la hora de adoptar determinada tecnología o apoyar los procesos de difusión. Por tanto, es fundamental que estos estudios se amplíen y sean incluidos desde las fases iniciales de los proyectos de investigación que se ocupen de la selección o mejoramiento de forrajes mejorados, así como su introducción en los sistemas ganaderos.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado como parte del *Flagship Feeds and Forages* bajo el programa de investigación en ganadería del CGIAR. Parte de este trabajo se realizó en colaboración con el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y AGROSAVIA. Los autores agradecen a los donantes e investigadores por sus contribuciones.

Encuentre más información en:

Burkart, S. and Enciso, K. 2017. Metodología para análisis de evaluación financiera de tecnologías forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 21p. <https://hdl.handle.net/10568/102376>

Enciso, V.K.J., Castillo Sierra, J., Albarracín Arias, L.O., Campuzano Duque, L.F., Sotelo Cabrera, M.E. and Burkart, S. 2021. Avena sativa AV25-T (Altoandina) supplementation as alternative for Colombia's high-altitude dairy systems: an economic analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems* <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.758308>

Enciso, K., Castillo, J., Burkart, S., Avellaneda, Y., Vargas, J., Campuzano, L.F. and Mejía, S.L. 2020. Evaluación económica de la avena forrajera Altoandina para sistemas lecheros del trópico alto de Colombia. Mosquera (Colombia): Editorial Agrosavia. 28p. <https://hdl.handle.net/10568/111083>

Enciso, K., Charry, A., Rincón, A. and Burkart, S. 2021. Ex-ante evaluation of economic impacts of adopting improved forages in the Colombian Orinoquía. *Frontiers in Environmental Science* 9(673481). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.673481>

Enciso, K., Rincón, A., Ruden, A. and Burkart, S. 2021. Risk reduction and productivity increase through integrating *Arachis pintoi* in cattle production systems in the Colombian Orinoquía. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5(666604). <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.666604>.

Enciso, K., Sotelo, M., Peters, M., Burkart, S. 2019. The inclusion of *Leucaena diversifolia* in a Colombian beef cattle production system: An economic perspective. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 7(4): 359-369. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(7\)359-369](https://doi.org/10.17138/TGFT(7)359-369).

Rincón, A., Bueno, G., Díaz, R., Burkart, S., Enciso, K. 2020. Cultivar Centauro (*Arachis pintoi* 22160) Leguminosa forrajera para sistemas de ganadería sostenible. Colombia (Mosquera): Editorial Agrosavia. 28p. <https://hdl.handle.net/10568/111087>

Van der Hoek, R., Mena, M., López, M. and Wiegel, J. 2019. Business as Usual (BAU) and Feasibility Study Silvopastoral Systems Buffer Zones Bosawás and Indio Maíz. International Center for Tropical Agriculture, Managua, Nicaragua. 39p. <https://hdl.handle.net/10568/106874>

CONTACTS

Stefan Burkart, Alliance of Bioversity International and CIAT / s.burkart@cgiar.org

Karen Enciso, Alliance of Bioversity International and CIAT / k.enciso@cgiar.org

Rein van der Hoek, Alliance of Bioversity International and CIAT / r.v.d.hoek@cgiar.org

Manuel Díaz, Alliance of Bioversity International and CIAT / m.f.diaz@cgiar.org

Este documento está autorizado para su uso bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Noviembre de 2021. 