



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Gasificación de broza de café

Evaluación Financiera



ETAPA 5

Proyecto Implementación y Evaluación Tecnológica de Gasificación en la Industria de Café, como alternativa para disminuir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

EIQ Escuela de
Ingeniería Química

MARZO 2017

AGRADECIMIENTOS

La Escuela de Ingeniería Química (EIQ) de la Universidad de Costa Rica agradece especialmente al BID/FOMIN por el financiamiento otorgado para la realización del proyecto “Implementación y Evaluación Tecnológica de Gasificación en la Industria de Café, como alternativa para disminuir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)”, bajo la iniciativa NAMA Café, liderada por el MAG, MINAE, ICAFE y Fundecooperación.

Además, extendemos nuestro agradecimiento al socio clave, ICAFE, cuyas instancias participaron como facilitadores en la ejecución experimental de dicho proyecto y por considerar a la Universidad y sus ideas, como aliado en la búsqueda de soluciones de energía sostenible para el sector cafetalero.

Así mismo, agradecemos a las diferentes instancias universitarias que han colaborado con esta investigación: CELEQ, LANAMME, CIA, CICA, Ingeniería Mecánica, RIDER, ya que este trabajo interdisciplinario de alta calidad indudablemente contribuye al desarrollo de las energías limpias en la región y promueven la sostenibilidad del sector agroindustrial.

Autores:

Ing. Luis Urvina Savelli
M.Sc. Cindy Torres Quirós*

*Autor para correspondencia: cindy.torres@ucr.ac.cr

Anuncio de responsabilidad Limitada

Las ideas expresadas en el documento, no necesariamente representan las opiniones oficiales del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Universidad de Costa Rica o de las entidades que los conforman. El uso de esta información queda a discreción y responsabilidad del usuario.

Marzo 2017



Resumen Ejecutivo

Este informe de análisis financiero forma parte de los productos correspondientes a la etapa 5 sobre el plan de negocios para la implementación de la tecnología de gasificación en la industria de café como alternativa para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y los flujos de emisiones que se podrían evitar por el despliegue de dicha tecnología. Esta última etapa caracteriza los resultados técnicos del proyecto desde una perspectiva financiera, socioeconómica y ambiental, tomando como base los resultados del prototipo industrial, así mismo se incluyen dentro del análisis las consultas realizadas de diferentes instrumentos legales, el modelo de negocios actual, nuevos emprendimientos en biomasa, planes nacionales y entrevistas o consulta Focus Group con tomadores de decisión.

La estrategia propuesta para el negocio de gasificación de broza de café se centra en la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) considerando una economía de escala sobre la producción de café a nivel nacional. Esto significa que dependiendo de la capacidad de producción, se proponen alternativas diferentes para el aprovechamiento de este residuo, con el objeto de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En la etapa anterior se mostró que es técnicamente factible gasificar broza de café en el reactor comercial de lecho descendente evaluado, mostrando valores competitivos con respecto a otras biomásas como materia prima. Durante el presente estudio se evidenció que la factibilidad financiera de la implementación tecnológica puede variar en función de las condiciones bajo análisis y a las características específicas de un beneficio determinado. Por tal razón, se creó una herramienta versátil que permite evaluar escenarios, y el usuario puede analizar casos con base en la capacidad de producción. Se consideran aspectos técnicos como la estacionalidad de la cosecha y aspectos económicos como el impacto en la tarifa de la electricidad por la aplicación de la normativa para Planeación, Operación y Acceso, al Sistema Eléctrico Nacional (POASEN), específicamente para la Generación Distribuida para Autoconsumo.

Las emisiones de GEI que se podrían mitigar varían en función del tratamiento que se le aplique a la pulpa o broza de café. Dentro de la herramienta se pueden combinar procesos y/o decisiones gerenciales sobre el porcentaje o ruta de tratamiento de la pulpa a aplicar y esto se puede simular en el instrumento creado. Además, ofrece un mecanismo sencillo para el proceso de medición, registro y verificación de las emisiones evitadas, con el cual se puede dar seguimiento y vincular evidencia para potenciales procesos de acreditación. Dentro del presente informe se detallan las variables consideradas y algunos de los escenarios concretos que pueden ser de interés para el SCCR.

Así mismo, se consideran en los escenarios las particularidades de la normativa del sector cafetalero, donde se establece los mecanismos de pago y/o para cada segmento de dicha cadena de valor. Se obtuvo la tasa interna de retorno (TIR) establecida y un valor actual (VAN) de las propuestas por capacidad de procesamiento del beneficio, de tal manera que se pueda comprender cuáles son las condiciones y su impacto financiero para un inversionista determinado, el beneficio como tal y el productor de café.

Un resumen de lo que se incluye en dichos escenarios y sus principales resultados se muestra en el siguiente Cuadro:



Distribución de los costos y utilidades planteados para el cálculo de los flujos caja de acuerdo con la Ley 2762.

Flujo de caja	Puro	Con financiamiento	Del beneficio	Del productor
Ingresos	+ Directos	+ Directos	+ Directos	-
	+ Indirectos	+ Indirectos	+ 9% Indirectos	+ 91% Indirectos
Costos	- Inversión	- Inversión	- Inversión	-
	- Variables	- Variables	- 9% Variables	- 91% Variables
	-	-	+ Depreciación	- Depreciación
	- Mant. & Rep.	- Mant. & Rep.	- 9% Mant. & Rep.	- 91% Mant. & Rep.
	-	- Intereses	- Intereses	-
	- Imprevistos	- Imprevistos	- 9% Imprevistos	- 91% Imprevistos
- Gastos generales	- Gastos generales	- Gastos generales	-	
Utilidad neta	- Escudos fiscales	- Escudos fiscales	- Escudos fiscales	-
	- Impuestos	- Impuestos ¹	- Impuestos	- Impuestos
Cierre	+ Escudos fiscales	+ Escudos fiscales	+ Escudos fiscales	-
	-	- Amortización	- Amortización	-
	-	+ Préstamo bancario	+ Préstamo bancario	-
	= Flujo de caja neto	= Flujo de caja neto ¹⁹	= Flujo de caja neto	= Flujo de caja neto

¹ Los impuestos y el flujo de caja neto del flujo de caja con financiamiento, deben iguales a la suma de los impuestos y el flujo de caja neto de los flujos de caja del beneficio y el productor. Siempre que haya financiamiento los impuestos y el flujo de caja neto del flujo de caja con financiamiento, serán diferentes de los impuestos y el flujo de caja neto del flujo de caja puro.



<i>Fanegas procesadas (fan/año)</i>	<i>1 000</i>	<i>30 000</i>	<i>70 000</i>	<i>100 000</i>	<i>170 000</i>
Variables financieras					
Tipo de cambio (CRC/USD)	560,00	560,00	560,00	560,00	560,00
Inversión (CRC)	1.305.217,12	47.632.392,04	93.296.373,85	94.167.677,99	648.672.054,68
Inversión (USD)	2.330,74	85.057,84	166.600,67	168.156,57	1.158.342,95
Tasa de interés (%)	13,0	13,0	13,0	13,0	8,0
Periodos (años)	5	5	5	5	10
Financiamiento (%)	80	80	80	80	100
Evaluación financiera					
Tasa de descuento (%)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Flujo de caja puro					
VAN (CRC)	767.827,27	14.588.684,53	42.319.543,67	63.971.496,64	177.190.156,11
TIR (%)	29,6	20,5	25,4	32,5	15,7
PBP (años)	2,3	2,8	2,6	2,2	4,7
Flujo de caja financiado					
VAN (CRC)	721.807,44	12.909.244,18	39.030.065,89	60.651.298,10	253.726.730,77
TIR (%)	80,0	45,2	63,5	91,2	-
PBP (años)	1,0	1,5	1,2	0,9	-
Flujo de caja beneficio					
VAN (CRC)	0,00	0,00	0,00	0,00	18.967.101,99
TIR (%)	10,0	10,0	10,0	10,0	-
PBP (años)	3,4	3,4	3,4	3,4	-
Flujo de caja productor					
VAN (CRC)	721.807,44	12.909.244,18	38.982.530,34	60.651.298,10	234.759.628,78
VAN (CRC/fan año)	144,36	86,06	111,38	121,30	138,09
Descripción					
	Secado solar ² y una pelletizadora de 100 kg/h.	Una prensa de 550 kg/h, un secador de 450 kg/h y una pelletizadora de 250 kg/h.	Una prensa de 1100 kg/h, un secador de 900 kg/h y una pelletizadora de 300 kg/h.	Una prensa de 1100 kg/h, un secador de 900 kg/h y una pelletizadora de 400 kg/h.	Una prensa de 2750 kg/h, un secador de 2200 kg/h y un gasificador fluidizado 850 kg/h.

² Si se quisiera utilizar un secador, la capacidad requerida sería de 45 kg/h de broza fresca, con un costo de inversión estimado de 4000 USD, lo que volvería no rentable la operación; por lo que se necesitaría un alternativa de secado con un costo de inversión máximo de \$1200 y la misma capacidad de secado.



<i>Fanegas procesadas (fan/año)</i>	<i>1 000</i>	<i>30 000</i>	<i>70 000</i>	<i>100 000</i>	<i>170 000</i>
Distribución de la producción					
Fración de los pellets disponibles utilizados como reemplazo de leña (%) ³	68,6	55,3	75,5	68,0	-
Características operativas					
Emisiones evitadas (tCO _{2e} /año)	14,7	353,3	766,5	860,1	1428,4
Reducción de emisiones (%)	97,6	77,3	71,6	56,2	54,8
Broza fresca procesada (%)	100,0	80,3	74,7	58,6	75,6
Reducción en costos de electricidad (%)	-15,9	-7,1	-5,7	-3,7	25,7
Capacidad utilizada (%)	10,1	35,2	53,9	45,3	50,7
Descripción^{4,5,6}					
	Secado solar ⁷ y una pelletizadora de 100 kg/h.	Una prensa de 550 kg/h, un secador de 450 kg/h y una pelletizadora de 250 kg/h.	Una prensa de 1100 kg/h, un secador de 900 kg/h y una pelletizadora de 300 kg/h.	Una prensa de 1100 kg/h, un secador de 900 kg/h y una pelletizadora de 400 kg/h.	Una prensa de 2750 kg/h, un secador de 2200 kg/h y un gasificador fluidizado 850 kg/h.

³ El porcentaje de diferencia de pellets elaborados, se debe colocar en el mercado con un precio de venta de €24,40/kg al menos.

⁴ La capacidad de las prensas viene referenciada a la producción de broza prensada en la salida de la prensa; para tener el valor en términos del consumo de broza fresca, debe dividirse la capacidad por un factor de 0,55.

⁵ La capacidad de los secadores viene referenciada al consumo de broza prensada húmeda a la entrada de los mismos.

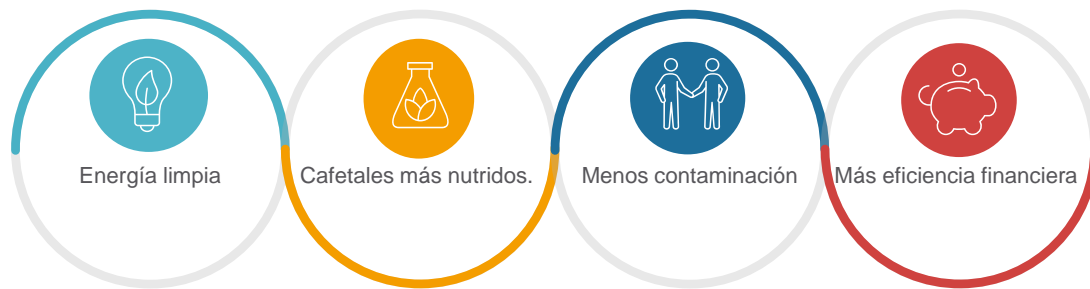
⁶ La capacidad de las pelletizadoras viene referenciada a la tasa de producción de pellets húmedos a su salida.

⁷ Si se quisiera utilizar un secador, la capacidad requerida sería de 45 kg/h de broza fresca, con un costo de inversión estimado de 4000 USD, lo que volvería no rentable la operación; por lo que se necesitaría un alternativa de secado con un costo de inversión máximo de \$1200 y la misma capacidad de secado.



Parte de los resultados más importantes muestran la viabilidad de diversificación de modelos de negocio que pueden operar en el sector, según la capacidad de producción de un beneficio determinado o el alcance para la reducción de emisiones. Además, se muestra una oportunidad de negocio para liderar en el sector cafetalero mundial como un “Green Hub” para este tipo de proceso productivo, con la posibilidad de crear y transferir tecnología a los países mayoritarios de exportación y comercialización de café.

En el proceso de gasificación de broza de café se valorizaron dentro del análisis financiero, los siguientes valores agregados relacionados a esta innovación:



01 Reducción de consumo de electricidad por la generación en el beneficio (neteo)

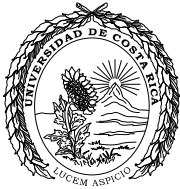
02 Retorno más seguro de los micronutrientes al cafetal por medio de cenizas y biochar

03 Reducción de gases de efecto invernadero por evitar procesos de fermentación y mejores relaciones vecinales

04 Reducción de costos por tratamiento de pulpa o broza en el proceso de beneficiado

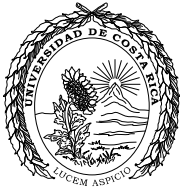
Algunos aspectos esenciales a resolver a corto plazo por parte de las autoridades competentes, para contribuir al éxito de esta propuesta:

- Análisis de **prospectiva estratégica** por parte del sector cafetalero para validación de objetivos a corto, mediano y largo plazo y consolidación de la estrategia a seguir en torno a la reducción de GEI.
- Estudios complementarios específicos **para mejorar** la rentabilidad financiera, tal como la vida útil de la broza justo antes de su descomposición irreversible.
- Implementación de una cartera de **capacitación** especializada para los diferentes grupos que conforman el SCCR (TIC, TAC y TEP).
- Negociación con **entes financieros** para introducción de la tecnología en función de la capacidad de producción del beneficio.
- La adopción, validación e implementación de una **normativa técnica base** para estandarizar y regular la clasificación y control de calidad de la biomasa (en la cual se incluyan las especies herbáceas como broza de café).
- La creación de una posición en la Unidad de Industrialización para la “Asistencia Técnica para el Aprovechamiento de Biomasa”, especializado en el aprovechamiento energético de la biomasa (materia prima y procesos) para atención de consultas y seguimiento. Y una Unidad de Cambio Climático de orden gerencial- relaciones internacionales.
- **Armonización de instrumentos legales** con relación al uso de la biomasa para propósitos de energía.



Contenido

Resumen Ejecutivo	i
Índice de Figuras	viii
Índice de Cuadros	viii
1 Introducción	1
1.1 Estructura y descripción del trabajo	2
2 Ingresos	7
2.1 Ingresos directos	7
2.1.1 Venta de pellets.....	7
2.1.2 Certificados de carbono	8
2.1.3 Venta de fertilizantes	10
2.2 Ingresos indirectos	11
2.2.1 Tratamiento y transporte de broza	11
2.2.2 Ahorro (o gasto) en electricidad.....	12
2.2.3 Ahorro en leña.....	14
3 Egresos	15
3.1 Inversión.....	15
3.1.1 Capital fijo	15
3.1.2 Capital de trabajo.....	18
3.2 Costos variables	18
3.2.1 Tratamiento del jugo prensado.....	19
3.2.2 Insumos del gasificador.....	19
3.2.3 Mano de obra directa.....	20
3.3 Costos fijos	22
3.3.1 Depreciación.....	22
3.3.2 Mantenimiento y reparaciones.....	22
3.3.3 Intereses.....	23
3.4 Costos adicionales.....	23
3.4.1 Imprevistos.....	23



3.4.2	Valor libro.....	23
3.5	Gastos generales.....	24
3.5.1	Administrativos	24
3.5.2	Distribución y mercadeo	24
4	Rentabilidad financiera	25
4.1	Indicadores de rentabilidad financiera	25
4.2	Estructura del flujo de caja.....	26
4.3	Escenario No. 1: Prensado de la broza.....	28
4.3.1	Sensibilidad del flujo de caja respecto a la disponibilidad de broza fresca	35
4.4	Escenario No. 2: Pelletizado.....	45
4.4.1	Sensibilidad del aprovechamiento de la capacidad instalada respecto a la disponibilidad de broza fresca	48
4.5	Escenario No. 3: Prensado y pelletizado	58
4.5.1	Sensibilidad del flujo de caja respecto a la capacidad del beneficio.....	62
4.6	Escenario No. 4: Prensado, pelletizado y gasificación (Downdraft).....	71
4.7	Escenario No. 5: Gasificación (Fluidized bed)	83
4.7.1	Sensibilidad del flujo de caja respecto a la capacidad del beneficio y la disponibilidad de broza	87
5	Conclusiones.....	98



Índice de Figuras

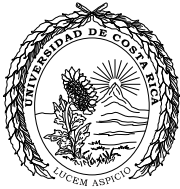
Figura 1.1. Diagrama de bloques para la toma de decisiones de los tratamientos de broza (pulpa de café) propuestos.	3
Figura 1.2. Relaciones de cambio de volumen a disponer cuando la broza se somete a proceso de prensado.	5
Figura 4.1. Curva de producción cafetalera nacional.....	28
Figura 4.2. Sensibilidad del VAN de los diferentes flujos de caja para un beneficio de 150000 fanegas en función del exceso de broza tratada para el escenario No. 1.	36
Figura 4.3. Sensibilidad del uso de la capacidad instalada ante la fracción del exceso de broza enviada al brocero de los diferentes beneficios considerados en el escenario No. 2.....	49
Figura 4.4. Sensibilidad del VAN del flujo de caja puro en función de la capacidad del beneficio para diferentes fracciones del exceso de broza fresca enviada al brocero del escenario No. 3.	62
Figura 4.5. Sensibilidad del VAN del flujo de caja financiado con bonos de carbono en función de la fracción del exceso de broza enviada al brocero para las diferentes capacidades de beneficio evaluadas en el escenario No. 5.....	88
Figura 4.6. Sensibilidad del VAN del flujo de caja puro sin bonos de carbono en función de la capacidad del beneficio para diferentes porcentajes de la fracción del exceso de broza enviada al brocero en el escenario No. 5.	89

Índice de Cuadros

Cuadro 2.1.1. Coeficientes de emisión de GEI utilizados para la evaluación financiera.....	9
Cuadro 2.1.2. Coeficientes de emisión de GEI utilizados para la evaluación financiera. (Continuación)	10
Cuadro 2.2.1. Tarifa eléctrica para clientes industriales del ICE (T-IN).....	13
Cuadro 3.1.1. Desglose de la inversión de capital fijo basado en los equipos utilizados durante la etapa experimental del proyecto.....	17
Cuadro 3.1.2. Desglose de la inversión de capital fijo basado en la infraestructura requerida.	18
Cuadro 3.2.1. Costo de los insumos del gasificador.....	20
Cuadro 3.2.2. Horas hombre requeridas por cada hora de operación de las unidades de proceso. 21	
Cuadro 3.2.3. Salarios base establecidos por el ministerio de trabajo para el año 2015.	21
Cuadro 3.2.4. Costo total de operación por mano de obra directa para de las unidades de proceso.	21
Cuadro 4.2.1. Variables financieras de los flujos de caja de los escenarios 1 a 5	26
Cuadro 4.2.2. Distribución de los costos y utilidades planteados para el cálculo de los flujos caja de acuerdo con la Ley 2762.....	27
Cuadro 4.3.1. Efluentes líquidos de los beneficios considerados.	29
Cuadro 4.3.2. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 1.	29
Cuadro 4.3.3. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 1.....	30
Cuadro 4.3.4. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 1.	30



Cuadro 4.3.5. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 1.....	30
Cuadro 4.3.6. Resumen operativo del escenario No. 1.....	32
Cuadro 4.3.7. Distribución de la producción del escenario No. 1.....	33
Cuadro 4.3.8. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 1.....	34
Cuadro 4.3.9. Configuración de equipos del escenario No. 1.....	34
Cuadro 4.3.10. Mínimos operativos para los equipos del escenario No. 1.....	34
Cuadro 4.3.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.....	37
Cuadro 4.3.12. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación).....	38
Cuadro 4.3.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.....	39
Cuadro 4.3.14. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación).....	40
Cuadro 4.3.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.....	41
Cuadro 4.3.16. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación).....	42
Cuadro 4.3.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.....	43
Cuadro 4.3.18. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación).....	44
Cuadro 4.4.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 2 sin secado.....	45
Cuadro 4.4.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 2 sin secado.....	46
Cuadro 4.4.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 2 sin secado.....	46
Cuadro 4.4.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 2 sin secado.....	46
Cuadro 4.4.5. Resumen operativo del escenario No. 2.....	47
Cuadro 4.4.6. Distribución de la producción del escenario No. 2.....	47
Cuadro 4.4.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 2.....	47
Cuadro 4.4.8. Configuración de equipos del escenario No. 2.....	48
Cuadro 4.4.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 2.....	48
Cuadro 4.4.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.....	50
Cuadro 4.4.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación).....	51
Cuadro 4.4.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.....	52
Cuadro 4.4.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación).....	53
Cuadro 4.4.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.....	54



Cuadro 4.4.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación).....	55
Cuadro 4.4.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.	56
Cuadro 4.4.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación).....	57
Cuadro 4.5.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 3 sin secado.	58
Cuadro 4.5.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 3 sin secado.	59
Cuadro 4.5.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 3 sin secado.	59
Cuadro 4.5.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 3 sin secado.	59
Cuadro 4.5.5. Resumen operativo del escenario No. 3.....	60
Cuadro 4.5.6. Distribución de la producción del escenario No. 3.....	60
Cuadro 4.5.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 3.	61
Cuadro 4.5.8. Configuración de equipos del escenario No. 3.....	61
Cuadro 4.5.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 3.....	61
Cuadro 4.5.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.....	63
Cuadro 4.5.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación).....	64
Cuadro 4.5.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.	65
Cuadro 4.5.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación).....	66
Cuadro 4.5.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.	67
Cuadro 4.5.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación).....	68
Cuadro 4.5.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.	69
Cuadro 4.5.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación).....	70
Cuadro 4.6.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 4 sin secado.	71
Cuadro 4.6.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 4 sin secado.	72
Cuadro 4.6.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 4 sin secado.	72
Cuadro 4.6.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 4 sin secado.	72
Cuadro 4.6.5. Resumen operativo del escenario No. 4.....	73
Cuadro 4.6.6. Distribución de la producción del escenario No. 4.....	73
Cuadro 4.6.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 4.	74
Cuadro 4.6.8. Configuración de equipos del escenario No. 4.....	74
Cuadro 4.6.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 4.....	74



Cuadro 4.6.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.....	75
Cuadro 4.6.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación).....	76
Cuadro 4.6.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.	77
Cuadro 4.6.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación).....	78
Cuadro 4.6.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.	79
Cuadro 4.6.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación).....	80
Cuadro 4.6.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.	81
Cuadro 4.6.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación).....	82
Cuadro 4.7.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 5 sin secado.	83
Cuadro 4.7.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 5 sin secado.	84
Cuadro 4.7.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 5 sin secado.	84
Cuadro 4.7.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 5 sin secado.	84
Cuadro 4.7.5. Resumen operativo del escenario No. 5.....	85
Cuadro 4.7.6. Distribución de la producción del escenario No. 5.....	85
Cuadro 4.7.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 5.	86
Cuadro 4.7.8. Configuración de equipos del escenario No. 5.	86
Cuadro 4.7.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 5.....	86
Cuadro 4.7.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.....	90
Cuadro 4.7.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones colones del escenario No. 5. (Continuación).....	91
Cuadro 4.7.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.	92
Cuadro 4.7.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5. (Continuación).....	93
Cuadro 4.7.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.	94
Cuadro 4.7.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5. (Continuación).....	95
Cuadro 4.7.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.	96
Cuadro 4.7.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5. (Continuación).....	97



1 Introducción

El presente informe forma parte del proyecto “Implementación y Evaluación Tecnológica de Gasificación en la Industria de Café, como alternativa para disminuir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)”, cuya propuesta fue avalada para ser ejecutada en concordancia con los intereses de la Mesa NAMA Café e intereses académicos. Esto en el marco de la línea de investigación para promover el uso racional de la energía y el aprovechamiento de la energía renovable en el sector cafetalero, desarrollada en la Universidad de Costa Rica. La cual tiene entre sus fines como institución pública de educación superior, el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico como herramientas para lograr las transformaciones que la sociedad costarricense necesita.

Así mismo, este proyecto forma parte del proyecto denominado “Fortalecimiento de la Competitividad y Desempeño Bajo en Carbono del Sector Café en Costa Rica”, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo como Administrador del Fondo Multilateral de Inversiones (cooperación no reembolsable N° ATN/ME-14064-CR). Para cristalizar su ejecución, se firmó el Convenio Marco de Cooperación entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Ambiente y Energía, el Instituto del Café de Costa Rica y Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible para la implementación de programas y proyectos para la mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático en el sector café firmado el 17 de enero de 2014.

En este marco, y en continuidad con la plataforma de conocimiento originada con el proyecto “Modelo Energético sostenible para el sector agrícola, el caso de estudio del beneficiado de café centroamericano”, el presente proyecto estudia el uso de biomasa (pulpa de café) para la generación de energía limpia, e igualmente, propone otras alternativas sostenibles para reducir las emisiones asociadas a su presente tratamiento. Esta dimensión complementa las líneas desarrolladas en el aprovechamiento de radiación solar (para secado de grano, para generación fotovoltaica), aprovechamiento de energía microeólica, y propone una alternativa adicional al sector para utilizar los recursos naturales con los que cuenta para mejorar su competitividad de forma sostenible. En el caso específico de la biomasa, ésta permite complementar con generación de energía “firme”, ya que el beneficio puede determinar el momento oportuno de su uso.

Dentro del diseño del proyecto, se plantearon cinco etapas de ejecución. Este informe corresponde a la etapa 5, en el cual se desarrolló un plan de negocios para la implementación de la tecnología de gasificación en la industria de café como alternativa para reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Parte de los productos elaborados en esta etapa están:

1. “Informe de Análisis de Factibilidad Financiera de Escenarios para la Reducción de GEI” donde igualmente se comparan los GEI del composteo de broza y otros tratamientos.
2. Plan de Negocios para la valoración de la tecnología de gasificación en la industria de café como alternativa para reducir la emisión de gases de efecto invernadero.



1.1 Estructura y descripción del trabajo

La estructura del presente informe está conformada por una sección de ingresos considerados dentro del proyecto; los directos, como venta de pellets, venta de fertilizantes o los potenciales certificados de carbono por la implementación de procesos que emitan en menor medida que el pretratamiento actual que se aplica a la pulpa o broza de café. En esta sección se detallan los modelos utilizados, los datos técnicos obtenidos en la etapa experimental del proyecto, y las mediciones realizadas por el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la UCR, y el Laboratorio de la Universidad Nacional (UNA). Asimismo, se describen las suposiciones hechas para los cálculos respectivos, por ejemplo.

En los ingresos indirectos, se contemplan la relación del costo evitado por el tratamiento y tratamiento de broza determinado en la normativa del SCCR. Adicionalmente, el ahorro (o gasto dependiendo del escenario en estudio) en electricidad con base en los cambios de tarifa por el potencial cambio de categoría en el perfil de consumidor. En esta sección también se describe el ingreso considerado por sustitución de leña con base a la luz de consideraciones técnicas del proceso productivo.

Dentro de los egresos se incluye la Inversión; la cual es entendida como capital fijo y capital de trabajo. Otro egreso son los costos variables, como el costo por el tratamiento del jugo producido por la recomendación de la operación de prensado para mejorar la posibilidad técnica de manejar cantidades significativas de residuo en un corto plazo. El costo por insumos del gasificador (en caso de que el escenario incluya esta tecnología), el costo por mano de obra directa, también son variables. En el caso de los costos fijos, se detalla la depreciación, mantenimiento y reparaciones relacionadas al sistema e intereses si se realiza por medio de financiamiento externo de un inversionista. Otros costos adicionales y gastos generales se consideran en las secciones subsiguientes para finalmente exponer sobre la rentabilidad financiera.

Para la evaluación financiera, se determinaron como indicadores de rentabilidad financiera el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el período de pago de la inversión (PBC) y punto de equilibrio (PE) como la cantidad de fanegas de café F que deben procesarse para que se cubran los costos fijos del proyecto. Posteriormente, en la Sección 4.2 se describe la estructura del flujo de caja que se utilizó en la elaboración de los diferentes escenarios de interés.

Cada escenario difiere entre sí y constituye una alternativa para que un beneficio incremente su eficiencia en el tratamiento de broza o pulpa de café. Finalmente, la caracterización de cada escenario se complementa con un análisis de sensibilidad del flujo de caja respecto a la disponibilidad de broza fresca, o al del aprovechamiento de la capacidad instalada respecto a la disponibilidad de broza fresca, o respecto a la capacidad del beneficio a la capacidad del beneficio y la disponibilidad de broza, según el caso en estudio. Un esquema general sobre el árbol de decisiones contempladas en el estudio se describe en el siguiente diagrama de bloques:

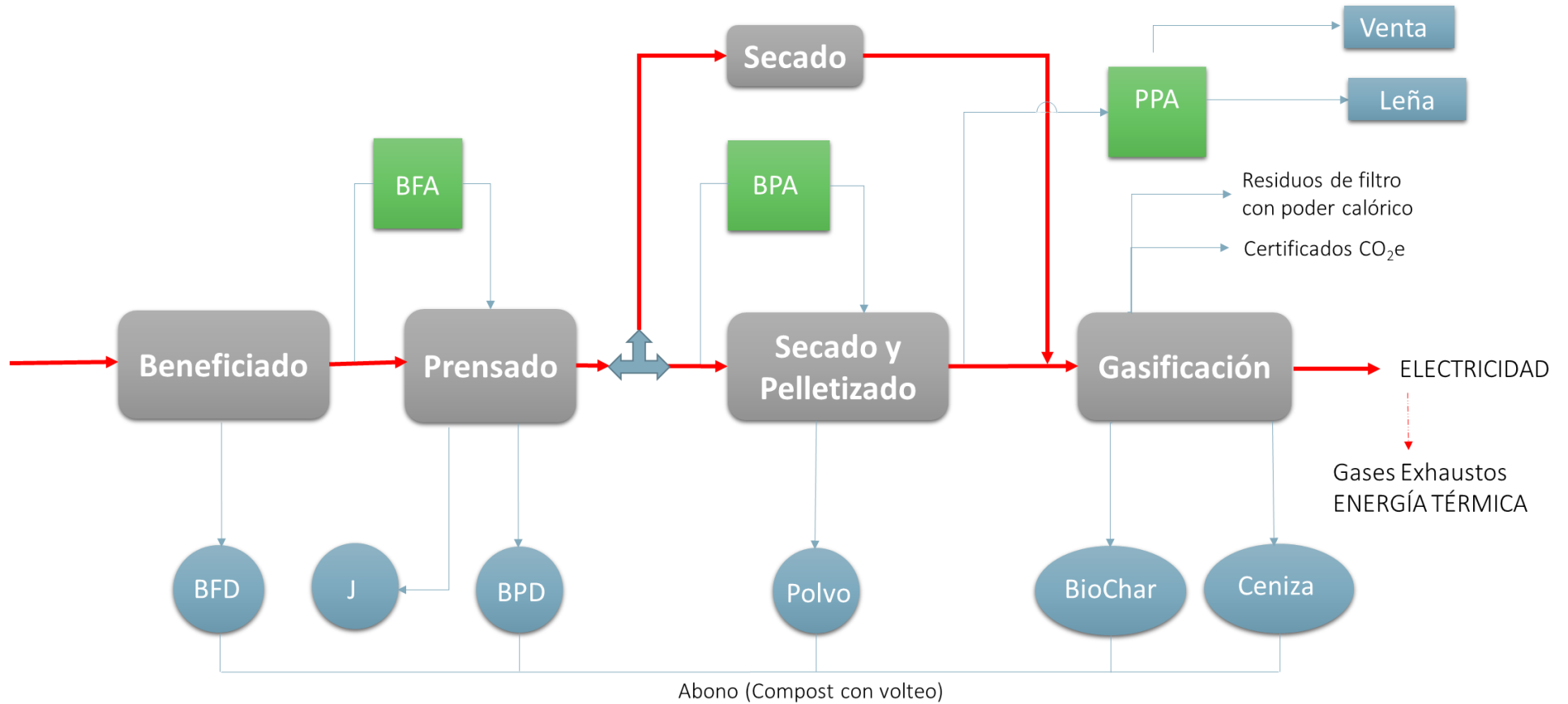


Figura 1.1. Diagrama de bloques para la toma de decisiones de los tratamientos de broza (pulpa de café) propuestos.



Este diagrama permite seguir un hilo de decisiones, las cuales provocan un resultado financiero determinado. Estas posibilidades han sido consideradas a nivel técnico para conocer parte de las implicaciones, retos o costos asociados a cada “camino” o alternativa del tratamiento de broza. Además, cada una de ellas tendrá magnitudes distintas con respecto a la reducción de GEI o la producción de electricidad.

Al principio se produce broza fresca procedente del procesamiento del café. Esa broza podría ir a un tratamiento de composteo directamente, o se le puede aplicar un proceso de prensado. En este último, la capacidad del equipo hará que toda la broza sea prensada o parte de ella se deba disponer como usualmente lo hacen, dependiendo de la curva de la producción inherente a la cosecha y cuánta broza se puede almacenar temporalmente cerca del punto de alimentación a la prensa.

En este punto se evidencia una necesidad especial de conocer datos más precisos sobre aspectos relacionados a **la vida útil de la broza** justo antes de su descomposición irreversible. Al menos con base en la experimentación de cinco meses de trabajo en planta, se pudo prensar broza fresca incluso con tres semanas de almacenamiento temporal. Sin embargo, es muy importante considerar que el nivel de descomposición varía en función de elementos climáticos a los cuales esté sometida la broza (lluvia, humedad, radiación, velocidad de viento), por lo que es necesario estudiar este aspecto con mayor profundidad considerando el punto geográfico y los parámetros mencionados anteriormente.

Los escenarios descritos en el presente informe se basan en cálculos sobre la dinámica del beneficio por mes. Por tanto se considera que toda la broza que no fue posible prensar en un mes, se envía al “brocero” y recibe un tratamiento usual a un costo y emisiones por composteo usuales. Entiéndase “brocero” como la empresa o unidad (interna o externa) que trata o dispone la broza fresca con el tratamiento usual.

El almacenamiento temporal se recomienda sobre una loza de concreto y no directamente en tierra ya que esto puede contaminar la broza para su aprovechamiento. Dependiendo de la época de producción, mucha de la broza fresca se puede prensar. Igualmente si la producción es muy poca al inicio de la cosecha y al final, prácticamente la mayoría de la broza se puede prensar.

Como subproductos del prensado, se obtiene jugo que se ha considerado un costo y no un beneficio. Esto es un escenario conservador ya que por su contenido en sólidos disueltos y suspendidos, se podría producir etanol o biogás (depende de la ruta y la capacidad de producción). Esa ganancia sería extra, tal como se puede ahondar en la sección correspondiente en este Informe.

La broza que ha sido prensada que exceda la capacidad del equipo de secado, siempre disminuye su costo de tratamiento debido a que se debe enviar al brocero una menor cantidad del material. Un

esquema sencillo que muestra la ganancia en la reducción de masa a tratar se muestra en la **Figura 1.2**

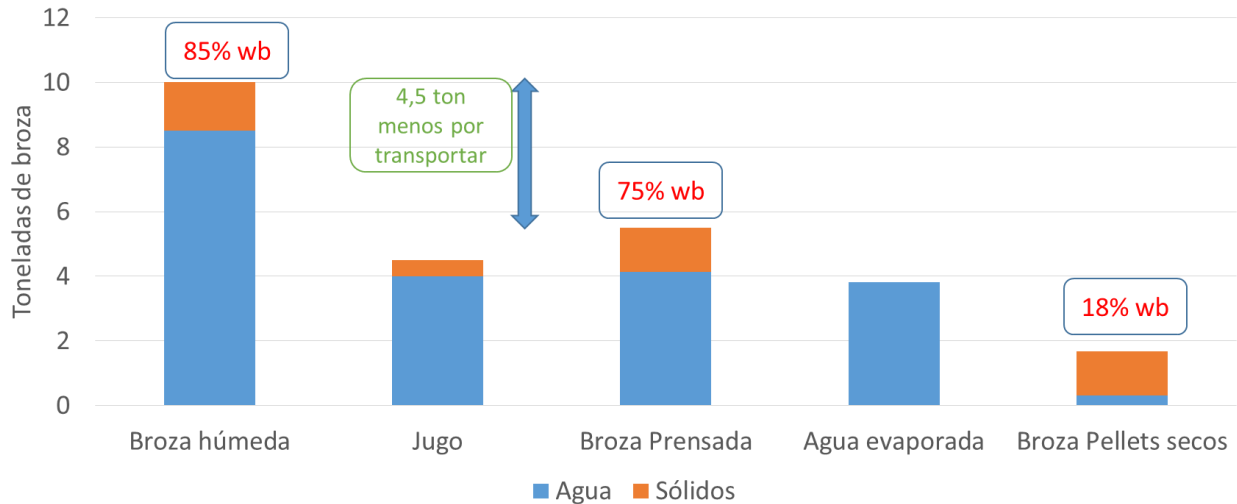


Figura 1.2. Relaciones de cambio de volumen a disponer cuando la broza se somete a proceso de prensado.

Por ejemplo, si se toma como caso hipotético la producción de 10 ton de broza fresca o húmeda, BF, se estaría perdiendo casi 4,5 ton en el proceso de prensado (para ver detalle revisar la Sección 3.2.1), es decir, que el monto que se le debe pagar al brocero sería casi la mitad, ya que la cantidad de viajes serían muchos menos. En el presente análisis, se incluyó el costo por tratamiento del jugo que se está produciendo. Más detalles ver Sección 3.2.1.

Esto muchas veces genera confusión porque aunque el porcentaje de humedad decreció solamente un 10%, la masa a tratar con el brocero es significativamente menor. La relación de costo entre tratar un residuo líquido y sólido es importante, y por esa razón, tan solo prensar la broza genera dos beneficios: reducción en costo de transporte y tratamiento de la broza (a pesar que el jugo se trate) y la velocidad a la cual se puede secar esta biomasa para su almacenamiento y aprovechamiento, ya que el proceso de secado de la broza es sustancialmente más rápido.

Ahora bien, la broza prensada puede tomar dos rutas. La primera es si se desea secar y densificar para hacer pellets de broza que pueden ser vendidos para fines de energía o pueden utilizarse en la sustitución de leña en los hornos del beneficio. Cada una de estas opciones de secado o pelletizado varía en función de la capacidad del beneficio. También es posible que los pellets se utilicen en un sistema de gasificación tipo lecho descendente; ya que se ocupa que tengan cierta forma geométrica y no puede alimentar la broza sin densificar. Este sistema es similar al que se utilizó como prototipo en este proyecto pero tiene costos importantes en mano de obra (ya que es muy manual e implica atender tareas en dos operaciones unitarias: pelletización y gasificación), por lo que su

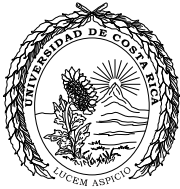


implementación financiera positiva puede verse comprometida, dependiendo de condiciones específicas de los beneficios. En la Sección **4.6** se presenta su evaluación financiera.

La segunda ruta es para beneficios de gran capacidad, en los cuales se debe disponer un gran volumen de broza en un corto tiempo durante el pico de producción. En esta alternativa la broza pasa por un proceso de secado pero no se requiere pelletizar, sino que pasaría un proceso de gasificación de lecho fluidizado. Cuando hay exceso de ésta, igualmente tiene rutas alternativas para su valoración. Esta opción muestra un alto potencial con respecto a la capacidad de la tecnología, a la reducción de GEI en el SCCR, y su factibilidad financiera y a la diversificación de productos de alto valor agregado, como el biochar y las cenizas para la producción de abono y retorno a los cafetales. En este escenario, se genera electricidad y energía térmica. Dentro del estudio financiero no se incluye la recuperación de calor que puede existir, y éste sería un beneficio adicional para acoplarlo a procesos de secado (de broza) por la importante cantidad de energía térmica concentrada en una sólo corriente. Este detalle se encuentra en la Sección **4.7**.

Por último, como parte de los productos de esta sección, se hace entrega de los escenarios elaborados en la hoja de cálculo (Microsoft Excel©) pensados en proporcionar al SCCR de alternativas técnicas del tratamiento de broza, que fueran estudiadas financieramente. Igualmente, se hace entrega de la hoja de cálculo al ICAFE para que pueda ser utilizada en el análisis de casos específicos donde se puedan introducir particularidades de cada beneficio. De esta forma, cada Junta Directiva o Junta Gerencial, puede analizar alternativas desde una óptica estratégica que les ayude a tomar decisiones a corto y mediano plazo, incluso con miras a ir avanzando en inversiones conforme deseen implementar todo el propuesto en este proyecto.

Se recomienda complementar este Informe de Análisis Financiero, con el Informe “Estrategia y Negocio: Gasificación de pulpa (broza) de café”.



2 Ingresos

Al considerar el proceso productivo del beneficiado del café y las modificaciones propuestas en el presente proyecto surgen dos tipos de ingresos, directos e indirectos, los ingresos directos serán aquellos resultado de nuevas actividades económicas, mientras que los indirectos se deberán a los costos evitados.

Con el fin de mantener una mayor claridad en la evaluación financiera y tras considerar los múltiples factores que afectan la cantidad de café que llega a un beneficio (adelanto ofrecido, liquidación, ubicación geográfica y variaciones estacionales, entre otros); se asumirá que la cantidad de fanegas procesadas y el precio de venta del café serán inelásticos ante los efectos del proyecto. La importancia de estas consideraciones se volverá evidente una vez que deba tomarse en cuenta el esquema de repartición de utilidades que regula la interacción entre el productor y el beneficio.

Debe notarse que de acuerdo a datos del ICAFE, durante las cosechas 2013 a 2016, la utilidad que percibe un beneficio por cada fanega de café que procesa ha sido cercana a los 7000 CRC y por lo tanto si debido a la implementación de las modificaciones, un beneficio llega a recibir más café, verá un ingreso adicional que de forma unitaria supera por mucho los costos e ingresos implicados en el proyecto y por lo tanto en función de cuanto café más llegue a recibir, se podría generar un efecto apreciable.

Por ejemplo, si un beneficio implementa alguna de las soluciones alternativas para el tratamiento de la broza de café, que se proponen en el presente documento y logra captar más café debido a una liquidación más atractiva, la cual típicamente podría aumentar unos 100 CRC/fanega con respecto al caso base, entonces percibirá una nueva utilidad consecuencia el proyecto **que no se considera en el presente análisis sino que sería un beneficio adicional**. Otro ejemplo sería un beneficio que no puede recibir más café porque ha llegado al tope de su capacidad de procesamiento de broza, entonces al implementar alguna de las soluciones propuestas podría continuar recibiendo más café, hasta donde lo permita el siguiente cuello de botella en el proceso productivo, para mantener la rentabilidad.

2.1 Ingresos directos

2.1.1 Venta de pellets

Los ingresos por venta de pellets se darán únicamente en aquellos escenarios donde haya una pelletizadora y queden pellets luego de la gasificación y el reemplazo leña de acuerdo con (2.1.1), donde $P_{V,n}$ son los pellets que se vendieron al final del mes n , $P_{i,n}$ los pellets disponibles al inicio del mes n , C_G la fracción de los pellets disponibles al inicio del mes que se gasifican, C_L la fracción



de pellets disponibles luego de gasificar que se utilizaron para reemplazo de leña y C_V la fracción de pellets disponibles para la venta luego de gasificar y reemplazar leña que se vendieron. El precio de venta se tomará como **24,40 CRC/kg**, este valor se basa una equivalencia 1:1 del poder calórico que se obtendría por kg de leña que es reemplazado por pellets. El precio de venta de pellets de madera a nivel nacional ronda los 170 CRC/kg, por lo que aún puede haber margen para aumentar el precio de venta, sin embargo ante la incertidumbre que rodea la demanda de pellets a nivel nacional, se utilizó este valor mínimo como un peor escenario, de forma tal que solo tendría que sentido vender pellets en la medida que se logre un reemplazo total de la leña y aún haya un remanente de pellets.

$$P_{V,n} = P_{i,n} \cdot (1 - C_G - C_L + C_G \cdot C_L) \cdot C_V \quad (2.1.1)$$

El valor de C_G , C_L y C_V dependerá de la disponibilidad de pellets, la capacidad mínima y máxima del gasificador, y el consumo de leña, todos estos en el mes n ; asimismo dependerá de los coeficientes de transporte y tratamiento de broza, fresca y prensada, y de reemplazo de leña y venta de pellets, preestablecidos para cada escenario económico.

2.1.2 Certificados de carbono

Con la implementación de las diferentes tecnologías que se proponen para el tratamiento de la broza, subproducto del beneficiado de café, resulta una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto al proceso actual que podría llegar a capitalizarse, en la forma de certificados de carbono. El valor de estos certificados dependerá de donde se coticen, por ejemplo (International Green-e Climate, CarbonFix Standard, SOCIALCARBON standard, London Stock Exchange, entre otros)⁸ y debe considerarse que los bonos planteados se basan en carbono no emitido en lugar de carbono capturado; esto afecta su valor y en qué mercados o bajo qué modalidades pueden comerciarse. De forma conservadora se tomó un valor de **3 USD/t_{CO2e}** para la venta de dichos certificados o no se consideraron del todo en los escenarios planteados.

Los coeficientes de emisión utilizados para calcular la reducción en las emisiones de GEI se presentan en el

Cuadro 2.1.1 y en el Cuadro 2.1.2 de acuerdo al tratamiento de los desechos sólidos y líquidos, el uso dado a los pellets y el consumo eléctrico del beneficio con las nuevas unidades de proceso. En

⁸ Kollmuss, A., Fuessler, J., Spors, F., Kennedy, P., & Guigon, P. (2015). Overview of Carbon Offset Programs. Similarities and Differences. Partnership for Market Readiness. PMR Technical Note 6. January 2015. <http://www.thepmr.org/content/pmr-knowledge-products>. Recuperado 10 febrero, 2017.



cuanto a las unidades utilizadas BF(S) se refiere a broza fresca (seca), BP(S) a broza prensada (seca) y PS a pellets secos.

Cuadro 2.1.1. Coeficientes de emisión de GEI utilizados para la evaluación financiera.

Transporte y tratamiento de la broza fresca	
Composteo sin volteo (gCO ₂ e/kgBF) ⁹	100,00
Composteo con volteo (gCO ₂ e/kgBF) ⁹	142,00
Transporte (gCO ₂ e/kgBF) ¹⁰	0,78
Gasificación (gCO ₂ e/kgBFS) ¹¹	166,83
Transporte y tratamiento de la broza prensada	
Composteo sin volteo (gCO ₂ e/kgBP) ⁹	55,00
Composteo con volteo (gCO ₂ e/kgBP) ⁹	78,10
Transporte (gCO ₂ e/kgBP) ¹⁰	0,78
Gasificación (gCO ₂ e/kgBPS) ¹¹	166,83
Jugo prensado	
Tratamiento (gCO ₂ e/m ³) ¹²	0,00

⁹ Los datos de composteo con volteo y sin volteo para la broza fresca se tomaron de referencia al reporte técnico de la UNA y se ajustaron a la broza prensada de acuerdo a la pérdida de masa que se da en el prensado, esto a manera de referencia, ya que no se han evaluado las emisiones de GEI en el composteo de broza prensada; sin embargo resulta razonable esperar que el valor real sea menor que el de la broza fresca, dada la cantidad de agua y sólidos disueltos como azúcares de alta biodisponibilidad que se pierden en el prensado.

¹⁰ Para estimar las emisiones de CO₂e relacionadas al transporte de la broza tanto fresca como prensada desde el beneficio hasta el brocero, se consideró el uso de un camión rígido de 2 ejes con una capacidad de 3,5-7,5 t con un consumo de combustible de 0,06 L/(km t) y un factor de emisión de 2,613 kgCO₂e/L de acuerdo a los datos reportados en referencia al Informe de IMN, 2016. La distancia al brocero se tomó como 5 km, distancia que se considera representativa de acuerdo a datos de [1].

¹¹ El factor de emisión para la gasificación de pellets se tomó de referencia al reporte del CICA como un valor de peor escenario con respecto al dato reportado por la UNA a la Mesa NAMA Café, mientras que los factores de emisión para la gasificación de broza prensada y sin prensa se basan en el de los pellets y solo se ajustan de acuerdo al cambio de humedad, esto se hace ya que no se cuenta con valores experimentales; sin embargo se consideran aproximaciones razonable para fines de la evaluación financiera. En el reporte de la etapa 3 y 4 se plantea que este factor de emisión puede llegar a mejorarse por medio de la instalación de un catalizador a la salida de los gases exhaustos del motor.

¹² El factor de emisión del jugo prensado de la broza se toma como cero, ya que se asumió un tratamiento de aguas por medio de un reactor anaerobio bien administrado, en el cual se espera que los gases (metano



Cuadro 2.1.2. Coeficientes de emisión de GEI utilizados para la evaluación financiera. (Continuación)

Pellets de broza	
Gasificación (gCO ₂ e/kgPS) ¹¹	228,00
Venta (gCO ₂ e/kgPS) ¹³	0,00
Reemplazo de leña (ΔgCO ₂ e/kgPS) ¹⁴	0,00
Consumo eléctrico	
Factor de emisión (gCO ₂ e/kWh) ¹⁵	38,10

2.1.3 Venta de fertilizantes

La producción de cenizas ricas en minerales y de biochar rico en carbono es inherente al proceso de gasificación de la broza de café, ya sea que se encuentre en forma de pellets, prensada o sin prensar, así que en los escenarios donde haya gasificación, se va a dar una producción de cenizas y biochar de acuerdo con (2.1.2) y (2.1.3) respectivamente; donde R_C es la tasa de producción de cenizas en kg/h, R_B la tasa de producción biochar en kg/8h y F_G la capacidad del gasificador en kg/h a la humedad de referencia de los pellets. Las ecuaciones (2.1.2) y (2.1.3) se basan en los resultados que se presentan en los Informes de las Etapas 3 y 4¹⁶.

principalmente) que lleguen a producirse, se quemen de forma tal que todo el carbono asociado se libere en forma de CO₂. Esta suposición que es favorable desde la perspectiva de emisiones, penaliza el aspecto financiero del presente análisis, ya que el costo de tratamiento de aguas con un reactor anaerobio es superior al del uso de lagunas de oxidación o aspersión.

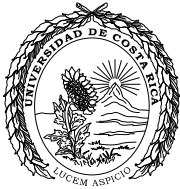
¹³ En lo que respecta a la venta de pellets se espera que haya cero emisiones de GEI por parte del beneficio y que el comprador sea el responsable por las emisiones asociadas al transporte y subsecuente uso de los pellets.

¹⁴ Para el caso del reemplazo de leña por pellets se asumió que los pellets liberan la misma cantidad de GEI que la leña al utilizarlos en los hornos, así que de forma neta el reemplazo de leña con pellets no tendría efecto sobre las emisiones de GEI, sin embargo al considerar la cinética de fijación y liberación de carbono, asociada al uso de una biomasa de disponibilidad estacional como la broza, con respecto a la cinética asociada con el uso de leña, podrían darse diferencias, por lo que se deberían cuantificar para una certificación dada. Aún más, no se contempla la diferencia de poderes calóricos que favorece a los pellets ni el ahorro en combustible que implica producir los pellets en el beneficio con respeto a traer la leña desde algún otro lugar.

¹⁵ El factor de emisiones asociado con el consumo eléctrico del beneficio y las nuevas unidades de proceso se basa en el valor reportado en referencia a los factores declarados por el IMN 2016 para Costa Rica.

¹⁶ Torres, C., Urvina, L, Molina D.; Hernández, N. (2016). Informe Técnico Evaluación de desempeño de la tecnología comercial de gasificación utilizando residuos de café.

Torres, C., Urvina, L, Molina D. (2016). Informe Técnico Densificación de residuos de café para su uso en gasificación.



$$R_C = 1,8 \cdot F_G / 21,6 \quad (2.1.2)$$

$$R_B = 5,0 \cdot F_G / 21,6 \quad (2.1.3)$$

Se estableció un precio de venta de **100 CRC/kg** para las cenizas y de **250 CRC/kg** para el biochar, esto basado en el precio de venta a nivel nacional del carbón pulverizado y granulado para uso en agricultura hidropónica.

2.2 Ingresos indirectos

2.2.1 Tratamiento y transporte de broza

Parte importante de los ingresos que se proponen, se deberían a la reducción en el costo del tratamiento de la broza de café, las diferentes combinaciones de las unidades de proceso disponibles generan un ahorro en el tratamiento de la broza de diferentes maneras.

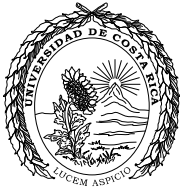
La prensa separa alrededor de un 45% de la masa inicial de broza en forma de un jugo que contiene aproximadamente un 11% de sólidos disueltos, mientras que la densidad aparente de la broza prensada es prácticamente la misma que la de la broza sin prensar, por lo tanto, el costo de transporte y tratamiento de broza se reduciría en un 45% para la broza que se llegue a prensar con respecto a la broza sin prensar; el tratamiento del jugo prensado se considera en la sección 3.2.1.

Al incluir una pelletizadora en el proceso, se tiene que la broza transformada en pellets ya no necesita ser transportada al brocero ni ser tratada, ya que los pellets se consideran un producto con un valor agregado y con una variedad de posibles usos finales; por lo tanto el costo de transporte y tratamiento de la broza pelletizada sería nulo. Si se considera la presencia de un gasificador de lecho fluidizado capaz de utilizar como alimentación broza, ya sea fresca o prensada, el costo de transporte y tratamiento de cualquiera broza gasificada también sería nulo.

El costo de referencia para el tratamiento y el transporte de la broza, se calculó a partir del coeficiente técnico dado en ¹⁷ y se define en (2.2.1), donde $C_{T\&T}$ es el costo de transporte y tratamiento en CRC/kgBF y d la distancia al brocero en km.

Gómez, C, Torres, C., Hernández, N. (2016). Informe Caracterización fisicoquímica de broza de café de diferentes zonas de Costa Rica.

¹⁷ M. A. ARAYA MOLINA, "COSTOS DE BENEFICIADO DE CAFÉ ACEPTADOS POR LEY No. 2762 COSECHA 2014-2015", San José, Costa Rica, 2015.



$$C_{T\&T} = 4,2940 \cdot d^{0,1171} \quad (2.2.1)$$

Para efectos del análisis financiero se consideró una distancia de 5 km como representativa de acuerdo con la distribución de los beneficios presentada en [1].

2.2.2 Ahorro (o gasto) en electricidad

Para el cálculo de los cambios en el consumo de energía eléctrica y la demanda de potencia del beneficio a raíz de la instalación los diferentes equipos que se proponen, se consideró un consumo y una demanda base del beneficio de acuerdo al coeficiente técnico dado en [1]. En (2.2.2) se tiene el consumo de energía eléctrica del beneficio E_0 dado en kWh/fanega, mientras que en (2.2.3) se presenta P_0 , la demanda pico en kW/fanega, en ambos casos F_B es la capacidad del beneficio en fanegas procesadas anualmente.

$$E_0 = -1,8796 + 1,4668 \cdot \ln(F_B) \quad (2.2.2)$$

$$P_0 = -0,158 + 0,0251 \cdot \ln(F_B) \quad (2.2.3)$$

Cuando se tengan prensas o pelletizadoras se dará un aumento neto en el consumo de energía eléctrica, en general se consideró una demanda de 4,2 kW para la prensa y de 16,3 kW para la pelletizadora, ambos valores basados en mediciones de consumo de potencia durante la operación de los equipos. Así al conocer las horas que opera cada equipo se puede determinar el aumento total del consumo de energía en kWh.

Para escalar la capacidad de la prensa se trabajó con una cantidad discreta de prensas como la utilizada en la etapa experimental, o del doble de capacidad con un consumo de 8,4 kW de la misma serie y fabricante. En el caso de la pelletizadora se encontró que el valor medido de la potencia consumida es cercano a los valores nominales reportados por el fabricante para pelletizadoras de la misma serie y de diferente capacidad, por lo que se seleccionó la pelletizadora con la capacidad y potencia respectivas al momento de realizar los escenarios financieros basados en capacidad en lugar de basados en equipo.

Al instalarse un gasificador para generación eléctrica, resulta que también se dará una producción de energía eléctrica a una potencia dada, en este caso el gasificador utilizado trabajó a 11 kW. La potencia del gasificador P_G , se escaló de forma proporcional a la capacidad del gasificador F_G en kg/h a la humedad de referencia de los pellets de acuerdo con (2.2.4).



$$P_G = 11,0 \cdot F_G / 21,6 \quad (2.2.4)$$

A partir del valor base del consumo eléctrico del beneficio y del consumo o generación adicional de las demás unidades de proceso, se puede calcular un nuevo consumo total, que puede ser mayor o menor que el original, tanto en términos de energía como de demanda. Posteriormente se calcula para cada mes la factura eléctrica del consumo base del beneficio y del nuevo consumo, y dada la resta de ambos valores se determina el ahorro o gasto adicional en electricidad mes a mes del beneficio, que dependerá de las horas de operación de cada equipo y la cantidad de café fruta beneficiada.

La tarifa eléctrica que se tomó como base fue la T-IN del ICE y los rubros utilizados para el cálculo de la factura se presentan en el Cuadro 2.2.1, nótese que se dejó por fuera el tributo a bomberos y la tarifa de alumbrado público, ambos valores relativamente pequeños, pero sí se está contemplando el 13% de impuestos sobre el valor final luego de calcular el cobro por demanda y energía.

No se utilizó la tarifa horaria porque esta depende de la organización de la producción en el beneficio y bajo un esquema de consumo uniforme 24/7, implicaría menores costos que la tarifa T-IN. Asimismo no se contempla la multa por factor de potencia que será característica de cada beneficio, por lo que se asume que el uso de los equipos que se plantean no afectará el factor de potencia neto del beneficio o que en su defecto se puede compensar por medio del ajuste de la corriente de campo del generador instalado.

Cuadro 2.2.1. Tarifa eléctrica para clientes industriales del ICE (T-IN).

Energía <= 3000 kWh (CRC/kWh)	107,62
Energía > 3000 kWh (CRC/kWh)	64,39
Demanda (Energía > 3000 kWh) (CRC/kW)	10.644,30
Tarifa de acceso (CRC/kWh)	28,30

El último punto relacionado con el ahorro en electricidad es la tarifa de acceso. La instalación del gasificador con su respectivo generador se plantea dentro del régimen de autoconsumo y no para la venta de energía eléctrica, esto por dos razones; la primera es que la venta de energía eléctrica se considera un servicio público y por lo tanto se debe participar en un proceso sumamente engorroso para poder optar a esta opción, y la segunda razón es que la cantidad de energía producida no siempre llega a dejar excedentes, de hecho, si llega a haber o no un exceso de energía eléctrica, tiene que ver con la vida útil de la biomasa para su uso en los meses fuera de la cosecha. En general se esperaría que la mayoría de la energía se use para autoconsumo dejando solo pequeños excedentes en algunos meses.



Estos excedentes de energía eléctrica que se entregan a la red, se convierten en un saldo a favor dentro de la categoría de **neteo**, los cuales pueden consumirse posteriormente a una tarifa diferenciada, **la tarifa de acceso**. Nótese que el periodo para el consumo del saldo a favor puede ser de un mes o un año en función del acuerdo al que se llegue con la compañía distribuidora.

Para poder realizar la conexión a la red eléctrica nacional es la misma compañía distribuidora quien se encarga de verificar que se cumplan todos los requerimientos técnicos, por lo que se recomienda comunicarse con la compañía distribuidora respectiva para asesorarse antes de seleccionar o iniciar con la instalación de los sistemas generadores.

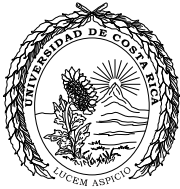
2.2.3 Ahorro en leña

Al considerar el poder calórico de los pellets de broza de café que se produjeron, estos parecen ser una alternativa razonable para el reemplazo de leña en hornos, ya que solo se necesitarían 0,85 kg de pellets/kg de leña, este dato no considera eficiencias de combustión por lo que se esperaría que el valor real sea aún menor. Sin embargo se tiene que el valor de la leña es de 20,63 CRC/kg, así que solo se ahorraría 24,27 CRC/kg de pellets utilizados como reemplazo de leña, a diferencia los eventuales 170 CRC/kg que se ganarían por vender los pellets al precio de mercado actual (valor comparativo con pellets de madera de una empresa nacional); de esta forma cada beneficio puede empezar a establecer un ámbito para el posible valor de venta de los pellets de acuerdo a sus características operativas.

Se deben considerar varios factores a la hora de utilizar los pellets como reemplazo de leña, el primero es la cantidad de cenizas que contienen, la cual ronda alrededor del 10% en base seca y puede llegar a convertirse en un problema operacional, asimismo no se cuenta con datos de particulado, por lo que es necesario realizar una investigación sobre la combustión directa de pellets de broza de café en hornos para evaluar si los equipos actuales requieren de modificaciones importantes para asegurar una operación limpia y robusta. Sin embargo, incluso si se producen con cierto porcentaje de cascarilla, esto podría favorecer la eficiencia de combustión directa de ésta.

El consumo de leña se tomó como 0,087 m³/fanega de acuerdo con el promedio nacional dado en [1]. La cantidad de pellets para el reemplazo de leña utilizada mensualmente se da en (2.2.5), donde $P_{L,n}$ son los pellets que se utilizaron como reemplazo de leña al final del mes n , $P_{i,n}$ los pellets disponibles al inicio del mes n , C_G la fracción de los pellets disponibles al inicio del mes que se gasifican y C_L la fracción de pellets disponibles luego de gasificar que se utilizaron para reemplazo de leña.

$$P_{L,n} = P_{i,n} \cdot (1 - C_G) \cdot C_L \quad (2.2.5)$$



3 Egresos

Entre los egresos inherentes a la implementación de las soluciones para el tratamiento de la broza del café que se proponen, se tiene la inversión relacionada con el costo de los equipos y el capital de trabajo, los costos variables asociados a la cantidad de broza procesada, los costos fijos independientes de que se trate o no broza y otros costos adicionales, por una cuestión de completitud también se mencionaran otros gastos generales aunque sean nulos.

3.1 Inversión

La inversión necesaria para la realización del proyecto se verá distribuida en dos categorías, el capital fijo que se discute en la sección 3.1.1, relacionado con la adquisición los nuevos equipos y el desarrollo de infraestructura, y el capital de trabajo en la sección 3.1.2, necesario para financiar la operación ordinaria del proyecto hasta que se empiecen a percibir ganancias.

3.1.1 Capital fijo

El capital fijo del proyecto se utilizaría básicamente para la importación e instalación de los equipos. En el Cuadro 3.1.1 se muestra la inversión de capital fijo necesario para la adquisición de una prensa, una pelletizadora y un gasificador, como los utilizados durante las etapas 2, 3 y 4 del presente proyecto. Los costos asociados a la pelletizadora y el gasificador son valores reales basados en la adquisición de los mismos, mientras que la prensa se cotizó con el fabricante y los demás costos asociados a la prensa se tomaron como una fracción del precio del equipo de acuerdo con ¹⁸. Ya que no se cuenta con un gasificador fluidizado, la estimación del costo de inversión del mismo se realizó por medio de (3.2.2), donde I_G es el costo de inversión del gasificador en USD, P_G la potencia del gasificador en kW y las constantes se calcularon a partir de la consulta del costo de un gasificador fluidizado de 20 kW y 40 kW, con base en referencias de precios en el mercado internacional.

$$I_G = 90000 \cdot (P_G/20)^{0,74} \quad (3.1.1)$$

¹⁸ M. S. Peters, K. D. Timmerhaus, y R. E. West, Plant design and economics for chemical engineers. McGraw-Hill, 2003.



A pesar de que no llega a utilizarse un gasificador de lecho descendente diferente al utilizado para el proyecto en la sección 4.6, el mismo se escaló linealmente con respecto a la unidad experimental para fines de optimización.

En términos de secado la etapa experimental del proyecto solo abordó el secado solar de la broza prensada y sin prensar, por lo que se realizó una consulta en la industria sobre el costo de inversión de secador apropiado para el secado de la broza y se estimó que un costo de inversión de 96 USD/(kg/h) en términos de la capacidad de secado de la broza húmeda hasta un 40% de humedad es razonable como estimación gruesa. Esta estimación se basa en experiencias reales de beneficios de café grandes con secadores similares al que se desea proponer en una etapa posterior a esta investigación (tipo cascada) para secado de broza de café. Para ejemplificar el uso de este parámetro considérese que se necesita una capacidad de procesamiento de broza de 1000 kg/h de broza fresca, entonces si se contara con una prensa solo habría que secar 550 kg/h de broza prensada y se necesitaría un secador de 52800 USD y la prensa de 29900 USD. Si por el contrario se quisiera secar los 1000 kg/h de broza fresca sin prensar, entonces sería necesario solo un secador de 96000 USD.

Por su parte se consideró que la infraestructura necesaria para poder instalar los equipos ya se tiene en los beneficios, es decir, una bodega con las características que se presentan en el *“Informe Técnico Evaluación de desempeño de la tecnología comercial gasificador downdraft utilizando chips de madera”* de la Etapa 2. Los datos para tomar en cuenta la construcción de un espacio apropiado para la instalación de los equipos se presentan en el Cuadro 3.1.2, donde puede notarse que al hacer el costo del terreno 0,00 CRC/m² y establecer un área de construcción de 0,0 m² se tiene que el costo de la infraestructura se vuelve nulo.

Los costos relativos a la construcción del edificio de la planta de proceso se estiman por medio del Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva del Ministerio de Hacienda, una herramienta de aplicación que permite la valoración de las construcciones, instalaciones y obras complementarias fijas y permanentes sujetas al impuesto sobre bienes inmuebles con base en criterios técnicos de valoración definidos por el Órgano de Normalización Técnica.

En este documento se describe de manera detallada cada tipo de construcción, instalación y obra complementaria con respecto a materiales y componentes como paredes, pisos, baños, cielos, etc., a cada uno de estos tipos se le asocia un código y valor que puede ser por metro cuadrado o por unidad y en algunos casos valores asociados como equipo o actividades (movimiento de tierra), este valor se determina el correspondiente a las construcciones, instalaciones y obras complementarias en condición de nuevas, donde se comprende como nuevas las edificaciones con edades de un año o menos. Se considera en la determinación del valor el costo de los materiales de construcción, acarreo, equipo y mano de obra, asimismo no se consideran las utilidades del desarrollador. Estos datos se basan en estudios de mercado, realizados en Instituciones del Estado, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, empresas constructoras privadas y profesionales liberales. Para la planta se elige el tipo de construcción estandarizada como bodega y se recomienda un costo por alquiler (con algunas modificaciones).



Cuadro 3.1.1. Desglose de la inversión de capital fijo basado en los equipos utilizados durante la etapa experimental del proyecto.

Costos de la prensa		
Equipo (CRC)	16.445.000,00	
Instalación de equipos (CRC)	1.265.000,00	6,0%
Instalación de servicios (CRC)	1.686.666,67	8,0%
Gastos legales (CRC)	421.666,67	2,0%
Gastos bancarios (CRC)	210.833,33	1,0%
Contingencia (CRC)	1.054.166,67	5,0%
Costos de la pelletizadora		
Equipo (CRC)	1.716.000,00	
Comisión bancaria (CRC)	25.300,00	
Manejo-flete (CRC)	217.800,00	
Impuestos, almacenaje, etc. (CRC)	383.020,00	
Costos del gasificador		
Costos equipo (CRC)	17.322.250,00	
Envío, embalaje y carga (CRC)	192.500,00	
Traslado avión (CRC)	2.174.700,00	
Costos Infraestructura		
Terreno (CRC)	-	
Edificios (CRC)	-	
Inversión en equipos (CRC)	43.114.903,33	
Inversión en infraestructura (CRC)	-	
Inversión de Capital Fijo (CRC)	43.114.903,33	



Cuadro 3.1.2. Desglose de la inversión de capital fijo basado en la infraestructura requerida.

Área del terreno (m ²)	70,0
Costo del terreno (CRC/m ²)	-
Costo total del terreno (CRC)	-
Área del edificio (m ²)	0,0
Costo del edificio (CRC/m ²)	170.000,00
Costo total del edificio (CRC)	-
Vida útil (años)	40

3.1.2 Capital de trabajo

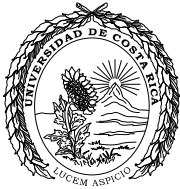
El capital de trabajo se calculó de acuerdo al mayor de los saldos mensuales acumulados según los ingresos directos e indirectos, y los egresos relacionados con la opresión del proceso, es decir el mayor nivel de pérdidas acumuladas que se llegaría tener en el año. Dado que la mayoría de los gastos operativos son variables y casi siempre se van a compensar con los ingresos y los costos evitados, que también dependen de la cantidad de broza tratada; el capital de trabajo será relativamente bajo con respecto al capital fijo e incluso innecesario en ciertos casos.

Para el cálculo del capital de trabajo P_T , se utilizó (3.1.2), donde $I_{D,i}$ son los ingresos directos del mes i , $I_{I,i}$ los ingresos indirectos del mes i y $G_{O,i}$ los gastos operacionales del mes i .

$$P_T = \min_{i \in \mathbb{N}} \left(\sum_{i=1}^{i=12} I_{D,i} + I_{I,i} - G_{O,i} \right) \quad (3.1.2)$$

3.2 Costos variables

Todos los costos variables que se consideran están relacionados con la operación del proceso planteado, por lo que forman parte de los gastos utilizados en (3.1.2); en particular los costos variables van a ser dependientes de la configuración particular del proceso que se implemente.



3.2.1 Tratamiento del jugo prensado

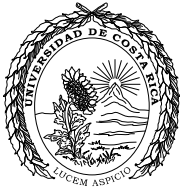
El tratamiento del jugo prensado solo será un costo a considerar cuando haya una prensa en el proceso, para estimar un costo del tratamiento del jugo presado en CRC/m³ fue necesario realizar algunas suposiciones. Primero se estableció un consumo de agua 0,4 m³/fanega, ya que se consideró que un consumo mayor es sumamente ineficiente para el estándar de la industria cafetalera. La siguiente suposición fue que toda el agua consumida en el proceso del beneficiado debe tratarse, así que de acuerdo con [1] tomó como valor representativo un costo de 154,25 CRC/fanega para el tratamiento de desechos líquidos por medio de un reactor anaerobio. Entonces se puede llegar a establecer un costo de 385,63 CRC/m³ para los desechos líquidos del beneficio.

Para determinar si el costo de tratamiento por unidad de volumen estimado, es representativo de aquel asociado con el del jugo prensado de la broza, es necesario caracterizar el consumo de agua y el tratamiento de desechos líquidos de cada beneficio particular, así como el jugo de la broza, ya que actualmente solo se tiene información limitada sobre sus propiedades como efluente. Debe mencionarse que de acuerdo con el consumo de agua de 0,4 m³/fanega, no se espera que la producción de jugo supere el 11% en volumen del consumo de agua, por lo que podría ser factible diluir el jugo con las aguas que se tratan ordinariamente, sin que sea necesario modificar de forma importante el proceso de tratamiento actual; nuevamente si este será el caso o no, dependerá de cada beneficio particular.

Una última aclaración sobre el tratamiento del jugo es que este podría utilizarse como alimentación en procesos de biodigestión, ya sea para la producción de biogás o en fermentación para la producción de etanol; lo que haría innecesario tratar el jugo como un desecho. Estas alternativas por otro lado se salen del alcance del presente proyecto y para efectos de la evaluación financiera, el jugo prensado se considerará como un efluente que debe tratarse.

3.2.2 Insumos del gasificador

Los insumos necesarios para la operación del gasificador se presentan en el Cuadro 3.2.1 y se reporta un costo para cada insumo por cada 8 horas de operación, la duración de los ciclos de operación continua que se plantean. Estos valores se escalaron de acuerdo con (3.2.1), donde el total de los costos, se multiplica por la razón de capacidades del gasificador a la humedad de referencia de los pellets y se eleva a la 0,6 para dar el nuevo valor C_I , el costo de los insumos en CRC/8h. El exponente de 0,6 es un valor típico utilizado para el escalamiento de las unidades de proceso que se ven beneficiadas por la economía de escala según [2]. El valor real del exponente característico del escalamiento del costo de los insumos podría ser mayor o menor que 0,6 y por lo tanto es recomendable realizar un nuevo estimado, basado en planos constructivos de la unidad escalada y pruebas a escala piloto realizadas con la tecnología específica a implementar, por ejemplo un



gasificador de lecho fluidizado. En particular se espera que el exponente sea menor que uno, ya en el informe de las etapas 3 y 4 se comenta una serie de deficiencias de la unidad utilizada que deberían de ser esperadas al diseñarse la nueva unidad escalada, lo que afectaría de forma positiva la operación del sistema y disminuiría el consumo de varios de los insumos del reactor.

Cuadro 3.2.1. Costo de los insumos del gasificador.

Insumo	Cantidad	Corridas (8h)	Costo (CRC)	Costo (CRC/8h)
Arranque				
Carbón (kg)	5,0	1	1.500,00	1.500,00
Kerosene (L)	0,1	1	38,10	38,10
Gas para antorcha	1	5	1.900,00	380,00
Filtros				
Madera gruesa (kg)	4,0	3	100,00	33,33
Madera media (kg)	4,0	3	100,00	33,33
Madera fina (kg)	3,0	3	75,00	25,00
Carbón (kg)	11,0	3	3.150,00	1.050,00
Calcetas de polipropileno	1	3	11.659,44	3.886,48
Tapetes de polipropileno	4	3	4.123,08	1.374,36
Mecha mecánico (kg)	0,4	3	400,00	133,33
Mantenimiento y limpieza				
Pasta de grafito	1	20	7.700,00	385,00
Cambio de aceite del motor	1	20	20.000,00	1.000,00
Filtro de aceite del motor	1	20	17.000,00	850,00

$$C_I = 10688,94 \cdot (F_G/21,6)^{0,6} \quad (3.2.1)$$

3.2.3 Mano de obra directa

La mano de obra directa, puede llegar a ser uno de los costos determinantes de la utilidad del proyecto, de acuerdo con la configuración de los equipos escogidos y si se aprovechan o no las ventajas asociadas a la economía de escala, que acompañan al escalamiento apropiado de las unidades de proceso.



Para estimar la cantidad de horas hombre necesarias por cada hora de operación de los equipos, se generaron los valores del Cuadro 3.2.2, donde se considera que la prensa es un equipo que requiere de mínima supervisión y que tendrá una alimentación mecanizada, por lo que se le asignan 0,1 horas operario por cada hora de operación. Por su parte la pelletizadora requiere de una supervisión semi-continua y por lo tanto se le asignan 0,7 horas operario por cada hora de operación. Finalmente el gasificador es un equipo que requiere de supervisión continua por parte de un técnico mientras esté operando y adicionalmente de 0,2 horas de un operario para labores mantenimiento por cada hora operación.

Así de acuerdo con los salarios base establecidos por el ministerio de trabajo para el año 2015, que se presentan en el Cuadro 3.2.3 para los trabajadores requeridos, se pueden utilizar los datos del Cuadro 3.2.2, para generar los costos asociados a la mano de obra directa por hora de operación de cada uno de los equipos como se presentan en el Cuadro 3.2.4.

Cuadro 3.2.2. Horas hombre requeridas por cada hora de operación de las unidades de proceso.

Puesto	Técnico	Operario
Relación de la prensa (hh/h)	0,00	0,10
Relación de la pelletizadora (hh/h)	0,00	0,70
Relación del gasificador (hh/h)	1,00	0,20

Cuadro 3.2.3. Salarios base establecidos por el ministerio de trabajo para el año 2015.

Puesto	Técnico	Operario
Salario base (CRC/hh)	1.939,01	1.526,73
Cargas sociales (CRC/hh)	869,84	684,89
Total (CRC/hh)	2.808,84	2.211,62

Cuadro 3.2.4. Costo total de operación por mano de obra directa para de las unidades de proceso.

Unidad	Costo (CRC/h)
Prensa	221,16
Pelletizadora	1.548,14
Gasificador	3.251,17

Un punto clave para justificar el escalamiento de la unidad gasificadora, es que dada la naturaleza semi-automática de su operación, no se espera que haya un aumento importante de la mano obra necesaria para su operación conforme aumenta la capacidad de la misma. Por esta razón se aplicó (3.2.2) para escalar el costo de mano de obra del gasificador C_{MO} en CRC/h, de acuerdo con la capacidad del gasificador F_G en kg/h a la humedad de referencia de los pellets. El exponente se



tomó como 0,1 para contemplar un aumento moderado, aunque en función del diseño del gasificador a implementar, se podría esperar que el exponente sea menor o incluso negativo.

$$C_{MO} = 3215,17 \cdot (F_G/21,6)^{0,1} \quad (3.2.2)$$

3.3 Costos fijos

Dentro del rubro de los costos reconocidos se consideraron aquellos costos basados de alguna forma en la inversión, como los intereses y la depreciación, y los costos que no dependen de la cantidad de broza producida.

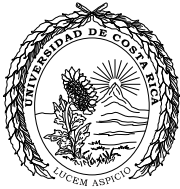
3.3.1 Depreciación

La depreciación se calculó de forma lineal con base a la inversión de capital fijo y se le asignó una vida útil de 10 años a los equipos y de 40 años a los edificios en caso de haberlos. Una particularidad de la depreciación es que esta no constituye una salida de efectivo, por lo que se utiliza como un escudo fiscal en los flujos de caja, sin embargo ya que el proyecto implica inversiones relacionadas con el tratamiento de desechos sólidos y líquidos en el proceso de beneficiado, dicha inversión puede ser considerada como un costo reconocido y por lo tanto habrá un ingreso adicional y libre de impuestos (por efecto del escudo fiscal mencionado), igual al monto de la depreciación. Adicionalmente se tendrá un gasto adicional en la forma del 9% de la depreciación, ya que al aumentar los costos reconocidos se tendrá una disminución igual al 9% de dicho aumento en la utilidad del beneficio; sin embargo este costo adicional implica una reducción de impuestos, de forma tal que al realizar alguna inversión que pueda ser considerada como un costo reconocido, se tendrá un ingreso anual I_{dep} definido en (3.3.1), donde Dep es el monto de la depreciación y r la tasa impositiva asociada a la utilidad antes de impuestos.

$$I_{dep} = Dep \cdot (0,91 + 0,09 \cdot r) \quad (3.3.1)$$

3.3.2 Mantenimiento y reparaciones

De acuerdo a lo establecido en [1], se estableció un costo anual de mantenimiento y reparaciones igual al 3% del valor de la inversión de capital fijo. La inversión de capital fijo es una buena referencia de los costos de mantenimiento y reparaciones, en la medida que se puede relacionar con el tamaño y complejidad de un equipo, factores que normalmente influyen en dichos costos.



3.3.3 Intereses

En cuanto a los intereses, estos se calculan de acuerdo a la cuota y la amortización del préstamo adquirido para financiar la inversión requerida por el proyecto. El valor típico para la tasa de interés asociada al préstamo estaría ente el 8% y el 13% anual, se puede tener tasas tan bajas por la posibilidad de las cooperativas para acceder a recursos blandos. Asimismo se esperaría financiar entre el 80% y el 100% de la inversión; nuevamente, sería posible acceder a tales porcentajes de financiamiento tan altos por dichas condiciones de financiamientos a las que pueden acceder las cooperativas. La tasa de interés se consideró fija a lo largo del proyecto.

3.4 Costos adicionales

Entre los costos adicionales se agregaron los imprevistos que no son un costo real pero se consideran con el fin de sensibilizar el flujo de caja ante posibles eventualidades y el valor libro, el cual es un escudo fiscal que aparece en aquellos casos donde la vida útil de los equipos y edificios resulta mayor que la duración del proyecto.

3.4.1 Imprevistos

Como ya se mencionó la finalidad de los imprevistos es sensibilizar el flujo de caja ante situaciones no consideradas y se definió como el 5% de los ingresos totales de acuerdo con [1]. De esta forma se espera que los costos imprevistos representen una parte de los ingresos esperados que no se percibieron.

3.4.2 Valor libro

El valor libro se utiliza como un escudo fiscal en los casos donde la vida útil de las edificaciones y equipos sea mayor que la duración del proyecto, en general solo será relevante en los casos donde haya inversión en la construcción de edificios, ya que lo usual es que el periodo de depreciación de los equipos sea igual a la duración del proyecto y por lo tanto que su valor libro será cero al final del periodo de evaluación; de esta forma en el análisis realizado, donde no hay inversión en edificaciones, el valor libro será de cero.



3.5 Gastos generales

3.5.1 Administrativos

Ya que la implementación del proyecto requiere principalmente de una ampliación de las operaciones de la planta del beneficio, se espera que cualquier obligación administrativa que se genere sea mínima y pueda ser absorbida por la estructura organizacional existente del beneficio sin generar gastos adicionales.

3.5.2 Distribución y mercadeo

Dado que el proyecto se basa en modificaciones al proceso industrial del beneficio y no se genera ningún producto de distribución masiva, no se espera que haya costos de distribución y mercado adicionales a los que ya pueda tener el beneficio que deban ser cargados al proyecto, ya que en el Informe "Estrategia y Negocio: Gasificación de pulpa (broza) de café" se recomiendan otras alternativas.

Asimismo podría esperarse que la venta de los pellets y el fertilizante se mantengan dentro del mismo sector cafetalero y que los medios de difusión actuales del beneficio sean suficientes.



4 Rentabilidad financiera

4.1 Indicadores de rentabilidad financiera

El indicador principal que se utilizó para evaluar la rentabilidad financiera del proyecto, fue el valor actual neto (VAN), el cual se define en (4.1.1) como la sumatoria de los flujos de caja llevados a valor presente menos la inversión, e indica rentabilidad cuando es mayor que cero a la tasa de descuento seleccionada, k .

$$VAN = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{CF_i}{(1+k)^i} - I \quad (4.1.1)$$

El VAN se complementó con la tasa interna de retorno (TIR) definida implícitamente en (4.1.2) como la tasa de descuento que hace cero el VAN . El TIR indica rentabilidad cuando es mayor que la tasa de descuento k y no puede calcularse cuando todos los flujos de caja son negativos, o cuando todos los flujos de caja son positivos pero no hay inversión; sí puede calcularse cuando hay flujos de caja tanto positivos como negativos aunque no haya inversión.

$$\sum_{i=1}^{i=N} \frac{CF_i}{(1+TIR)^i} - I = 0 \quad (4.1.2)$$

También se calculó el periodo de pago de la inversión (PBP) y se define en (4.1.3) como la razón de la inversión y el flujo de caja promedio del proyecto. Siempre y cuando sea positivo, el PBP será mejor en la medida que sea más pequeño que N , la duración del proyecto.

$$PBP = \frac{I}{\left(\frac{\sum_{i=1}^{i=N} CF_i}{N}\right)} \quad (4.1.3)$$

Finalmente se calculó el punto de equilibrio (PE) como la cantidad de fanegas de café F que deben procesarse para que se cubran los costos fijos del proyecto FC y se define en (4.1.4), donde VI son los ingresos variables y VC los costos variables. Nótese que si los costos variables superan a los ingresos variables, entonces el punto de equilibrio se vuelve negativo.



$$PE = \frac{FC}{\left(\frac{VI - VC}{F}\right)} \quad (4.1.4)$$

4.2 Estructura del flujo de caja

Dada la naturaleza altamente regulada de la actividad cafetalera en Costa Rica, la distribución de las utilidades y los costos se encuentra definida por la Ley 2762 y afecta de forma sustancial la utilidad percibida por los diferentes actores asociados al proyecto, el beneficio y el productor de café.

Para entender mejor el efecto que tiene la ley sobre la distribución de los costos y las utilidades del proyecto, se harán 4 flujos de caja para cada escenario planteado, uno puro sin financiamiento, otro con financiamiento, uno desde la perspectiva del beneficio y otro desde la perspectiva del productor. En el Cuadro 4.2.2 se desglosa la asignación de costos e ingresos para cada uno de los flujos de caja planteados.

Los escenarios 1 a 5 se basaron en una configuración de equipos predeterminada y se evaluó la rentabilidad para beneficios de diferente capacidad, estos escenarios se desarrollan en las secciones 4.3 a 4.7 y se mantuvieron constantes las variables financieras que se presentan en el Cuadro 4.2.1 por una cuestión de claridad, donde la tasa de descuento es la tasa utilizada para el cálculo del VAN.

Cuadro 4.2.1. Variables financieras de los flujos de caja de los escenarios 1 a 5

Tasa de descuento	10,0 %
Tipo de cambio (CRC/USD)	560,00
Tasa de interés	8,0 %
Periodos (años)	10
Financiamiento	100,0 %

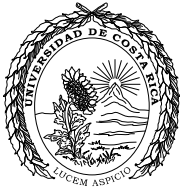
En los demás escenarios de la sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se partió de una capacidad de beneficio de interés y se optimizó la configuración y capacidad de los equipos, para maximizar el VAN del flujo de caja financiado respectivo; sin que el beneficio o el productor tuvieran pérdidas de forma individual por medio del ajuste de la fracción de pellets utilizados como reemplazo de leña.



Cuadro 4.2.2. Distribución de los costos y utilidades planteados para el cálculo de los flujos caja de acuerdo con la Ley 2762.

Flujo de caja	Puro	Con financiamiento	Del beneficio	Del productor
Ingresos	+ Directos	+ Directos	+ Directos	-
	+ Indirectos	+ Indirectos	+ 9% Indirectos	+ 91% Indirectos
Costos	- Inversión	- Inversión	- Inversión	-
	- Variables	- Variables	- 9% Variables	- 91% Variables
	-	-	+ Depreciación	- Depreciación
	- Mant. & Rep.	- Mant. & Rep.	- 9% Mant. & Rep.	- 91% Mant. & Rep.
	-	- Intereses	- Intereses	-
	- Imprevistos	- Imprevistos	- 9% Imprevistos	- 91% Imprevistos
	- Gastos generales	- Gastos generales	- Gastos generales	-
Utilidad neta	- Escudos fiscales	- Escudos fiscales	- Escudos fiscales	-
	- Impuestos	- Impuestos ¹⁹	- Impuestos	- Impuestos
Cierre	+ Escudos fiscales	+ Escudos fiscales	+ Escudos fiscales	-
	-	- Amortización	- Amortización	-
	-	+ Préstamo bancario	+ Préstamo bancario	-
	= Flujo de caja neto	= Flujo de caja neto ¹⁹	= Flujo de caja neto	= Flujo de caja neto

¹⁹ Los impuestos y el flujo de caja neto del flujo de caja con financiamiento, deben iguales a la suma de los impuestos y el flujo de caja neto de los flujos de caja del beneficio y el productor. Siempre que haya financiamiento los impuestos y el flujo de caja neto del flujo de caja con financiamiento, serán diferentes de los impuestos y el flujo de caja neto del flujo de caja puro.



Otro elemento que va a permanecer invariante entre todos los escenarios planteados es la curva de producción del beneficio, la cual se basa en el promedio nacional de las últimas 4 cosechas y se presenta en la Figura 4.1. A la hora de evaluar un beneficio particular lo más recomendable sería utilizar datos históricos del beneficio en cuestión para generar la curva de producción respectiva.

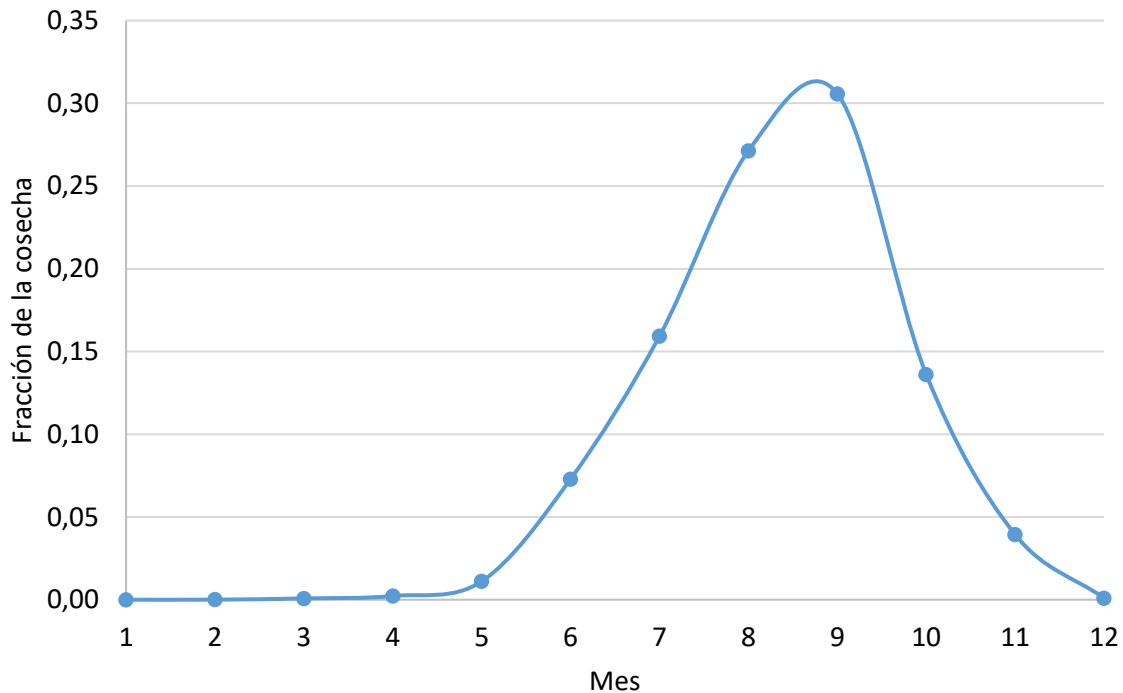


Figura 4.1. Curva de producción cafetalera nacional.

4.3 Escenario No. 1: Prensado de la broza

El escenario denominado como No. 1, es el más sencillo de todos, en este se considera que solo se le realizará un prensado a la broza. Al prensarse la broza, su masa y volumen se reducen casi en un 50% y su humedad cerca de un 10%, por lo que el costo de tratamiento de la broza se reduce prácticamente en la misma proporción que la masa. Sin embargo al haber un jugo prensado deberá manejarse un nuevo efluente, a menos que dicho jugo se aproveche de alguna forma alternativa. Al considerar si es necesario realizar alguna modificación importante en el sistema de tratamiento de desechos líquidos del beneficio, es pertinente estimar en cuanto aumentaría la carga volumétrica de desechos que el sistema en cuestión tendría que tratar.

En el Cuadro 4.3.1 se compara el consumo de agua de los beneficios que se evalúan con el volumen de jugo producido y se tiene que en este escenario particular la carga solo aumenta en un 2,6% para



el beneficio de 150000 fanegas, mientras que llega a aumentar en un 9,2% para los beneficios más pequeños; donde se ha prensado casi toda la broza disponible. En general no se espera un aumento mayor al 10% en la carga del sistema de tratamiento de desechos líquidos del beneficio, por lo que es razonable esperar que los sistemas tratamiento actuales de los beneficios considerados, puedan manejar la carga adicional sin necesitar de modificaciones mayores, especialmente si se diseñaron originalmente considerando algún factor de seguridad.

Cuadro 4.3.1. Efluentes líquidos de los beneficios considerados.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	25.221,3
Consumo de agua (m³)	400,0	20000,0	40000,0	60000,0	10088,5
Producción de jugo (m³)	36,8	1237,4	1438,2	1539,5	927,1
Fracción $V_{\text{jugo}} / V_{\text{agua}}$ (%)	9,2	6,2	3,6	2,6	9,2

En el Cuadro 4.3.2 se presenta un resumen del flujo de caja puro, mientras que en el Cuadro 4.3.3 un resumen del flujo de caja con financiamiento, debe notarse que la capacidad de 25.221,3 fanegas se escogió, porque es la capacidad mínima a la que empieza a ser rentable la implementación de la prensa, de acuerdo al escenario planteado. El VAN es mayor para el flujo con financiamiento porque la tasa del financiamiento es menor que la tasa de descuento y por lo tanto se recomendaría financiar la totalidad de la inversión de ser posible.

En el Cuadro 4.3.4 y el Cuadro 4.3.5 se resumen los flujos de caja desde la perspectiva del beneficio y el productor respectivamente, puede notarse que mientras el proyecto sea rentable de forma global, el productor verá una ganancia neta mientras que el beneficio tendrá pérdidas a la tasa de descuento escogida del 10%, esto debido a la subutilización de la prensa como se verá más adelante. Debe notarse que el valor negativo del VAN no es necesariamente desalentador para el beneficio, ya que un VAN negativo de 58.241 CRC para un beneficio de 150000 fanegas es prácticamente despreciable comparado con la posibilidad de reducir la cantidad de broza a tratar.

Cuadro 4.3.2. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 1.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	25.221,3
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-24.010.929	8.698.959	14.040.839	16.873.281	0.000
TIR	-	18,5%	23,2%	25,6%	10,0%
PBP (años)	-	4,3	3,7	3,4	6,1



Cuadro 4.3.3. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 1.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	25.221,3
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-26.438.394	11.231.899	16.573.691	19.406.134	2.283.353
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

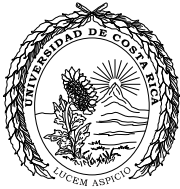
Cuadro 4.3.4. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 1.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	25.221,3
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-9.380.293	-1.748.471	-538.296	-58.241	-3.221.758
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	-	-	-	-	-

Cuadro 4.3.5. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 1.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	25.221,3
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-17.058.101	16 192 744	17.111.988	19.464.374	5.474.697
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

En el



Cuadro 4.3.6 se resumen las características operativas del escenario tratado y puede observarse como no llega a utilizarse mucho más del 53,3% de la capacidad instalada de la prensa, esto por la naturaleza estacional de la cosecha de café con periodos pico y periodos sin actividad. Asimismo se tiene el porcentaje de la broza fresca que llega a tratarse y en todos los casos es apreciable, desde un 24,3% hasta un 87,2% de acuerdo la capacidad del beneficio. La máxima reducción de emisiones por prensado parece estar alrededor del 60% con respecto al composteo con volteo del 100% de la broza fresca producida. Por su parte la reducción en los costos de la electricidad es negativa por el hecho de que no se instaló ningún sistema de gasificación–generación y hubo un aumento entre el 0,4% y el 4,6% del costo en electricidad dependiendo de la capacidad del beneficio analizado.



Cuadro 4.3.6. Resumen operativo del escenario No. 1.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	25.221,3
Emisiones evitadas (t_{CO_2e})	8,9	300,2	348,9	373,4	224,9
Reducción de emisiones (%)	59,4	39,3	22,8	16,2	58,6
Broza fresca procesada (%)	87,2	58,6	34,1	24,3	87,1
Reducción en costos de electricidad (%)	-4,6	-1,1	-0,6	-0,4	-1,9
Capacidad utilizada de la prensa (%)	1,3	42,9	49,8	53,3	32,1

Otros parámetros propios del escenario en cuestión se presentan en el Cuadro 4.3.7, donde se observa que toda de la broza fresca que no llega a prensarse en un mes se envía al brocero, de tal que se da una subutilización importante de la prensa en los beneficios más grandes, mientras que se observa que la misma está sobredimensionada para los más pequeños al contrastar con el



Cuadro 4.3.6.

Cuadro 4.3.7. Distribución de la producción del escenario No. 1.

Fracción del exceso de broza fresca transportada y tratada	100%
Fracción del exceso de broza prensada transportada y tratada	100%

En el Cuadro 4.3.8 se tiene el valor asignado a los certificados de carbono y al considerar la cantidad neta de toneladas de carbono que se dejan de emitir de acuerdo con el



Cuadro 4.3.6, se puede entender porque son un factor de relevancia menor en los flujos de caja.

Cuadro 4.3.8. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 1.

Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (USD/t_{CO2e})	3,00
Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (CRC/ t_{CO2e})	1.680,00

En el Cuadro 4.3.9 y en el Cuadro 4.3.10 se resumen las características del equipo utilizado, capacidad, consumo eléctrico y costo, así como el periodo mínimo para considerar iniciar la operación continua. Todo esto se toma en cuenta a la hora de realizar los cálculos de las horas de operación mensual de los equipos, que eventualmente se utilizaran en el cálculo de las anualidades de los flujos de caja.

En este caso la prensa utilizada es la misma que se utilizó en el ICAFE durante la realización de la parte experimental de este proyecto.

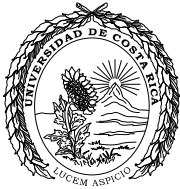
Cuadro 4.3.9. Configuración de equipos del escenario No. 1.

Equipo	Prensa²⁰
Número de unidades	1
Capacidad en base húmeda (kg/h)	550,0
Operación (h/día)	24
Capacidad en base seca (kg_{DB}/h)	137,5
Consumo (kW)	4,2
Capacidad en base seca diaria (kg_{DB}/día)	3300
Costo FOB (USD/unidad)	29.900,00
Costo FOB (CRC/unidad)	16.744.000,00
Vida útil (años)	10

Cuadro 4.3.10. Mínimos operativos para los equipos del escenario No. 1.

Tiempo de operación mínimo (h/mes)	8
Mínimo para operación²⁰ (kg/mes)	4400,0
Mínimo para operación (fanegas/mes)	77,5

²⁰ Capacidades referenciadas a broza prensada a la salida de la prensa.



4.3.1 Sensibilidad del flujo de caja respecto a la disponibilidad de broza fresca

En la Figura 4.2 se observa cómo, para el beneficio de 150000 fanegas, aumenta el *VAN* de todos los flujos de caja a medida que se logra almacenar una fracción de la broza fresca que no llegó a prensarse durante el mes y se mantienen constantes los demás parámetros del escenario planteado. De forma tal que la broza fresca que no se envió al brocero puede prensarse el siguiente mes, en un esquema tipo “first in, first out”.

El incremento del *VAN* de los diferentes flujos de caja se debe al aumento en el uso de la capacidad instalada de la prensa y por lo tanto a un mejor aprovechamiento de la inversión, también parece ser que el aumento en el *VAN* no es apreciable hasta que se llega a almacenar por lo menos un 30% del exceso de broza y que el *VAN* del flujo de caja del beneficio aumenta en menor medida que el *VAN* de los demás flujos dada la estructura de costos e ingresos discutida en la sección 4.2.

El comportamiento de las curvas de la Figura 4.2 sugiere que la rentabilidad del proyecto puede verse afectada de forma considerable en función de la vida útil de la broza fresca y el grado de concentración de la cosecha, ya que en regiones donde haya dos picos de cosecha se aprovecharía mejor la capacidad instalada con una fracción de almacenamiento menor del exceso de broza fresca. La figura solo llega hasta un 80% de almacenamiento porque es el límite en el que se aprovecha el 100% de la capacidad instalada y entonces carecería de sentido almacenar una cantidad mayor de broza fresca que luego no podría prensarse.

Para concluir con el escenario No. 1 se presentan los flujos de caja para el beneficio de 150000 fanegas desde el Cuadro 4.3.11 hasta el Cuadro 4.3.18, con el fin de que el lector pueda detallar los valores particulares de todos los rubros definidos hasta el momento.

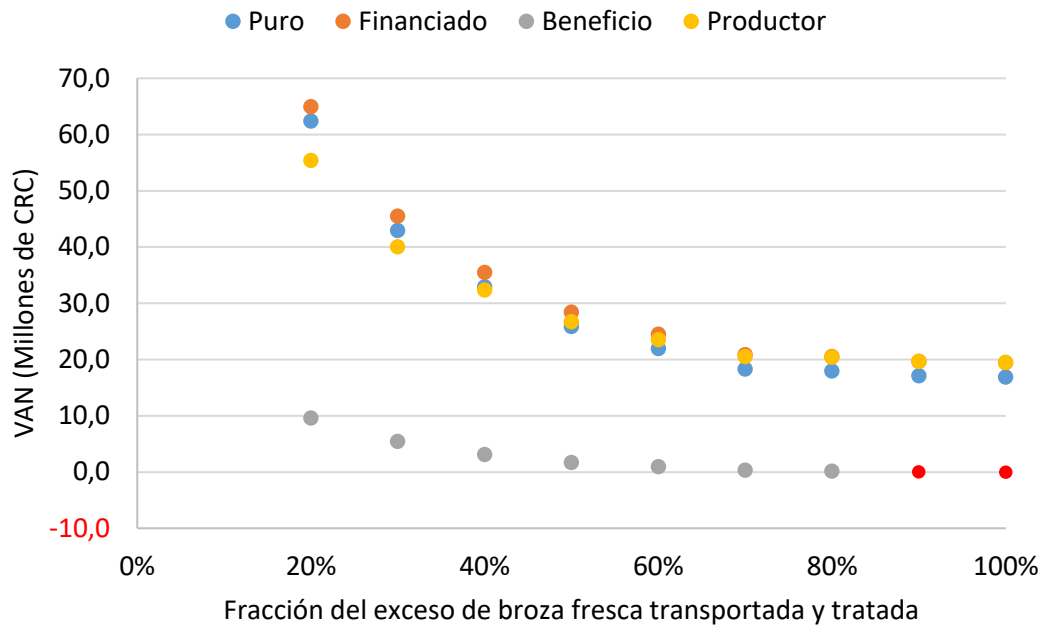
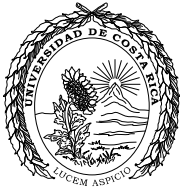


Figura 4.2. Sensibilidad del VAN de los diferentes flujos de caja para un beneficio de 150000 fanegas en función del exceso de broza tratada para el escenario No. 1.



Cuadro 4.3.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		8,82	9,01	9,21	9,40	9,60	9,81	10,02	10,23	10,45	10,67
Electricidad		-1,56	-1,59	-1,63	-1,66	-1,70	-1,73	-1,77	-1,81	-1,85	-1,89
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total costos evitados		7,26	7,42	7,58	7,74	7,91	8,07	8,25	8,42	8,60	8,79
Total Ingresos		7,89	8,06	8,23	8,41	8,59	8,77	8,96	9,15	9,35	9,54
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-21,47									
Inversión de capital de trabajo		-0,00									
Total Inversión		-21,47									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-0,08	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10
Total Costos Variables		-0,68	-0,69	-0,71	-0,72	-0,74	-0,75	-0,77	-0,78	-0,80	-0,82



Cuadro 4.3.12. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación)

Costos Fijos										
Depreciación	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15
Mantenimiento y reparaciones	-0,64	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72	-0,73	-0,75	-0,76	-0,78
Total Costos Fijos	-2,79	-2,80	-2,82	-2,83	-2,85	-2,86	-2,88	-2,89	-2,91	-2,93
Costos Adicionales										
Imprevistos	-0,39	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	-0,39	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48
Total Gastos de Operación	-3,86	-3,90	-3,94	-3,97	-4,01	-4,05	-4,09	-4,14	-4,18	-4,22
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-21,47	-3,86	-3,90	-3,94	-3,97	-4,01	-4,05	-4,09	-4,14	-4,22
Ganancia Bruta	4,03	4,16	4,30	4,43	4,57	4,72	4,86	5,01	5,17	5,32
Impuestos (10% según Ley 7092)	-0,40	-0,42	-0,43	-0,44	-0,46	-0,47	-0,49	-0,50	-0,52	-0,53
Ganancia Neta	3,63	3,75	3,87	3,99	4,12	4,25	4,38	4,51	4,65	4,79
Depreciación	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Valor libro										0,00
Flujo de Caja Neto	-21,47	5,77	5,89	6,01	6,14	6,26	6,39	6,53	6,66	6,80
Acumulado	-21,47	-15,69	-9,80	-3,79	2,35	8,61	15,01	21,53	28,19	34,99



Cuadro 4.3.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		8,82	9,01	9,21	9,40	9,60	9,81	10,02	10,23	10,45	10,67
Electricidad		-1,56	-1,59	-1,63	-1,66	-1,70	-1,73	-1,77	-1,81	-1,85	-1,89
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total costos evitados		7,26	7,42	7,58	7,74	7,91	8,07	8,25	8,42	8,60	8,79
Total Ingresos		7,89	8,06	8,23	8,41	8,59	8,77	8,96	9,15	9,35	9,54
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-21,47									
Inversión de capital de trabajo		-0,00									
Total Inversión		-21,47									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-0,08	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10
Total Costos Variables		-0,68	-0,69	-0,71	-0,72	-0,74	-0,75	-0,77	-0,78	-0,80	-0,82



Cuadro 4.3.14. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación)

Costos Fijos										
Depreciación	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15
Mantenimiento y reparaciones	-0,64	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72	-0,73	-0,75	-0,76	-0,78
Intereses Préstamos	-1,72	-1,60	-1,47	-1,33	-1,18	-1,02	-0,85	-0,66	-0,46	-0,24
Total Costos Fijos	-4,51	-4,40	-4,29	-4,17	-4,03	-3,88	-3,73	-3,55	-3,37	-3,16
Costos Adicionales										
Imprevistos	-0,39	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	-0,39	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48
Total Gastos de operación	-5,58	-5,50	-5,41	-5,31	-5,20	-5,08	-4,94	-4,80	-4,63	-4,46
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-21,47	-5,58	-5,50	-5,41	-5,31	-5,20	-5,08	-4,94	-4,80	-4,63
Ganancia Bruta	2,31	2,56	2,83	3,10	3,39	3,70	4,02	4,35	4,71	5,09
Impuestos (10% según Ley 7092)	-0,23	-0,26	-0,28	-0,31	-0,34	-0,37	-0,40	-0,44	-0,47	-0,51
Ganancia Neta	2,08	2,31	2,54	2,79	3,05	3,33	3,62	3,92	4,24	4,58
Depreciación	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Amortización préstamo	-1,48	-1,60	-1,73	-1,87	-2,02	-2,18	-2,35	-2,54	-2,74	-2,96
Valor libro										0,00
Préstamos bancarios	21,47									
Flujo de Caja Neto	0,00	2,75	2,85	2,96	3,07	3,18	3,30	3,41	3,53	3,64
Acumulado	0,00	2,75	5,60	8,56	11,63	14,82	18,11	21,52	25,05	28,69



Cuadro 4.3.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos reconocidos (-)											
Tratamiento y transporte de broza		8,82	9,01	9,21	9,40	9,60	9,81	10,02	10,23	10,45	10,67
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Electricidad		-1,56	-1,59	-1,63	-1,66	-1,70	-1,73	-1,77	-1,81	-1,85	-1,89
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-0,08	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10
Mantenimiento y reparaciones		-0,64	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72	-0,73	-0,75	-0,76	-0,78
Depreciación		-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15
Imprevistos		-0,39	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48
Total costos reconocidos		3,40	3,52	3,64	3,77	3,89	4,02	4,15	4,29	4,42	4,56
Utilidad cafetalera (+)		0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40	0,41
Otros ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Depreciación		2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Total otros Ingresos		2,77	2,79	2,80	2,82	2,83	2,84	2,86	2,87	2,89	2,91
Utilidad bruta (+)		3,08	3,10	3,13	3,15	3,18	3,21	3,23	3,26	3,29	3,32
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-21,47									
Inversión de capital de trabajo		-0,00									
Total Inversión		-21,47									



Cuadro 4.3.16. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación)

Costos Fijos											
Intereses Préstamos		-1,72	-1,60	-1,47	-1,33	-1,18	-1,02	-0,85	-0,66	-0,46	-0,24
Depreciación		-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15
Total Costos Fijos		-3,86	-3,75	-3,62	-3,48	-3,33	-3,17	-2,99	-2,81	-2,60	-2,38
Costos Adicionales											
Valor libro											0,00
Total Costos Adicionales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos Generales											
Administrativos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos		-21,47	-3,86	-3,75	-3,62	-3,48	-3,33	-3,17	-2,99	-2,81	-2,60
Ganancia Bruta		-0,78	-0,64	-0,49	-0,33	-0,15	0,04	0,24	0,45	0,68	0,93
Impuestos (10% según Ley 7092)		0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	-0,00	-0,02	-0,05	-0,07	-0,09
Utilidad después de impuestos		-0,71	-0,58	-0,44	-0,29	-0,14	0,03	0,21	0,41	0,62	0,84
Depreciación		2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ganancia Neta		1,44	1,57	1,71	1,85	2,01	2,18	2,36	2,55	2,76	2,99
Amortización préstamo		-1,48	-1,60	-1,73	-1,87	-2,02	-2,18	-2,35	-2,54	-2,74	-2,96
Valor libro											0,00
Préstamos bancarios	21,47										
Flujo de Caja Neto	0,00	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	-0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
Acumulado	0,00	-0,04	-0,07	-0,09	-0,11	-0,11	-0,11	-0,10	-0,08	-0,06	-0,04



Cuadro 4.3.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		8,82	9,01	9,21	9,40	9,60	9,81	10,02	10,23	10,45	10,67
Electricidad		-1,56	-1,59	-1,63	-1,66	-1,70	-1,73	-1,77	-1,81	-1,85	-1,89
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total costos evitados		7,26	7,42	7,58	7,74	7,91	8,07	8,25	8,42	8,60	8,79
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo	0,00										
Inversión de capital de trabajo	0,00										
Total Inversión	0,00										
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-0,08	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10
Total Costos Variables		-0,68	-0,69	-0,71	-0,72	-0,74	-0,75	-0,77	-0,78	-0,80	-0,82
Costos Fijos											
Depreciación		-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15	-2,15
Mantenimiento y reparaciones		-0,64	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72	-0,73	-0,75	-0,76	-0,78
Total Costos Fijos		-2,79	-2,80	-2,82	-2,83	-2,85	-2,86	-2,88	-2,89	-2,91	-2,93



Cuadro 4.3.18. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 1. (Continuación)

Costos Adicionales											
Imprevistos		-0,39	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48
Total Costos Adicionales		-0,39	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48
Total Costos reconocidos		3,40	3,52	3,64	3,77	3,89	4,02	4,15	4,29	4,42	4,56
Utilidad del beneficio		-0,31	-0,32	-0,33	-0,34	-0,35	-0,36	-0,37	-0,39	-0,40	-0,41
Costos totales	0,00	3,10	3,20	3,31	3,43	3,54	3,66	3,78	3,90	4,03	4,15
Ganancia Bruta		3,10	3,20	3,31	3,43	3,54	3,66	3,78	3,90	4,03	4,15
Impuestos (10% según Ley 7092)		-0,31	-0,32	-0,33	-0,34	-0,35	-0,37	-0,38	-0,39	-0,40	-0,42
Ganancia Neta		2,79	2,88	2,98	3,08	3,19	3,29	3,40	3,51	3,62	3,74
Flujo de Caja Neto	0,00	2,79	2,88	2,98	3,08	3,19	3,29	3,40	3,51	3,62	3,74
Acumulado	0,00	2,79	5,67	8,65	11,74	14,93	18,22	21,62	25,13	28,75	32,49



4.4 Escenario No. 2: Pelletizado

El escenario denominado como No. 2, es el segundo en complejidad, en este se considera que solo se le realizará un secado y un pelletizado a la broza. Al pelletizarse la broza, esta se convierte en un producto con valor agregado y no debe tratarse como un desecho; por el contrario, se utilizará como reemplazo de leña en el escenario planteado, así que su costo de transporte y tratamiento se vuelve cero. En este caso se tiene una necesidad de secado importante, ya que no se prensa la broza; de hecho el secador necesario debe tener la capacidad de llevar 845 kg/h de broza fresca, desde un 85% hasta un 40% de humedad en base húmeda. A partir de estimaciones gruesas y consultas en el sector se determinó que un secador de esta magnitud puede tener un costo de inversión de 80.000 USD y un costo anual asociado del 5% de la inversión.

En el Cuadro 4.4.1 se presenta un resumen del flujo de caja puro, mientras que en el Cuadro 4.4.2 un resumen del flujo de caja con financiamiento, debe notarse que la capacidad de **15435,1** fanegas se escogió porque es la capacidad mínima a la que empieza a ser rentable la implementación de la pelletizadora de acuerdo al escenario planteado, donde se tiene un VAN de 59.770.868 CRC, el costo total estimado del secado llevado a su valor actual. Nuevamente el VAN es mayor para el flujo con financiamiento porque la tasa del financiamiento es menor que la tasa de descuento y por lo tanto se recomendaría financiar la totalidad de la inversión de ser posible.

En el Cuadro 4.4.3 y el Cuadro 4.4.4 se resumen los flujos de caja desde la perspectiva del beneficio y el productor respectivamente, puede notarse que mientras el proyecto sea rentable de forma global, tanto el beneficio como el productor verán una ganancia neta, mientras que en caso contrario el productor percibe una ganancia mientras que el beneficio sufre una pérdida aun mayor que la global.

En el caso del beneficio de 1000 fanegas, se tiene una subutilización de la pelletizadora, y eventualmente del secador respectivo, a tal punto que el proyecto no resulta rentable, esta idea se desarrolla a continuación por medio del Cuadro 4.4.5. El uso de maquinaria mejor dimensionada podría llegar a ser rentable dependiendo de las características particulares del micro-beneficio en cuestión.

Cuadro 4.4.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 2 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1000,0	50.000,0	100.000,0	1500.00,0	15435,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-571.153	126.281.790	147.393.752	159.663.219	59.770.868
TIR	4,3%	812,0%	938,0%	1022,6%	393,2%
PBP (años)	7,9	0,1	0,1	0,1	0,2



Cuadro 4.4.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 2 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	15.435,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-288.806	126.563.298	147.677.368	159.944.604	60.049.374
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.4.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 2 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	15.435,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-495.944	14.890.315	17.444.457	18.931.712	6.885.566
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.4.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 2 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	15.435,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	207.138	111.668.872	130.232.910	141.012.892	53.163.428
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

En el Cuadro 4.4.5 se resumen las características operativas del escenario tratado y puede observarse como no llega a utilizarse más del 53,2% de la capacidad instalada de la pelletizadora, esto por la naturaleza estacional de cosecha de café, con periodos pico y periodos sin actividad. Asimismo se tiene el porcentaje de la broza fresca que llega a pelletizarse y en todos los casos es apreciable, desde un 25,4% hasta un 99,6% de acuerdo la capacidad del beneficio. La máxima reducción de emisiones por prensado parece estar alrededor del 96,1%, ya que el factor de emisión de los pellets es de cero mientras que el incremento en emisiones por el uso de la electricidad de la pelletizadora es sumamente pequeño con respecto al composteo con volteo de la broza fresca producida. Por su parte la reducción en los costos de la electricidad es negativa por el hecho de que no se instaló ningún sistema de gasificación–generación y hubo un aumento entre el 1,4% y el 42,1% del costo en electricidad dependiendo de la capacidad del beneficio analizado, en este caso el aumento en el consumo eléctrico puede llegar a ser relevante así que es clave evaluar los costos de



transporte y tratamiento de la broza, así como el consumo de leña de cada beneficio particular antes de implementar una pelletizadora como planteada en el escenario con su secador.

Cuadro 4.4.5. Resumen operativo del escenario No. 2.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	15.435,1
Emissiones evitadas (t_{CO2e})	12,8	445,9	518,3	558,5	225,6
Reducción de emisiones (%)	85,1	58,4	33,9	24,3	96,1
Broza fresca procesada (%)	87,2	60,8	35,3	25,4	99,6
Reducción en costos de electricidad (%)	-42,1	-4,1	-2,1	-1,4	-9,9
Capacidad utilizada de la pelletizadora (%)	1,2	42,5	49,4	53,2	21,5

Otros parámetros propios del escenario en cuestión se presentan en el Cuadro 4.4.6, donde se observa que toda de la broza fresca que no llega a secarse y pelletizarse en un mes se envía al brocero, de forma tal que se da una subutilización importante de la pelletizadora en los beneficios más grandes, mientras que al contrastar con el Cuadro 4.4.5 se observa que la misma está sobredimensionada para los más pequeños. Por su parte se utilizaran todos los pellets que puedan como reemplazo de leña y en caso de haber un excedente se venderá, en este escenario particular no llega a darse la venta de pellets.

Cuadro 4.4.6. Distribución de la producción del escenario No. 2.

Fracción de los pellets disponibles para reemplazo de leña utilizados como reemplazo de leña	100%
Fracción de los pellets disponibles para venta vendidos	100%
Fracción del exceso de broza fresca transportada y tratada	100%
Fracción del exceso de broza prensada transportada y tratada	100%

En el Cuadro 4.4.7 se tiene el valor asignado a los certificados de carbono y al considerar la cantidad neta de toneladas de carbono que se dejan de emitir de acuerdo con el Cuadro 4.4.5, se puede entender porque son un factor de relevancia menor en los flujos de caja.

Cuadro 4.4.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 2.

Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (USD/t_{CO2e})	3,00
Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (CRC/ t_{CO2e})	1.680,00



En el Cuadro 4.4.8 y en el Cuadro 4.4.9 se resumen las características del equipo utilizado, capacidad, consumo eléctrico y costo, así como el periodo mínimo para considerar iniciar la operación continua. Todo esto se toma en cuenta a la hora de realizar los cálculos de las horas de operación mensual de los equipos, que eventualmente se utilizaran en el cálculo de las anualidades de los flujos de caja.

En este caso la pelletizadora utilizada es la misma que se utilizó en el ICAFE durante la realización de la parte experimental de este proyecto.

Cuadro 4.4.8. Configuración de equipos del escenario No. 2.

Equipo	Pelletizadora ²¹
Número de unidades	1
Capacidad en base húmeda (kg/h)	241,5
Operación (h/día)	24
Capacidad en base seca (kg _{DB} /h)	157,0
Consumo (kW)	16,3
Capacidad en base seca diaria (kg _{DB} /día)	3768
Costo FOB (USD/unidad)	3.120,00
Costo FOB (CRC/unidad)	1.716.000,00
Vida útil (años)	10

Cuadro 4.4.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 2.

Tiempo de operación mínimo (h/mes)	8
Mínimo para operación ²¹ (kg/mes)	1932,3
Mínimo para operación (fanegas/mes)	88,5

4.4.1 Sensibilidad del aprovechamiento de la capacidad instalada respecto a la disponibilidad de broza fresca

En la Figura 4.3 se observa cómo para cada beneficio aumenta el uso de la capacidad instalada, conforme se almacena una mayor fracción de la broza fresca que queda sin secar y pelletizar durante el mes, y se mantienen constantes los demás parámetros del escenario planteado. Así conforme disminuye la fracción del exceso de broza enviado al brocero esta puede almacenarse para ser pelletizada durante el siguiente mes en un esquema tipo “*first in, first out*”.

²¹ Capacidades referenciadas a pellets producidos por la pelletizadora.



Además en la Figura 4.3 puede observarse como para los beneficios pequeños el uso de la capacidad instalada no varía porque los equipos se encuentran sobredimensionados, es decir que el factor limitante es la cantidad de broza disponible y no la capacidad del equipo; mientras que en los beneficios más grandes sí se observa un mejor aprovechamiento de la capacidad instalada, el cual se empieza a volver cada vez más relevante a medida que se consigue almacenar por lo menos el 40% de la broza fresca que no llega a pelletizarse.

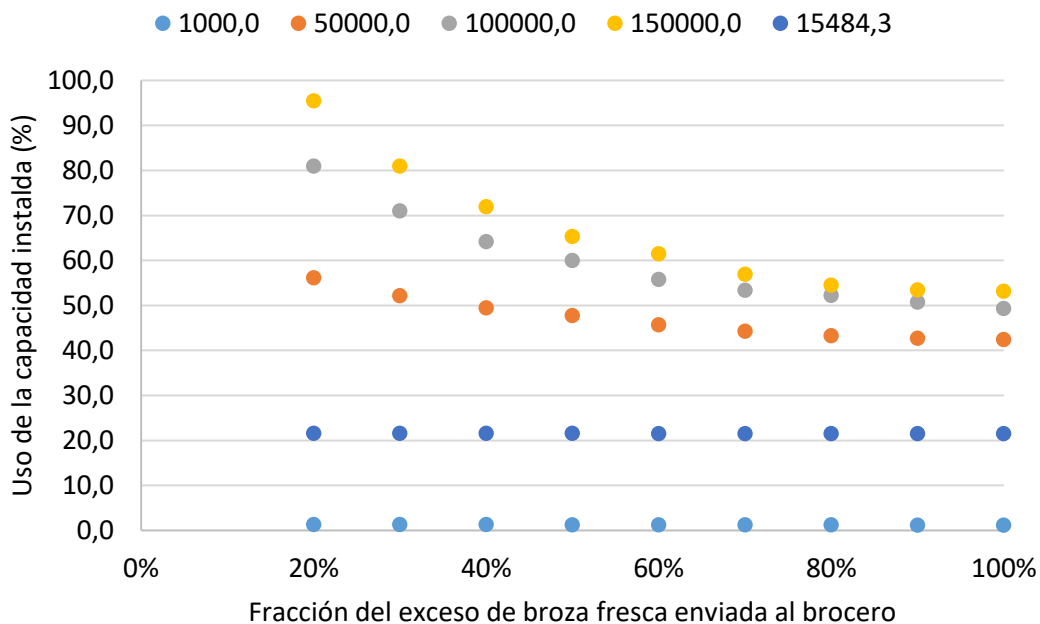


Figura 4.3. Sensibilidad del uso de la capacidad instalada ante la fracción del exceso de broza enviada al brocero de los diferentes beneficios considerados en el escenario No. 2.

Para concluir con el escenario No. 2 se presentan los flujos de caja para el beneficio de 150000 fanegas desde el Cuadro 4.4.10 hasta el Cuadro 4.4.17, con el fin de que el lector pueda detallar los valores particulares de todos los rubros definidos hasta el momento.



Cuadro 4.4.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		20,36	20,80	21,24	21,70	22,16	22,63	23,12	23,61	24,11	24,63
Electricidad		-6,04	-6,17	-6,30	-6,44	-6,57	-6,71	-6,86	-7,00	-7,15	-7,31
Leña		17,53	17,90	18,29	18,68	19,07	19,48	19,90	20,32	20,76	21,20
Total costos evitados		31,85	32,53	33,23	33,94	34,66	35,40	36,16	36,93	37,72	38,52
Total Ingresos		32,79	33,49	34,21	34,94	35,68	36,44	37,22	38,02	38,83	39,66
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-2,38									
Inversión de capital de trabajo		-0,00									
Total Inversión		-2,38									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-4,07	-4,15	-4,24	-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,71	-4,82	-4,92
Total Costos Variables		-4,07	-4,15	-4,24	-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,71	-4,82	-4,92



Cuadro 4.4.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación)

Costos Fijos										
Depreciación	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
Mantenimiento y reparaciones	-0,07	-0,07	-0,07	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,09
Total Costos Fijos	-0,31	-0,31	-0,31	-0,31	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32
Costos Adicionales										
Imprevistos	-1,64	-1,67	-1,71	-1,75	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,94	-1,98
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	-1,64	-1,67	-1,71	-1,75	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,94	-1,98
Total Gastos de Operación	-6,02	-6,14	-6,27	-6,39	-6,53	-6,66	-6,80	-6,94	-7,08	-7,23
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-2,38	-6,02	-6,14	-6,27	-6,39	-6,53	-6,66	-6,80	-6,94	-7,23
Ganancia Bruta	26,77	27,35	27,94	28,54	29,16	29,78	30,42	31,08	31,75	32,43
Impuestos (10% según Ley 7092)	-2,68	-2,74	-2,79	-2,85	-2,92	-2,98	-3,04	-3,11	-3,17	-3,24
Ganancia Neta	24,10	24,62	25,15	25,69	26,24	26,81	27,38	27,97	28,57	29,19
Depreciación	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Valor libro										0,00
Flujo de Caja Neto	-2,38	24,34	24,85	25,38	25,93	26,48	27,04	27,62	28,21	28,81
Acumulado	-2,38	21,95	46,81	72,19	98,12	124,59	151,64	179,26	207,47	236,28
										265,71



Cuadro 4.4.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		20,36	20,80	21,24	21,70	22,16	22,63	23,12	23,61	24,11	24,63
Electricidad		-6,04	-6,17	-6,30	-6,44	-6,57	-6,71	-6,86	-7,00	-7,15	-7,31
Leña		17,53	17,90	18,29	18,68	19,07	19,48	19,90	20,32	20,76	21,20
Total costos evitados		31,85	32,53	33,23	33,94	34,66	35,40	36,16	36,93	37,72	38,52
Total Ingresos		32,79	33,49	34,21	34,94	35,68	36,44	37,22	38,02	38,83	39,66
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-2,38									
Inversión de capital de trabajo		-0,00									
Total Inversión		-2,38									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-4,07	-4,15	-4,24	-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,71	-4,82	-4,92
Total Costos Variables		-4,07	-4,15	-4,24	-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,71	-4,82	-4,92



Cuadro 4.4.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación)

Costos Fijos											
Depreciación	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
Mantenimiento y reparaciones	-0,07	-0,07	-0,07	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,09
Intereses Préstamos	-0,19	-0,18	-0,16	-0,15	-0,13	-0,11	-0,09	-0,07	-0,05	-0,03	
Total Costos Fijos	-0,50	-0,49	-0,48	-0,46	-0,45	-0,43	-0,41	-0,39	-0,37	-0,35	
Costos Adicionales											
Imprevistos	-1,64	-1,67	-1,71	-1,75	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,94	-1,98	
Valor libro											0,00
Total Costos Adicionales	-1,64	-1,67	-1,71	-1,75	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,94	-1,98	
Total Gastos de operación	-6,21	-6,32	-6,43	-6,54	-6,66	-6,77	-6,89	-7,01	-7,13	-7,25	
Gastos Generales											
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-2,38	-6,21	-6,32	-6,43	-6,54	-6,66	-6,77	-6,89	-7,01	-7,13	-7,25
Ganancia Bruta	26,58	27,17	27,78	28,39	29,02	29,67	30,33	31,01	31,70	32,40	
Impuestos (10% según Ley 7092)	-2,66	-2,72	-2,78	-2,84	-2,90	-2,97	-3,03	-3,10	-3,17	-3,24	
Ganancia Neta	23,93	24,46	25,00	25,55	26,12	26,70	27,30	27,91	28,53	29,16	
Depreciación	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Amortización préstamo	-0,16	-0,18	-0,19	-0,21	-0,22	-0,24	-0,26	-0,28	-0,30	-0,33	
Valor libro											0,00
Préstamos bancarios	2,38										
Flujo de Caja Neto	0,00	24,00	24,52	25,05	25,59	26,14	26,70	27,27	27,86	28,46	29,07
Acumulado	0,00	24,00	48,52	73,56	99,15	125,28	151,98	179,26	207,12	235,58	264,65



Cuadro 4.4.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos reconocidos (-)											
Tratamiento y transporte de broza		20,36	20,80	21,24	21,70	22,16	22,63	23,12	23,61	24,11	24,63
Tratamiento del jugo prensado		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad		-6,04	-6,17	-6,30	-6,44	-6,57	-6,71	-6,86	-7,00	-7,15	-7,31
Leña		17,53	17,90	18,29	18,68	19,07	19,48	19,90	20,32	20,76	21,20
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-4,07	-4,15	-4,24	-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,71	-4,82	-4,92
Mantenimiento y reparaciones		-0,07	-0,07	-0,07	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,09
Depreciación		-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
Imprevistos		-1,64	-1,67	-1,71	-1,75	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,94	-1,98
Total costos reconocidos		25,84	26,39	26,96	27,54	28,14	28,74	29,36	29,99	30,64	31,30
Utilidad cafetalera (+)											
		2,33	2,38	2,43	2,48	2,53	2,59	2,64	2,70	2,76	2,82
Otros ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Depreciación		0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Total otros Ingresos		1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,33	1,35	1,37
Utilidad bruta (+)		3,50	3,57	3,64	3,72	3,79	3,87	3,95	4,03	4,11	4,19
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-2,38									
Inversión de capital de trabajo		-0,00									
Total Inversión		-2,38									



Cuadro 4.4.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación)

Costos Fijos										
Intereses Préstamos	-0,19	-0,18	-0,16	-0,15	-0,13	-0,11	-0,09	-0,07	-0,05	-0,03
Depreciación	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
Total Costos Fijos	-0,43	-0,42	-0,40	-0,39	-0,37	-0,35	-0,33	-0,31	-0,29	-0,26
Costos Adicionales										
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-2,38	-0,43	-0,42	-0,40	-0,39	-0,37	-0,35	-0,33	-0,31	-0,29
Ganancia Bruta	3,07	3,16	3,24	3,33	3,42	3,52	3,61	3,71	3,82	3,93
Impuestos (10% según Ley 7092)	-0,31	-0,32	-0,32	-0,33	-0,34	-0,35	-0,36	-0,37	-0,38	-0,39
Utilidad después de impuestos	2,77	2,84	2,92	3,00	3,08	3,16	3,25	3,34	3,44	3,53
Depreciación	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Ganancia Neta	3,00	3,08	3,16	3,24	3,32	3,40	3,49	3,58	3,67	3,77
Amortización préstamo	-0,16	-0,18	-0,19	-0,21	-0,22	-0,24	-0,26	-0,28	-0,30	-0,33
Valor libro										0,00
Préstamos bancarios	2,38									
Flujo de Caja Neto	0,00	2,84	2,90	2,96	3,03	3,09	3,16	3,23	3,30	3,37
Acumulado	0,00	2,84	5,74	8,70	11,73	14,83	17,99	21,22	24,52	27,89



Cuadro 4.4.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		20,36	20,80	21,24	21,70	22,16	22,63	23,12	23,61	24,11	24,63
Electricidad		-6,04	-6,17	-6,30	-6,44	-6,57	-6,71	-6,86	-7,00	-7,15	-7,31
Leña		17,53	17,90	18,29	18,68	19,07	19,48	19,90	20,32	20,76	21,20
Total costos evitados		31,85	32,53	33,23	33,94	34,66	35,40	36,16	36,93	37,72	38,52
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo	0,00										
Inversión de capital de trabajo	0,00										
Total Inversión	0,00										
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-4,07	-4,15	-4,24	-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,71	-4,82	-4,92
Total Costos Variables		-4,07	-4,15	-4,24	-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,71	-4,82	-4,92
Costos Fijos											
Depreciación		-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
Mantenimiento y reparaciones		-0,07	-0,07	-0,07	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,09
Total Costos Fijos		-0,31	-0,31	-0,31	-0,31	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32



Cuadro 4.4.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 2. (Continuación)

Costos Adicionales											
Imprevistos		-1,64	-1,67	-1,71	-1,75	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,94	-1,98
Total Costos Adicionales		-1,64	-1,67	-1,71	-1,75	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,94	-1,98
Total Costos reconocidos		25,84	26,39	26,96	27,54	28,14	28,74	29,36	29,99	30,64	31,30
Utilidad del beneficio		-2,33	-2,38	-2,43	-2,48	-2,53	-2,59	-2,64	-2,70	-2,76	-2,82
Costos totales	0,00	23,51	24,02	24,53	25,06	25,60	26,15	26,72	27,29	27,88	28,48
Ganancia Bruta		23,51	24,02	24,53	25,06	25,60	26,15	26,72	27,29	27,88	28,48
Impuestos (10% según Ley 7092)		-2,35	-2,40	-2,45	-2,51	-2,56	-2,62	-2,67	-2,73	-2,79	-2,85
Ganancia Neta		21,16	21,62	22,08	22,56	23,04	23,54	24,05	24,56	25,09	25,63
Flujo de Caja Neto	0,00	21,16	21,62	22,08	22,56	23,04	23,54	24,05	24,56	25,09	25,63
Acumulado	0,00	21,16	42,78	64,86	87,41	110,46	134,00	158,04	182,60	207,69	233,33



4.5 Escenario No. 3: Prensado y pelletizado

El escenario denominado como No. 3, es el tercero en complejidad, en este se considera que la broza será prensada, secada y pelletizada. Nuevamente al prensarse la broza, su masa se reduce casi en un 50% y su humedad cerca del 10%, por lo que el costo de tratamiento de la broza se reducirá prácticamente en la misma proporción que la masa. Mientras que al pelletizarse la broza, esta se convierte en un producto con valor agregado y no debe tratarse como un desecho; por el contrario; se utilizará como reemplazo de leña en el escenario planteado, así que su costo de transporte y tratamiento se vuelve cero. En este caso se tiene una necesidad de secado de 1800 kg/h de broza prensada desde un 75% de humedad hasta un 40% de humedad, y de pellets de un 35% de humedad hasta un 18% de humedad.

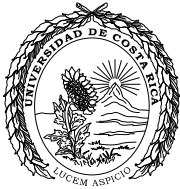
En el Cuadro 4.5.1 se presenta un resumen del flujo de caja puro mientras que en el Cuadro 4.5.2 un resumen del flujo de caja con financiamiento, debe notarse que la capacidad de **83702,0** fanegas se escogió porque es la capacidad mínima a la que empieza a ser rentable la implementación del secador de acuerdo al escenario planteado, donde se tiene un VAN de 175.000.000 CRC, el costo total estimado del secado llevado a su valor actual. Nuevamente el VAN es mayor para el flujo con financiamiento porque la tasa del financiamiento es menor que la tasa de descuento, y por lo tanto se recomendaría financiar la totalidad de la inversión de ser posible.

En el Cuadro 4.5.3 y el Cuadro 4.5.4 se resumen los flujos de caja desde la perspectiva del beneficio y el productor respectivamente, puede notarse que el productor tiene un VAN mucho mayor que el beneficio, esto porque el escenario afecta principalmente los costos variables.

En el caso del beneficio de 1000 fanegas, se tiene una subutilización de la pelletizadora, y eventualmente del secador respectivo, a tal punto que el proyecto no resulta rentable, esta idea se ilustra por medio del Cuadro 4.5.5 . El uso de maquinaria mejor dimensionada podría llegar a ser rentable dependiendo de las características particulares del micro-beneficio en cuestión. Nótese como a pesar de tener un VAN positivo, el beneficio de 50000 fanegas no es capaz de costear el costo neto del secador planteado.

Cuadro 4.5.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 3 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	83.702,0
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-113.379.398	57.948.258	207.659.920	291.898.301	175.000.040
TIR	-	22,2%	48,4%	62,2%	42,8%
PBP (años)	-	3,8	1,9	1,5	2,2



Cuadro 4.5.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 3 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	83.702,0
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-101.720.393	69.281.538	219.044.845	303.244.695	185.474.472
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.5.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 3 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	83.702,0
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-35.020.288	-12.420.894	7.396.678	17.980.329	2.019.149
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.5.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 3 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	83.702,0
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-66.700.104	80.105.109	211.648.167	285.264.366	183.338.043
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

En el Cuadro 4.5.5 se resumen las características operativas del escenario tratado y puede observarse como no llega a utilizarse más del 39,5% de la capacidad instalada de las prensas y las pelletizadoras, esto por la naturaleza estacional de la cosecha de café, con periodos pico y periodos sin actividad. Asimismo se tiene que el porcentaje de la broza fresca que se llega a prensar y pelletizar en todos los casos es apreciable, desde un 72,1% hasta un 99,6% de acuerdo la capacidad del beneficio. La máxima reducción de emisiones por prensado y pelletizado parece estar alrededor del 95,6%, ya que el factor de emisión de los pellets es de cero mientras que el incremento en emisiones por el uso de la electricidad de las prensas y las pelletizadoras es sumamente pequeño con respecto al composteo con volteo de la broza fresca producida. Por su parte la reducción en los costos de la electricidad es negativa por el hecho de que no se instaló ningún sistema de



gasificación–generación y hubo un aumento entre el 5,4% y el 120,4% del costo en electricidad dependiendo de la capacidad del beneficio analizado, en este caso el aumento en el consumo eléctrico puede superar el doble del consumo actual, así que es clave evaluar los costos de transporte y tratamiento de la broza, así como el consumo de leña de cada beneficio particular antes de implementar el sistema de múltiples prensas y pelletizadoras con su secador.

Cuadro 4.5.5. Resumen operativo del escenario No. 3.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	83.702,0
Emissiones evitadas (t_{CO2e})	10,8	730,1	1285,9	1585,3	1177,1
Reducción de emisiones (%)	71,7	95,6	84,0	68,9	91,9
Broza fresca procesada (%)	73,6	99,6	87,7	72,1	95,9
Reducción en costos de electricidad (%)	-120,4	-11,5	-7,5	-5,4	-8,9
Capacidad utilizada de la prensa (%)	0,3	18,2	32,1	39,5	29,4
Capacidad utilizada de la pelletizadora (%)	0,2	15,9	28,1	34,6	25,7

Otros parámetros propios del escenario en cuestión se presentan en el Cuadro 4.5.6, donde se observa que toda de la broza fresca que no llega a prensarse en un mes se envía al brocero, de forma tal que se da una subutilización importante de la prensa, mientras que toda la broza prensada y seca se almacena para su eventual aprovechamiento en la pelletizadora. Por su parte se utilizan todos los pellets que se puedan como reemplazo de leña y en caso de haber un excedente se venderá, en este escenario particular no llega a darse la venta de pellets.

Cuadro 4.5.6. Distribución de la producción del escenario No. 3.

Fracción de los pellets disponibles para reemplazado de leña utilizados como reemplazo de leña	100%
Fracción de los pellets disponibles para venta vendidos	100%
Fracción del exceso de broza fresca transportada y tratada	100%
Fracción del exceso de broza prensada transportada y tratada	0%

En el Cuadro 4.5.7 se tiene el valor asignado a los certificados de carbono y al considerar la cantidad neta de toneladas de carbono que se dejan de emitir de acuerdo con el Cuadro 4.5.5, se puede entender porque son un factor de relevancia menor en los flujos de caja.



Cuadro 4.5.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 3.

Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (USD/t_{CO2e})	3,00
Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (CRC/ t_{CO2e})	1.680,00

En el Cuadro 4.5.8 y en el Cuadro 4.5.9 se resumen las características del equipo utilizado, unidades, capacidad, consumo eléctrico y costo, así como el periodo mínimo para considerar iniciar la operación continua. Todo esto se toma en cuenta a la hora de realizar los cálculos de las horas de operación mensual de los equipos, que eventualmente se utilizaran en el cálculo de las anualidades de los flujos de caja.

En este caso se utilizan 4 pelletizadoras como la utilizada en el ICAFE y 2 prensas del doble de capacidad que las utilizadas en la etapa experimental del proyecto. Evidentemente esto podría cambiar y utilizar un solo equipo que maneje esa capacidad del equipo y su costo sea menor, pero para efectos del análisis se consideró este dato conservador.

Cuadro 4.5.8. Configuración de equipos del escenario No. 3.

Equipo	Prensa²²	Pelletizadora²³
Número de unidades	2	4
Capacidad en base húmeda (kg/h)	1100,0	241,5
Operación (h/día)	24	24
Capacidad en base seca (kg_{DB}/h)	275,0	157,0
Consumo (kW)	8,4	16,3
Capacidad en base seca diaria (kg_{DB}/día)	13200	15072
Costo FOB (USD/unidad)	59.800,00	3.120,00
Costo FOB (CRC/unidad)	33.488.000,00	1.747.200,00
Vida útil (años)	10	10

Cuadro 4.5.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 3.

Equipo	Prensa²²	Pelletizadora²³
Tiempo de operación mínimo (h/mes)	8	2
Mínimo para operación²¹ (kg/mes)	8800,0	483,1
Mínimo para operación (fanegas/mes)	155,0	22,1

²² Capacidades referenciadas a la producción de broza prensada.

²³ Capacidades referenciadas a pellets producidos por la pelletizadora.



4.5.1 Sensibilidad del flujo de caja respecto a la capacidad del beneficio

En la Figura 4.4 se observa cómo el VAN del flujo de caja puro, aumenta en función de la cantidad de fanegas procesadas anualmente por el beneficio para diferentes fracciones del exceso de broza fresca enviada al brocero, mientras se mantienen constantes los demás parámetros del escenario planteado. Se puede apreciar que la cantidad de broza comienza a superar la capacidad instalada durante el periodo de cosecha, a medida que las series de puntos empiezan a divergir entre sí, este efecto se vuelve cada vez más importante conforme en envía una mayor cantidad del exceso de broza al brocero, hasta el punto en el cual el VAN deja de crecer cuando los equipos agotan toda la broza disponible o llegan al máximo de su capacidad.

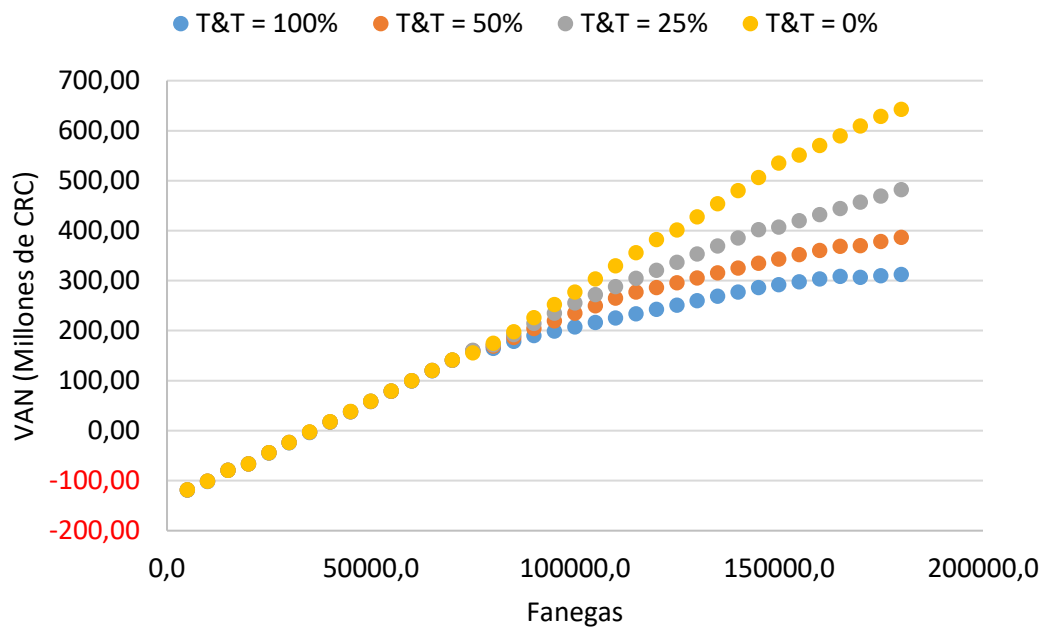


Figura 4.4. Sensibilidad del VAN del flujo de caja puro en función de la capacidad del beneficio para diferentes fracciones del exceso de broza fresca enviada al brocero del escenario No. 3.

Para concluir con el escenario No. 3 se presentan los flujos de caja para el beneficio de 150000 fanegas desde el Cuadro 4.5.10 hasta el Cuadro 4.4.17, con el fin de que el lector pueda detallar los valores particulares de todos los rubros definidos hasta el momento.



Cuadro 4.5.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		2,66	2,72	2,78	2,84	2,90	2,96	3,02	3,09	3,15	3,22
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		2,66	2,72	2,78	2,84	2,90	2,96	3,02	3,09	3,15	3,22
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Electricidad		-22,89	-23,38	-23,88	-24,39	-24,91	-25,44	-25,98	-26,54	-27,10	-27,68
Leña		45,65	46,62	47,62	48,63	49,67	50,73	51,81	52,92	54,05	55,20
Total costos evitados		80,61	82,33	84,08	85,88	87,71	89,58	91,50	93,45	95,45	97,48
Total Ingresos		83,27	85,05	86,86	88,72	90,61	92,54	94,52	96,54	98,60	100,70
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-95,41									
Inversión de capital de trabajo		-0,76									
Total Inversión		-96,16									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-10,71	-10,94	-11,18	-11,41	-11,66	-11,91	-12,16	-12,42	-12,69	-12,96



Cuadro 4.5.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación)

Total Costos Variables	-12,47	-12,74	-13,01	-13,29	-13,57	-13,86	-14,16	-14,46	-14,77	-15,09
Costos Fijos										
Depreciación	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54
Mantenimiento y reparaciones	-2,86	-2,92	-2,99	-3,05	-3,11	-3,18	-3,25	-3,32	-3,39	-3,46
Total Costos Fijos	-12,40	-12,46	-12,53	-12,59	-12,66	-12,72	-12,79	-12,86	-12,93	-13,00
Costos Adicionales										
Imprevistos	-4,16	-4,25	-4,34	-4,44	-4,53	-4,63	-4,73	-4,83	-4,93	-5,04
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	-4,16	-4,25	-4,34	-4,44	-4,53	-4,63	-4,73	-4,83	-4,93	-5,04
Total Gastos de Operación	-29,04	-29,46	-29,88	-30,32	-30,76	-31,21	-31,67	-32,15	-32,63	-33,12
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-96,16	-29,04	-29,46	-29,88	-30,32	-30,76	-31,21	-31,67	-32,15	-32,63
Ganancia Bruta	54,23	55,59	56,98	58,40	59,85	61,33	62,85	64,39	65,97	67,58
Impuestos (10% según Ley 7092)	-5,42	-5,56	-5,70	-5,84	-5,99	-6,13	-6,28	-6,44	-6,60	-6,76
Ganancia Neta	48,81	50,03	51,28	52,56	53,87	55,20	56,56	57,95	59,37	60,82
Depreciación	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54
Valor libro										0,00
Flujo de Caja Neto	-96,16	58,35	59,57	60,82	62,10	63,41	64,74	66,10	67,49	68,91
Acumulado	-96,16	-37,82	21,75	82,58	144,68	208,08	272,82	338,93	406,42	475,33



Cuadro 4.5.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		2,66	2,72	2,78	2,84	2,90	2,96	3,02	3,09	3,15	3,22
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		2,66	2,72	2,78	2,84	2,90	2,96	3,02	3,09	3,15	3,22
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Electricidad		-22,89	-23,38	-23,88	-24,39	-24,91	-25,44	-25,98	-26,54	-27,10	-27,68
Leña		45,65	46,62	47,62	48,63	49,67	50,73	51,81	52,92	54,05	55,20
Total costos evitados		80,61	82,33	84,08	85,88	87,71	89,58	91,50	93,45	95,45	97,48
Total Ingresos		83,27	85,05	86,86	88,72	90,61	92,54	94,52	96,54	98,60	100,70
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-95,41									
Inversión de capital de trabajo		-0,76									
Total Inversión		-96,16									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-10,71	-10,94	-11,18	-11,41	-11,66	-11,91	-12,16	-12,42	-12,69	-12,96
Total Costos Variables		-12,47	-12,74	-13,01	-13,29	-13,57	-13,86	-14,16	-14,46	-14,77	-15,09



Cuadro 4.5.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación)

Costos Fijos										
Depreciación	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54
Mantenimiento y reparaciones	-2,86	-2,92	-2,99	-3,05	-3,11	-3,18	-3,25	-3,32	-3,39	-3,46
Intereses Préstamos	-7,69	-7,16	-6,59	-5,97	-5,30	-4,58	-3,80	-2,95	-2,04	-1,06
Total Costos Fijos	-20,10	-19,63	-19,11	-18,56	-17,96	-17,30	-16,59	-15,81	-14,97	-14,06
Costos Adicionales										
Imprevistos	-4,16	-4,25	-4,34	-4,44	-4,53	-4,63	-4,73	-4,83	-4,93	-5,04
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	-4,16	-4,25	-4,34	-4,44	-4,53	-4,63	-4,73	-4,83	-4,93	-5,04
Total Gastos de operación	-36,73	-36,62	-36,47	-36,28	-36,06	-35,79	-35,47	-35,10	-34,67	-34,18
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-96,16	-36,73	-36,62	-36,47	-36,28	-36,06	-35,79	-35,47	-35,10	-34,18
Ganancia Bruta	46,54	48,43	50,39	52,43	54,55	56,75	59,05	61,44	63,92	66,52
Impuestos (10% según Ley 7092)	-4,65	-4,84	-5,04	-5,24	-5,46	-5,68	-5,90	-6,14	-6,39	-6,65
Ganancia Neta	41,88	43,59	45,35	47,19	49,10	51,08	53,14	55,29	57,53	59,87
Depreciación	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54
Amortización préstamo	-6,64	-7,17	-7,74	-8,36	-9,03	-9,75	-10,53	-11,38	-12,29	-13,27
Valor libro										0,00
Préstamos bancarios	96,16									
Flujo de Caja Neto	0,00	44,78	45,96	47,15	48,37	49,61	50,87	52,15	53,46	54,79
Acumulado	0,00	44,78	90,74	137,89	186,26	235,86	286,73	338,88	392,34	503,26



Cuadro 4.5.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos reconocidos (-)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Electricidad		-22,89	-23,38	-23,88	-24,39	-24,91	-25,44	-25,98	-26,54	-27,10	-27,68
Leña		45,65	46,62	47,62	48,63	49,67	50,73	51,81	52,92	54,05	55,20
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-10,71	-10,94	-11,18	-11,41	-11,66	-11,91	-12,16	-12,42	-12,69	-12,96
Mantenimiento y reparaciones		-2,86	-2,92	-2,99	-3,05	-3,11	-3,18	-3,25	-3,32	-3,39	-3,46
Depreciación		-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54
Imprevistos		-4,16	-4,25	-4,34	-4,44	-4,53	-4,63	-4,73	-4,83	-4,93	-5,04
Total costos reconocidos		51,57	52,87	54,20	55,56	56,95	58,37	59,82	61,30	62,82	64,36
Utilidad cafetalera (+)		4,64	4,76	4,88	5,00	5,13	5,25	5,38	5,52	5,65	5,79
Otros ingresos (+)											
Bonos de carbono		2,66	2,72	2,78	2,84	2,90	2,96	3,02	3,09	3,15	3,22
Abono y fertilizante		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Depreciación		9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54
Total otros Ingresos		12,20	12,26	12,32	12,38	12,44	12,50	12,56	12,63	12,69	12,76
Utilidad bruta (+)		16,84	17,02	17,20	17,38	17,56	17,75	17,95	18,15	18,35	18,55
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-95,41									
Inversión de capital de trabajo		-0,76									
Total Inversión		-96,16									



Cuadro 4.5.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación)

Costos Fijos											
Intereses Préstamos		-7,69	-7,16	-6,59	-5,97	-5,30	-4,58	-3,80	-2,95	-2,04	-1,06
Depreciación		-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54
Total Costos Fijos		-17,23	-16,70	-16,13	-15,51	-14,84	-14,12	-13,34	-12,50	-11,59	-10,60
Costos Adicionales											
Valor libro											0,00
Total Costos Adicionales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos Generales											
Administrativos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos		-96,16	-17,23	-16,70	-16,13	-15,51	-14,84	-14,12	-13,34	-12,50	-11,59
Ganancia Bruta		-0,39	0,32	1,07	1,87	2,72	3,64	4,61	5,65	6,76	7,95
Impuestos (10% según Ley 7092)		0,04	-0,03	-0,11	-0,19	-0,27	-0,36	-0,46	-0,57	-0,68	-0,80
Utilidad después de impuestos		-0,35	0,28	0,96	1,68	2,45	3,27	4,15	5,09	6,09	7,16
Depreciación		9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54
Ganancia Neta		9,19	9,83	10,50	11,22	11,99	12,81	13,69	14,63	15,63	16,70
Amortización préstamo		-6,64	-7,17	-7,74	-8,36	-9,03	-9,75	-10,53	-11,38	-12,29	-13,27
Valor libro											0,00
Préstamos bancarios	96,16										
Flujo de Caja Neto	0,00	2,55	2,66	2,76	2,86	2,96	3,06	3,16	3,25	3,34	3,43
Acumulado	0,00	2,55	5,21	7,97	10,83	13,79	16,85	20,00	23,25	26,59	30,02



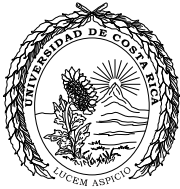
Cuadro 4.5.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Electricidad		-22,89	-23,38	-23,88	-24,39	-24,91	-25,44	-25,98	-26,54	-27,10	-27,68
Leña		45,65	46,62	47,62	48,63	49,67	50,73	51,81	52,92	54,05	55,20
Total costos evitados		80,61	82,33	84,08	85,88	87,71	89,58	91,50	93,45	95,45	97,48
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo	0,00										
Inversión de capital de trabajo	0,00										
Total Inversión	0,00										
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Insumos gasificador		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mano de obra directa		-10,71	-10,94	-11,18	-11,41	-11,66	-11,91	-12,16	-12,42	-12,69	-12,96
Total Costos Variables		-12,47	-12,74	-13,01	-13,29	-13,57	-13,86	-14,16	-14,46	-14,77	-15,09
Costos Fijos											
Depreciación		-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54	-9,54
Mantenimiento y reparaciones		-2,86	-2,92	-2,99	-3,05	-3,11	-3,18	-3,25	-3,32	-3,39	-3,46
Total Costos Fijos		-12,40	-12,46	-12,53	-12,59	-12,66	-12,72	-12,79	-12,86	-12,93	-13,00



Cuadro 4.5.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 3. (Continuación)

Costos Adicionales											
Imprevistos		-4,16	-4,25	-4,34	-4,44	-4,53	-4,63	-4,73	-4,83	-4,93	-5,04
Total Costos Adicionales		-4,16	-4,25	-4,34	-4,44	-4,53	-4,63	-4,73	-4,83	-4,93	-5,04
Total Costos reconocidos		51,57	52,87	54,20	55,56	56,95	58,37	59,82	61,30	62,82	64,36
Utilidad del beneficio		-4,64	-4,76	-4,88	-5,00	-5,13	-5,25	-5,38	-5,52	-5,65	-5,79
Costos totales	0,00	46,92	48,11	49,32	50,56	51,83	53,12	54,44	55,79	57,16	58,57
Ganancia Bruta		46,92	48,11	49,32	50,56	51,83	53,12	54,44	55,79	57,16	58,57
Impuestos (10% según Ley 7092)		-4,69	-4,81	-4,93	-5,06	-5,18	-5,31	-5,44	-5,58	-5,72	-5,86
Ganancia Neta		42,23	43,30	44,39	45,51	46,64	47,81	48,99	50,21	51,45	52,71
Flujo de Caja Neto	0,00	42,23	43,30	44,39	45,51	46,64	47,81	48,99	50,21	51,45	52,71
Acumulado	0,00	42,23	85,53	129,92	175,43	222,07	269,88	318,88	369,08	420,53	473,24



4.6 Escenario No. 4: Prensado, pelletizado y gasificación (Downdraft)

El escenario denominado como No. 4, es un caso donde el proyecto no presenta rentabilidad y se utilizan los mismos equipos de los que se dispuso en la etapa experimental. En este caso se considera que la broza será prensada, secada, pelletizada y gasificada para la generación de energía eléctrica. Como ya ha mencionado, al prensarse, la broza se reduce su masa casi en un 50% y su humedad cerca del 10%, por lo que el costo de tratamiento de la broza se reduce prácticamente en la misma proporción que la masa. Mientras que al pelletizarse la broza, esta se convierte en un producto con valor agregado y no debe tratarse como un desecho; por el contrario; se utilizará como el combustible del gasificador que generará energía eléctrica y en caso de haber un excedente pellets, estos se utilizarían como reemplazo de leña, así que el costo de transporte y tratamiento de la broza pelletizada se vuelve cero. En este caso se tiene una necesidad de secado de 440 kg/h de broza prensada desde un 75% de humedad hasta un 40% de humedad, y de 170 kg/h de pellets de un 35% de humedad hasta un 18% de humedad.

En el Cuadro 4.6.1 se presenta un resumen del flujo de caja puro mientras que en el Cuadro 4.6.2 un resumen del flujo de caja con financiamiento, debe notarse que la capacidad de **132198,1** fanegas se escogió porque es la capacidad mínima que hace cero el VAN del flujo de caja puro. En este caso el VAN que haría de la operación rentable, una vez que se considera el secado, es de 44.000.000 CRC, y el valor máximo que se tiene es 1.337.589 CRC para el beneficio de 150000 fanegas, por lo que se puede concluir que el proyecto no resulta rentable una vez que se considera el secado de la broza y los pellets. Nuevamente el VAN es mayor para el flujo con financiamiento porque la tasa del financiamiento es menor que la tasa de descuento, y por lo tanto se recomendaría financiar la totalidad de la inversión de ser posible.

En el Cuadro 4.6.3 y el Cuadro 4.6.4 se resumen los flujos de caja desde la perspectiva del beneficio y el productor respectivamente, puede notarse que el beneficio siempre tiene un VAN negativo mientras que el productor a veces percibe alguna ganancia, esto por la estructura de costos e ingresos que se presenta en el Cuadro 4.2.2.

Cuadro 4.6.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 4 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	132.198,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-67.485.159	-19.662.007	-4.770.449	1.337.589	0.000
TIR	-	-1,0%	7,6%	10,7%	10,0%
PBP (años)	-14,5	10,6	6,8	5,9	6,1



Cuadro 4.6.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 4 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	132.198,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-61.862.113	-14.252.608	614.833	6.711.000	4.305.535
TIR	-	-	26,7%	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.6.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 4 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	132.198,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-18.226.881	-10.328.526	-7.426.858	-6.553.070	-7.992.572
TIR	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.6.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 4 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	132.198,1
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-43.635.232	-4.971.789	8.041.691	13.264.071	12.167.667
TIR (%)	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

En el Cuadro 4.6.5 se resumen las características operativas del escenario tratado y puede observarse como no llega a utilizarse más del 53,3% de la capacidad instalada de la prensa, 46,7% de la pelletizadora y 68,9% del gasificador, esto debido a la naturaleza estacional de la cosecha de café, con periodos pico y periodos sin actividad. Asimismo se tiene que el porcentaje de la broza fresca que llega a prensarse y pelletizarse en todos los casos es apreciable, desde un 24,3% hasta un 87,2% de acuerdo la capacidad del beneficio.

La máxima reducción de emisiones por prensado, pelletizado y gasificación varía apreciablemente de un beneficio a otro, ya que el factor de emisión de los pellets utilizados como reemplazo de es cero mientras que la gasificación sí implica una emisión neta como se muestra en el



Cuadro 2.1.1 y en el Cuadro 2.1.2. Por su parte la reducción en los costos de la electricidad es positiva cuando la generación del gasificador satisface la demanda de la prensa y la pelletizadora, y negativa en caso contrario.

Cuadro 4.6.5. Resumen operativo del escenario No. 4.

Café procesado anualmente (fanegas)	1.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	132.198,1
Emissiones evitadas (t_{CO2e})	9,6	416,9	485,6	520,1	510,9
Reducción de emisiones (%)	64,1	54,6	31,7	22,6	25,2
Broza fresca procesada (%)	87,2	58,6	34,1	24,3	27,1
Reducción en costos de electricidad (%)	73,0	-2,1	-1,0	-0,6	-0,7
Capacidad utilizada de la prensa (%)	1,3	42,9	49,8	53,3	52,4
Capacidad utilizada de la pelletizadora (%)	1,1	37,5	43,6	46,7	45,9
Capacidad utilizada del gasificador (%)	14,9	60,4	65,4	68,9	67,7

Otros parámetros propios del escenario en cuestión se presentan en el Cuadro 4.6.6, donde se observa que toda de la broza fresca que no llega a prensarse en un mes se envía al brocero, de forma tal que se da una subutilización importante de las unidades de proceso, mientras que toda la broza prensada y seca se almacena para su eventual aprovechamiento en la pelletizadora y el gasificador. Por su parte se utilizarán todos los pellets que no se gasifiquen como reemplazo de leña y en caso de haber un excedente se venderá, en este escenario particular no llega a darse la venta de pellets.

Cuadro 4.6.6. Distribución de la producción del escenario No. 4.

Fracción de los pellets disponibles para reemplazo de leña utilizados como reemplazo de leña	100%
Fracción de los pellets disponibles para venta vendidos	100%
Fracción del exceso de broza fresca transportada y tratada	100%
Fracción del exceso de broza prensada transportada y tratada	0%

En el Cuadro 4.6.7 se tiene el valor asignado a los certificados de carbono y en este caso se les asignó un valor de cero, de forma tal que no se cuenta con dichos ingresos, de cualquier forma al considerar la cantidad neta de toneladas de carbono que se dejan de emitir de acuerdo con el Cuadro 4.6.5, es de esperarse que la venta de los certificados de carbono no llegue a cubrir el costo del secado.



Cuadro 4.6.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 4.

Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (USD/t_{CO2e})	-
Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (CRC/ t_{CO2e})	-

En el Cuadro 4.6.8 y en el Cuadro 4.6.9 se resumen las características del equipo utilizado, unidades, capacidad, consumo eléctrico y costo, así como el periodo mínimo para considerar iniciar la operación continua. Todo esto se toma en cuenta a la hora de realizar los cálculos de las horas de operación mensual de los equipos, que eventualmente se utilizaran en el cálculo de las anualidades de los flujos de caja.

Cuadro 4.6.8. Configuración de equipos del escenario No. 4.

Equipo	Prensa²⁴	Pelletizadora²⁵	Gasificador²⁶
Número de unidades	1	1	1
Capacidad en base húmeda (kg/h)	550,0	241,5	21,6
Operación (h/día)	24	24	16
Capacidad en base seca (kg_{DB}/h)	137,5	157,0	17,7
Consumo (kW)	4,2	16,3	11,0
Capacidad en base seca diaria (kg_{DB}/día)	3300	3768	283
Costo FOB (USD/unidad)	29.900,00	3.120,00	31.495,00
Costo FOB (CRC/unidad)	16.744.000,00	1.747.200,00	17.637.200,00
Vida útil (años)	10	10	10

Cuadro 4.6.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 4.

Equipo	Prensa²⁴	Pelletizadora²⁵	Gasificador²⁶
Tiempo de operación mínimo (h/mes)	8	8	8
Mínimo para operación²¹ (kg/mes)	4400,0	1932,3	172,8
Mínimo para operación (fanegas/mes)	77,5	88,5	10,0

Para concluir con el escenario No. 4 se presentan los flujos de caja para el beneficio de 150000 fanegas desde el Cuadro 4.6.10 hasta el Cuadro 4.6.17, con el fin de que el lector pueda detallar los valores particulares de todos los rubros definidos hasta el momento.

²⁴ Capacidades referenciadas a la producción de broza prensada.

²⁵ Capacidades referenciadas a pellets producidos por la pelletizadora.

²⁶ Capacidades referenciadas al consumo de pellets secos del gasificador.



Cuadro 4.6.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abono y fertilizante		0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		19,51	19,93	20,35	20,79	21,23	21,68	22,15	22,62	23,10	23,60
Electricidad		-2,59	-2,65	-2,70	-2,76	-2,82	-2,88	-2,94	-3,00	-3,07	-3,13
Leña		13,69	13,98	14,28	14,58	14,89	15,21	15,54	15,87	16,21	16,55
Total costos evitados		30,61	31,26	31,93	32,61	33,30	34,02	34,74	35,48	36,24	37,01
Total Ingresos		31,50	32,17	32,85	33,56	34,27	35,00	35,75	36,51	37,29	38,09
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-43,90									
Inversión de capital de trabajo		-1,64									
Total Inversión		-45,54									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Insumos gasificador		-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,72	-4,82	-4,92	-5,03	-5,13	-5,24
Mano de obra directa		-16,30	-16,65	-17,01	-17,37	-17,74	-18,12	-18,51	-18,90	-19,31	-19,72
Total Costos Variables		-21,23	-21,69	-22,15	-22,62	-23,10	-23,60	-24,10	-24,62	-25,14	-25,68



Cuadro 4.6.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación)

Costos Fijos										
Depreciación	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39
Mantenimiento y reparaciones	-1,32	-1,35	-1,37	-1,40	-1,43	-1,46	-1,49	-1,53	-1,56	-1,59
Total Costos Fijos	-5,71	-5,73	-5,76	-5,79	-5,82	-5,85	-5,88	-5,92	-5,95	-5,98
Costos Adicionales										
Imprevistos	-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,79	-1,83	-1,86	-1,90
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,79	-1,83	-1,86	-1,90
Total Gastos de Operación	-28,51	-29,03	-29,55	-30,09	-30,64	-31,20	-31,77	-32,36	-32,96	-33,56
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-45,54	-28,51	-29,03	-29,55	-30,09	-30,64	-31,77	-32,36	-32,96	-33,56
Ganancia Bruta	2,98	3,14	3,30	3,46	3,63	3,80	3,98	4,16	4,34	4,53
Impuestos (10% según Ley 7092)	-0,30	-0,31	-0,33	-0,35	-0,36	-0,38	-0,40	-0,42	-0,43	-0,45
Ganancia Neta	2,68	2,83	2,97	3,12	3,27	3,42	3,58	3,74	3,91	4,07
Depreciación	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39
Valor libro										0,00
Flujo de Caja Neto	-45,54	7,07	7,22	7,36	7,51	7,66	7,81	7,97	8,13	8,29
Acumulado	-45,54	-38,47	-31,25	-23,89	-16,39	-8,73	-0,91	7,06	15,19	23,48



Cuadro 4.6.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abono y fertilizante		0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		19,51	19,93	20,35	20,79	21,23	21,68	22,15	22,62	23,10	23,60
Electricidad		-2,59	-2,65	-2,70	-2,76	-2,82	-2,88	-2,94	-3,00	-3,07	-3,13
Leña		13,69	13,98	14,28	14,58	14,89	15,21	15,54	15,87	16,21	16,55
Total costos evitados		30,61	31,26	31,93	32,61	33,30	34,02	34,74	35,48	36,24	37,01
Total Ingresos		31,50	32,17	32,85	33,56	34,27	35,00	35,75	36,51	37,29	38,09
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-43,90									
Inversión de capital de trabajo		-1,64									
Total Inversión		-45,54									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Insumos gasificador		-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,72	-4,82	-4,92	-5,03	-5,13	-5,24
Mano de obra directa		-16,30	-16,65	-17,01	-17,37	-17,74	-18,12	-18,51	-18,90	-19,31	-19,72
Total Costos Variables		-21,23	-21,69	-22,15	-22,62	-23,10	-23,60	-24,10	-24,62	-25,14	-25,68



Cuadro 4.6.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación)

Costos Fijos										
Depreciación	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39
Mantenimiento y reparaciones	-1,32	-1,35	-1,37	-1,40	-1,43	-1,46	-1,49	-1,53	-1,56	-1,59
Intereses Préstamos	-3,64	-3,39	-3,12	-2,83	-2,51	-2,17	-1,80	-1,40	-0,97	-0,50
Total Costos Fijos	-9,35	-9,13	-8,88	-8,62	-8,33	-8,02	-7,68	-7,32	-6,92	-6,49
Costos Adicionales										
Imprevistos	-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,79	-1,83	-1,86	-1,90
Valor libro										0,00
Total Costos Adicionales	-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,79	-1,83	-1,86	-1,90
Total Gastos de operación	-32,16	-32,42	-32,67	-32,92	-33,15	-33,37	-33,57	-33,76	-33,92	-34,07
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-45,54	-32,16	-32,42	-32,67	-32,92	-33,15	-33,37	-33,57	-33,76	-33,92
Ganancia Bruta	-0,66	-0,25	0,18	0,64	1,12	1,64	2,18	2,76	3,37	4,02
Impuestos (10% según Ley 7092)	0,07	0,03	-0,02	-0,06	-0,11	-0,16	-0,22	-0,28	-0,34	-0,40
Ganancia Neta	-0,60	-0,23	0,16	0,57	1,01	1,47	1,96	2,48	3,03	3,62
Depreciación	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39
Amortización préstamo	-3,14	-3,40	-3,67	-3,96	-4,28	-4,62	-4,99	-5,39	-5,82	-6,28
Valor libro										0,00
Préstamos bancarios	45,54									
Flujo de Caja Neto	0,00	0,65	0,77	0,88	1,00	1,12	1,24	1,36	1,48	1,60
Acumulado	0,00	0,65	1,42	2,30	3,31	4,43	5,67	7,03	8,52	10,12
										11,85



Cuadro 4.6.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos reconocidos (-)											
Tratamiento y transporte de broza		19,51	19,93	20,35	20,79	21,23	21,68	22,15	22,62	23,10	23,60
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Electricidad		-2,59	-2,65	-2,70	-2,76	-2,82	-2,88	-2,94	-3,00	-3,07	-3,13
Leña		13,69	13,98	14,28	14,58	14,89	15,21	15,54	15,87	16,21	16,55
Insumos gasificador		-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,72	-4,82	-4,92	-5,03	-5,13	-5,24
Mano de obra directa		-16,30	-16,65	-17,01	-17,37	-17,74	-18,12	-18,51	-18,90	-19,31	-19,72
Mantenimiento y reparaciones		-1,32	-1,35	-1,37	-1,40	-1,43	-1,46	-1,49	-1,53	-1,56	-1,59
Depreciación		-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39
Imprevistos		-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,79	-1,83	-1,86	-1,90
Total costos reconocidos		2,09	2,23	2,37	2,52	2,66	2,81	2,97	3,13	3,29	3,45
Utilidad cafetalera (+)		0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31
Otros ingresos (+)											
Bonos de carbono		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abono y fertilizante		0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Depreciación		4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39
Total otros Ingresos		5,28	5,30	5,32	5,34	5,36	5,38	5,40	5,42	5,44	5,47
Utilidad bruta (+)		5,47	5,50	5,53	5,56	5,60	5,63	5,67	5,70	5,74	5,78
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-43,90									
Inversión de capital de trabajo		-1,64									
Total Inversión		-45,54									



Cuadro 4.6.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación)

Costos Fijos											
Intereses Préstamos		-3,64	-3,39	-3,12	-2,83	-2,51	-2,17	-1,80	-1,40	-0,97	-0,50
Depreciación		-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39
Total Costos Fijos		-8,03	-7,78	-7,51	-7,22	-6,90	-6,56	-6,19	-5,79	-5,36	-4,89
Costos Adicionales											
Valor libro											0,00
Total Costos Adicionales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos Generales											
Administrativos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-45,54	-8,03	-7,78	-7,51	-7,22	-6,90	-6,56	-6,19	-5,79	-5,36	-4,89
Ganancia Bruta		-2,57	-2,28	-1,98	-1,65	-1,30	-0,93	-0,52	-0,09	0,38	0,88
Impuestos (10% según Ley 7092)		0,26	0,23	0,20	0,17	0,13	0,09	0,05	0,01	-0,04	-0,09
Utilidad después de impuestos		-2,31	-2,05	-1,78	-1,49	-1,17	-0,83	-0,47	-0,08	0,34	0,79
Depreciación		4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39
Ganancia Neta		2,08	2,34	2,61	2,90	3,22	3,56	3,92	4,31	4,73	5,18
Amortización préstamo		-3,14	-3,40	-3,67	-3,96	-4,28	-4,62	-4,99	-5,39	-5,82	-6,28
Valor libro											0,00
Préstamos bancarios	45,54										
Flujo de Caja Neto	0,00	-1,06	-1,06	-1,06	-1,06	-1,06	-1,06	-1,07	-1,08	-1,09	-1,10
Acumulado	0,00	-1,06	-2,12	-3,18	-4,24	-5,30	-6,36	-7,43	-8,51	-9,59	-10,69



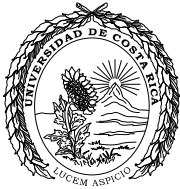
Cuadro 4.6.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		19,51	19,93	20,35	20,79	21,23	21,68	22,15	22,62	23,10	23,60
Electricidad		-2,59	-2,65	-2,70	-2,76	-2,82	-2,88	-2,94	-3,00	-3,07	-3,13
Leña		13,69	13,98	14,28	14,58	14,89	15,21	15,54	15,87	16,21	16,55
Total costos evitados		30,61	31,26	31,93	32,61	33,30	34,02	34,74	35,48	36,24	37,01
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo	0,00										
Inversión de capital de trabajo	0,00										
Total Inversión	0,00										
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-0,59	-0,61	-0,62	-0,63	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72
Insumos gasificador		-4,33	-4,43	-4,52	-4,62	-4,72	-4,82	-4,92	-5,03	-5,13	-5,24
Mano de obra directa		-16,30	-16,65	-17,01	-17,37	-17,74	-18,12	-18,51	-18,90	-19,31	-19,72
Total Costos Variables		-21,23	-21,69	-22,15	-22,62	-23,10	-23,60	-24,10	-24,62	-25,14	-25,68
Costos Fijos											
Depreciación		-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39	-4,39
Mantenimiento y reparaciones		-1,32	-1,35	-1,37	-1,40	-1,43	-1,46	-1,49	-1,53	-1,56	-1,59
Total Costos Fijos		-5,71	-5,73	-5,76	-5,79	-5,82	-5,85	-5,88	-5,92	-5,95	-5,98



Cuadro 4.6.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 4. (Continuación)

Costos Adicionales											
Imprevistos		-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,79	-1,83	-1,86	-1,90
Total Costos Adicionales		-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,79	-1,83	-1,86	-1,90
Total Costos reconocidos		2,09	2,23	2,37	2,52	2,66	2,81	2,97	3,13	3,29	3,45
Utilidad del beneficio		-0,19	-0,20	-0,21	-0,23	-0,24	-0,25	-0,27	-0,28	-0,30	-0,31
Costos totales	0,00	1,90	2,03	2,16	2,29	2,42	2,56	2,70	2,84	2,99	3,14
Ganancia Bruta		1,90	2,03	2,16	2,29	2,42	2,56	2,70	2,84	2,99	3,14
Impuestos (10% según Ley 7092)		-0,19	-0,20	-0,22	-0,23	-0,24	-0,26	-0,27	-0,28	-0,30	-0,31
Ganancia Neta		1,71	1,83	1,94	2,06	2,18	2,31	2,43	2,56	2,69	2,83
Flujo de Caja Neto	0,00	1,71	1,83	1,94	2,06	2,18	2,31	2,43	2,56	2,69	2,83
Acumulado	0,00	1,71	3,54	5,48	7,54	9,73	12,03	14,46	17,02	19,71	22,54



4.7 Escenario No. 5: Gasificación (Fluidized bed)

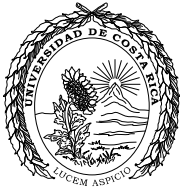
El escenario denominado como No. 5, se basa en la implementación de un gasificador de lecho fluidizado alimentado con broza prensada y seca, en este escenario luego de ser prensada y secada, la broza adquiere un valor agregado por lo que no debe ser tratada como un desecho; por el contrario; se almacenaría y utilizaría como alimentación para el gasificador, así que su costo de transporte y tratamiento se vuelve cero. En este caso la broza prensada debe secarse desde un 75% hasta un 40% de humedad en base húmeda, aunque es factible gasificar broza con humedades cercanas al 60%. A partir de estimaciones gruesas basadas en consultas dentro del sector, se determinó que un secador de magnitud apropiada puede tener un costo de inversión de 170.000 USD con costo anual asociado del 5% de la inversión.

En el Cuadro 4.7.1 se presenta un resumen del flujo de caja puro mientras que en el Cuadro 4.7.2 un resumen del flujo de caja con financiamiento, debe notarse que la capacidad de 119964,7 fanegas se escogió porque es la capacidad mínima a la que empieza a ser rentable la implementación del gasificador de acuerdo al escenario planteado, donde se tiene un VAN de 125.000.000 CRC, el costo total estimado del secado llevado a su valor actual. Nuevamente el VAN es mayor para el flujo con financiamiento porque la tasa del financiamiento es menor que la tasa de descuento, y por lo tanto se recomendaría financiar la totalidad de la inversión de ser posible.

En el Cuadro 4.7.2 y el Cuadro 4.7.3 se resumen los flujos de caja desde la perspectiva del beneficio y el productor respectivamente, puede notarse que mientras el proyecto sea rentable de forma global, tanto el beneficio como el productor verán una ganancia neta, mientras que en caso contrario ambos perciben pérdidas.

Cuadro 4.7.1. Resumen del flujo de caja puro del escenario No. 5 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	10.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	119.964,7
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-379.642.869	-132.640.011	78.948 177	265.850.474	125.000.000
TIR (%)	-	2,3%	14,0%	22,4%	16,3%
PBP (años)	59,6	8,8	5,1	3,7	4,7



Cuadro 4.7.2. Resumen del flujo de caja con financiamiento del escenario No. 5 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	10.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	119.964,7
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-329.736.064	-82.750.014	128.833.889	315.736.320	174.793.800
TIR (%)	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.7.3. Resumen del flujo de caja del beneficio del escenario No. 5 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	10.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	119.964,7
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-122.012.334	-48.068.181	22.666.844	66.036.944	37.640.459
TIR (%)	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 4.7.4. Resumen del flujo de caja del productor del escenario No. 5 sin secado.

Café procesado anualmente (fanegas)	10.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	119.964,7
Tasa de descuento	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
VAN (CRC)	-207.723.730	-34.764.261	106.167.045	249.699.376	137.142.186
TIR (%)	-	-	-	-	-
PBP (años)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

En el Cuadro 4.7.5 se resumen las características operativas del escenario tratado y puede observarse como no llega a utilizarse más del 51,8% de la capacidad instalada del gasificador y el 39,5% de la prensa, esto por la naturaleza estacional de la cosecha de café, con periodos pico y periodos sin actividad. Asimismo se tiene el porcentaje de la broza fresca que llega a gasificarse y en todos los casos es bastante considerable, desde un 72,1% hasta un 99,6% de acuerdo la capacidad del beneficio.

La máxima reducción de emisiones por gasificación parece estar alrededor del 72%, ya que el de emisiones por gasificación, en el peor de los casos, es cercano al 30% del factor de emisiones



compostaje y se tiene una reducción adicional en las emisiones relativamente menor por concepto de transporte y consumo eléctrico, en el Cuadro 2.1.1 y en el Cuadro 2.1.2, se presentan dichos coeficientes de emisión. El coeficiente de emisión del gasificador fluidizado se estimó a partir del coeficiente de emisión medido, del gasificador de lecho descendente utilizado en la etapa experimental, esto por medio de un ajuste con respecto a la humedad de la broza alimentada al gasificador. Sin embargo en la práctica se esperaría que el coeficiente de emisión del gasificador de lecho fluidizado sea menor que el estimado, ya que se si se instala un catalizador a la salida de los gases exhaustos los niveles de CH₄ y NO₂ deberían reducirse significativamente.

Por su parte la reducción en los costos de la electricidad es positiva, del 25% con respecto al escenario base para el beneficio de 150000 fanegas e indica un ahorro considerable, el cuál llegaría a mejorar conforme se almacene parte de la broza fresca que normalmente iría al brocero para su prensado y secado posterior.

Cuadro 4.7.5. Resumen operativo del escenario No. 5.

Café procesado anualmente (fanegas)	10.000,0	50.000,0	100.000,0	150.000,0	119.964,7
Emisiones evitadas (t_{CO2e})	109,4	553,1	974,3	1201,1	1067,7
Reducción de emisiones (%)	72,1	72,5	63,6	52,2	58,1
Broza fresca procesada (%)	98,5	99,6	87,7	72,1	80,1
Reducción en costos de electricidad (%)	79,5	40,1	28,4	25,0	24,9
Capacidad utilizada de la prensa (%)	3,6	18,2	32,1	39,5	35,1
Capacidad utilizada del gasificador (%)	4,7	23,8	42,0	51,8	46,0

Otros parámetros propios del escenario en cuestión se presentan en el Cuadro 4.7.6, donde se observa que toda de la broza fresca que no llega a prensarse en un mes se envía al brocero, de forma tal que se da una subutilización importante de la prensa y el gasificador en los beneficios más grandes, mientras que se observa que la misma está sobredimensionada para los más pequeños al contrastar con el Cuadro 4.7.5. Por su parte en este escenario no llega a haber pellets por la ausencia de una pelletizadora.

Cuadro 4.7.6. Distribución de la producción del escenario No. 5.

Fracción del exceso de broza fresca transportada y tratada	100%
Fracción del exceso de broza prensada transportada y tratada	0%



En el Cuadro 4.7.7 se tiene el valor asignado a los certificados de carbono y al considerar la cantidad neta de toneladas de carbono que se dejan de emitir de acuerdo con el Cuadro 4.7.5, se puede entender porque son un factor de relevancia menor en los flujos de caja.

Cuadro 4.7.7. Valor de los certificados de carbono del escenario No. 5.

Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (USD/t_{CO2e})	3,00
Valor de las emisiones evitadas de CO₂e (CRC/ t_{CO2e})	1.680,00

En el Cuadro 4.7.8 y en el Cuadro 4.7.9 se resumen las características del equipo utilizado, capacidad, consumo eléctrico y costo, así como el periodo mínimo para considerar iniciar la operación continua. Todo esto se toma en cuenta a la hora de realizar los cálculos de las horas de operación mensual de los equipos, que eventualmente se utilizaran en el cálculo de las anualidades de los flujos de caja.

Cuadro 4.7.8. Configuración de equipos del escenario No. 5.

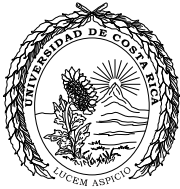
Equipo	Prensa²⁷	Gasificador²⁸
Número de unidades	2	1
Capacidad en base húmeda (kg/h)	1100,0	700,0
Operación (h/día)	24	24
Capacidad en base seca (kg_{DB}/h)	275,0	420,0
Consumo (kW)	8,4	260,8
Capacidad en base seca diaria (kg_{DB}/día)	13200	10080
Costo FOB (USD/unidad)	59.800,00	597.328,09
Costo FOB (CRC/unidad)	33.488.000,00	334.503.731,99
Vida útil (años)	10	10

Cuadro 4.7.9. Mínimo operativo para los equipos del escenario No. 5.

Equipo	Prensa²⁷	Gasificador²⁸
Tiempo de operación mínimo (h/mes)	8	72
Mínimo para operación²¹ (kg/mes)	8800,0	50400,0
Mínimo para operación (fanegas/mes)	155,0	2912,5

²⁷ Capacidades referenciadas a la producción de broza prensada.

²⁸ Capacidades referenciadas al consumo de broza prensada y secada.



4.7.1 Sensibilidad del flujo de caja respecto a la capacidad del beneficio y la disponibilidad de broza

En la Figura 4.5 se observa cómo, para cada beneficio por encima de las 100000 fanegas el *VAN* aumenta conforme disminuye la fracción del exceso de broza enviada al brocero; para los beneficios más pequeños se observa que esta variable no presenta ningún efecto sobre el *VAN* ya que los equipos están sobredimensionados y no hay exceso de broza que enviar al brocero, en los demás casos aumenta el uso de la capacidad instalada conforme se almacena una mayor fracción de la broza fresca que queda sin prensar durante el mes y se mantienen constantes los demás parámetros del escenario planteado. Así luego puede prensarse y secarse la broza fresca almacenada durante el siguiente mes en un esquema tipo “first in, first out”.

Una característica de suma importancia para la evaluación financiera, de los escenarios planteados en el presente documento y su generalización a beneficios reales, ya sea por equipos a utilizar o capacidad de beneficio; es que el *VAN* presenta saltos abruptos en función de la fracción del exceso de broza fresca enviada al brocero. Esto evidencia claramente el efecto potencial de las no linealidades del problema en cuestión, sobre la rentabilidad del proyecto y por lo tanto dificulta la generalización de los escenarios. Así se vuelve necesario realizar la evaluación individual de cada beneficio real para tener mayor certeza sobre la rentabilidad de la solución para el tratamiento de la broza que se desee explorar.

Por otro lado el hecho de los saltos que se presentan en la Figura 4.5, solo favorezcan el *VAN* con respecto al escenario desarrollado, indica que el proyecto resultaría rentable en los beneficios más grandes, a pesar de que el escenario sea uno de peor caso con respecto a la disponibilidad de broza fresca.

La Figura 4.6 es análoga a la Figura 4.5 ya que en este caso se intercambia el eje x por la capacidad del beneficio y se puede observar que las curvas indican que ciertas capacidades de beneficio pueden tener un *VAN* apreciablemente mayor con respecto a beneficios más pequeños de capacidad relativamente similar. Nuevamente la presencia de las no linealidades en este nuevo par de coordenadas, indica que es fundamental evaluar cada beneficio como un caso particular y diseñar una solución a la medida para obtener una rentabilidad óptima como se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Para concluir con el escenario No. 5 se presentan los flujos de caja para el beneficio de 150000 fanegas desde el Cuadro 4.7.10 hasta el Cuadro 4.7.17, con el fin de que el lector pueda detallar los valores particulares de todos los rubros definidos hasta el momento.

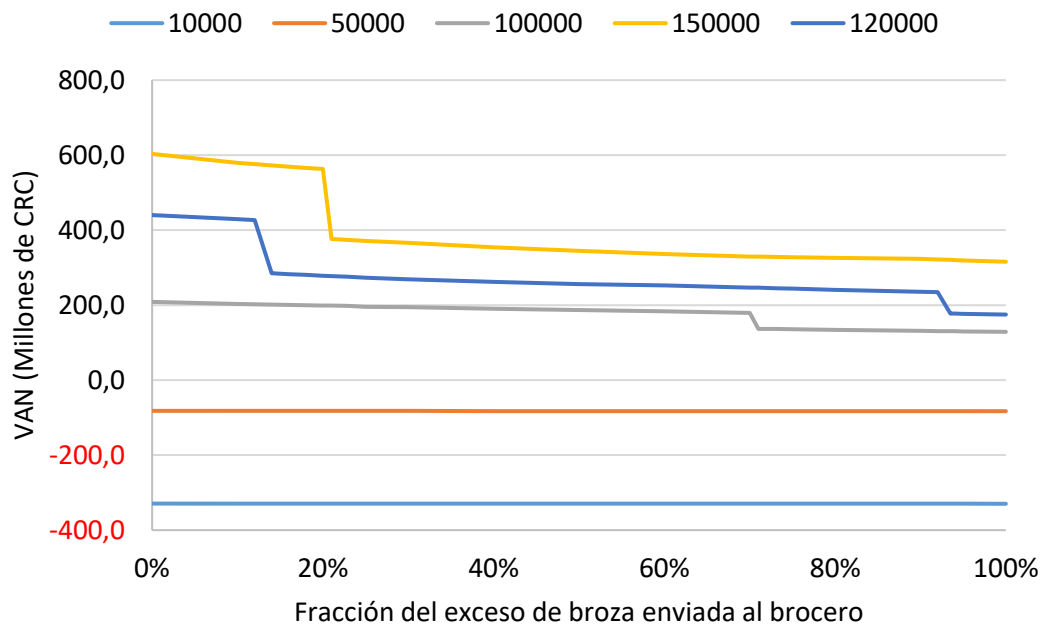


Figura 4.5. Sensibilidad del VAN del flujo de caja financiado con bonos de carbono en función de la fracción del exceso de broza enviada al brocero para las diferentes capacidades de beneficio evaluadas en el escenario No. 5.

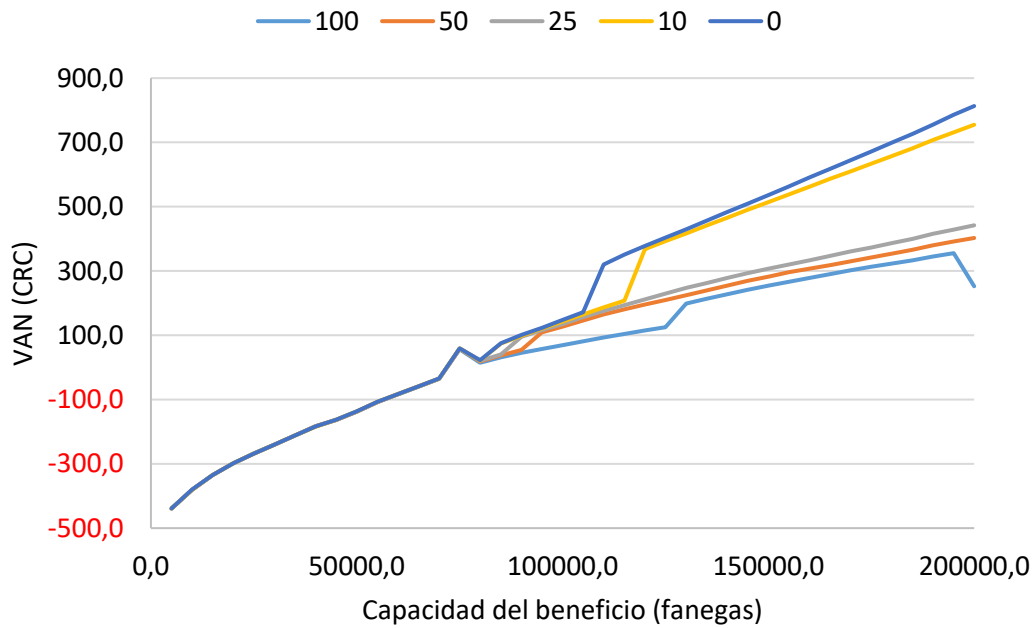


Figura 4.6. Sensibilidad del VAN del flujo de caja puro sin bonos de carbono en función de la capacidad del beneficio para diferentes porcentajes de la fracción del exceso de broza enviada al brocero en el escenario No. 5.



Cuadro 4.7.10. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		2,02	2,06	2,10	2,15	2,20	2,24	2,29	2,34	2,39	2,44
Abono y fertilizante		23,76	24,26	24,78	25,31	25,85	26,40	26,97	27,54	28,13	28,73
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		25,77	26,32	26,89	27,46	28,05	28,64	29,26	29,88	30,52	31,17
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Electricidad		85,45	108,86	111,18	113,55	115,98	118,45	120,98	123,57	126,20	128,90
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total costos evitados		143,30	167,94	171,53	175,19	178,93	182,75	186,65	190,63	194,70	198,86
Total Ingresos		169,07	194,26	198,41	202,65	206,97	211,39	215,91	220,51	225,22	230,03
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-422,78									
Inversión de capital de trabajo		-0,02									
Total Inversión		-422,80									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Insumos gasificador		-32,64	-33,34	-34,05	-34,78	-35,52	-36,28	-37,05	-37,84	-38,65	-39,48
Mano de obra directa		-20,30	-20,74	-21,18	-21,63	-22,09	-22,57	-23,05	-23,54	-24,04	-24,55
Total Costos Variables		-54,70	-55,87	-57,07	-58,28	-59,53	-60,80	-62,10	-63,42	-64,78	-66,16



Cuadro 4.7.11. Flujo de caja puro para el beneficio de 150000 fanegas en millones colones del escenario No. 5. (Continuación)

Costos Fijos										
Depreciación	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28
Mantenimiento y reparaciones	-12,68	-12,95	-13,23	-13,51	-13,80	-14,10	-14,40	-14,70	-15,02	-15,34
Total Costos Fijos	-54,96	-55,23	-55,51	-55,79	-56,08	-56,37	-56,68	-56,98	-57,30	-57,62
Costos Adicionales										
Imprevistos	-8,45	-9,71	-9,92	-10,13	-10,35	-10,57	-10,80	-11,03	-11,26	-11,50
Valor libro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Costos Adicionales	-8,45	-9,71	-9,92	-10,13	-10,35	-10,57	-10,80	-11,03	-11,26	-11,50
Total Gastos de Operación	-118,12	-120,82	-122,49	-124,21	-125,96	-127,74	-129,57	-131,43	-133,33	-135,28
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-422,80	-118,12	-120,82	-122,49	-124,21	-125,96	-127,74	-129,57	-131,43	-133,33
Ganancia Bruta	50,95	73,45	75,92	78,44	81,02	83,65	86,34	89,08	91,89	94,75
Impuestos (10% según Ley 7092)	-5,09	-7,34	-7,59	-7,84	-8,10	-8,37	-8,63	-8,91	-9,19	-9,48
Ganancia Neta	45,85	66,10	68,33	70,60	72,92	75,29	77,70	80,18	82,70	85,28
Depreciación	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28
Valor libro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo de Caja Neto	-422,80	88,13	108,38	110,60	112,87	115,19	117,56	119,98	122,45	124,98
Acumulado	-422,80	-334,67	-226,29	-115,68	-2,81	112,39	229,95	349,93	472,39	597,36



Cuadro 4.7.12. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos (+)											
Bonos de carbono		2,02	2,06	2,10	2,15	2,20	2,24	2,29	2,34	2,39	2,44
Abono y fertilizante		23,76	24,26	24,78	25,31	25,85	26,40	26,97	27,54	28,13	28,73
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Ingresos		25,77	26,32	26,89	27,46	28,05	28,64	29,26	29,88	30,52	31,17
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Electricidad		85,45	108,86	111,18	113,55	115,98	118,45	120,98	123,57	126,20	128,90
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total costos evitados		143,30	167,94	171,53	175,19	178,93	182,75	186,65	190,63	194,70	198,86
Total Ingresos		169,07	194,26	198,41	202,65	206,97	211,39	215,91	220,51	225,22	230,03
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-422,78									
Inversión de capital de trabajo		-0,02									
Total Inversión		-422,80									
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Insumos gasificador		-32,64	-33,34	-34,05	-34,78	-35,52	-36,28	-37,05	-37,84	-38,65	-39,48
Mano de obra directa		-20,30	-20,74	-21,18	-21,63	-22,09	-22,57	-23,05	-23,54	-24,04	-24,55
Total Costos Variables		-54,70	-55,87	-57,07	-58,28	-59,53	-60,80	-62,10	-63,42	-64,78	-66,16



Cuadro 4.7.13. Flujo de caja con financiamiento para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5. (Continuación)

Costos Fijos											
Depreciación	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28
Mantenimiento y reparaciones	-12,68	-12,95	-13,23	-13,51	-13,80	-14,10	-14,40	-14,70	-15,02	-15,34	
Intereses Préstamos	-33,82	-31,49	-28,97	-26,24	-23,30	-20,13	-16,70	-12,99	-8,99	-4,67	
Total Costos Fijos	-88,79	-86,72	-84,48	-82,04	-79,38	-76,50	-73,37	-69,97	-66,29	-62,28	
Costos Adicionales											
Imprevistos	-8,45	-9,71	-9,92	-10,13	-10,35	-10,57	-10,80	-11,03	-11,26	-11,50	
Valor libro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total Costos Adicionales	-8,45	-9,71	-9,92	-10,13	-10,35	-10,57	-10,80	-11,03	-11,26	-11,50	
Total Gastos de operación	-151,94	-152,31	-151,46	-150,45	-149,26	-147,87	-146,26	-144,42	-142,32	-139,94	
Gastos Generales											
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total Egresos	-422,80	-151,94	-152,31	-151,46	-150,45	-149,26	-147,87	-146,26	-144,42	-142,32	-139,94
Ganancia Bruta	17,13	41,96	46,95	52,20	57,72	63,52	69,64	76,09	82,90	90,09	
Impuestos (10% según Ley 7092)	-1,71	-4,20	-4,69	-5,22	-5,77	-6,35	-6,96	-7,61	-8,29	-9,01	
Ganancia Neta	15,41	37,76	42,25	46,98	51,94	57,17	62,68	68,48	74,61	81,08	
Depreciación	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	
Amortización préstamo	-29,19	-31,52	-34,04	-36,77	-39,71	-42,88	-46,31	-50,02	-54,02	-58,34	
Valor libro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Préstamos bancarios	422,80										
Flujo de Caja Neto	0,00	28,51	48,52	50,49	52,49	54,51	56,57	58,64	60,74	62,87	65,01
Acumulado	0,00	28,51	77,03	127,52	180,01	234,52	291,09	349,73	410,47	473,34	538,35



Cuadro 4.7.14. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos reconocidos (-)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Electricidad		85,45	108,86	111,18	113,55	115,98	118,45	120,98	123,57	126,20	128,90
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insumos gasificador		-32,64	-33,34	-34,05	-34,78	-35,52	-36,28	-37,05	-37,84	-38,65	-39,48
Mano de obra directa		-20,30	-20,74	-21,18	-21,63	-22,09	-22,57	-23,05	-23,54	-24,04	-24,55
Mantenimiento y reparaciones		-12,68	-12,95	-13,23	-13,51	-13,80	-14,10	-14,40	-14,70	-15,02	-15,34
Depreciación		-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28
Imprevistos		-8,45	-9,71	-9,92	-10,13	-10,35	-10,57	-10,80	-11,03	-11,26	-11,50
Total costos reconocidos		25,18	47,12	49,03	50,98	52,97	55,01	57,08	59,20	61,37	63,58
Utilidad cafetalera (+)		2,27	4,24	4,41	4,59	4,77	4,95	5,14	5,33	5,52	5,72
Otros ingresos (+)											
Bonos de carbono		2,02	2,06	2,10	2,15	2,20	2,24	2,29	2,34	2,39	2,44
Abono y fertilizante		23,76	24,26	24,78	25,31	25,85	26,40	26,97	27,54	28,13	28,73
Venta de pellets		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Depreciación		42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28
Total otros Ingresos		68,05	68,60	69,16	69,74	70,32	70,92	71,53	72,16	72,80	73,45
Utilidad bruta (+)		70,32	72,84	73,58	74,33	75,09	75,87	76,67	77,49	78,32	79,17
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo		-422,78									
Inversión de capital de trabajo		-0,02									
Total Inversión		-422,80									



Cuadro 4.7.15. Flujo de caja del beneficio para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5. (Continuación)

Costos Fijos										
Intereses Préstamos	-33,82	-31,49	-28,97	-26,24	-23,30	-20,13	-16,70	-12,99	-8,99	-4,67
Depreciación	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28
Total Costos Fijos	-76,10	-73,77	-71,25	-68,52	-65,58	-62,40	-58,97	-55,27	-51,27	-46,95
Costos Adicionales										
Valor libro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Costos Adicionales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos Generales										
Administrativos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distribución y mercadeo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Gastos Generales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Egresos	-422,80	-76,10	-73,77	-71,25	-68,52	-65,58	-62,40	-58,97	-55,27	-51,27
Ganancia Bruta	-5,78	-0,92	2,33	5,80	9,51	13,47	17,70	22,22	27,05	32,23
Impuestos (10% según Ley 7092)	0,58	0,09	-0,23	-0,58	-0,95	-1,35	-1,77	-2,22	-2,71	-3,22
Utilidad después de impuestos	-5,21	-0,83	2,10	5,22	8,56	12,12	15,93	20,00	24,35	29,00
Depreciación	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28	42,28
Ganancia Neta	37,07	41,45	44,38	47,50	50,84	54,40	58,21	62,27	66,63	71,28
Amortización préstamo	-29,19	-31,52	-34,04	-36,77	-39,71	-42,88	-46,31	-50,02	-54,02	-58,34
Valor libro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Préstamos bancarios	422,80									
Flujo de Caja Neto	0,00	7,89	9,93	10,33	10,74	11,13	11,52	11,89	12,26	12,61
Acumulado	0,00	7,89	17,81	28,15	38,88	50,01	61,53	73,42	85,68	98,28



Cuadro 4.7.16. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos evitados (+)											
Tratamiento y transporte de broza		57,85	59,08	60,35	61,63	62,95	64,29	65,67	67,07	68,50	69,96
Electricidad		85,45	108,86	111,18	113,55	115,98	118,45	120,98	123,57	126,20	128,90
Leña		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total costos evitados		143,30	167,94	171,53	175,19	178,93	182,75	186,65	190,63	194,70	198,86
Egresos (-)											
Inversión											
Inversión de capital fijo	0,00										
Inversión de capital de trabajo	0,00										
Total Inversión	0,00										
Costos Variables											
Tratamiento del jugo prensado		-1,76	-1,80	-1,84	-1,88	-1,92	-1,96	-2,00	-2,04	-2,08	-2,13
Insumos gasificador		-32,64	-33,34	-34,05	-34,78	-35,52	-36,28	-37,05	-37,84	-38,65	-39,48
Mano de obra directa		-20,30	-20,74	-21,18	-21,63	-22,09	-22,57	-23,05	-23,54	-24,04	-24,55
Total Costos Variables		-54,70	-55,87	-57,07	-58,28	-59,53	-60,80	-62,10	-63,42	-64,78	-66,16
Costos Fijos											
Depreciación		-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28	-42,28
Mantenimiento y reparaciones		-12,68	-12,95	-13,23	-13,51	-13,80	-14,10	-14,40	-14,70	-15,02	-15,34
Total Costos Fijos		-54,96	-55,23	-55,51	-55,79	-56,08	-56,37	-56,68	-56,98	-57,30	-57,62



Cuadro 4.7.17. Flujo de caja del productor para el beneficio de 150000 fanegas en millones de colones del escenario No. 5. (Continuación)

Costos Adicionales											
Imprevistos		-8,45	-9,71	-9,92	-10,13	-10,35	-10,57	-10,80	-11,03	-11,26	-11,50
Total Costos Adicionales		-8,45	-9,71	-9,92	-10,13	-10,35	-10,57	-10,80	-11,03	-11,26	-11,50
Total Costos reconocidos		25,18	47,12	49,03	50,98	52,97	55,01	57,08	59,20	61,37	63,58
Utilidad del beneficio		-2,27	-4,24	-4,41	-4,59	-4,77	-4,95	-5,14	-5,33	-5,52	-5,72
Costos totales	0,00	22,91	42,88	44,62	46,39	48,20	50,05	51,94	53,88	55,85	57,86
Ganancia Bruta		22,91	42,88	44,62	46,39	48,20	50,05	51,94	53,88	55,85	57,86
Impuestos (10% según Ley 7092)		-2,29	-4,29	-4,46	-4,64	-4,82	-5,01	-5,19	-5,39	-5,58	-5,79
Ganancia Neta		20,62	38,59	40,16	41,75	43,38	45,05	46,75	48,49	50,26	52,07
Flujo de Caja Neto	0,00	20,62	38,59	40,16	41,75	43,38	45,05	46,75	48,49	50,26	52,07
Acumulado	0,00	20,62	59,21	99,37	141,12	184,51	229,56	276,31	324,79	375,06	427,13



5 Conclusiones

- Existen diferentes alternativas técnicas según el tamaño del beneficio de café que son viables financieramente y que contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, solamente por la comparación con la práctica actual de composteo de la broza de café.
- Se pueden ofrecer soluciones personalizadas que contemplen la variabilidad de los beneficios y la capacidad utilizada en función de la estacionalidad de la cosecha, y que consideren la normativa propia del sector.
- El precio de venta de los pellets tiene como punto de quiebre 24,40 CRC/kg, y se utilizó este valor para considerar su potencial venta en los escenarios del análisis financiero que incluían esta operación.
- Se estableció un precio de venta de 100 CRC/kg para las cenizas y de 250 CRC/kg para el biochar, esto basado en el precio de venta a nivel nacional del carbón pulverizado y granulado para uso en agricultura hidropónica, en caso de que el escenario sea gasificación de la broza.
- El tratamiento de la broza de café ya no sería una limitación para un beneficio con alta capacidad de producción. Esto debido a que se puede implementar alguna de las soluciones alternativas para el tratamiento de la broza de café y logra captar más café debido a una liquidación más atractiva, la cual típicamente podría aumentar unos 100 CRC/fanega con respecto al caso base. Dicha externalidad positiva no se cuantificó en el presente proyecto y sería un beneficio adicional.
- Se recomienda presentar la propuesta de que la depreciación sea un gasto reconocido para inversiones que mejoren la eficiencia del proceso y que pueda probarse, con una herramienta similar a la que se desarrolló, que van ser rentables por lo menos para el productor.
- Se recomienda realizar estudios técnicos de vida útil de la broza de café en patios, para conocer parámetros técnicos de su descomposición de fibras estructurales y su potencial efecto financiero para mejorar aún más su rentabilidad. Nótese que debería incluirse un estudio de emisiones de GEI durante este almacenamiento temporal de la broza para observar el impacto económico vs ecológico de las emisiones reducidas.
- Se recomienda implementar un prototipo de secado bajo un proyecto de desarrollo conjuntamente con la Universidad de Costa Rica, para secado de broza en operación continua.
- Se recomienda cotizar internacionalmente, gasificadores de lecho fluidizado y comparar con los costos de desarrollo de la tecnología propia en Costa Rica, valorando el resguardo del “know-how” que tendría el SCCR.