

Universidad de Costa Rica
Sede Rodrigo Facio
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial

Proyecto de graduación

Evaluación de alternativas de aprovechamiento del rastrojo de la piña (*Ananas comusus*) para el diseño de un modelo de negocio que contribuya con el manejo sostenible del residuo

Esteban Valverde Hernández


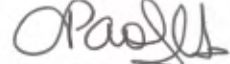
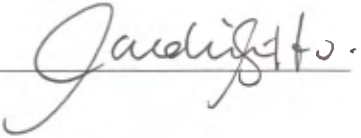

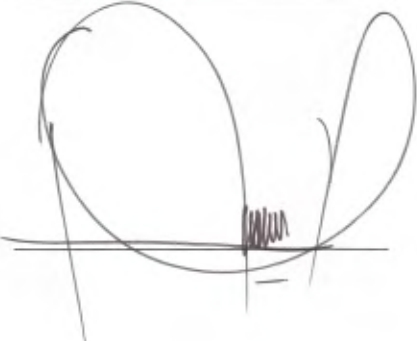
Luis Carlos Torres Ramírez

Rodrigo Chamorro Hernández

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Febrero, 2020

Aprobación del proyecto

	Firma	Fecha
Ing. Mauricio Zamora Hernández Representante de la Dirección		18/02/2020
Inga. Paola Gamboa Hernández Directora del Comité Asesor		18/02/2020
Inga. Carolina Vásquez Soto Asesora Técnica		18/02/2020
MBA Diego Camacho Cornejo Profesional Contraparte		18/02/2020
Dr. Roberto Quirós Vargas Profesor lector		18/02/2020

Dedicatoria / Agradecimientos

Son muchas las personas que han contribuido al proceso de construcción y conclusión de este proyecto de graduación. En primer lugar, un agradecimiento especial a los miembros del Comité Asesor, a la profesora Inga. Paola Gamboa Hernández, quien desde un inicio no duda en formar parte y colaborar, además a la profesora Inga. Carolina Vásquez Soto y al profesor Diego Camacho Cornejo, quienes se sumaron al aporte constructivo de este proyecto.

También un agradecimiento al profesor Juan Guillermo Chica en representación de la Universidad Véritas y al ingeniero Luis Fernando Solano Jiménez, quienes aportaron significativamente en el desarrollo técnico de este proyecto.

Por último, se agradece a todas las personas que brindaron su colaboración en tiempo, conocimiento y motivación para la conclusión de un proyecto exitoso.

Resumen Gerencial

Ante el gran impacto ambiental que se ha generado a lo largo de los últimos años, a raíz de la expansión industrial y otras acciones del ser humano, el medio ambiente ha sido afectado a tal punto que la tendencia a producir y consumir productos amigables con el medio ambiente ha incrementado. Colaborar con iniciativas que busquen compensar el daño que se ha producido es el enfoque estratégico de muchas empresas y de los nuevos emprendimientos. Es por lo anterior que, el proyecto que se presenta en este documento es de gran importancia para los nuevos emprendedores, dado que surge como una iniciativa que puede ser replicable en muchos otros ámbitos.

En Costa Rica, según la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP) existen 45 000 hectáreas de piña sembradas (2016), lo cual genera 11,25 millones toneladas métricas de rastrojo al año, el cual es manejado con métodos que impactan el medio ambiente, por el uso excesivo de químicos, y también a la sociedad, por la aparición de la mosca de establo, que afecta la producción ganadera y amenaza la salud de los habitantes de la región. Tras el impacto que este desecho genera han aparecido alternativas para mitigarlo, tal como la generación de compostaje en las empresas piñeras, sin embargo, no se ha comprobado el beneficio real de esto.

Al descubrir la iniciativa de una empresa española en producir Piñatex, un textil similar al cuero, pero de origen natural, el grupo de estudiantes se interesa en la diversa cantidad de alternativas que existe para dar valorización al rastrojo de la piña que, actualmente, se maneja con métodos que pueden ser mejorados en beneficio del medio ambiente y de la sociedad, es por esto que, en este proyecto se lleva a cabo un análisis de las diferentes alternativas de uso del rastrojo con el fin de determinar aquella que permita ofrecer una opción sustentable y de carácter viable a nivel comercial en el país. Las alternativas que se estudian son la cuerda para agricultura, el textil, el papel, el compostaje, el ensilaje, los productos químicos, la bio refinería y la energía.

Se selecciona la cuerda para agricultura por ser la alternativa que presenta mayor viabilidad de comercialización en el país, también por los beneficios ambientales y sociales que esta aporta. Se define que el mercado meta para el modelo de negocio es el consumo de cuerda de polipropileno de una finca piñera de la región Huetar Norte del país, el cual corresponde a 4 200 unidades de rollo de cuerda de 2 115 metros cada uno al año, lo cual equivale a un monto aproximado de 23 759 190 colones.

Se decide orientar el proyecto a un modelo de negocio bajo enfoque colaborativo, en donde se involucra la empresa piñera y su asociación solidarista, en donde esta última es la encargada de implementar el proyecto. Se decide lo anterior con el objetivo de aprovechar los beneficios que esta colaboración permite, como lo es la cercanía de la planta productora con la fuente de materia prima, la disposición de medios de transporte para no incluirlos dentro de la inversión inicial, al que la disposición del terreno para la construcción de la planta.

La propuesta de valor que se ofrece en este proyecto es un producto que es amigable con el medio ambiente, dada la naturaleza de su materia prima y el impacto ambiental que impide, tanto por cambiar el manejo actual del rastrojo, como por reemplazar la cuerda de polipropileno, que es un plástico de un solo uso, que es utilizada como recurso de apoyo en el proceso de producción

de la piña. Además, permite la creación de un modelo de negocio que permite la integración de la empresa y sus trabajadores en miras de un proyecto enfocado en el desarrollo sostenible, por su impacto social, económico y ambiental.

Con una muestra de 54 kg de hojas de rastrojo se determina que el porcentaje de fibra que esta posee es cercano al 2% y con ello, se logra determinar el requerimiento de materia prima para producir un rollo de cuerda de 2 115 m y de 5 mm de grosor, el cual es de 374 kg de hojas.

Con base en lo anterior y el mercado meta definido, se logra determinar que para producir 16,5 rollos, siendo la producción diaria requerida, se necesita 6,18 toneladas de hojas de rastrojo. Según la disponibilidad semanal de rastrojo de la finca bajo estudio que es de 10 hectáreas, 350 toneladas métricas por día, se logra comprobar que existe suficiente materia prima para la producción planeada.

Con base en los requerimientos de la producción se requiere adquirir una decortadora, una peinadora, ocho encuerdadoras y una embobinadora, lo cual implica un costo de inversión de \$23 050. Con las especificaciones de la maquinaria y la definición de las necesidades espaciales para las áreas de la planta productora se define que se requieren 667,32 metros cuadrados de construcción, lo cual implica un costo de inversión inicial de \$192 741,49. Además, con base en la planificación de la producción se determina que, para llevar a cabo la operación, se requiere de 4 operarios y un administrador.

Con la información anterior, se logra determinar la viabilidad financiera del proyecto, pues al realizar los flujos de efectivo del mismo se obtiene que al medir el Valor Actual Neto el cual, bajo ciertas condiciones, da como resultado un valor positivo tanto para el recurso propio como para el proyecto, lo mismo sucede con la Tasa Interna de Retorno y el Índice de Deseabilidad, al obtenerse valores mayores a los esperados.

En miras de determinar la viabilidad de comercialización, se logra cuantificar que el interés del cliente final, en este caso la empresa piñera, es del 84%, el cual puede mejorar cuando la empresa piñera tome en consideración el reemplazo de la cuerda de polipropileno como prioridad, pues esto le permitiría obtener beneficios no solo ambientales, sino de carácter social, por el apoyo a iniciativas sostenibles.

Con respecto a la aceptación del modelo de negocio, tanto la empresa piñera como la asociación solidaria muestran interés y determinan la viabilidad de implementación real del proyecto, esto al obtenerse un 86% en el resultado en este indicador. La incertidumbre e inseguridad por parte de la asociación solidaria puede disminuir si se presenta formalmente el proyecto, y se fundamenta con referencia de proyectos en donde otras asociaciones solidarias, a nivel de país, se involucran en proyectos de este tipo y el resultado es exitoso.

En cuanto al estudio ambiental que se realiza en la validación, con la medición del índice de circularidad, se obtiene que la cuerda para agricultura es un producto que, con respecto al manejo de flujo de materiales, es altamente circular, al obtener un 91% en el resultado de este indicador, lo cual permite re afirmar lo atractivo de este proyecto en términos ambientales.

Es claro que, para lograr un proyecto exitoso, además de lo planteado en este documento, existen muchas recomendaciones para la implementación real del mismo, pues, por limitaciones de

alcance, muchas pruebas no lograron realizarse, sin embargo, con los estudios previos de viabilidad comercial y de sostenibilidad, se afirma que este proyecto tiene mucho potencial, bajo la perspectiva de beneficio en el progreso económico, social y ambiental de la región de enfoque. Con esto, se puede afirmar que este tipo de proyecto puede ser replicable para las distintas fincas piñeras y sus asociaciones, y también en diferentes sectores en donde se pueda dar valorización a los desechos productivos, con el objetivo de impactar la sostenibilidad a nivel de país.

Índice

Introducción.....	11
Capítulo I. Propuesta de proyecto	13
1.1 Justificación del proyecto	13
1.2 Objetivo general e indicadores de éxito.....	17
1.3 Limitaciones	18
1.4 Marco de referencia teórico.....	19
1.5 Metodología general.....	28
1.6 Cronograma de trabajo	30
Capítulo II. Diagnóstico	31
2.1 Objetivos del diagnóstico	31
2.2 Delimitación del alcance: zona de producción piñera	31
2.3 Selección de alternativa	35
2.4 Aspectos del mercado y marco legal de la alternativa seleccionada	39
2.5 Análisis de resultados	48
2.6 Conclusiones del diagnóstico	49
Capítulo III. Diseño.....	50
3.1 Objetivos del diseño	50
3.2 Selección final de la alternativa para el diseño del modelo de negocio	50
3.3 Modelo de negocio	55
3.4 Requerimientos técnicos para el diseño del proceso productivo	62
3.5 Aspectos organizacionales básicos del modelo de negocio	92
3.6 Conclusiones del diseño	93
Capítulo IV. Validación	94
4.1 Objetivos de la validación.....	94
4.2 Gestión de indicadores de éxito	94
4.3 Viabilidad financiera del proyecto.....	95
4.4 Interés del cliente final.....	104
4.5 Aceptación del modelo de negocio.....	107
4.6 Circularidad del producto	110
4.7 Plan de implementación	114
4.8 Conclusiones de la validación	117
Conclusiones.....	118

Recomendaciones.....	119
Abreviaturas y acrónimos	120
Abreviaturas	120
Acrónimos.....	120
Bibliografía	122
Apéndices	128

Índice de tablas

Tabla 1 Metodología del diagnóstico	28
Tabla 2 Metodología del diseño.....	29
Tabla 3 Metodología de la validación	29
Tabla 4 Datos de regiones socioeconómicas	32
Tabla 5 Empresas piñeras de la región Huetar Norte asociadas a CANAPEP	34
Tabla 6 Matriz de preselección de las alternativas	36
Tabla 7. Caracterización de las hojas de rastrojo utilizadas	50
Tabla 8. Resultados del proceso de extracción de fibra.....	51
Tabla 9. Estimación de necesidades de materia prima para producción de cuerda.....	53
Tabla 10. Análisis FODA	58
Tabla 11. Modelo CANVAS	60
Tabla 12 Consumo mensual de cuerda de polipropileno	63
Tabla 13. Consumo de cuerda por hectárea.....	63
Tabla 14. Consumo anual de cuerda.....	63
Tabla 15 Resultados de pruebas de hilado.....	64
Tabla 16. Resumen de la maquinaria propuesta	75
Tabla 17. Detalles de espacio requerido por maquinaria	75
Tabla 18. Estimación de espacio para almacenar la materia prima	75
Tabla 19. Horario de primer segmento de producción	76
Tabla 20. Horario del segundo segmento de producción.....	76
Tabla 21 Programación de la producción, máquina de encordado.	77
Tabla 22 Programación de la producción máquina de peinado.	77
Tabla 23 Programación de la producción, máquina decortadora.....	77
Tabla 24 Horario de actividades	79
Tabla 25. Detalle de consumo maquinaria.....	85
Tabla 26. Total de costo energético asociado a producción.	85
Tabla 27. Esquema de salarios	86
Tabla 28. Desglose de cargas sociales.	86
Tabla 29. Total de costos asociado al Recurso Humano.	86
Tabla 30. Costos asociados a infraestructura.....	87
Tabla 31. Costos asociados a la adquisición de maquinaria.....	87
Tabla 32 Resumen inversión inicial.	87
Tabla 33 Escala de clasificación de la estrategia de respuesta al riesgo.....	90
Tabla 34 Plantilla de ficha técnica para documentación de indicadores.	95

Tabla 35. Resultados de optimización de área.....	97
Tabla 36 Ficha técnica - Tasa interna de retorno.....	98
Tabla 37. Cálculo de capital de trabajo.....	99
Tabla 38. Esquema de costos fijos.....	100
Tabla 39. Estimación de costo de depreciación.....	100
Tabla 40. Proyección de ventas para primeros tres años.....	101
Tabla 41. Indicadores financieros del proyecto.....	102
Tabla 42. Análisis de sensibilidad de Inversión Inicial.....	103
Tabla 43. Análisis de sensibilidad de Precio de Venta.....	103
Tabla 44 Análisis de sensibilidad de Tasa de financiamiento.....	103
Tabla 45. Análisis de sensibilidad de costos fijos.....	104
Tabla 46 Importancia y significancia de las preguntas del cuestionario.....	105
Tabla 47 Escala para respuestas del cuestionario.....	105
Tabla 48 Ficha técnica - Interés del cliente final.....	106
Tabla 49 Importancia y significancia de las preguntas del cuestionario.....	107
Tabla 50 Importancia y significancia de las preguntas del cuestionario.....	108
Tabla 51 Ficha técnica - Aceptación del modelo de negocio.....	109
Tabla 52 Ficha técnica - Circularidad del producto.....	111

Índice de figuras

Figura 1 Exportaciones de los tres principales productos agrícolas en Costa Rica.....	13
Figura 2 Cronograma de trabajo.....	30
Figura 3 Mapa de la región Huetar Norte en Costa Rica.....	33
Figura 4. Importación de textil de lino de Costa Rica desde la Unión Europea.....	40
Figura 5 Distribución de la producción de productos de lino en la Unión Europea.....	41
Figura 6. Importaciones y exportaciones del textil de lino en la Unión Europea.....	42
Figura 7. Proveedores de textil de lino a la Unión Europea.....	42
Figura 8. Consumidores del textil de lino de la Unión Europea.....	43
Figura 9 Proceso de producción de cuerda.....	65
Figura 10 Esquema de decortinado simple.....	66
Figura 11 Muestra de fibra recién decortificada.....	66
Figura 12 Secado de fibras al aire libre.....	67
Figura 13 Rodillos para peinado de fibra.....	68
Figura 14 Máquina decortadora de hojas de piña.....	69
Figura 15 Diseño de tendedero.....	70
Figura 16 Máquina peinadora de fibra.....	71
Figura 17 Sistema de extracción de fibra original de la peinadora.....	71
Figura 18 Adaptación propuesta para la máquina peinadora.....	72
Figura 19 Máquina de encordado y embobinado.....	73
Figura 20 Estañón de dos bocas, 208 L.....	74
Figura 21 Máquina de embobinado.....	74
Figura 22. Localización de fincas de la piñera del proyecto.....	80
Figura 23 Dimensiones de la planta diseñada.....	82
Figura 24 Espacios de maquinaria y materiales.....	83
Figura 25 Plano de conjunto, planta y tendedero.....	84

Figura 26 Tarifa industrial vigente al segundo semestre 2019 85
Figura 27 Gestión de riesgo según la ISO 31 000 88
Figura 28 Matriz de priorización de riesgos 90
Figura 29 Matriz de priorización de riesgos de la producción de cuerda..... 91
Figura 30. Diseño final de la zona de tendido..... 97

Introducción

En la actualidad, el mundo se encuentra ante el paradigma de promover actividades económicas de manera sostenible, reduciendo el impacto ambiental y procurando el bienestar de las personas relacionadas a las mismas o afectadas por ellas. Ante este paradigma toma importancia el concepto de desarrollo sostenible. En la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el desarrollo de las Naciones Unidas, se establece el desarrollo sostenible como el mismo que satisface las necesidades de la presente generación, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las propias (Ministerio Frances para Europa y Asuntos Exteriores).

Uno de los grandes problemas que enfrenta el desarrollo sostenible es el de la generación de desechos en la actividad económica tradicional que, de una u otra manera afectan al medioambiente o a las personas, de manera directa o indirecta. Una oportuna solución a esta problemática es la Economía Circular, este es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible (Prieto, Jaca, & Ormazabal, 2017). Su relevancia radica en que permite responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo ya que ofrece un flujo cíclico, en vez de lineal, para extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar materiales y energía presente en las actividades de mercado ya sean productos y servicios (Stahel, 2016). Un claro ejemplo de iniciativas de economía circular son los negocios que utilizan como materia prima los desechos de actividades económicas y las reintegran al mercado, generando valor en el proceso.

Costa Rica no es ajeno al avance y esfuerzos de implementación de los conceptos de sostenibilidad, desarrollo sostenible y economía circular. Muestra de esto es que se convirtió en el primer país en el mundo en firmar un pacto nacional por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Presidencia de la República de Costa Rica, 2016), tiene un programa activo para ser el primer país del mundo en ser Carbono Neutral (Garza, 2018) y además cada vez construye más mecanismos legales y regulatorios para disminuir la utilización de plástico, como propuestas de ley para eliminar los plásticos de un solo uso en compras el gobierno y crear impuestos a la industria relacionados con el uso de este material, además de reconvertir la industria del plástico a nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente. Se propone que los recursos del Sistema de Banca para el Desarrollo sirvan para otorgar créditos favorables y así disminuir el impacto económico de prohibir el plástico (Arrieta, 2019). Teniendo en cuenta lo presentado anteriormente, la actividad económica y negocios en Costa Rica deben buscar la forma de acoplarse a esta tendencia, no solo por el movimiento en el marco regulatorio e institucional del país, sino que cada vez más los consumidores a nivel local y global exigen que los productos y servicios consumidos provengan de procesos cada vez más amigables con el medio ambiente y con un menor impacto multidimensional.

Desde una perspectiva ambiental la actividad piñera es sin duda una actividad polémica en Costa Rica. Por un lado, genera 65 000 millones de colones en ingresos y aporta a impuestos y seguridad social un total de 17 721 millones anualmente, además de producir 48 000 empleos directos e indirectos (Arauz, 2017). Por otro lado, la actividad es cuestionada por la contaminación generada por sus químicos como el bromacil, la deforestación causada por el cambio de tierra para su plantación y la aparición de plagas como la mosca de establo por el mal manejo de los desechos generados en esta actividad. Ante esta situación la solución planteada no puede ser

simplemente la prohibición o moratoria a la expansión de la actividad ya que se restringiría en parte el aspecto económico y social que esta actividad puede provocar y no sería acorde al desarrollo sostenible, el enfoque debería de ser dirigido a incentivar e implementar iniciativas que solucionen los problemas descritos y demás generadas por esta actividad que la puedan convertir en una actividad sostenible.

En la presente se desarrolla un proyecto con una propuesta de modelo de negocio diseñada en una finca piñera de nuestro país para valorizar el rastrojo de manera que se incentiven estas iniciativas en las zonas piñeras y se mitigue en cierta medida el problema de la gestión del desecho del rastrojo de piña, reintegrando el mismo a la actividad piñera como cuerda para agricultura y sustituyendo un insumo de esta actividad, que actualmente es de plástico.

Inicialmente, se presenta la fase de Diagnóstico en la que se estudian y analizan distintas alternativas de utilización de rastrojo para seleccionar las más adecuadas para desarrollar en el proyecto. Luego, un capítulo del diseño, en el cual se formula el modelo de negocios que aprovecha la alternativa de valorización del rastrojo y un capítulo de validación en el cual se desarrollan indicadores previamente establecidos para medir el éxito de la propuesta de modelo de negocio.

En el primer capítulo del proyecto se realiza una justificación del proyecto, haciendo visible la problemática relacionada con la disposición del rastrojo de piña y la creciente tendencia de esta actividad económica, para la cual urge encontrar soluciones para los problemas que genera a su alrededor y medio ambiente. Además, se exponen distintas alternativas para la valorización del rastrojo. También se exponen elementos como el objetivo del proyecto, las limitaciones del mismo, el marco de referencia que lo sustenta y los indicadores seleccionados para medir su éxito, donde cabe destacar que se plantean indicadores medioambientales, económicos y relacionados con el interés de las partes interesadas del modelo de negocio.

En el capítulo de diagnóstico se da una delimitación de la región piñera en donde se enfoca el proyecto, en la cual finalmente, se encuentra la finca piñera donde se desarrolla el modelo de negocio. Se realiza una selección inicial estructurada de alternativas con las que se pueda desarrollar el modelo de negocio y se revisan los aspectos legales y de mercado de las alternativas seleccionadas, las cuales son la cuerda de agricultura y textil a partir de la fibra del rastrojo de piña.

En el capítulo de diseño se define únicamente una alternativa de uso de rastrojo, que es la cuerda de agricultura. En esta etapa también se diseña el modelo de negocio, así como el proceso productivo y se revisan y definen los aspectos técnicos para hacerlo posible. Además de la estructura de costos y organizacional que conlleva la operación del modelo de negocio propuesto.

Por último, en la etapa de validación se desarrolla la medición de los indicadores de éxito definidos previamente, basados en los resultados de la etapa de diseño. Se mide un indicador de viabilidad financiera, dos relacionados al interés de partes interesadas al modelo de negocio y producto final y un indicador de circularidad relacionado con el tema ambiental.

Capítulo I. Propuesta de proyecto

1.1 Justificación del proyecto

1.1.1 Idea de negocio

La idea de negocio consiste en la utilización del rastrojo de piña como materia prima para un proceso de producción, que supla una necesidad específica, previamente seleccionado con respecto a un conjunto de alternativas de producto final de valor agregado, tomando en consideración el potencial de comercialización y su viabilidad.

1.1.2 Alcance

El alcance de este proyecto contempla la pre-evaluación de un máximo de cuatro opciones de producto final que utilicen el rastrojo de piña como materia prima según criterios ambientales, técnicos, económicos y sociales, a nivel nacional, para la posterior elección, diseño y validación de la opción viable para el negocio.

1.1.3 Justificación

La Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) (2016) indica que la piña representa al segundo principal producto con mayor participación en el valor exportado del país, precedido por el banano, donde el comportamiento de su comercialización es creciente, como se observa en la Figura 1. Por su lado, CANAPEP (2016) indica que actualmente existen cerca de 45 000 hectáreas de terreno dedicadas al cultivo de piña en 16 cantones del país.

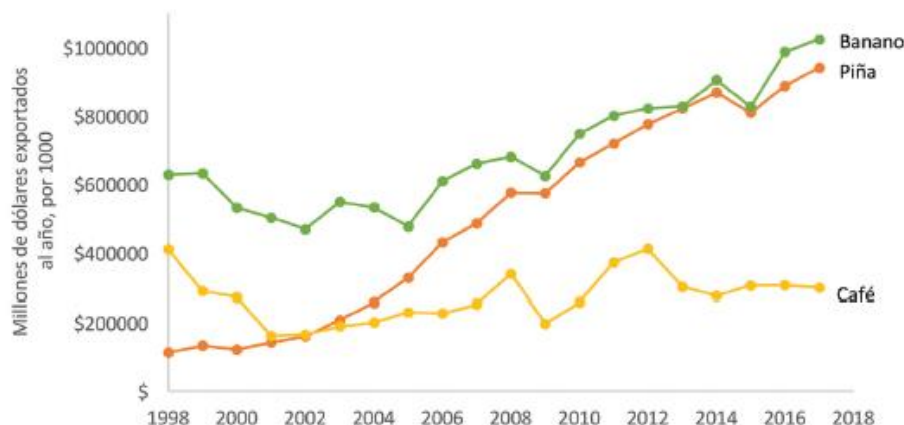


Figura 1 Exportaciones de los tres principales productos agrícolas en Costa Rica

Fuente: (Hernández y Prado, 2018)

Como se indica en el XXI Programa Estado de la Nación (2014), el área dedicada al cultivo de piña ha aumentado 15 veces, mientras que la cantidad de fincas ha decrecido cerca de un 62% en el periodo comprendido entre 1984 y 2014. Esto evidencia que el proceso de expansión de tierras dedicada al cultivo de piña va en aumento, lo cual provoca, a su vez, un incremento de los desechos generados por esta actividad.

El desecho de la piña conocido como rastrojo, que incluye su base y su follaje (hojas), es generado en la primera cosecha, de 14 a 16 meses después de su siembra, o en su segunda

cosecha, de 27 a 29 meses después de haber iniciado el cultivo. Quesada y otros (2005) estiman un aproximado de 300 tm (tonelada métrica) por hectárea de rastrojo en fresco (material húmedo), por otro lado Camacho (2018) en un estudio determina un aproximado de 265 tm de rastrojo por hectárea, a su vez el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) (2012) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) afirma que por hectárea se generan cerca de 250 tm de desecho y el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) (2018) afirma que por cada hectárea de piña cultivada se generan entre 220 y 250 tm de este residuo. Para efectos de este proyecto se considera como volumen de obtención de rastrojo, por hectárea de cultivo, la cantidad de 250 tm.

Tomando en consideración el terreno sembrado en la actualidad, 45 000 hectáreas, y la aproximación de generación de rastrojo por hectárea, 250 tm, se calcula que para el 2018 en Costa Rica se producen, aproximadamente, 11,25 millones tm de este desecho, lo cual indica que la cantidad del mismo es atractiva para considerarse como materia prima en algunas alternativas de procesos productivos.

En las fincas de producción de piña, el rastrojo se puede manejar de diferentes formas, el MAG (2012) menciona cuatro:

- Abandono del rastrojo: el desecho se deja durante 13 meses en descomposición, esto permite la aparición de la mosca de establo, que genera un impacto negativo en las comunidades aledañas.
- Quema del rastrojo: permite el detrimento de la población microbiológica del suelo y, a su vez, contaminación ambiental.
- Trituración del residuo y aplicación de herbicidas: técnica mayormente utilizada que aumenta la tasa de descomposición e incorpora microorganismos al suelo, una desventaja es que presenta abuso en la aplicación de agro químicos y que no aplica en el cultivo de piña orgánica.
- Entierro en fosa o trincheras: presenta un alto costo y pérdida de capa fértil del suelo.

Según Camacho (2018) el costo de recolección o extracción del rastrojo es muy alto, y actualmente no existe la maquinaria para hacerlo de forma automatizada, la manera en que se recolecta es manual e implica un alto costo de mano de obra.

Actualmente, en Costa Rica, el manejo del rastrojo de piña es poco tecnificado, lo que produce problemas de contaminación y proliferación de moscas (Oneal, 2018). Como se mencionó anteriormente, se utilizan distintos métodos de tratamiento del rastrojo, sin embargo, todos presentan ciertas consecuencias de diversas índoles, como la emanación de gases de efecto invernadero, el detrimento de la población microbiológica de los suelos, altos costos, abuso de agro químicos, pérdida de la capa fértil del suelo, proliferación de plagas y enfermedades (Salas, 2018).

En Costa Rica la *Stomoxys Calcitrans*, conocida como mosca de establo, se reproduce en materia orgánica en descomposición, principalmente en los rastrojos de cultivos como la piña y en el estiércol animal, provocando niveles superiores a más de 10 veces de los valores reportados usualmente (Solorzano, 2014). El costo de manejo de esta plaga para los productores de piña es

de alrededor de 2 000 dólares¹ por hectárea (Solorzano, 2014). Los adultos de esta especie se alimentan de la sangre del ganado vacuno y equino; lo cual provoca diferentes daños entre ellos, como pérdidas en la producción de leche, disminución del índice de reproducción, pérdida de peso y transmisión de enfermedades en los animales, los cuales generan una problemática para los productores y ganaderos situados en lugares aledaños a las zonas de producción piñera (Solorzano, 2014).

Con base en el aumento de la producción de piña en el país, la generación de desechos poco valorizados a partir de la misma y los impactos ambientales y económicos implicados, se determina la oportunidad de investigar alternativas de aprovechamiento de estos desechos. A continuación, se describen diferentes usos que se le puede dar al rastrojo de la piña, los cuales fueron obtenidos a partir de revisión bibliográfica y entrevistas a investigadores relacionados con el área de interés.

1.1.3.1 Textil

Con la fibra extraída del rastrojo de la piña, correspondiente a un aproximado de un 2% del desecho (Camacho, 2018), se puede confeccionar textiles con características similares a las del cuero animal, que intentan ser una alternativa al uso de este. Esta propuesta es más amigable con el medio ambiente que la producción de cuero animal, pues la última genera mayor impacto ambiental, por ejemplo, por cada tm de pieles crudas procesadas se producen 800 kg de desperdicio y se necesitan de 45 000 a 50 000 l de agua para producir 200 kg de cuero, además de la cantidad de residuos químicos tóxicos que se desechan en el proceso (Famielec & Wieczorek-Ciurowa, 2011). Para crear este textil, las fibras de celulosa del rastrojo deben pasar por procesos químicos y físicos, y procesos de no tejidos (las fibras son adheridas entre sí como la seda) para llegar a tener una fibra extremadamente flexible y resistente; muy parecida a la del cuero convencional (Serrano, 2015). Es importante mencionar que una piña tiene entre 30 y 40 hojas, aproximadamente, que posteriormente se convierten en rastrojo (Camacho, 2018). Para producir un m² (metro cuadrado) de este textil, se necesitan cerca de 480 hojas de piña, es decir el desecho de aproximadamente 15 piñas (Serrano, 2015). Con respecto al precio de mercado, se estima que el textil a base de piña puede costar 18 euros por m², mientras que el cuero tradicional inicia con un precio de alrededor de 30 euros por cada m² (Potts, 2015).

1.1.3.2 Papel

Tal como lo indica Araya (1998) se determina que la fabricación de papel a partir de las fibras del rastrojo de piña es una oportunidad que permite obtener un producto de alta calidad y 100% natural. Para el caso de este subproducto no se conoce información relacionada con su estudio del mercado, precios de venta y comparaciones con respecto al papel convencional.

1.1.3.3 Cuerda

Actualmente, en la agricultura, y en otros ámbitos, se emplea como mecanismo de amarre y protección a los cultivos el mecate de plástico sintético, el cual con el paso del tiempo y la finalización de su uso debe ser desechado o reciclado. El mecate de fibra natural, por su lado, al tener una condición de ser biodegradable surge como una opción atractiva para cambiar el

¹ Considérese para todo el documento un tipo de cambio de 585 colones por dólar vigente al 30 de octubre de 2019.

método actual. Es por esto que, el mecate de fibra natural de piña es una de las opciones de uso para el desecho de este cultivo. Se han realizado pruebas técnicas para la preparación de este tipo de cuerda, sin embargo, se desconoce la existencia de estudios de mercado relacionados con esta alternativa (Camacho, 2018).

1.1.3.4 Compostaje

Otra posible utilización para este desecho es la producción de compost mediante la digestión aeróbica de microorganismos, el cual se puede emplear como alternativa para mitigar la pérdida de la capa fértil del suelo que genera degradación y erosión en el mismo por la actividad piñera (Acuña, 2018). Esta alternativa está siendo evaluada para dar uso a la fracción sólida del rastrojo que no sería utilizada en programas de generación de biogás como el que actualmente desarrolla el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (Amador, 2018), donde esta opción permite degradar el residuo para un uso posterior. Para esta alternativa se desconocen estudios de viabilidad en el mercado y aspectos de comercialización.

1.1.3.5 Productos químicos

Dentro de las alternativas de productos químicos obtenidos a partir del rastrojo de la piña se encuentra la extracción de alcohol, la creación de enzimas de pre-digestión de alimentos y el desarrollo de bio carbón. Las enzimas proteolíticas de la piña fueron utilizadas para hacer pre digestión de los alimentos en el año 1984, posteriormente, se trabajó en la sacarificación del rastrojo de piña para la extracción de etanol (Mata, 2018). El esfuerzo del aprovechamiento en creación de etanol sigue vigente en el Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT). Esta opción, a pesar de desconocer aspectos del mercado, resulta atractiva de evaluar, pues presenta una oportunidad con respecto al potencial margen de utilidad obtenido con su producto final (Bermudez E. , 2018).

1.1.3.6 Energía

El programa de biogás del ICE, actualmente desarrolla pruebas con el uso de la fracción líquida del rastrojo para el aprovechamiento energético, como fuente de biogás, donde en las estimaciones realizadas por este ente se generan 5 517 186 toneladas por año de rastrojo fresco, que producirían teóricamente 147 027 661, 28 m³ de metano por año, donde se estima que se pueden generar 31,13 MW, detalle que resulta muy prometedor, tomando en cuenta que la capacidad instalada actualmente en todo el país, a partir de biomasa, es de 2,72 MW (Amador, 2018).

1.1.3.7 Bio refinería

Se ha estudiado el uso de la fracción sólida del rastrojo para bio refinería, que es el procesamiento de manera sustentable de biomasa para lograr su conversión en una variedad de productos bio compuestos (comida, sustancias químicas y materia prima) y bio energía (biocombustibles, poder y calor) (Hernández y Prado, 2018). El potencial para el uso en bio combustibles, actualmente, se encuentra en estudio en el CIA de la UCR, se han logrado resultados a partir de la fracción sólida del residuo por medio de una fase de hidrolizado, seguido por una de extracción de lípidos de la biomasa para síntesis de biodiesel (Uribe, 2018).

1.1.3.8 Ensilaje

Según investigadores de la UCR, el rastrojo de la piña tiene un valor nutricional apto para alimentación del ganado, tanto lechero como de engorde. El ensilaje es un tipo de

almacenamiento de material de origen vegetal que se puede usar para alimentar rumiantes, aprovechando el exceso de material no valorizado. El ensilaje corresponde a una excelente alternativa de alimentación cuando, en ciertas épocas del año, el forraje escasea (Peña, 2018). Se desconoce de otras iniciativas por emplear este desecho en la fabricación de alimento para animales, así como un estudio de mercado que indique la viabilidad y rentabilidad de este tipo de negocio.

1.1.4 Oportunidad

Con base en los hallazgos del impacto en el desarrollo sostenible provocado por la expansión de la producción de piña y el inadecuado manejo de su rastrojo, se determina que existen múltiples alternativas de aprovechamiento de este desecho en el país, que pueden resultar comercializables basándose en las tendencias mundiales y nacionales a producir, consumir y utilizar productos responsables con el medio ambiente.

1.1.5 Beneficios

1.1.5.1 *Beneficios generales*

- Impulso de iniciativas de aprovechamiento de desechos agrícolas en la industria.
- Producción y comercialización de productos sostenibles, lo cual impulsa la imagen del país con respecto al enfoque de iniciativas económicas responsables con el medio ambiente.
- Definición de un modelo de negocio con enfoque de desarrollo sostenible que pone en práctica los principios de la economía circular.

1.1.5.2 *Beneficios para la sociedad*

- Prevención y mitigación parcial de los problemas ambientales, sociales y económicos asociados al inadecuado manejo del rastrojo de la piña, los cuales afectan la salud y el modo de vida de los habitantes de las zonas aledañas a las fincas de producción de este cultivo, además de su relación con el impacto asociado al cambio climático.
- Impulso económico inherente a la puesta en marcha de un negocio, en miras de un impacto positivo en la economía nacional, mediante la generación de empleos, directos e indirectos, en zonas con escasas oportunidades laborales y alta vulnerabilidad económica y social.

1.2 Objetivo general e indicadores de éxito

1.2.1 Objetivo general

Evaluar alternativas de uso del rastrojo de la piña como materia prima para un proceso productivo, con el fin de obtener un modelo de negocio que permita aprovechar este desecho y mitigue parcialmente la problemática asociada al inadecuado manejo de este.

1.2.2 Indicadores de éxito

- Porcentaje de satisfacción por parte de los clientes finales con respecto al interés sobre el modelo de negocio planteado.

Indicador	Fórmula
% de satisfacción del cliente con respecto al modelo de negocio propuesto	$\frac{\text{cantidad de encuestas satisfactorias}^*}{\text{cantidad total de encuestas aplicadas}}$

*Encuesta satisfactoria: aquella con un resultado igual o superior a una nota ponderada previamente definida.

- Porcentaje de satisfacción por parte de los productores de piña ante la atracción sobre la oportunidad que les ofrece el modelo de negocio planteado.

Indicador	Fórmula
% de satisfacción del productor de piña con respecto a la oportunidad que les ofrece el modelo de negocio propuesto	$\frac{\text{cantidad de encuestas satisfactorias}^*}{\text{cantidad total de encuestas aplicadas}}$

*Encuesta satisfactoria: aquella con un resultado igual o superior a una nota ponderada previamente definida.

- Indicadores financieros: aquellos relacionados con la puesta en marcha de un proyecto de desarrollo de un modelo de negocio para medir su viabilidad económica en el tiempo (TIR, VAN, Índice de Deseabilidad, Tiempo de retorno).

Indicador	Fórmula
Índice de deseabilidad	$\frac{\text{Valor actual neto}}{\text{Inversión inicial}}$

- Indicador de circularidad a nivel de producto final, propuesto por Linder, Sarasini y van Loon (2017).

Indicador	Fórmula
Circularidad	$\frac{\text{Valor económico de los elementos reciclados}}{\text{Valor económico de la totalidad de las partes}}$

1.3 Limitaciones

A pesar de haber investigaciones técnicas para las alternativas de uso del rastrojo, descritas anteriormente, no existen estudios de viabilidad de los negocios relacionados con las mismas, lo cual limita el proyecto en cuanto a falta de referentes bibliográficos que sustenten el desarrollo del mismo. Según la revisión bibliográfica realizada, son pocos o nulos los modelos de negocios que aprovechen este residuo tanto en Costa Rica como a nivel mundial. La mayoría de referencias encontradas son pruebas experimentales del tratamiento de este desecho, que no incluye estudios de pre factibilidad de un modelo de negocio como tal para tomar como un posible antecedente de lo que se pretende hacer en este proyecto.

Existen limitaciones económicas en caso de necesidad de pruebas técnicas o científicas para estudiar las propiedades del rastrojo. Se conoce de múltiples laboratorios que realizan pruebas técnicas para determinar parámetros químicos, físicos o de otra índole, que son necesarias para estudiar las propiedades de los materiales, sin embargo, estas pruebas son costosas. No se cuenta con ningún tipo de financiamiento por parte de alguna institución o recursos propios por lo que las pruebas de costo considerable son difíciles de realizar, lo que podría significar una limitación a la hora de tomar decisiones en cuanto a tratamientos, por ejemplo, determinar si el nivel de químicos en el rastrojo obtenido en fincas que usan agroquímicos puede ser perjudicial para las personas que usen prendas de vestir creadas a partir de textiles producidos a partir de la fibra de este. Como se aprecia, este tipo de pruebas pueden ser definitorias en ciertas etapas del proyecto y se cuenta con la limitante económica para poder abordar, de una mejor forma, es tipo de temas.

También, se puede considerar como limitación técnica el costo y la complejidad de la recolección del rastrojo, pues actualmente no existe maquinaria especial para realizar esta tarea y además, la recolección se debe dar en fincas piñeras que se encuentran fuera de la gran área metropolitana, lo que puede significar una complicación en la recolección del rastrojo para realizar pruebas, en caso de ser necesario.

Otra limitación se relaciona con el factor tiempo, pues el proyecto se ve limitado con respecto a plazos de investigaciones paralelas que podrían ser de utilidad para su consideración en el mismo. Actualmente, se están desarrollando estudios para darle usos alternativos al rastrojo, sin embargo, estos estudios se encuentran en las etapas de pruebas técnicas y sus plazos de finalización quedan fuera del alcance de este proyecto, por lo cual, no pueden ser considerados en esta etapa. Debido a las limitaciones económicas, mencionadas anteriormente, sería ideal partir de proyectos donde se analice y pruebe la aplicación de tratamientos de residuos del rastrojo para entender el proceso productivo y desarrollar el modelo de negocio alrededor del mismo, sin embargo, algunos proyectos de los que se tiene conocimiento en el país y a los cuales el grupo de trabajo tiene acceso a información están en etapas muy prematuras y sus plazos sobrepasan los plazos definidos para la presente investigación.

1.4 Marco de referencia teórico

En este apartado se discuten temas relevantes que están relacionados con el enfoque del proyecto, con el propósito de profundizar en la temática que se abordará a lo largo del proyecto, desde su planteamiento y hasta su desarrollo.

1.4.1 Economía circular y desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible pretende comprender las interacciones entre tres sistemas complejos: la economía mundial, la sociedad global y el medio ambiente físico. Este mismo pretende una construcción de un mundo donde el progreso económico sea el mayor, la pobreza extrema eliminada, exista desarrollo social y que el medio ambiente este protegido de las degradaciones inducidas por las actividades humanas. El enfoque del mismo debe de ser holístico, es decir, se debe perseguir simultáneamente los objetivos económicos, sociales y ambientales, en resumen,

el desarrollo sostenible promueve un crecimiento económico socialmente inclusivo y ambientalmente sostenible (Sachs, 2015).

La importancia de proyectos innovadores que relacionan procesos de valorización de residuos y modelos económicos radica en que la innovación es una de las herramientas con más acogida para la apertura del desarrollo sustentable, fundamentada en motivaciones para la mejora de aspectos ambientales, sociales y económicos (Caicedo, 2016). Una de las formas de lograr esta innovación es por medio de la economía circular.

Al considerar el rastrojo como uno de los principales residuos de la actividad piñera es importante incluir el concepto de economía circular en el presente proyecto. La economía circular ofrece soluciones al agotamiento gradual de los recursos para sostener las economías modernas, cerrando los ciclos de la materia, agua y energía, haciendo posible que la economía crezca disminuyendo las extracciones al medio natural. Este concepto se basa en un cambio de paradigma, ya que los residuos de un proceso o industria se convierten sistemáticamente en los recursos de otro, se puede definir como una economía de reutilización, recuperación y de recreación ya que transforma radicalmente las cadenas de producción y los hábitos de consumo (Frérot, 2014).

La economía circular se puede considerar como una alternativa al ciclo tradicional de extraer-usar-disponer, propone el mejor uso de recursos y la reincorporación del valor a la cadena productiva, utilizando principios como el diseño sin residuos y la reincorporación de residuos a la cadena productiva como recursos ya sea en la misma industria o en otra, de esta manera formando ciclos cerrados o sistemas en cascada (Caicedo, 2016). La economía circular consiste en buscar el crecimiento económico, pero de forma ambientalmente inteligente y sostenible. Se mantiene el valor añadido productos el mayor tiempo posible y trata de excluir los residuos. Por lo tanto, los beneficios de la misma se pueden palpar en la protección al medio ambiente, creación de empleo, innovación y ventaja competitiva y económica (García, 2016). Relacionándose estrechamente, este concepto con el desarrollo sostenible.

1.4.2 Emprendimiento

Acorde con el tipo de proyecto, entiéndase emprendimiento como un fenómeno pragmático que implica un conjunto altamente interrelacionado de procesos creativos, estratégicos y organizativos (Moroz y Hindle, 2012), que involucra un conjunto de actividades que una persona o grupo, que desea iniciar una experiencia empresarial por su propia cuenta, desarrolla al objeto de materializar sus ideas de negocio, convirtiéndolas en una empresa comercialmente viable (Colomina y Yáñez, 2014). También se plantea el emprendimiento como un proceso que involucra el entorno, al emprendedor, los recursos implicados, el concepto de la idea de negocio y el contexto organizativo asociado. Según Muñiz (2013) los elementos clave para emprender son la identificación de una oportunidad de negocio, la evaluación de la capacidad del emprendedor para desarrollar el proyecto y la robustez del plan de negocio definido para ello.

El modelo estándar dominante del proceso de emprendimiento, con ligeras variantes no sustanciales, consiste en tres fases: idea, plan e implementación. Sin embargo, han surgido técnicas novedosas que intentan implantar una filosofía empresarial con el objetivo de agilizar el proceso de emprendimiento, tal cual lo es el Lean Startup.

1.4.2.1 Lean Startup

Un problema a la hora de desarrollar un modelo de negocio para suplir una necesidad que no se ha suplido antes es la gran incertidumbre a la que se enfrentan los emprendedores, como describe Ries (2011), existe una metodología para diseñar productos o servicios en ambientes de extrema incertidumbre, esta metodología es la de Lean Startup. El detalle con esta metodología es que se basa en los principios de Lean Manufacturing, el objetivo de esta metodología es poder crear modelos de negocio cambiantes que sean replicables y escalables, mediante la experimentación y la determinación de elementos críticos.

Las tres etapas del ciclo son: crear, medir y aprender. Las etapas de Lean Startup cierran un ciclo en el que el desarrollo del proyecto se debe ajustar al aprendizaje obtenido en cada iteración, acercándose cada vez más a la determinación de la factibilidad de la idea implementada. El detalle de esta metodología es que destaca que para las ideas de negocios de alta variabilidad el hecho de tener un estudio de mercado de calidad no es garantía de éxito, sino que el desarrollo mediante la prueba y eliminación de factores que no aporten valor al cliente se pueda desarrollar una idea, determinando si es factible desarrollarla. Esta metodología se puede acoplar directamente a un proyecto en el que se requiere enfrentar una gran incertidumbre, como el propuesto, dado que se desconocen gran cantidad de factores tanto productivos, como de mercado y el abordaje a esta variabilidad es la clave de un diseño exitoso. Para poder ir adaptando el modelo de negocio a las verdaderas necesidades del cliente se requieren de metodologías ágiles, entre las cuales destaca el Design Thinking.

1.4.2.2 Design thinking

Design Thinking es una metodología que permite a los investigadores desarrollar ideas, integrando desde un inicio la perspectiva del cliente final, de manera que sea un proceso integrador en el cual las verdaderas necesidades puedan ser identificadas para un posterior desarrollo de un producto, proceso o en este caso un modelo de negocio (Meinel, Plattner y Weinberg, 2009). Esta metodología se desarrolla por medio de un ciclo que cuenta con cinco pasos: definición del problema, identificación de necesidades, ideación, prototipado y pruebas.

Estas cinco etapas definidas anteriormente, se siguen de una manera secuencial, pero en la realidad se da un cruce de una etapa a otra, conforme se van descubriendo detalles de valor para el diseño de la idea. Esta metodología se integra de manera adecuada a las necesidades del proyecto, dado que permite hacer un desarrollo de la mano de las expectativas y necesidades del cliente final, haciendo en este caso que el desarrollo de un modelo de negocio se haga de manera eficiente, esto haciendo referencia a que no se hacen diseños que se valoran posteriormente, sino que se hacen cambios y valoraciones a lo largo del diseño para que los cambios finales sean menores.

Un detalle fundamental de la metodología como indica Vianna y otros (2012) es que requiere de la conformación de un equipo multidisciplinario con un enfoque colaborativo que permita dirigir las ideas hasta un punto tangible, desarrollando soluciones innovadoras. Esta característica distingue a esta herramienta de otras, debido a que el proyecto incluye variedad de temáticas (sostenibilidad, impacto ambiental, finanzas, entre otros), desde las cuales se requiere de los profesionales de distintas áreas para poder diseñar la solución innovadora que integre las necesidades del cliente. El diseño de un negocio que se desarrolle en el ámbito de la

sostenibilidad requiere de una herramienta que le permita alcanzar esta integración con las necesidades del país y productores, con miras a ser un emprendimiento sostenible.

1.4.2.3 Emprendimiento sostenible

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2006) el abordaje de problemas sociales y la mayor comprensión del contexto en el que operan las compañías se han instalado en las estrategias básicas de las empresas líderes, lo cual permite la aparición del emprendimiento enfocado en la sostenibilidad, que impulsa ideas de negocio a favor de la mejora de la humanidad en los enfoques ambiental, social y económico. Según Richardson, Irwin y Sherwin (2005) el desafío de la sostenibilidad abre un amplio espectro de oportunidades de diseño, mejorando los productos y servicios existentes para influir en los usuarios y consumidores y así, cambiar sus estilos de vida, por ejemplo.

1.4.2.4 Emprendimiento en Costa Rica

De acuerdo con el Reporte Nacional 2014 sobre Emprendimiento en Costa Rica realizado por el Global Entrepreneurship Monitor (GEM), la actividad emprendedora en el país ha bajado alrededor de 35% desde el 2012 y la cantidad de negocios establecidos pasó del 4,8% en 2012 a 2,45% en 2014, sin embargo, un aspecto positivo que se ha observado es el aumento de los emprendimientos que se realizan para aprovechar una oportunidad de negocios (64%) y no por necesidad o subsistencia (10,43%) (Aspen Network of Development Entrepreneurs, 2016).

En el país se observan fuerzas de cambio significativas que demandan un análisis profundo sobre la situación socioeconómica y la importancia del emprendimiento para el crecimiento del país. La primera fuerza, es una visión del emprendimiento como impulsor por crear nuevos proyectos y empresas. Una segunda, aún incipiente, es la generación de los denominados emprendimientos sociales, los cuales son proyectos que buscan resolver problemas sociales o ambientales para un gran número de personas, aprovechando la fuerza del emprendimiento para resolver asuntos que tradicionalmente hubieran sido asumidos por el Estado. La tercera fuerza identificada se relaciona con la constante innovación y el aumento de las posibilidades de acceso a tecnologías para la creación de productos y servicios, lo cual ha propiciado la expansión de los espacios de oportunidad y un cambio en la manera de asumir los riesgos de un nuevo proyecto (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, 2014).

El Programa Nacional para la Aceleración de Proyectos de Innovación Tecnológica impulsado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) y ejecutado por la Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento (AUGE) de la UCR surgió con el propósito de robustecer el ecosistema de generación de “startups”, las cuales se basan en un negocio que será escalable más rápida y fácilmente, así como crear enlaces entre todos los protagonistas que pueden desarrollar proyectos o ideas y negocios con viabilidad comercial (Fernández, 2017). Esta iniciativa surge con la idea de facilitar las herramientas y condiciones para que otros esfuerzos de emprendimiento sean exitosos, para ello, se identificaron diez fronteras de investigación aplicada e innovación en los temas de salud y bienestar, agroalimentarias, ambiente y energía, y sociedad inteligente, las cuales son caracterizadas de acuerdo con diversos atributos y le permiten a los interesados contar con una referencia válida y recomendada para introducir un proyecto de emprendimiento.

Con respecto al sector agrícola costarricense, el MAG (2018) afirma que Costa Rica es un país en el que se ha presentado, por años, una tendencia hacia la expulsión de los jóvenes de las actividades agrícolas, porque las fincas no generan las condiciones para satisfacer sus

expectativas, sin embargo, existen casos muy inspiradores que muestran que es posible desarrollar negocios agrícolas de forma innovadora, en los cuales la información y el conocimiento, las buenas prácticas agrícolas, la protección de los recursos naturales, el valor agregado y la orientación hacia el consumidor, son parte clave para la sostenibilidad de las empresas y los nuevos proyectos del sector.

De acuerdo con los datos presentados, en el país se están desarrollando proyectos que vienen a aprovechar oportunidades de negocios, es de esta manera que se busca determinar cuál es la mejor manera de identificar, para el presente trabajo, cuál de las alternativas es la más adecuada para trabajar en relación con el correcto manejo del rastrojo de piña. En la siguiente sección se detallan las herramientas que se consideran para llegar a esta decisión.

1.4.3 Análisis y selección de la idea de negocio

Como se detalla en la justificación, el manejo inadecuado del rastrojo de piña tiene efectos negativos que pueden ser mitigados con su debida valorización, además en el país hay múltiples fuentes de las cuales se puede conseguir este desecho para ser considerado como materia prima para un proceso de producción. A partir de esto, se presentan distintos usos que se le pueden dar para agregarle valor, como lo son la producción de textiles, papel, cuerda, compost, productos químicos, energía, bio refinería y ensilaje. Tomando en cuenta esta variedad de alternativas se debe identificar, estudiar y seleccionar criterios y premisas en los cuales se debe basar la selección de una alternativa de uso para el posterior desarrollo de su modelo de negocio innovador. Para ello, se deben contemplar los factores involucrados en la evaluación y análisis de la idea de negocio y la propuesta de valor asociada.

Según Alcaraz (2009), para la conceptualización de un modelo de negocio hay que tomar en cuenta factores como la identificación del cliente potencial, la claridad de la propuesta de valor que se ofrece, las ventajas competitivas que diferencian al negocio, los apoyos necesarios para la eficiente producción o prestación del servicio, los recursos necesarios y si se tienen a la mano o hay que conseguirlos, el objetivo que se tiene con la idea de negocio, es decir, hasta dónde quiere llegar el negocio y, por último, como se obtienen ganancias por medio del modelo de negocio. Además, mencionan elementos que pueden ser importantes a la hora de definir el modelo de negocio como lo son la sustentabilidad, los canales de distribución, las actividades y socios clave y la cadena del valor asociada.

También se pueden establecer factores de viabilidad de una idea de negocios planteando el desarrollo de esta como un proyecto. Algunas de las viabilidades que se pueden tomar en cuenta son la viabilidad comercial, que determina si la idea es valorada por un mercado final; viabilidad técnica, que indica si se cuenta con la tecnología, recursos y condiciones necesarios; la viabilidad organizacional, que estipula si se dispone del conocimiento y la capacidad administrativa; la viabilidad legal que toma en cuenta si existe alguna restricción que impida su desarrollo; la viabilidad ambiental que evalúa si la idea puede tener un impacto ambiental negativo y algunas otras que se pueden tomar en cuenta como la viabilidad ética y social (Sapag y Sapag, 2008).

1.4.3.1 Análisis de la idea de negocio

En cuanto al análisis y evaluación de la idea de negocios los autores Sapag y Sapag (2008, pág.2) indican que:

“Si se desea evaluar un proyecto de creación de un nuevo negocio, ampliar las instalaciones de una industria, o reemplazar su tecnología, cubrir un vacío en el mercado, sustituir importaciones, lanzar un nuevo producto, proveer servicios, crear polos de desarrollo, aprovechar los recursos naturales, sustituir producción artesanal por fabril o por razones de Estado y seguridad nacional, entre otros, ese proyecto debe evaluarse en términos de conveniencia, de manera que se asegure que resolverá una necesidad humana eficiente, segura y rentablemente. En otras palabras, se pretende dar la mejor solución al ‘problema económico’ que se ha planteado, y así conseguir que se disponga de los antecedentes y la información necesarios para asignar racionalmente los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida”.

En el caso del presente sería la evaluación y análisis de un proyecto de creación de un nuevo negocio a partir del aprovechamiento de un recurso natural (desecho) que cubra un vacío en el mercado a partir del lanzamiento de un producto.

Sapag y Sapag (2008) proponen que se puede estudiar el proyecto de la idea de negocio como un proceso cíclico de cuatro etapas: idea, pre inversión, inversión y operación. Por la naturaleza de la presente propuesta de investigación que busca pre evaluar, con un mesurado nivel de profundidad, distintas opciones de negocios, basadas en alternativas de uso, para seleccionar una, se supone adecuado considerar el estudio de pre factibilidad que se identifica como un estudio de viabilidad en la etapa de pre inversión. El estudio de pre factibilidad se basa principalmente en la investigación y la obtención de información por medio de fuentes secundarias para definir, aproximadamente, las variables de mercado, las alternativas técnicas de producción y la consideración financiera. En este estudio se estiman los posibles, costos, inversiones e ingresos que demandará el proyecto y se caracteriza fundamentalmente por descartar soluciones con mayores elementos de juicio.

1.4.3.2 Selección de la idea de negocio

Para la selección de la idea de negocio que se va a desarrollar, existen diferentes técnicas o metodologías que se pueden utilizar para guiar esta selección. Silverstein y otros (2009) proponen como herramienta el análisis de comparación pareada que consiste en una comparación rápida, de varios evaluadores, entre pares de ideas para luego cuantificar cual idea fue elegida más veces. Los evaluadores deben tener conocimiento previo de la investigación y los factores que se deben tomar en cuenta para considerar la idea de negocio exitosa. Estos autores también proponen la Matriz Pugh como metodología, que consiste en definir una línea base para distintas categorías de evaluación entre todas las ideas y cuantifica, según la selección del grupo evaluador, si las ideas están por encima, por debajo o al mismo nivel de la línea base para priorizarlas. Estas técnicas son algunos de los ejemplos que se podrían utilizar para la selección o bien, la combinación de elementos de las mismas con otras técnicas, como matrices multicriterios de otros tipos.

También, se deben considerar algunas pautas, que se podrían evaluar y cuantificar, para priorizar y seleccionar las ideas de negocios. Algunas pautas de interés que se pueden tomar en cuenta para proyectos del tipo emprendedor son el potencial de escalabilidad que tiene la solución, el grado de incertidumbre tecnológica que presenta la solución, capacidad del equipo emprendedor

para llevar a cabo el proyecto y la viabilidad técnica (Agencia Nacional de Investigación e Innovación de Uruguay). La Universidad Austral de Chile incluye también otras pautas, por ejemplo, si la idea presenta un alto grado de diferenciación con respecto a lo existente, si el equipo cuenta con los recursos y redes de trabajo para llevar a cabo la idea, grado tecnológico y potencial de impacto en el mercado.

Estas guías mencionadas también sugieren porcentajes de ponderación para las pautas que proponen, sin embargo, para la presente investigación se pretende tomar como referencia ciertas pautas que se utilizan para la evaluación y complementarlas con pautas que el equipo de trabajo determine importantes según los criterios de la investigación, al igual que decidir la ponderación que tendría cada pauta una vez se defina la metodología de selección de la idea de negocio.

1.4.4 Propuesta de valor

Para las ideas de negocio que se van a estudiar y evaluar es muy importante tener clara la propuesta de valor que se va a ofrecer al cliente final. La propuesta de valor consiste en la totalidad de los beneficios que la empresa promete ofrecer a sus clientes, por lo tanto, no solo toma en cuenta el posicionamiento central de la oferta, sino que debe ir más allá de eso. Considerando esto, la propuesta constituye una promesa a los clientes acerca de la oferta de valor y la relación con su proveedor (Kotler y Keller, 2012). Entonces, la propuesta de valor no solo es vender el producto y los beneficios que el cliente percibe de este, sino que todos los servicios y la experiencia que el cliente espera tener antes, durante y después de hacer la compra.

Para generar una propuesta de valor es importante considerar los siguientes elementos (Alcatraz, 2009): Las cualidades del producto, se refiere a los beneficios que ofrece el producto al cliente como la funcionalidad o calidad; la relación con el consumidor, que se refiere a la respuesta del cliente hacia el producto o servicio y, por último, la imagen y prestigio de la marca o empresa que son los factores que pueden atraer a un cliente. Considerando lo expuesto en el desarrollo del proyecto se debe generar al menos una propuesta de valor preliminar de cada idea para su análisis.

1.4.5 Modelo de negocio

Para establecer una manera de lograr un objetivo con una idea de negocio no basta con diseñarla de modo que satisfaga las necesidades de los clientes, se debe poder crear una manera de involucrar a los miembros de la organización a comprometerse con la continua mejora y el desarrollo del proyecto. Sin importar que las metodologías permitan elementos cambiantes en el proyecto debe tenerse un plan que detalle qué se quiere lograr y que este pueda servir de referencia a los involucrados (Alcatraz, 2009).

El abordaje adecuado de la creación del negocio puede seguir metodologías que compitan en océanos rojos o azules. El uso de un enfoque tradicional como el propuesto por Osterwalder y Pigneur (2011) se puede implementar para competir por medio de algún elemento diferenciador en el cuál enfocarse, dependiendo del modelo de negocio seleccionado o diseñado. El punto fundamental de este enfoque es que mediante un elemento diferenciador se tenga una ventaja competitiva.

Un enfoque distinto al competitivo es propuesto por Kim y Mauborgne (2005), donde se propone la estrategia de océano azul como una manera de enfrentarse a mercados conglomerados. Esta técnica lo que busca es que se desarrolle una idea completamente disruptiva, en la cual la competencia sea algo irrelevante pues son los primeros en entrar en ese mercado. Con el tiempo los mercados evolucionan, de manera que estos océanos azules podrían llegar a ser océanos rojos, pero es aquí donde se pueden tomar en cuenta las cinco fuerzas de Porter (2008), donde las barreras de entrada pueden eliminar esta transición de océano azul a rojo.

En ambos enfoques la idea se desarrolla e implementa por medio un lienzo de negocios, el cual resume los aspectos fundamentales del modelo de negocios para que este pueda llevarse a cabo. El objetivo de este lienzo es dar una guía visual a los que diseñan la idea de negocio para que esta comprensible, modificable y evaluable. La necesidad de utilizar esta herramienta es poder delimitar la idea hasta llevarla a un punto tangible, donde esta pueda ir evolucionando con el tiempo.

El medio por el cual se puede desarrollar con mayor amplitud es a partir de este lienzo de negocios donde se identifican y analizar los siguientes nueve aspectos fundamentales (Osterwalder y Pigneur, 2011):

- Segmentos de mercado
- Propuesta de valor
- Canales
- Relación con los clientes
- Fuentes de ingresos
- Recursos clave
- Actividades clave
- Asociaciones clave
- Estructura de costes

Las herramientas mencionadas anteriormente se pueden integrar de manera que una vez definida la idea inicial de negocio, se pueda ajustar por medio de la técnica de Design Thinking para que obedezca a las necesidades del cliente, creando simultáneamente un lienzo de negocios como insumo para iniciar el Lean Startup que determina si la idea es factible, pensando en la mínima idea viable donde el desarrollo propiamente de las ideas se daría con el uso de herramientas de gestión de proyectos ágiles.

1.4.6 Gestión de proyectos y riesgos

1.4.6.1 *Gestión de proyectos*

Según el Project Management Institute (2013) se considera como proyecto a aquel esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Se puede considerar también como un modelo o propuesta que, al asignarle un determinado monto de capital y al proporcionarle insumos de varios tipos (humanos, materiales y de información), permite la producción de un bien o servicio, útil para el ser humano, la sociedad o el país en general.

Rosales (2005) identifica los siguientes tipos de proyectos para el sector agrícola: de producción de bienes físicos para consumo final, producción de insumos físicos, producción de servicios, apoyo a la producción y mejoramiento de la estructura agraria. En el caso de este proyecto la categorización del mismo se sitúa en la producción de bienes físicos para consumo final, destacando el aprovechamiento de los sub desechos de la actividad piñera.

Dado que los proyectos son de naturaleza temporal, el éxito del mismo debe medirse en términos de completarlo dentro de las restricciones de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo, considerando los parámetros definidos inicialmente.

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que este atraviesa desde su inicio hasta su cierre. Project Management Institute (2013) considera las siguientes etapas:

- Inicio del proyecto: en donde se ha definido la idea de negocio y por ende, la estructura del nuevo proyecto.
- Organización y preparación (planificación): etapa en la cual se establece el alcance del proyecto, refinan los objetivos y se define el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos.
- Ejecución del trabajo: considera las tareas necesarias para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer las especificaciones del mismo
- Monitoreo y control: rastreo, revisión y regulación del progreso y del desempeño del proyecto, con el fin de detectar necesidades de cambios y ajustes para la mejora del mismo.
- Cierre del proyecto: involucra las tareas requeridas para finalizar formalmente el proyecto o una fase de este.

Por otro lado, Rosales (2005) considera que para los proyectos del sector agrícola, el ciclo de vida de los mismos debe considerar las siguientes fases: inicialmente la etapa de pre inversión, luego la promoción, negociación y financiamiento, seguido de una interface de diseño final, luego la inversión o ejecución y por último, la operación o funcionamiento del proyecto. Esto evidencia además, la importancia de la evaluación del ciclo de vida del proyecto, siendo esta una comparación, que toma en cuenta varios patrones previamente establecidos, entre los recursos que se estiman, que serán utilizados, y los resultados esperados, con el propósito de determinar si un proyecto se ajusta a los fines perseguidos y, así, garantizar la mejor selección, entre varias opciones de proyectos, para asignar los recursos disponibles. Esta evaluación debe llevarse a cabo en las cuatro distintas fases de su ciclo. Un elemento crítico en el desarrollo de los proyectos es la gestión de los riesgos asociados con el mismo.

1.4.6.2 Gestión de riesgos

La International Organization of Standardization (2009) afirma que toda actividad empresarial lleva implícito un riesgo, algunas en mayor medida que otras, pero ninguna se encuentra exenta. El riesgo es parte de cualquier área de negocio, pues en cierta forma lo define y ayuda a ponerle límites. En el plano corporativo, el riesgo se define como la incertidumbre que surge durante la consecución de un objetivo. Se trata, en esencia, de circunstancias, sucesos o eventos adversos que impiden el normal desarrollo de las actividades de una empresa y que, en general, tienen repercusiones económicas para sus responsables.

Existen diferentes tipos de riesgos, algunas categorías son: financieros, económicos, ambientales, políticos y legales. Para el planteamiento de este proyecto es de suma importancia considerar los posibles riesgos implicados, pues el alcance involucra la sociedad costarricense impactada por su medio ambiente y su progreso económico.

La gestión de riesgos plantea una estructura que define las fases de identificación, tratamiento, y seguimiento de los riesgos con la finalidad de tomar acciones que permitan alcanzar los objetivos de los negocios.

1.5 Metodología general

En la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 se presenta la metodología para cada una de las tres fases definidas para el desarrollo de este proyecto.

El desarrollo de la metodología se divide en las tres etapas del proyecto: diagnóstico, diseño y validación, donde para cada una de estas se adaptó una metodología establecida a las necesidades particulares del objeto de estudio, que contemplasen los aspectos expuestos en el marco de referencia teórico. Para la etapa de diagnóstico se utiliza de referencia a Sapag (2011), donde se detalla la manera adecuada de realizar el estudio de mercado, además de presentar las herramientas de evaluación técnica y financiera que se adaptarán a las necesidades propias del proyecto. Para la etapa del diseño se utiliza como referencia el diseño de un modelo de negocio que proponen Osterwalder y Pigneur (2010), junto con las técnicas de diseño que expone Alcaraz (2011). En la etapa de validación se utiliza como referencia la metodología expuesta por Sapag y Sapag (2008) y por Sapag (2011).

Tabla 1 Metodología del diagnóstico

Actividades	Herramientas	Resultados
-Identificación de las zonas piñeras de Costa Rica -Selección de la zona piñera en que se enfocará el proyecto -Caracterización de la zona seleccionada	-Análisis de indicadores relevantes en las regiones productoras del país (revisión bibliográfica) -Entrevista a expertos	-Región de producción de piña seleccionada -Caracterización de la región productora seleccionada
-Definición de criterios relevantes para la comparación de alternativas -Análisis comparativo entre alternativas con el fin de determinar cuáles de estas no se considerarán en la siguiente etapa	-Matriz multicriterio -Entrevista a expertos -Revisión bibliográfica	-Alternativas que están alineadas con el objetivo del proyecto
Estudio de mercado detallado de la alternativa seleccionada	-Revisión bibliográfica -Entrevistas a expertos	-Mercado meta -Tamaño del mercado potencial
Identificación de la competencia e iniciativas similares	-Entrevistas a expertos -Revisión bibliográfica	-Competencia identificada -Iniciativas similares al producto propuesto
Estudio legal asociado a los elementos técnicos y ambientales de la alternativa planteada	-Revisión de normativa vigente relacionada -Entrevista a expertos	-Legislación relacionada -Requisitos e implicaciones legales -Trámite legales -Permisos, controles y limitaciones

Tabla 2 Metodología del diseño

Actividades	Herramientas	Resultados
Selección final de la alternativa (comparación técnica)	Revisión bibliográfica Entrevista a expertos	Caracterización de la fibra del rastrojo de piña Comparación de aspectos técnicos de las alternativas Alternativa seleccionada Requerimientos técnicos y de calidad del producto
Definición del modelo de negocio	Análisis FODA CANVAS Revisión bibliográfica	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el modelo de negocio Segmentos de mercado / Propuesta de valor / Canales / Clientes / Fuentes de ingreso / Recursos clave / Actividades clave / Asociaciones clave / Estructura de costes
Estudio técnico y diseño del proceso productivo	Mapeo de procesos Revisión bibliográfica Entrevista a expertos	Producción inicial esperada Requerimientos de materia prima Proceso productivo Requerimientos de maquinaria, equipo e instalaciones y mano de obra. Distribución, diseño y localización de instalaciones Riesgos identificados
Diseño organizacional	Análisis de puestos de trabajo Entrevista con expertos	Estructura organizacional/ descripción de puestos

Tabla 3 Metodología de la validación

Actividades	Herramientas	Resultados
Determinación de la viabilidad financiera del proyecto	Ingeniería económica Software Risk Entrevistas Grupos focales	Medición de indicadores financieros definidos (TIR, VAN, Índice de deseabilidad...) Estudio de escenarios financieros
Determinación del interés por parte del cliente final	Entrevistas Encuestas Grupos focales	Opinión e interés del cliente final sobre la propuesta de valor
Determinación de la aceptación del modelo de negocio	Entrevistas Encuestas Grupos focales	Opinión y aceptación del modelo de negocio por parte de los miembros de la asociación solidaria
Cuantificación de la circularidad del producto	Entrevistas Cálculo de indicador de circularidad	Circularidad del producto

1.6 Cronograma de trabajo

Con base en la Metodología General del Proyecto y una estimación de periodos de duración para cada una de las actividades se plantea el Cronograma de Trabajo para este proyecto, el mismo se muestra en la Figura 2.

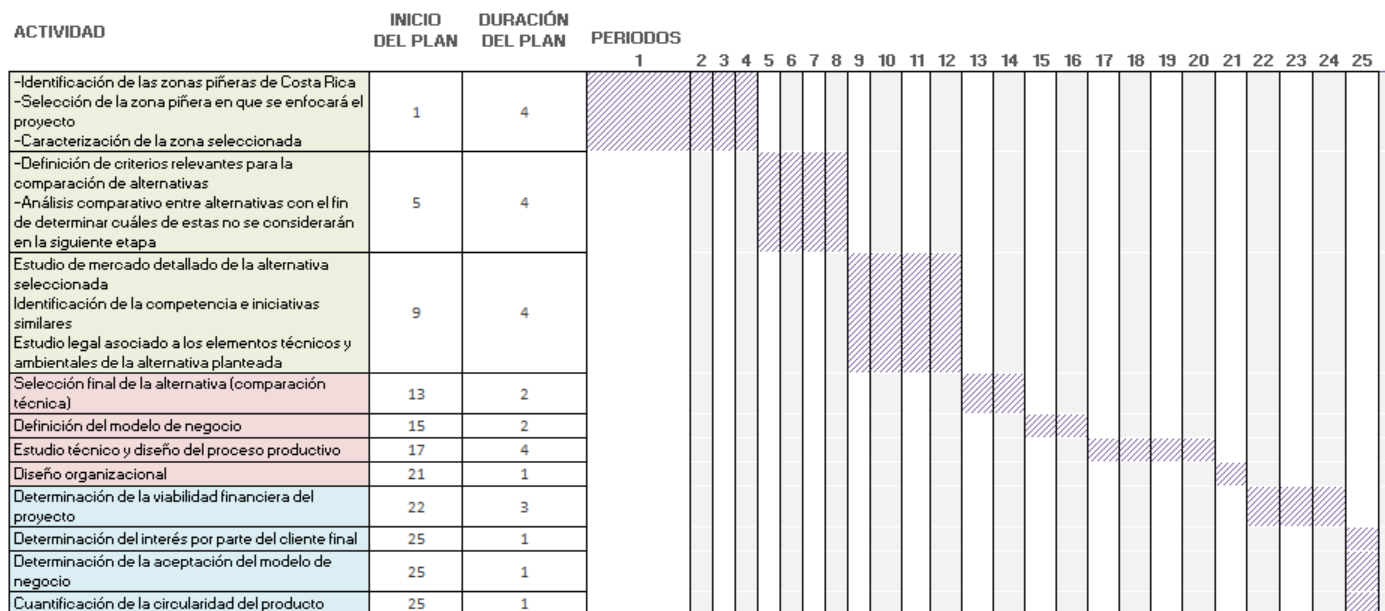


Figura 2 Cronograma de trabajo

Considerando lo anterior, se estima una duración aproximada de 26 semanas para la finalización de las tres etapas del proyecto.

Capítulo II. Diagnóstico

2.1 Objetivos del diagnóstico

2.1.1 Objetivo general

Seleccionar y caracterizar la alternativa de uso del rastrojo de piña adecuada, que permita el planteamiento de una propuesta de valor sustentable.

2.1.2 Objetivos específicos

- Definir y caracterizar la zona de producción de piña en la que se centrará el proyecto para delimitar su alcance
- Establecer las alternativas factibles a considerar con base en criterios que intervienen directamente en el desarrollo del proyecto
- Definir la alternativa seleccionada con respecto a criterios de mercado y del marco legal relacionado

2.2 Delimitación del alcance: zona de producción piñera

Para la selección de la región en donde se propone desarrollar el proyecto se toman en cuenta las regiones socioeconómicas del país, en las que se considera el cultivo de piña como una actividad económica considerable, con respecto al porcentaje de exportaciones de cada una. De las 6 regiones socioeconómicas existentes en el país, las regiones Huetar Norte, Huetar Caribe y Brunca involucran la siembra de piña como una actividad económica significativa, al presentar el 55,40%, el 25,14% y el 19,46% de hectáreas productivas de piña en el país, respectivamente (MIDEPLAN, 2017).

Se identifican los indicadores y características claves para realizar la selección de la región de enfoque. Inicialmente, se consideran la tasa de desempleo abierto y el porcentaje de hogares pobres, como indicadores demográficos relevantes para el tipo de proyecto. La idea de contemplar estos indicadores radica en identificar cuál región posee mayor necesidad de mejora en estos dos aspectos, con el fin de poder colaborar de alguna manera con esta propuesta de modelo de negocio.

Se consideran datos generales del desarrollo de la actividad piñera en la región, tales como el porcentaje de exportaciones, hectáreas de producción, empleo generado por esta actividad, cantidad de fincas y cantidad de asociados a CANAPEP. Estos datos son de sumo interés para la investigación pues representan oportunidades de desarrollo del proyecto, por ejemplo, una mayor cantidad de hectáreas de piña sembrada en la región podría significar una mayor disponibilidad de materia prima para el negocio, como también una mayor cantidad de fincas sembradas y miembros de CANAPEP por región podrían indicar un mayor número de partes interesadas en el proyecto. En la Tabla 4 se muestran los datos recopilados para cada región (Apéndice 1).

Tabla 4 Datos de regiones socioeconómicas

Indicador / Región	Brunca	Huetar Caribe	Huetar Norte
Desempleo abierto (%)	10,40	10,20	9,00
Hogares pobres (%)	35,40	29	27,20
Exportaciones (%)	1,90	11,80	10
Hectáreas de piña sembrada	8 659	11 188	24 653
Empleo generado (personas)	6 080	8 000	17 920
Cantidad de fincas	300	123	636
Asociados a CANAPEP	1	7	32

Elaboración propia con datos del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) (2017), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (2015) y CANAPEP (2016).

Los datos demográficos mostrados para las tres regiones son similares. La región Brunca es la que presenta una mayor tasa de desempleo y un mayor porcentaje de hogares pobres, sin embargo, estos datos para las otras dos regiones no presentan gran variación. En el caso de los datos de la actividad piñera, la región Huetar Norte destaca con 24 653 hectáreas de piña sembrada, 17 920 puestos de trabajo generados a partir de esta actividad, 636 fincas dedicadas a este cultivo y 32 productores asociados a CANAPEP, de un total de 40, siendo estos datos mayores que en las otras dos regiones. Es por esta razón que el grupo de trabajo selecciona la región Huetar Norte considerando que, a partir de estos datos, potencialmente, esta región ofrece más posibilidades y opciones al grupo de trabajo para desarrollar el modelo de negocio y además, los indicadores socioeconómicos, a pesar de no ser los más negativos dentro de la comparación de regiones pueden mejorar ya que la tasa de desempleo de la región de 9,0 es mayor a la del promedio nacional que es de 8,5 (MIDEPLAN, 2017), igualmente, el porcentaje de hogares pobres de la región de 27,2 es mayor a la del promedio nacional, que es de 21,7 (MIDEPLAN,2017). Por lo tanto, estos indicadores permiten ofrecer una oportunidad de mejora para la región al implementar el tipo de modelo de negocio como el que este proyecto ofrece.

De manera complementaria, se realiza un sondeo con el fin de tener un acercamiento a los productores de piña de las distintas regiones y conocer el interés de estos en aportar en un proyecto en el cual se valore uno de los principales desechos de su industria, el rastrojo. Como punto de partida, se consideran, para efectos de este sondeo, los 40 asociados a CANAPEP, de los cuales se logra contactar a cuatro empresas, todas de la zona norte, de las cuales tres indican estar interesadas en un proyecto de este tipo y estar anuentes a suministrar información necesaria para el desarrollo del mismo. Uno de los cuatro productores indica no tener interés porque actualmente en la empresa el rastrojo es enterrado y con ese método está satisfecho.

Considerando las respuestas obtenidas, se logra reafirmar la decisión de seleccionar la región Huetar Norte para la delimitación del alcance del proyecto (Apéndice 2). Es importante mencionar que el proyecto en etapas posteriores se puede replicar o extender a otras zonas socioeconómicas del país, aunque en este punto el alcance se delimite a la región Huetar Norte. La decisión se toma, basándose en el uso de metodologías ágiles, con el fin de llegar donde están las partes interesadas o clientes que muestran interés inicial después de los innovadores (grupo de trabajo), estos son conocidos como "early adopters" (Interaction Design Foundation, 2018).

2.2.1 Región Huetar Norte

La región Huetar Norte está conformada por seis cantones (San Carlos, Upala, Los Chiles, Guatuso, Sarapiquí y Río Cuarto) y treinta y seis distritos, para un mayor detalle ver Figura 1. La misma tiene una extensión territorial de 9 803 km² y una población de 327 293 habitantes, de los cuales 164 965 son hombres y 162 328 son mujeres, su densidad poblacional es de 33,4 habitantes por kilómetro cuadrado. La región tiene una población rural de un 66,6%, se destaca que en esta región se encuentra el territorio indígena Maleku, el cual comprende 3 575,1 hectáreas de terreno (MIDEPLAN, 2017).

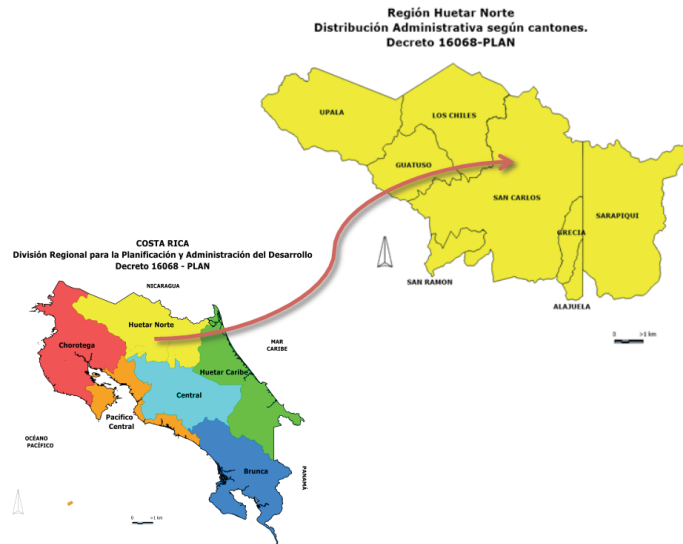


Figura 3 Mapa de la región Huetar Norte en Costa Rica.

Fuente: (MIDEPLAN, 2017).

La región presenta en su territorio llanuras, planicies y terrazas fértiles aptas para la actividad agropecuaria, como los Llanos de Caño Negro, las Llanuras de los Chiles, La Vega y las planicies de Guatuso y Upala. Esto se complementa con una región lluviosa larga y acentuada y una riqueza hídrica como las cuencas del Río San Carlos, Sarapiquí y Frío (MIDEPLAN, 2017).

Las actividades económicas principales son las agropecuarias, específicamente, la ganadería de carne y de leche, cultivos de caña, piña, raíces, tubérculos y granos básicos. Otras actividades importantes en la región son el comercio, el turismo y la construcción (MIDEPLAN, 2017). La actividad industrial en la región es poco avanzada y está básicamente relacionada con las actividades agropecuarias (agroindustria).

Con respecto a la actividad piñera, según el Censo del Ministerio de Agricultura y Ganadería del 2005 (Coto, 2005) la actividad de la piña se concentra en la población de Pital (37%), seguida por Río Cuarto (18%), Guatuso (13%), Aguas Zarcas (8%) y marginalmente participan otros poblados.

A partir de 1994 se intensifica la aparición de empresas privadas, nacionales y extranjeras, en la región, las cuales marcan en forma definitiva la situación del cultivo de piña y su desarrollo tecnológico. Un detalle fundamental de la región es que tiene la mayor cantidad de hectáreas de finca sembrada, de manera que permite suplir un mayor volumen para un proyecto emprendedor

que requiere extraer la fibra del rastrojo de la mata de piña y por lo tanto requiere un alto volumen por el bajo contenido de fibra en las hojas de rastrojo. Además, según la lista de asociados a CANAPEP, esta región cuenta 32 empresas asociadas a esta entidad, que cuentan con fincas e instalaciones para producir piña. En la Tabla 5 se muestran las mismas.

Tabla 5 Empresas piñeras de la región Huetar Norte asociadas a CANAPEP

Empresa
Agroindustrial Tres Amigos S.A.
Agrovicces S.A.
Ananas Export Company S.A.
B y Jimenez S.A.
Bracam pital S.A.
Cítricos Bella Vista S.A.
Comercializadora FRUCORI S.A.
Compañía Agropecuaria Las Brisas, S.A.
Compañía Frutera La Paz, S.A.
Del Huerto S.A.
Diversificados de Costa Rica (DICORI)
El Tremedal, S.A.
Exportaciones norteñas, S.A.
Finca Once, S.A.
Fruver, S. A.
Indaco Horquetas, S.A.
Kaminave de Alajuela S.A.
Leona Farms S.A.
Monte La Providencia, S. A.
Piña Pavón, S.A.
Piñaalbo de Alajuela S.A.
Piñales de Santa Clara, S.A.
Piñales Las Delicias, S.A.
Piñalitos S.A.
Piñas Cultivadas S.A.
Productos Agropecuarios VISA, S.A.
The Fruit Farm Group Costa Rica S.A.
Transunión, S.A.
Trinaca de Alajuela
Upala Agrícola, S.A.
Valle del Tarso, S.A.
Zara División Agrícola, S.A.

Elaboración propia con datos de CANAPEP (2016).

De las empresas mencionadas anteriormente cabe resaltar que, a partir sondeo realizado, se logra contactar a Fruver S.A, Finca Once S.A, Del Huerto S.A. y Exportaciones Norteñas S.A. De estas empresas, las primeras tres tienen interés en colaborar y participar en un proyecto similar al proyecto propuesto y están dispuestos a compartir información de utilidad, estos son los considerados "early adopters", la empresa Exportaciones Norteñas S.A, indica no tener interés en el proyecto ya que consideran tener una forma eficiente de darle tratamiento al rastrojo por medio de la incorporación al suelo en sus fincas. Con base en lo anterior, se determina que la región Huetar Norte presenta oportunidades para el desarrollo del proyecto debido a que se cuenta con gran diversidad de fincas que permite la posibilidad de establecer una relación de negocios con distintos proveedores, donde a la vez se le permite a la población tener acceso a nuevas fuentes de trabajo.

2.3 Selección de alternativa

En la fase posterior a esta se identificaron ocho alternativas de uso del rastrojo que son analizadas para la selección de la opción de negocio más viable de acuerdo con el objetivo general del proyecto. Se determinan cuatro criterios fundamentales que se emplean como ejes comparativos entre las alternativas, con el propósito de seleccionar de forma previa las que respondan al objetivo del proyecto y a los intereses del equipo de trabajo. Se describen los criterios definidos:

- Acceso a la información: se considera fundamental contar con información relevante para cada una de las alternativas, ya sea por medio de investigaciones, pruebas o personas que estén involucradas en el nuevo uso para este recurso.
- Simplicidad tecnológica: cada alternativa debe contar con tecnología moderna pero accesible para su viabilidad técnica en el desarrollo de este proyecto en el país.
- Estado del arte: es importante que los estudios, pruebas e investigaciones de las alternativas estén actualizadas, y tengan resultados validados, con el propósito de determinar la viabilidad de las mismas dentro del proyecto. También se requiere conocer si algunas de las alternativas tienen resultados exitosos que indiquen la factibilidad técnica de las mismas.
- Aprovechamiento de la materia prima: se busca emplear la mayor parte del residuo para disminuir el impacto ambiental que este provoca, sin embargo, es claro que algunas alternativas sólo aprovechan un pequeño porcentaje del mismo.

A partir de la definición de estos criterios se procede a evaluar las alternativas con respecto a los mismos, tomando en consideración la investigación realizada que incluye revisión bibliográfica y entrevistas a expertos relacionados con el tema (Apéndice 3). Con respecto a los aspectos metodológicos de la herramienta elaborada para la evaluación de las alternativas se considera lo siguiente:

- La escala de evaluación de las alternativas con respecto a los criterios es del tipo numérico, con un rango de 1 a 5, en donde se asigna 1 a una evaluación negativa y 5 a una evaluación positiva.

- Los criterios comparativos tienen asignado un porcentaje relativo considerando qué tanta afectación tiene el mismo en el cumplimiento de los objetivos del proyecto, estos se asignan de acuerdo con el criterio de los miembros del equipo de trabajo.

A continuación, se detalla en mayor grado el porcentaje utilizado para la ponderación de cada uno de los criterios:

- Acceso a la información: Este criterio se considera de gran importancia para el desarrollo del proyecto debido a que es un requisito para la justificación y el desarrollo de un proyecto emprendedor, por lo tanto, se le asigna un 35%.
- Simplicidad tecnológica: La complejidad tecnológica puede representar un reto para el desarrollo de un proyecto emprendedor, en el cual el grupo de trabajo no tenga conocimientos extensos de los procesos requeridos, de esta manera cierto grado de simplicidad en la alternativa es clave para el adecuado diseño del modelo de negocio, por esta razón se le asigna un porcentaje de 35%.
- Estado del arte: La información de investigaciones o proyectos llevados a cabo en el país es un claro indicador de la factibilidad técnica de una alternativa, sin embargo, no es un factor limitante debido a que al ser un proyecto innovador puede no requerir un alto grado de avance en la academia o la industria, por lo que se le asigna un 20%.
- Aprovechamiento de la materia prima: El hecho de proponer un producto final de valor agregado que aproveche un elemento específico del rastrojo y que no utilice la totalidad de la hoja es una opción factible, mientras se tomen previsiones para el desecho del producto restante, por esta razón se le asigna un 10%.

La Tabla 6 muestra los resultados de la evaluación de las alternativas con el fin de seleccionar las que responden al objetivo e intereses del proyecto.

Tabla 6 Matriz de preselección de las alternativas

Alternativa / Criterio	Acceso a la información (35%)	%	Complejidad tecnológica (20%)	%	Estado del arte (35%)	%	Aprovechamiento de la materia prima (10%)	%	Σ	Σ%
Textil	4	1,40	4	0,80	4	1,40	1	0,10	13,00	3,70
Cuerda para agricultura	3	1,05	4	0,80	3	1,05	1	0,10	11,00	3,00
Ensilaje	3	1,05	3	0,60	2	0,70	5	0,50	13,00	2,85
Energía	3	1,05	3	0,60	2	0,70	3	0,30	11,00	2,65
Bio refinería	3	1,05	2	0,40	1	0,35	4	0,40	10,00	2,20
Químicos	3	1,05	1	0,20	2	0,70	2	0,20	8,00	2,15
Papel	1	0,35	2	0,40	2	0,70	1	0,10	6,00	1,55
Compost	1	0,35	4	0,80	1	0,35	4	0,40	10,00	1,90

A continuación, se presentan los hallazgos de la evaluación comparativa entre alternativas, en un orden de menor puntuación a mayor puntuación.

El compostaje a partir de rastrojo es una de las alternativas de tratamiento que actualmente es practicada por algunas de las piñeras. Tal como indica De la Rocha (2015) una de las grandes desventajas que esto presenta, pues no hay estudios que respalden su viabilidad como compostaje que permita mejorar la calidad del suelo sobre el cual se reintegra el rastrojo, otro elemento fundamental es que presenta poco valor agregado para un proyecto que requiere no solo de investigaciones realizadas sino de una propuesta de valor agregado para el aprovechamiento de un residuo.

En el caso del papel se encuentra un aprovechamiento bajo de la materia prima, pues se utiliza exclusivamente la fibra del rastrojo de piña, si bien, existen varias investigaciones a nivel nacional e internacional que comprueben la viabilidad técnica de esta alternativa (Araya, 1998) y el proceso tiene una complejidad tecnológica baja, que puede permitir al equipo de trabajo un mayor grado de avance con respecto al diseño del proceso de producción, se considera el producto final (hojas de papel) de estas investigaciones de bajo potencial y valor agregado actualmente, considerando las tendencias mundiales a la digitalización de los documentos. Sin embargo, existen distintas alternativas de producto final, donde su integración en las bolsas de té, papel de filtro y cartón para empaque y embalaje son las más interesantes como indica Mata (2018). Este factor mencionado compromete la continuación de esta alternativa, ya que no se cuenta con estudios ni información acerca de la viabilidad técnica de la producción de papel de filtro ni cartón a partir de papel a base de rastrojo, es por esto que la misma no será tomada en cuenta en la próxima fase de análisis.

La idea de productos químicos a partir del rastrojo de piña ha sido desarrollada mayoritariamente en productos de predigestión y generación de etanol, pero al igual que en el caso de la biorrefinería las investigaciones fueron descontinuadas, como en el caso de los productos de predigestión y los rendimientos para la producción resultaron muy bajos comparados contra otras ideas planteadas, como indica Mata (2018). El poco grado de avance del estado del arte y los bajos rendimientos categorizan esta alternativa como una idea poco viable para desarrollar un proyecto de carácter innovador, pues esta opción no presenta las condiciones para emprenderse.

La biorrefinería es una alternativa que tiene un acceso moderado a la información de acuerdo con los avances de investigación realizados en el CIA de la UCR, a pesar de tener un buen aprovechamiento de la materia prima, tiene la desventaja de que actualmente las investigaciones realizadas obtienen rendimientos muy inferiores a los de otras opciones de materia prima, de acuerdo con Uribe (2018) se requiere mejorar ampliamente el proceso para obtener mejores resultados, lo cual afirma que no es una opción viable para competir en este tipo de mercado.

En el caso de la energía, actualmente existe un proyecto de desarrollo de plantas de biogás por parte del ICE, donde la tecnología desarrollada no se conoce a profundidad y requiere de un conocimiento más profundo en temas de química. Esta alternativa le da un uso a la fracción líquida del rastrojo de piña, pero la forma de recolección de la materia prima es desconocida, de igual manera esta alternativa tiene poco desarrollo documentado, debido a que el único ente

conocido hasta este momento, que ha investigado la generación de energía a partir de la fracción líquida del rastrojo de piña es el ICE. Esta alternativa tiene un aprovechamiento moderado del rastrojo (Camacho, 2019), pues el líquido extraíble de la hoja es reducido, de igual manera Piñar (2019) corrobora que los rendimientos de extracción de energía para el rastrojo resultan ser muy bajos y en este caso siempre hay materia que no es ni fibra ni líquido que no se puede aprovechar. El bajo rendimiento obtenido y la poca investigación disponible en estos temas la convierten en una opción no factible de desarrollar por el equipo de trabajo.

La propuesta del ensilaje resulta atractiva, pues el grado de aprovechamiento del rastrojo es del 100%, sin embargo, requiere de forma complementaria de pulpas cítricas deshidratadas, melaza y corona de piña (López, WingChing y Rojas, 2014). Actualmente, se hace ensilaje utilizando solo las coronas de piña (Camacho, 2019), donde por simplicidad del grosor del follaje resulta más sencillo ensilar la corona que toda la hoja porque requiere de un esfuerzo mayor. Por otro lado, la mayoría de los ganaderos prefiere mantener al ganado pastando que hacer un esfuerzo adicional por aprovechar el rastrojo como parte de su nutrición, dado que se debe ensilar junto con otros productos, como se menciona anteriormente (Piñar, 2019). Es gracias a esta limitación del interés de los ganaderos por simplicidad y disminución de costos que esta alternativa resulta poco viable de analizar para la siguiente fase.

En el caso de la cuerda y el textil se obtienen las puntuaciones más altas debido a que se cuenta con acceso directo a los métodos de producción desarrollados por el profesor investigador de la Universidad Veritas Juan Guillermo Chica, quien ha desarrollado y probado distintos métodos de producción de textiles y cuerda, a partir de rastrojo de piña. Como indica Chica (2019) los métodos de producción de ambos productos son de muy baja complejidad tecnológica, en especial para el caso de la cuerda para agricultura, y los productos desarrollados son de buena calidad, además de que la maquinaria necesaria para obtener estos productos es de bajo costo y poca complejidad tecnológica. Esta alternativa ha sido desarrollada hasta obtener textiles de distinto grosor, al igual que cuerda de distinto grosor, dejando en claro la viabilidad técnica de ambas alternativas y el potencial de automatización que tienen. Estas alternativas se deciden analizar en la siguiente fase.

De la matriz comparativa se llega a la conclusión de que las alternativas de uso del rastrojo de piña más atractivas son la creación de textiles y la generación de cuerda para agricultura. Ambas opciones resultan atractivas, de acuerdo con Chica (2019) la alternativa de la cuerda es atractiva para los productores de piña de la región Huetar Norte, pues permite ahorros de sumas considerables en el mecate de polipropileno, además las distintas alternativas de textiles han sido sumamente atractivas tanto para diseñadores nacionales como internacionales, inclusive siendo este interés soportado por la transición de la industria textil hacia un futuro sostenible.

De estas consideraciones se puede apreciar el potencial de ambas alternativas, sin embargo, es importante considerar que ambas alternativas seleccionadas emplean solamente el porcentaje del rastrojo equivalente a la fibra, lo cual deja sin aprovechar gran parte del rastrojo, es por esto que, se vuelven a considerar como parte complementaria, no principal, del proyecto el compostaje, ensilaje y producción de energía para una revalorización de las mismas de forma

paralela al diseño del modelo de negocio, para darle soporte al mismo al maximizar el aprovechamiento de este recurso.

A partir de este punto, se caracteriza el mercado potencial del textil con el objetivo de seleccionar un producto final de valor agregado sobre el cual se pueda desarrollar el modelo de negocio, al igual que se determina más adelante si esta alternativa puede ser complementaria a la alternativa de la cuerda o si es más beneficioso continuar con un solo producto. Asimismo, se describe el marco legal para ambas alternativas, con la finalidad de dar soporte a la viabilidad técnica de las mismas.

2.4 Aspectos del mercado y marco legal de la alternativa seleccionada

2.4.1 Textil

2.4.1.1 *Cuantificación del mercado potencial*

El tipo de textil que se puede fabricar a partir de una fibra de rastrojo de piña es un tejido plano (Chica, 2019) con una apariencia y características muy similares a las del lino. Dadas estas características del producto se realiza un estudio de las características de producción y consumo del textil de lino. El lino es un textil que se extrae al procesar la planta del lino, esta es una planta elongada (20 cm – 1 m), donde la fibra se extrae de su vástago, donde el 25% de la fibra tiene una calidad para textil (Sinclair, 2015). La fibra del lino cuenta con la ventaja de que gracias a su longitud simplifica el proceso de fabricación de textiles, además del hecho de que, al ser una fibra seca, no requiere de un proceso de secado adicional.

El 83,95% de la fibra de lino se produce en Europa, principalmente en países de Europa Oriental, principalmente en Francia, Bélgica y País Bajos (CELC, 2016). Esta fibra extraída se empaqueta y se vende a las hiladoras, donde las principales hiladoras se encuentran en Europa (15 000 toneladas), China (119 300 toneladas) e India (6 000 toneladas). Una vez finalizada la etapa de hilado, el hilo se vende a las empresas tejedoras. Las hiladoras europeas venden la mayoría de su hilo a tejedoras europeas, de igual manera las hiladoras chinas venden su hilo de manera local, sin dejar de lado un volumen importante que se le vende a las hiladoras europeas (10 000 toneladas) e Indias (20 000 toneladas). Posterior a la etapa de tejido las telas se venden principalmente a India, Japón, China, Europa y Estados Unidos.

El mercado estadounidense es uno de los grandes consumidores de lino, pero la distribución de su consumo se basa un 50% en muebles, 25 % en ropa y 25% en textiles de hogar, Europa siendo el segundo gran consumidor presenta un consumo orientado mayoritariamente a las telas para confección de vestimenta (61%), acabados (27%) y muebles (12%) (Comisión Europea, 2019). De esta manera se identifica al mercado europeo como el mayor del mundo enfocado en textiles para vestimenta, donde cabe destacar que, por las propiedades del textil que se puede elaborar a base de fibra de piña, es el mercado adecuado para el textil de piña, puesto que para muebles y acabados se requiere de otro acabado y tipo de tejido.

Inicialmente se analiza el mercado nacional para el textil de fibra de piña, con el fin de identificar si resulta una opción rentable. Dado que Costa Rica no es productor de lino, los datos necesarios

para el análisis son las importaciones que realiza el país del textil de lino. Como se muestra en la Figura 4, las importaciones en el país cuentan con una alta variabilidad dependiendo del año que se analice, además de la variedad de países proveedores del mismo. Los proveedores mayoritarios varían entre España, Italia y Bélgica, dependiendo del año. La alta variabilidad del consumo en 15 años indica que no es un mercado con un consumo estable, además de que el mayor consumo anual ronda los 31 500 €, dato que anualmente se traduce a aproximadamente 21 000 000 colones. El monto anterior no resulta atractivo para el desarrollo del modelo de negocio a nivel local, pues mensualmente esto representaría un ingreso de 1 750 000 colones aproximadamente. Por esta razón se descarta a Costa Rica como una alternativa para vender el textil de piña y se procede a realizar el análisis para el mercado europeo.

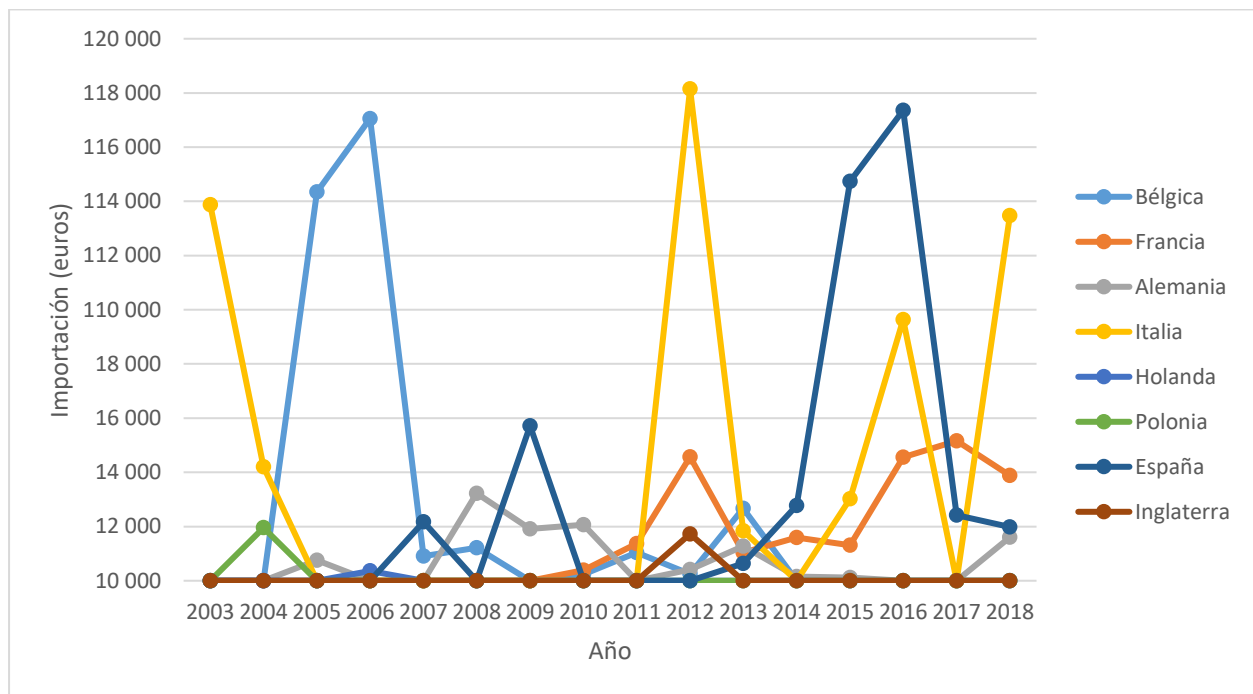


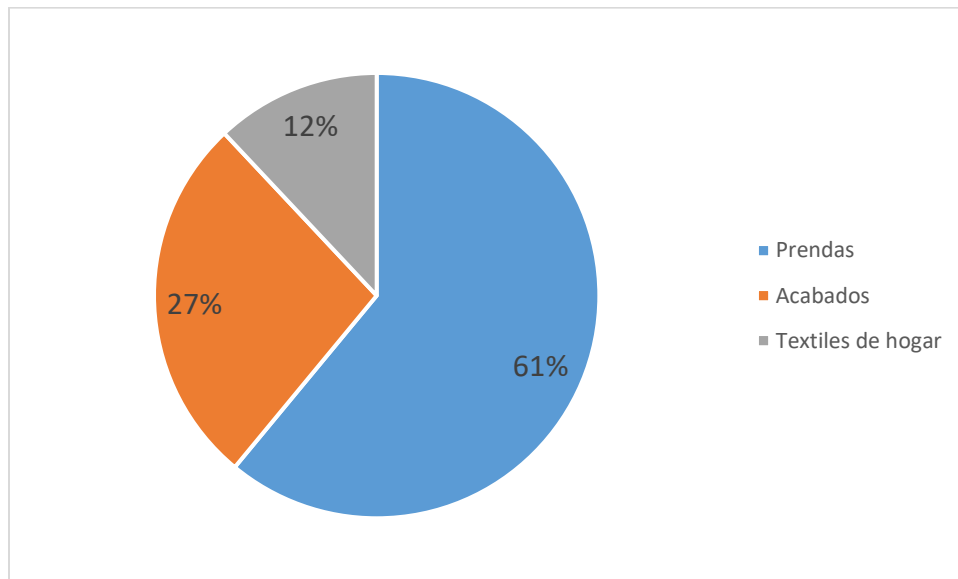
Figura 4. Importación de textil de lino de Costa Rica desde la Unión Europea
Fuente: (Comisión Europea, 2019).

El mercado europeo resulta una de las alternativas más interesantes para la exportación de textil de lino, principalmente porque su consumo de lino se basa mayoritariamente en el uso del lino para prendas (61%), además de ser el segundo consumidor más grande. Adicional a estos detalles es el tercer mercado más grande para fibras para textiles, tanto naturales como artificiales, además de tener una cultura que favorece los productos amigables con el ambiente y cuenta con iniciativas para la migración hacia textiles naturales como Discover Natural Fibres Initiative (DNFI) (Center for the promotion of imports from developing countries EU, 2018).

Para realizar el análisis del mercado europeo se toma en cuenta exclusivamente a la Unión Europa (UE) que consta de 28 países: Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, República de Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda,

Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Holanda, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia y Reino Unido (Gobierno de Reino Unido, 2019).

La distribución de la producción de productos a base de lino en la UE, como se muestra en la Figura 5, indica que la mayoría del lino se emplea en aplicaciones de la tela para vestimenta (61%). De esta manera se determina que la creación de un producto final que sean los metros de tela para vender a las grandes casas fabricantes o diseñadores en el mercado europeo resulta una opción adecuada para este mercado. Con estos resultados del uso del textil en el mercado europeo, principalmente para prendas, se corrobora la sugerencia del investigador Juan Guillermo Chica de enfocarse en este mercado por el énfasis en prendas para el textil con acabado de lino (Chica, 2019).



*Figura 5 Distribución de la producción de productos de lino en la Unión Europea
Fuente: (Comisión Europea, 2019).*

En el caso de las exportaciones de textil de lino y las importaciones del mismo en la UE, como se muestra en la Figura 6, se puede observar que actualmente la unión europea vende más textil de lino que lo que importa, sin embargo, se aprecia una tendencia creciente en las importaciones con una mayor pendiente que las exportaciones, de esta manera identifica que existe una demanda creciente por este tipo de tela justamente en el mercado que más produce de esta tela, aproximadamente el 80%, de acuerdo con los datos de la edición 65 del Congreso Europeo de Lino y Cáñamo (CELC, 2016). El detalle de la relación de importaciones con exportaciones es que aun exportando más de lo que importa sigue siendo el mayor comprador de textil del lino para prendas, pues su composición de uso del textil se basa mayoritariamente en las telas para la confección de vestimenta. La gran cantidad de exportaciones se divide entre todos los países del mundo, donde mayoritariamente se exporta hacia Estados Unidos, como se expone en la Figura 8.

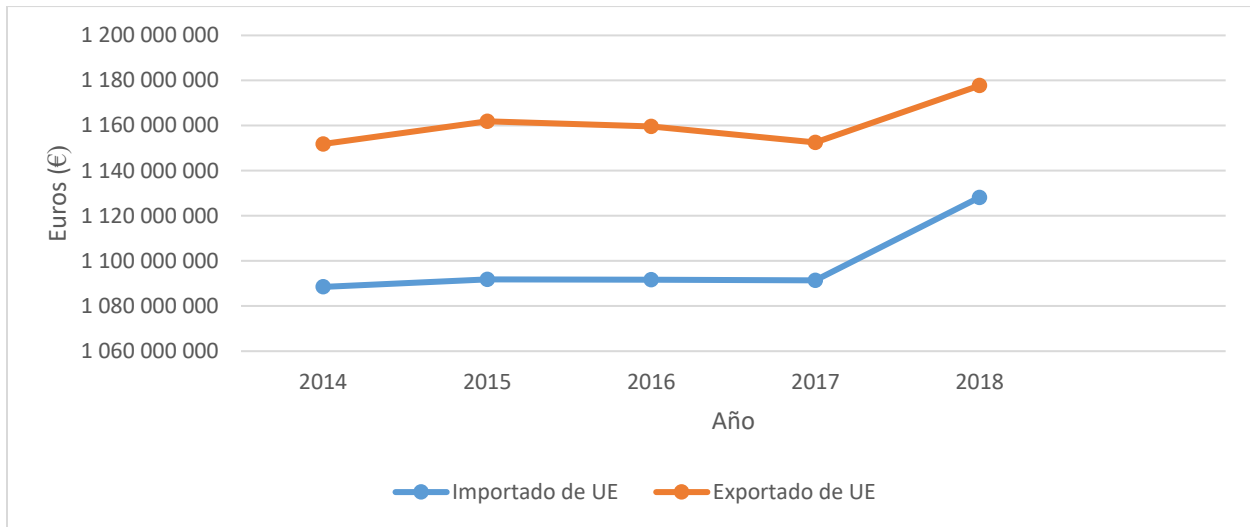


Figura 6. Importaciones y exportaciones del textil de lino en la Unión Europea
Fuente: (Comisión Europea, 2019).

Al analizar los grandes exportadores de textil de lino hacia la UE, se determina que China es el proveedor mayoritario, como se muestra en la Figura 7. Los países mostrados, al igual que en los datos de los grandes compradores se han seleccionado de manera que representen el 80% de las compras/ventas de textil de lino a la Unión Europea. La tendencia creciente de China implica que cada vez se le compra más a este proveedor.

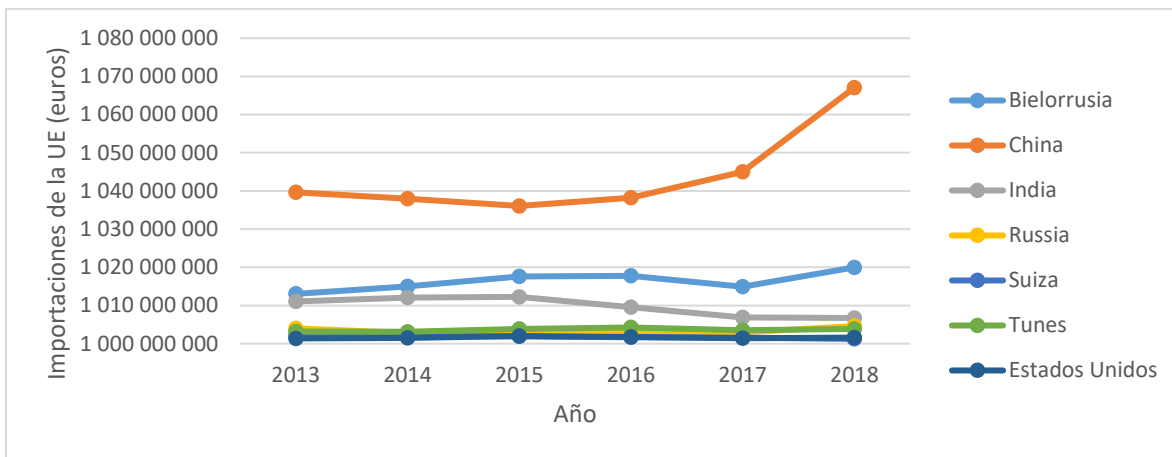


Figura 7. Proveedores de textil de lino a la Unión Europea
Fuente: (Comisión Europea, 2019).

En el caso de los importadores principales (80%) del textil de lino fabricado en Europa, Estados Unidos destaca como el mayor consumidor, como se muestra en la Figura 8, donde se aprecia que su consumo supera inclusive a China. Adicionalmente se muestra un alza importante en la compra de textil de lino por parte Marruecos en el último periodo disponible. Al igual que en Marruecos, Japón presenta un aumento en el consumo, sin embargo, menos pronunciado que en el caso de Marruecos. El caso de Estados Unidos es relevante debido a que su consumo triplica el de los otros países y esto lo hace una opción interesante como mercado, sin embargo,

la industria de Estados Unidos no se enfoca tanto en el diseño de alta costura o confección de vestimenta de alta gama como se corrobora con la distribución de su consumo de un 50% en muebles, 25% en prendas y 25 % en textiles de hogar (CELC, 2016) .

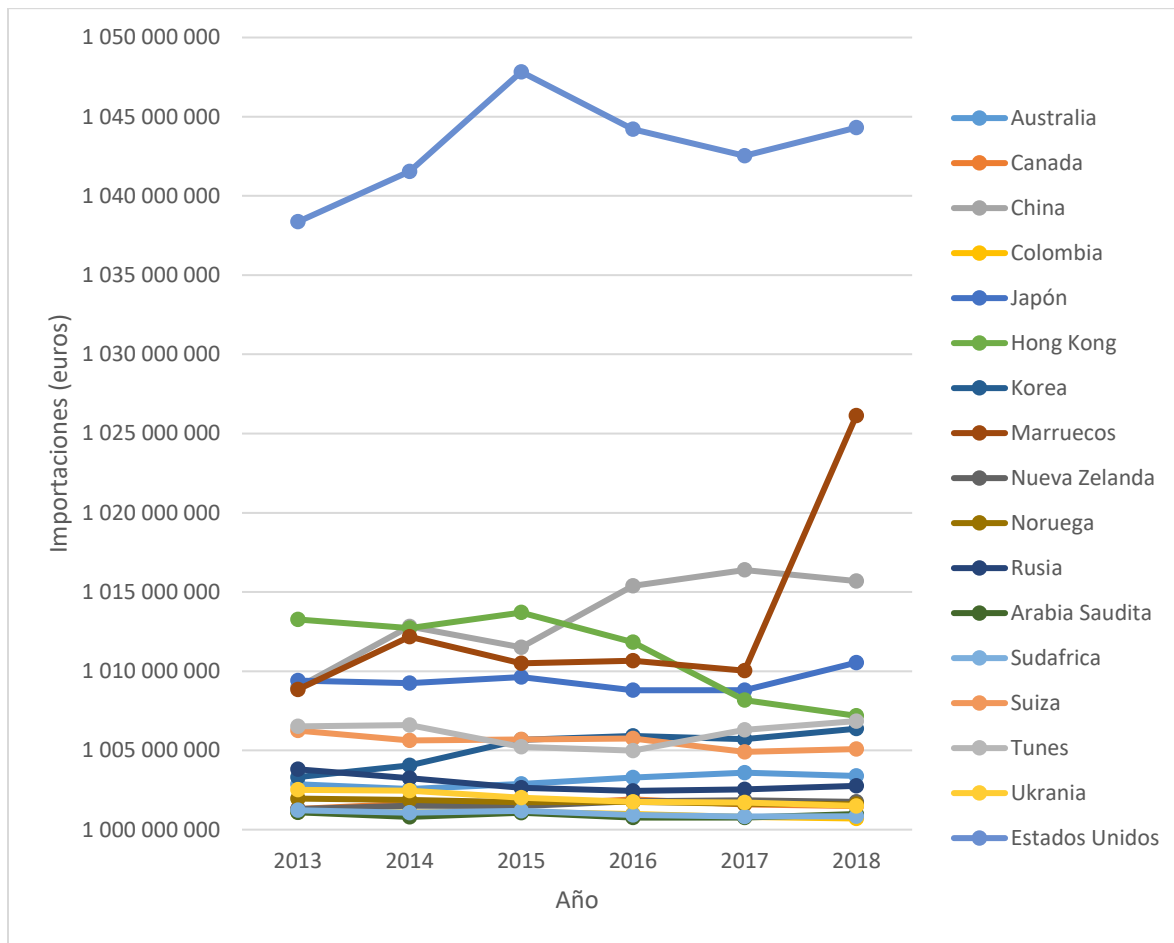


Figura 8. Consumidores del textil de lino de la Unión Europea
Fuente: (Comisión Europea, 2019).

Con los datos anteriormente presentados se determina que la Unión Europea es un consumidor adecuado para el tipo de textil a base de piña que se puede producir, por las propiedades del mismo textil y el tipo de mercado al que va dirigido, donde destaca el énfasis del mercado europeo en el consumo de fibras naturales para prendas de vestir, como en el caso del lino. El público meta de esta alternativa es el mercado europeo, específicamente profesionales o productores que requieran de textiles con propiedades similares a las del lino para la elaboración de productos finales enfocados a la vestimenta. Por la composición del mercado meta y las propiedades del textil, anteriormente expuestos, se propone como producto final los metros de tela de textil plano a base de fibra de rastrojo de piña.

Con los datos obtenidos se determina que existe un mercado potencial de 128 187 192 €, donde el 61% del textil de lino se emplea para la elaboración de vestimenta (Comisión Europea, 2019).

De esta manera se estima un mercado potencial de aproximadamente 78 194 187 €, valor que corrobora su plausibilidad como mercado para el textil que se propone en el proyecto.

2.4.1.2 Identificación de la competencia y tendencias similares

Dentro de la investigación de mercado, se intenta conocer de productos similares a nivel mundial, que puedan competir con el textil de piña propuesto. En este punto cabe destacar que el producto que se propone para el mercado europeo es completamente nuevo en este contexto y por lo tanto no tiene competencia como tal. El siguiente análisis se enfoca en los productos similares identificados.

En Filipinas existe la Cooperativa Progresiva Multipropósito Labo, que comercializa distintos productos derivados del rastrojo de piña y se basa en un modelo donde es un grupo de mujeres el que participa en las actividades de transformación para obtener los productos finales. Esta cooperativa ofrece tres productos finales, que son, piezas de tela y prendas de ropa, fibra decorticada y abono. Las piezas de tela las venden en tamaños de 60 pulgadas por yarda, 45 pulgadas por yarda y 30 pulgadas por yarda con precios de \$15,54, \$11,65 y \$7,77, respectivamente por las piezas (Labo Progressive Multi-Purpose Cooperative). También ofrecen dos presentaciones de Barong que son piezas de ropa tradicionales filipinas hechas de esta tela, por precios de \$453,60 y \$106,81, respectivamente.

La Cooperativa además ofrece fibra decorticada de piña con distintas especificaciones en empaques plástico polietileno, con un precio de \$4,86 por kilogramo. Dentro de las especificaciones indicadas destacan la longitud de la fibra que es de 2 a 3,5 pies y la fuerza a la tracción de 23-31 kg-m/g. Por último, es importante mencionar que también comercializa abono en presentaciones de 2 kilogramos y 40 kilogramos con precios de \$0,78 y \$5,83 respectivamente. Esta parece ser una opción a considerar para la utilización de la materia sobrante del proceso de decorticación de la fibra utilizada por esta cooperativa.

Se considera que el hallazgo de la forma de operar, productos y precios que ofrece esta cooperativa pueden resultar en una oportunidad de Benchmarking producto de la investigación de mercado que se podría utilizar más adelante en la etapa de diseño del modelo de negocio

2.4.1.3 Legislación relacionada

Como parte del diagnóstico se desea conocer acerca de los requisitos legales aplicables para la producción y colocación en el mercado del textil creado a partir del rastrojo de piña. Como se menciona anteriormente, el producto se planea colocar en el mercado europeo. Por lo que se procede a estudiar los requerimientos que deben cumplir las fibras naturales para poder ser importadas en la Unión Europea, además de la legislación aplicable en el país de producción, Costa Rica en este caso.

En el país, se mencionan reglamentos específicos de la actividad a desarrollar, obviando los requisitos legales aplicables para montar cualquier actividad económica en el país. Siendo así, la operación podría estar sujeta al Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos de Funcionamiento del Ministerio de Salud N° 34728-S, ya que estaría incluido en la clasificación de

establecimientos y actividades regulados por el ministerio de salud según riesgo sanitario ambiental, en la división 17 Fabricación de productos textiles (Ley N° 34728-S, 2008). También se debe considerar la norma técnica para etiquetado de productos textiles RTCA 59.01.08:12 Textiles y Productos Textiles. Requisitos de etiquetado (DE-39047-COMEX-MEIC) (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, 2015), también se podría considerar, al momento de exportar, la Ley de Arancel de Aduanas N° 1738, específicamente el capítulo 26 (Ley N° 1738, 1953). Ahora en el caso de exportación al mercado europeo se debe considerar lo siguiente.

En cuanto a seguridad de producto, en general, existe la Directiva Europea de Seguridad de Productos 2001/95/EC, que establece los lineamientos y el marco de requisitos general en cuanto a seguridad de productos. En cuanto a seguridad puede que cada país tenga legislación específica, como es el caso del Reino Unido e Irlanda que cuentan con legislación específica con respecto a la inflamabilidad de los productos importados (Centre for the Promotion of Imports from developing countries, 2018). También es importante mencionar que existe una norma para la seguridad en productos para niños, que establece los requerimientos para productos destinados a niños menores de 14 años.

También existe una legislación vigente en cuanto a químicos utilizados en los productos que se desean importar a la Unión Europea. La legislación REACH (EC 1907/2006) contiene las restricciones de químicos que no se permite utilizar en los procesos de producción de las fibras naturales. Además de esta, se debe considerar la legislación sobre contaminantes orgánicos persistentes (Centre for the Promotion of Imports from developing countries, 2018).

Con respecto al etiquetado de los productos se deben seguir los lineamientos de la Directiva del Parlamento Europeo 96/74/EC, también se cuenta con la Directiva 2008/121/EC que ofrece instrucciones de como nombrar una fibra para introducirla al mercado europeo. En estos temas (etiquetado y nombres de fibra) Adicionalmente se debe considerar la regulación (EU) No 1007/2011 (Comisión Europea, 2011).

Por último, parece importante tener en cuenta que la Directiva 85/374/EEC, puede afectar el proceso de importación del textil ya que incluye todo lo relacionado con la responsabilidad en cuanto al estado del producto (Centre for the Promotion of Imports from developing countries, 2018). Si bien no es un requerimiento legal vale la pena mencionar que la industria de la moda en Europa busca actualmente establecer una legislación para determinar los tamaños de las piezas de tela o prendas de ropa. La industria busca estandarización por el problema que puede significar para potenciales clientes la compra debida a las diferencias en los tamaños de los productos que se ofrecen, aunque no existe legislación vigente se recomienda tomar en cuenta la Norma EN 13402 para abordar este tema.

Es importante también mencionar que existe una directiva de establecimiento de criterio ecológico para obtener el reconocimiento de Eco Etiqueta en la Unión Europea, esta es la directiva 2014/350/EU (Eur-Lex, s.f.).

2.4.2 Cuerda para agricultura

En el sector agrícola se requiere del uso de cuerdas para brindar soporte, sujeción y protección al cultivo, principalmente al alimento. Estas se pueden clasificar en cuerdas de tipo natural (cáñamo, cabuya, algodón y otras) y cuerdas de tipo sintético (nylon, poliéster, polipropileno, polietileno y otras) (Álvarez, 2016). En su mayoría, por costos y acceso al producto, se emplean cuerdas sintéticas, específicamente la de polipropileno.

Según Malagamba (2015) gran parte del enorme volumen de desechos plásticos se acumulan por decenas de años en rellenos sanitarios, sin llegar a degradarse, o son simplemente quemados con el consiguiente daño ambiental y a la salud. El plástico sintético representa entre un 10% y un 13% de los residuos sólidos en el mundo. Es especialmente problemático para el ambiente por contener compuestos químicos que se asocian a problemas a la salud de seres humanos y por otro lado, representa un problema serio para conservar servicios ecosistémicos que nos proveen los ríos, los humedales, los mares y los océanos (Ministerio de Salud, 2017).

En Costa Rica, la industria bananera es la que más emplea este tipo de cuerda. Además, en la producción de piña, considerando el enfoque de este proyecto, también se utilizan cuerdas de plástico dentro de la producción del alimento. Es por esto que, se propone la producción de una cuerda que busque reemplazar la de plástico, considerando que esta impacta ambientalmente desde su producción, hasta en su desecho.

2.4.2.1 Cuantificación del mercado potencial

Según Solano (2019) y con el propósito de ejemplificar, en una finca de la región Huetar Norte, ubicada en Los Chiles, se emplea una cuerda de plástico llamada “plastic twine”, también conocida como cuerda piola o “cocaleca”, producida a partir de polipropileno. Este es el único tipo de cuerda empleado en este tipo de cultivo, dado que no se han presentado otros productos para su reemplazo, sintéticos ni naturales.

Esta cuerda es comprada a un distribuidor nacional, en presentaciones de rollos de 2 115 metros cada uno, con un costo unitario de \$9,67. En esta finca, para una productividad mensual de 73,1 hectáreas el requerimiento de este material es de 350 rollos, aproximadamente, y 4 200 unidades por año. Con este dato se obtiene que una hectárea productiva requiere de 4,79 unidades de cuerda al mes, lo cual equivale a 10 126 metros de cuerda. Asumiendo un comportamiento similar en las demás fincas piñeras se calcula que la región Huetar Norte, para un total de 24 653 hectáreas productivas (CANAPEP, 2016), requiere de 118 000 rollos de cuerda. A nivel nacional, bajo el mismo supuesto, para un total de 44 500 hectáreas productivas se requiere de un volumen de cuerda de 213 000 rollos, o 450 630 985 metros al mes, aproximadamente.

Con lo anterior y definiendo como mercado meta el sector piñero de la región Huetar Norte se calcula que el mercado potencial para la cuerda es de, aproximadamente, 685 000 000 de colones.

2.4.2.2 Identificación de la competencia y tendencias similares

Como se mencionó anteriormente, no existe otro producto, con excepción de la cuerda de polipropileno que sea empleado para darle soporte y sujeción a la planta de piña, por lo que no es posible identificar un sector amplio de competidores. Es claro que existen otras cuerdas, tanto de origen sintético como natural, que podrían emplearse para este tipo de función, sin embargo,

no hay involucramiento por parte de los productores de las mismas en el sector agrícola, así como se determina que no existe suficiente volumen de producción de fibras naturales en el país para cubrir el requerimiento de cuerda que el sector piñero tiene (Camacho, 2019).

Con el propósito de aprovechar el rastrojo de la piña y de paso sustituir la cuerda de plástico que se emplea en esta industria, se propone una cuerda biodegradable, lo cual no implicaría ningún costo en su recolección y desecho, y que puede presentar características similares a la de plástico, cumpliendo con la misma función.

Los requerimientos básicos que debe cumplir este producto son bajo costo, alta resistencia, fácil manejo en su colocación, presentación accesible considerando que se emplearía en una labor manual, durabilidad, alto rendimiento y como aspecto adicional, que garantice su carácter biodegradable. Se pretende para la siguiente etapa, realizar las diferentes pruebas para poder garantizar estos requerimientos del producto.

2.4.2.3 Legislación relacionada

Algunas entidades relacionadas con la alternativa propuesta son el Ministerio de Salud, al proponer un producto que interviene en la salud e integridad del ser humano, el Ministerio de Ambiente y Energía, por la relación directa del producto con el medio ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, por su vinculación en este tipo de proyectos y otras. Según la revisión documental realizada se obtiene, como aspectos relevantes en el marco legal relacionado, lo siguiente:

- En los últimos años surgió una estrategia nacional que tiene como propósito propiciar el empoderamiento en el sector productivo y en la sociedad costarricense para reducir la utilización de plásticos de un solo uso, derivados del petróleo, y que permanecen en los ecosistemas terrestres y marinos por muchos años, buscando su sustitución por productos renovables y compostables (Ministerio de Salud, 2017). Esta estrategia permite reforzar la oportunidad que esta alternativa de producto ofrece, al intentar sustituir la cuerda de plástico por una de origen vegetal y biodegradable.
- La Ley Orgánica del Ambiente tiene como uno de sus fines promover los esfuerzos necesarios para prevenir y minimizar los daños que pueden causarse al ambiente (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2010). Es imprescindible considerar todos los factores que pueden influir en el medio ambiente, a partir de la implementación de esta alternativa como un proyecto real en el sector agrícola nacional.
- La ley orgánica del Ministerio de Agricultura y Ganadería busca atender los problemas que afecten las actividades del sector, en especial los relacionados con las enfermedades, las plagas y la contaminación ambiental (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2010). Es relevante su consideración en el marco legal de esta alternativa dado que el producto propuesto será utilizado en este sector y puede intervenir en aspectos del desarrollo sostenible de la región.
- La Ley 7779, ley de uso y conservación de suelos intenta fomentar la participación activa de las comunidades y los productores, en la generación de las decisiones sobre el manejo y conservación de los suelos (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2010), y es de suma importancia la consideración de esta ley, pues el

producto propuesto podría intervenir directamente en el suelo de la producción de piña y su conservación.

Los puntos anteriores tienen como propósito contextualizar la alternativa propuesta en el marco legal ambiental, como requerimientos y condiciones para poder implementar este tipo de negocio en el país.

2.5 Análisis de resultados

Con los hallazgos identificados, respecto a las distintas alternativas de uso del rastrojo de piña, queda claro que las opciones de uso del rastrojo más factibles más llamativas son la creación de textil de piña y la cuerda de agricultura, principalmente por lo promisorio de sus mercados potenciales y la factibilidad real de implementación de ambas. Aunque algunas de las alternativas de aprovechamiento se encuentran aún en investigación, no se descarta el hecho de que puedan resultar de utilidad para las empresas piñeras a futuro, sin embargo, para el presente proyecto las alternativas de mayor valor agregado son el textil y la cuerda para agricultura.

Dado que ambas alternativas resultan atractivas no es posible definir sin criterios técnicos adicionales cuál alternativa es la más adecuada para el desarrollo del proyecto. La cuerda para agricultura tiene la ventaja de ser un proyecto de alto impacto ambiental al reemplazar la cuerda de polipropileno y ser un negocio circular, al reintegrar la misma a los suelos, por esta misma razón los costos de manejo de la misma disminuyen, dado que al ser biodegradable se puede abandonar sobre los mismos suelos para su descomposición.

Por su parte el textil es una alternativa altamente atractiva desde el punto de vista económico, pues el mercado potencial es amplio y al ser la tela un producto más complejo se paga más por menor volumen que la cuerda. Aun siendo una alternativa más atractiva desde el eje económico la alternativa de la cuerda proporciona un impacto directo en el mercado nacional y ataca más directamente parte del problema ambiental que se vive en el país por el inadecuado manejo del rastrojo de piña.

Tomando en cuenta el potencial impacto ambiental de la alternativa de la cuerda y la circularidad del producto final que se lograría se identifica el mismo como la opción más apegada al problema que se quiere resolver, puesto que el eje ambiental es uno de los puntos clave del presente proyecto. La cuerda resulta la alternativa más atractiva desde esta perspectiva, además de que al ser un proceso más simple se adapta a la realidad de un país que está en vías de descubrir la mejor manera de disponer del rastrojo, con la ventaja de que el proceso para producir cuerda comparte elementos con el del textil, es decir, si se tiene un proceso exitoso de creación de cuerda para agricultura, se pueden hacer modificaciones para generar textil.

Con el fin de lograr cumplir con el alcance del presente proyecto se propone la realización de pruebas de campo que permitan identificar factores clave en los procesos de extracción de la fibra y posteriores etapas que permita discernir entre ambas alternativas con un criterio práctico adicional. Ambas alternativas cuentan con factores clave a favor y son perfectamente factibles, pero se debe analizar cuál alternativa se acopla de manera más adecuada al modelo de negocio que se plantee, los recursos y sobre todo la sostenibilidad que pueda tener el modelo de negocio.

Ambas opciones son factibles, pero se identifica una gran oportunidad en la cuerda de agricultura por su carácter nacional y la circularidad del modelo de negocio que se puede plantear, esto como un primer paso para el desarrollo del modelo de negocio, sin embargo, queda sujeto a los resultados de las pruebas de campo y el conocimiento de los procesos de fabricación. El acople a la realidad nacional es un factor clave para el modelo de negocio, pues el problema que se identifica para solucionar es de carácter nacional y ambiental. Adicional a estas consideraciones se debe tomar en cuenta que se busca un modelo que impacte los tres ejes del desarrollo sostenible, logrando un balance adecuado entre los mismos, de manera que el proyecto no se debe decantar por el tamaño del mercado meta de las alternativas, sino por el balance entre estos factores.

2.6 Conclusiones del diagnóstico

- Se identifica a la región Huetar Norte como la más adecuada para la realización del proyecto por la cantidad y variedad de productores de la zona, la relación con una finca de esta zona y los indicadores socioeconómicos de la misma.
- Se identifican las alternativas de aprovechamiento del rastrojo de hoja de piña de creación de textil y cuerda para agricultura como las alternativas más adecuadas para la realización del proyecto, tomando en cuenta el alcance, las limitantes del equipo de trabajo y el estado del arte, al igual que el mercado potencial de las mismas.
- La creación de cuerda para agricultura resulta ser una iniciativa de alta circularidad por la reintegración de la cuerda a los suelos, al ser biodegradable, que afecta directamente la problemática del inadecuado manejo del rastrojo, al mismo tiempo que evita el uso de cuerda de polipropileno y reduce costos de manipulación.
- La alternativa del textil es una opción con un mercado potencial muy amplio que puede conceptualizarse como una extensión a un proceso de desarrollo de cuerda por los elementos que comportan en su proceso de fabricación. A pesar de ser muy llamativa desde el punto de vista económico no se debe descartar la necesidad del balance de los tres ejes del desarrollo sostenible para un modelo de negocio responsable.
- Las alternativas de ensilaje y compostaje resultan un complemento natural a las alternativas de cuerda y textil, puesto que ambas alternativas utilizan solamente la fibra, la cual representa solo el 2% de la masa total de la hoja de rastrojo, lo que requiere que se aborde posteriormente el restante 98% con técnicas que permitan una adecuada disposición con un impacto disminuido.
- Se requieren de pruebas de campo que permitan complementar los hallazgos del diagnóstico para seleccionar entre la cuerda y el textil, puesto que a nivel de mercado ambas alternativas son atractivas y se requiere de un criterio práctico adicional para seleccionar la alternativa más adecuada para plantear un modelo de negocio sostenible.

Capítulo III. Diseño

3.1 Objetivos del diseño

3.1.1 Objetivo general

Diseñar los componentes técnicos del modelo de negocio para la alternativa de uso del rastrojo seleccionada, con el fin de establecer una propuesta de valor sustentable.

3.1.2 Objetivos específicos

- Seleccionar la alternativa de aprovechamiento del rastrojo que presente la mejor opción de éxito, por medio de la comparación de aspectos técnicos entre la producción de cuerda para la agricultura y producción de textil tipo lino.
- Definir los principios generales del modelo de negocio para la alternativa de uso del rastrojo seleccionada
- Establecer los requerimientos técnicos para el diseño del proceso productivo
- Definir los aspectos organizacionales requeridos para el funcionamiento de la empresa

3.2 Selección final de la alternativa para el diseño del modelo de negocio

En esta sección se discuten los hallazgos obtenidos en las pruebas de extracción de fibra, los cuales se emplean para comparar aspectos técnicos entre las alternativas: cuerda para agricultura, y textil; y con ello, seleccionar cuál es considerada para el diseño de un modelo de negocio. A su vez, se muestran los hallazgos obtenidos en la definición de especificaciones técnicas y de calidad del mínimo producto viable.

3.2.1 Análisis preliminar: extracción de fibra

Para obtener resultados experimentales que permitan detallar las condiciones actuales del proceso de extracción (Apéndice 4), se utiliza una muestra de 54 kg de hojas de rastrojo que son procesadas con la máquina decortadora o desfibradora, desarrollada por los investigadores del ITCR. Una vez extraída la fibra, esta es limpiada manualmente, quitándole los restos de hoja, donde primeramente debe pasar por un proceso de secado para eliminar su humedad y secar los restos de hoja, de manera que la limpieza por medio de peines sea más sencilla. En la Tabla 7 se presentan los detalles de la muestra empleada.

Tabla 7. Caracterización de las hojas de rastrojo utilizadas

Ubicación de plantación	Los Chiles, Alajuela
Variedad de la piña	MD-2
Edad de la planta en el momento de la recolección	124 semanas
Peso de las hojas	54 kg
Volumen recolectado	0,48 m ³
Tiempo de recolección	2 h
Cantidad de personas que realizaron la recolección	1

En la Tabla 8 se detalla, para dos sub muestras, los resultados obtenidos con la maquinaria y la técnica descrita anteriormente. Se determina que el porcentaje de fibra útil para la creación de cuerda (limpia y seca) es cercano al 2%, lo cual es un valor muy bajo comparado con el peso total de la hoja, lo que permite corroborar la aproximación de este resultado con el 2,34% obtenido por los investigadores del ITCR (2012), este detalle es fundamental pues, por la naturaleza ambiental del proyecto, el residuo restante se debe tratar con el fin de darle el mayor aprovechamiento al rastrojo.

Tabla 8. Resultados del proceso de extracción de fibra

Aspecto / muestra	Muestra #1		Muestra #2	
Hojas por grupo	9	unidades	39	unidades
Peso de hojas	0,63	kg	2,55	kg
Peso de fibra sin procesar	0,06	kg	0,28	kg
Peso de fibra sin procesar / peso de hojas	9,52	%	10,98	%
Peso de fibra procesada	0,012	kg	0,056	kg
Peso de fibra procesada / peso de hojas	1,90	%	2,20	%

Un aspecto fundamental es que el método artesanal de limpieza de las fibras puede diferir en gran medida de uno con mayor grado de automatización, pues, actualmente la maquinaria y los procesos para limpieza de la fibra no son procesos maduros o ampliamente industrializados. Otro punto clave es que la máquina utilizada, por falta de mantenimiento, principalmente por tener las cuchillas desgastadas, provoca que la extracción de la fibra tenga cantidades importantes de remanentes, lo que recae directamente sobre el proceso de limpieza, haciéndolo más laborioso. Si la extracción permitiera fibras más limpias se puede obtener una mayor cantidad de fibra procesada por hoja, dado que el proceso de limpieza requeriría de menos iteraciones, eliminando menor cantidad de fibras por abrasión.

3.2.2 Comparación técnica entre alternativas

Con base en los hallazgos de la sección anterior y, según la conclusión de la fase anterior, en la que se decide valorar, de forma paralela, las alternativas: cuerda para agricultura y textil, se procede a realizar un estudio técnico comparativo de ambas para concretar el enfoque final del proyecto, donde a partir de ello se realiza la definición de su modelo de negocio. A continuación, se presentan los hallazgos para cada una de las alternativas.

3.2.2.1 Textil

3.2.2.1.1 Requerimientos de materia prima

Con respecto a la estimación de datos para la producción del textil y, según Serrano (2015), para producir un metro cuadrado de textil a base de fibra de hojas de piña, se necesitan cerca de 480 hojas, lo cual equivale a 33,6 kg de material. Considerando, para la finca bajo estudio, la disponibilidad de materia prima es de 347,30 toneladas por día y el requerimiento para producir una unidad de producto final se obtiene que, por día se podrían producir hasta 10 336 m² de textil (Apéndice 5), en un supuesto de producción constante y bajo un escenario agresivo.

3.2.2.1.2 Requerimientos de equipo

A pesar de que la industria textil está muy avanzada, se puede afirmar que la producción de textiles a base de algunas fibras naturales no posee el mismo progreso con el tiempo, dado que

los estudios realizados en este campo surgen a partir de iniciativas exploratorias para conocer las propiedades de la fibra en la producción textil, sin embargo, no hay avances significativos en su optimización, lo cual se refuerza al afirmar que no existe maquinaria automatizada específica para la transformación de las hojas de piña en la fibra.

La tecnología para la producción textil es muy avanzada, pues a nivel internacional la maquinaria es automatizada y presenta altos rendimientos, tal cual el mercado lo exige, lo cual implica que el costo de las mismas sea elevado, por ejemplo, para la producción de lino, textil de referencia, una máquina de hilado o de tejido pueden tener un costo de hasta \$70 000, sin considerar costos de envío e instalación (Alibabá, 2019). Según lo anterior, es evidente que la inversión inicial de un proyecto de este tipo es muy alta, lo cual permite dudar, de forma preliminar, sobre la viabilidad financiera del mismo para su implementación en un modelo de negocio bajo el enfoque de desarrollo sostenible, como lo plantea este proyecto.

3.2.2.1.3 Aspectos de mercado

Tal como se menciona en la fase anterior, el mercado del textil sería el europeo, considerando que en Costa Rica no hay suficiente involucramiento en la producción y uso de este tipo de textiles. La tienda BamBamBoo es una de las pocas iniciativas, a nivel nacional, por incursionar en el mercado de elaboración de prendas de vestir a partir de fibras naturales (CADECOAST, 2018). Por otro lado, la moda con enfoque sostenible es tendencia a nivel nacional, pues muchos diseñadores están involucrando algunos criterios de sostenibilidad en la creación de piezas de vestir exclusivas, para marcar una nueva fase en el diseño de modas, tal es el caso de Oscar Toribio, de la marca Toribio&Donato, y Leonora Jiménez, que forma parte de la iniciativa nacional The Grin Label que busca crear conciencia en diseñadores, marcas y consumidores sobre el impacto de la moda en el medio ambiente (González, 2019). A pesar de que esto es considerado un gran avance a nivel nacional, el alcance de estas iniciativas es muy pequeño; además, incursionar en un mercado tan agresivo como este limita la viabilidad comercial del producto, así como el proceso de validación del proyecto.

3.2.2.1.4 Efecto en el desarrollo sostenible

Bajo el enfoque lucrativo, el textil ofrece una oportunidad de progreso económico, pues presenta un producto final que puede venderse en un mercado atractivo, como lo es el europeo, y a un precio competitivo, por el valor agregado que presenta el producto. El textil impacta ambientalmente por el mejor manejo que se le da al rastrojo, sin embargo, no permite otro tipo de beneficio ambiental, como lo hace la cuerda. En términos sociales esta alternativa ofrece lo mínimo que cualquier otro tipo de negocio ofrecería, la generación de fuentes de empleo en la zona. En resumen, el textil aportaría progreso económico bajo el enfoque lucrativo, mas no, de forma significativa, en aspectos sociales y ambientales.

3.2.2.2 *Cuerda*

3.2.2.2.1 Requerimientos de materia prima

Se realizan pruebas con la fibra extraída para aproximar la cantidad de hojas rastrojo que se requiere para generar un rollo de cuerda de 2 115 metros, el cual sustituiría a la cuerda de polipropileno para el uso en la agricultura. Para la obtención de la cuerda se utiliza el método de torsión, pues con el método de trenzado, que es uno de los más comunes, los resultados de

longitud podrían variar. Las necesidades de materia prima para el proceso actual de producción de cuerda se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Estimación de necesidades de materia prima para producción de cuerda

Muestra #1	Cantidad de hojas de rastrojo por grupo	9,00	unidades
	Peso de hojas por grupo	0,63	kg
	Peso de una hoja	0,07	kg
Cantidad de hojas requeridas por rollo	Cantidad de hojas requeridas según el grosor esperado	1,50	unidades
	Peso de 1,50 hojas	0,11	kg
	Longitud promedio de cuerda obtenida por hoja	0,67	m
	Grupos de hojas para tener 2115 m de cuerda (un rollo)	3 141,24	unidades
	Peso de cantidad de hojas para obtener un rollo	329,83	kg
	Cantidad de hojas requeridas	4 711,87	hojas

Según lo anterior, para producir un rollo de cuerda de 2 115 m se requiere, aproximadamente, 330 kg de hojas de rastrojo. Considerando lo anterior y la disponibilidad diaria de material, 347,30 toneladas por día, y bajo un escenario agresivo de producción constante, se lograrían producir hasta 1 052 rollos de cuerda al día (Apéndice 5).

3.2.2.2.2 Requerimientos de equipo

Para producir cuerda se requiere extraer la fibra, secarla, peinarla, encordarla y embobinarla, no se requiere de una fase de tejido, tal cual lo requiere el textil. Actualmente, no existe maquinaria que procese fibra de hojas de rastrojo de piña, por ende, se toma de referencia maquinaria que maneja fibras similares, como la fibra de la cabuya. La maquinaria es más accesible, económicamente, con respecto a la requerida en el textil, dado que la producción de cuerdas naturales no es tan industrializada como lo es el textil a modo general.

3.2.2.2.3 Aspectos de mercado

El mercado de la cuerda para agricultura está definido bajo un alcance nacional, específicamente para la finca piñera bajo estudio, ubicada en la región Huetar Norte. Esto facilita el proyecto pues se conoce los requerimientos de cuerda de la misma y delimita la planificación de la producción para esta alternativa, facilitando los aspectos de validación.

3.2.2.2.4 Efecto en el desarrollo sostenible

En cuanto al impacto en aspectos de desarrollo sostenible, la cuerda ofrece un mejor escenario pues aporta en los tres ejes significativamente. Bajo el enfoque ambiental, esta alternativa permite la reducción de consumo de polipropileno por la sustitución de la cuerda empleada en el campo de producción. Con respecto al impacto económico y social esta alternativa permite plantear un negocio más adaptable a la realidad de la zona de impacto (Huetar norte), ofreciendo mejores oportunidades laborales y progreso económico para la misma.

3.2.3 Selección final

Con base en la disponibilidad de materia prima se determina que, diariamente, se podría producir hasta 10 336 m² de textil y 1 052 rollos de cuerda, esto permite re afirmar que la materia prima no es una limitante dentro de este proyecto y que, si un criterio comparativo es el volumen de

producción, el textil tiene ventaja; sin embargo, el requerimiento de rollos de cuerda es menor de lo que realmente podría producirse. Con esto, se concluye que ambas alternativas son atractivas bajo los criterios de disponibilidad de materia prima y requerimientos de mercado.

La principal desventaja de la cuerda es que implica el movimiento y tratamiento de un gran volumen de material, lo cual, bajo el enfoque lucrativo de un modelo de negocio empresarial, indica, de forma preliminar, una baja rentabilidad con respecto a la viabilidad financiera del proyecto. Sin embargo, una consideración esencial para no descartar esta alternativa es orientar el proyecto hacia un enfoque de modelo de negocio social, en donde se plantee la implementación de una empresa social que involucre directamente a los trabajadores de la empresa piñera, por ejemplo, considerando las asociaciones solidaristas dentro del enfoque del modelo de negocio, valorando la posibilidad de negociación de algunos aspectos del productivo con la empresa.

Por su lado, el textil bajo el enfoque lucrativo es una alternativa sumamente atractiva, sin embargo, esta no representa una oportunidad de alto impacto bajo los principios de desarrollo sostenible, pues su impacto ambiental no es tan significativo como el que la cuerda ofrece, además con respecto al tema económico, esta alternativa implica una mayor inversión inicial, por los requerimientos de alta tecnología que se necesita para la producción, además de que el mercado al que esta alternativa está dirigida es un mercado altamente agresivo y se desconoce la probabilidad de ingresar en el mismo, por la naturaleza de ser producto tan innovador.

Con esta última afirmación, se selecciona la cuerda para agricultura para impulsar un modelo de negocio, que involucre una asociación solidarista como intermediaria en el proyecto, lo cual permitiría beneficiar en el progreso económico, impacto ambiental y desarrollo social de la región bajo enfoque. Más adelante, se discuten aspectos relacionados con las asociaciones solidaristas, y también sobre la nueva definición del alcance del proyecto.

3.2.4 Características técnicas y de calidad de la cuerda

Según Stanton y otros (2007) un producto es un conjunto de atributos fundamentales unidos en una forma identificable, los cuales deben ser definidos dentro de la planificación de un proyecto empresarial, son clasificados en tangibles e intangibles, algunos corresponden a características de diseño o de función, otros están relacionadas con el precio, la marca y el servicio postventa.

Cuando se desea plantear un proyecto de emprendimiento, o una Startup, no se cuenta con suficiente información para crear un producto ajustado a las necesidades del cliente, por lo cual, lo ideal es crear un producto viable mínimo (MPV), este debe ser una versión con las funcionalidades mínimas que permitan recoger la cantidad de aprendizaje validado por los clientes (Llamas & Fernández, 2018). Es claro que, por las condiciones de poca experimentación con la fibra de las hojas de piña, no pueden definir las características técnicas y de calidad ideales del producto, sin embargo, si se considera un proceso productivo óptimo e industrializado es evidente que las características del producto puede mejorar, sin embargo, para efectos de este proyecto se definen las especificaciones iniciales del producto mínimo viable, para plantear un escenario de partida de aspectos técnicos para este negocio.

Se realizan distintas pruebas para determinar algunas características de la cuerda. A continuación, se muestra lo definido para el producto mínimo viable.

- Presentación: rollo de cuerda de 2115 metros, misma presentación que la cuerda de polipropileno, no se intenta cambiar esta característica para no afectar la operación de la colocación de esta en el cultivo.
- Cuerda biodegradable: esta característica representa el valor agregado que se ofrece, con respecto a la cuerda de polipropileno pues, al ser una cuerda de origen natural, permite la reducción de costos asociados a la recolección, lavado y devolución de la cuerda de polipropileno, tareas que actualmente se realizan en una empresa piñera. Dentro de la producción de la cuerda no se emplea ningún tipo de químico o producto adicional que afecte la composición química de la fibra, por lo que, al ser totalmente natural esto favorece a que la cuerda, al ser desechada, por la finalización del periodo de uso, pueda ser reincorporada en el suelo mediante un proceso de biodegradabilidad natural, sin embargo, no hay información del periodo de tiempo que implica esta tarea.
- Grosor o espesor: tal como la cuerda de polipropileno que tiene 5 mm de espesor, se hicieron pruebas para definir un mismo grosor en la cuerda, lo cual se logra con la fibra obtenida en, aproximadamente, 1,5 hojas de piña.
- Tensión: según Camacho y Moya (2012) la tensión de la cuerda de polipropileno es de 7 838 kg, mientras que la de la cuerda con base en hojas de piña es de 3 378 kg. Lo ideal es que la cuerda propuesta en este proyecto tenga un resultado cercano al obtenido por los investigadores, sin embargo, cabe destacar que se desconoce la tensión mínima que puede soportar la cuerda para la función que esta debe realizar, lo cual mediante pruebas en campo se podría comprobar si la cuerda propuesta cumple el objetivo. Realizar estas pruebas de campo queda como recomendación técnica para la implementación de proyecto, pues están fuera del alcance del proyecto dado que no se ha logrado producir suficiente cuerda como MPV para utilizarla en una cama de siembra de piña y validar que la tensión que esta soporta es mayor a la requerida.
- Empaque: para este tipo de producto no se requiere de ningún insumo adicional para su producción, como un rollo de cartón, puesto que el encordado que se busca proponer no lo requiere, y tampoco para su empaque y almacenamiento, pues la idea es ofrecer un producto amigable con el medio ambiente, reforzando que no se requiere plástico ni cartón para su empaque, a lo mucho, tarimas de madera para su acomodo en la bodega.

3.3 Modelo de negocio

Como se define en la sección anterior, la cuerda para agricultura es la alternativa seleccionada para el desarrollo del modelo de negocio, bajo un enfoque de empresa social, asociación solidaria en este caso, que tiene como finalidad el aprovechamiento de los recursos que la empresa piñera pueda brindarle a la misma para el progreso del proyecto y la obtención de beneficios en miras del desarrollo sostenible de la comunidad.

3.3.1 Delimitación del alcance

Según el artículo 4 de la Ley 6970, Ley de Asociaciones Solidaristas, una asociación solidaria (AS) es una entidad de duración indefinida, con personalidad jurídica propia que, para lograr sus objetivos, podrán adquirir toda clase de bienes, celebrar contratos de toda índole y realizar toda

especie de operaciones lícitas encaminadas al mejoramiento socioeconómico de sus afiliados, en procura de dignificar y elevar su nivel de vida (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1984).

Según Acevedo (2011) el solidarismo es el conjunto de asociaciones solidaristas creadas en un ambiente laboral, y desarrolladas en el seno de las empresas privadas e instituciones públicas, en el cual intervienen dos partes: patronos y trabajadores, bajo un convenio financiero previamente pactado y orientado a buscar su mejoramiento económico y social por medio de la armonía y el diálogo.

Para efectos de este proyecto se decide involucrar a la asociación solidarista de la finca de referencia como intermediario directo en la implementación de este proyecto, para ello es importante conocer aspectos administrativos legales que definen el funcionamiento de este tipo de organizaciones.

La estructura organizacional debe diseñarse de modo que brinde claridad absoluta de los puestos, las obligaciones y la responsabilidad, con el fin de colaborar en la consecución de los resultados. Una asociación solidarista está conformada de la siguiente manera:

- Asamblea General, integrada por todos los afiliados a la asociación
- Junta Directiva conformada por un presidente, un vicepresidente, un secretario, un tesorero, un vocal I y un vocal II. Además de una fiscalía integrada por un fiscal I, un fiscal II y un representante patronal.
- Comité de crédito: compuesto por tres miembros de la Junta Directiva.

Según Jiménez y otros (2013), en lo que respecta al marco legal, se tienen los siguientes hallazgos:

- La ley de Protección al Trabajador, número 7983, crea y establece el marco para regular los fondos de capitalización laboral propiedad de los trabajadores, además establece un sistema de control de la correcta administración de los recursos de los trabajadores.
- Ley de Asociaciones Solidaristas, No. 6970:
 - El artículo 9 menciona que las asociaciones solidaristas no generan utilidades, salvo aquellos rendimientos provenientes de inversiones y operaciones puramente mercantiles
 - Describe los aspectos relevantes para la constitución y registro de una nueva asociación
 - Discute los principales recursos económicos con los que se puede contar, tal como el ahorro mensual mínimo de los asociados, el aporte mensual del patrono, ingresos por donaciones y legados, y cualquier otro ingreso lícito que perciba con ocasión de las actividades que se realicen.

En Costa Rica, hay claros ejemplos de cómo las asociaciones solidaristas pueden ser un referente para el progreso del país en cuanto al desarrollo sostenible. Tal como lo menciona la Cámara Nacional de Radiodifusión (2018) en el ámbito social “Red de alianzas” permite que las asociaciones solidaristas de las empresas Holcim, KRAFT, Baxter, TACA y Coca Cola FEMSA trabajen en conjunto para la realización de un proyecto de vivienda de interés social, y en el

contexto ambiental la asociación solidarista del Grupo del Sol tiene una campaña de limpieza de playas en limón, entre muchos otros ejemplos.

El objetivo de este proyecto es ofrecer a una asociación solidarista la propuesta de un modelo de negocio que impacte directamente los tres ejes del desarrollo sostenible en la región. A continuación, se describe el contexto de la asociación solidarista de la empresa piñera bajo enfoque, a la cual se le referencia en este documento como AS para mantener su confidencialidad.

3.3.1.1 Asociación solidarista bajo estudio

Según Solano (2019) la AS fue fundada en el año 2012, a partir de la iniciativa de las jefaturas, inicialmente con 100 personas asociadas. Dentro de las principales actividades de generación de recursos están las ventas y ferias para sus mismos asociados. Por su lado, la AS colabora en casos extremos cuando alguno de los trabajadores presenta situaciones graves en su estabilidad económica y de bienestar.

En el año 2017 se realiza el cambio de la conformación de la Junta Directiva y se da inicio al proyecto de un supermercado que permite a los trabajadores tener recursos alimenticios con mayor accesibilidad. Para este año se contabilizan aproximadamente 400 personas asociadas.

Para efectos de la implementación de un proyecto como el que se propone es claro el interés por parte de los asociados, sin embargo, para la etapa de validación esto será comprobado.

3.3.2 Definición del modelo de negocio

Para Osterwalder (2004) un modelo de negocio es una herramienta conceptual que permite expresa la lógica por la cual una compañía gana dinero generando y ofreciendo valor a uno o varios segmentos de cliente, involucra un conjunto de elementos y sus relaciones para crear, gestionar y controlar el valor que se pretende ofrecer. En esta sección se plantea, a partir de varias herramientas ingenieriles, el modelo de negocio para la producción y posible comercialización de la cuerda para agricultura.

3.3.2.1 Análisis FODA

Según Alcaraz (2009) el análisis FODA es una herramienta que el emprendedor puede utilizar para valorar la viabilidad actual y futura de un proyecto, es decir, es un diagnóstico que facilita la toma de decisiones. Se denomina FODA por las iniciales de sus cuatro componentes: Fortalezas, Debilidades (ambas, directamente relacionadas con el proyecto y son de tipo “interno”, es decir, bajo el control del emprendedor para aprovecharse y/o complementarse), Oportunidades y Amenazas (variables externas difíciles de modificar pero predecibles y, por tanto, que hasta cierto punto se pueden prevenir o aprovechar).

Para el proyecto bajo estudio es sumamente importante, previo a definir los aspectos básicos de la propuesta de valor, definir cuáles son los aspectos de mejora, de prevención y aquellos que son indispensables de mantener para lograr un proyecto exitoso. En la Tabla 10 , se presenta el análisis FODA para la producción de cuerda para agricultura (Apéndice 6).

Tabla 10. Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
<p>Disponibilidad de grandes volúmenes materia prima sin costo a partir de negociación con empresa piñera</p> <p>Disponibilidad de equipo de transporte a partir de negociación con empresa piñera</p> <p>Disponibilidad de terreno para ubicación de planta productora de la cuerda</p> <p>Utilización del sobrante de las hojas del rastrojo para el compostaje que actualmente se genera (aprovechamiento de la materia prima)</p>	<p>Falta de experiencia en la producción de cuerda</p> <p>Poca tecnología desarrollada dirigida al procesamiento de la fibra específica</p> <p>Baja tasa de conversión de hoja a fibra</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>Ofrecer un producto con un alto valor agregado (opción biodegradable)</p> <p>Posibilidad de ampliar su mercado a nivel regional, y hasta nacional</p> <p>La empresa piñera destacaría por colaborar con su asociación solidarista en la implementación de un proyecto de una nueva forma de valorización del rastrojo (enfoque RSE)</p> <p>Obtención de recursos a partir de financiamiento, aprovechando el enfoque del proyecto</p> <p>Permite una disminución en el impacto ambiental generado por el consumo de cuerda de polipropileno</p> <p>Aprovechar todo lo que el proyecto implica para destacar como marca país, en el impacto del desarrollo sostenible</p>	<p>Es difícil competir con la producción masiva de cuerda de polipropileno (factor precio)</p> <p>Podrían surgir iniciativas en producción de cuerda a partir de otro tipo de fibras naturales (productos sustitutos)</p> <p>Si no se da un correcto manejo del rastrojo se puede desencadenar la mosca de establo</p> <p>Sector piñero es muy reactivo al cambio</p>

Con base en lo anterior, se realiza un análisis de interacción entre los cuatro ejes, con el fin de determinar las estrategias de acción para anticipar la correcta viabilidad del modelo de negocio (Apéndice 6). A partir de este análisis se determina lo siguiente:

- Al disponerse de altos volúmenes de materia prima se puede considerar la ampliación del mercado meta, no solo para el sector piñero sino también para el mercado de comercialización de cuerdas.
- El modelo de negocio permite ofrecer una estrategia de responsabilidad social para las demás empresas piñeras, por el evidente impacto del mismo en los ejes social, económico y ambiental.
- La asociación solidarista puede obtener recursos que le permitan capacitarse y fungir como pionero en la industrialización de cuerda a partir de las hojas del rastrojo.

- El impacto del modelo de negocio permitiría que las empresas piñeras quieran adoptar iniciativas como las que este ofrece.
- La baja tasa de conversión de hoja a fibra se considera irrelevante cuando dentro del programa de RSE se busca dar utilización al sobrante, por ejemplo, con el compostaje.
- La Asociación Solidarista se ve beneficiada por los recursos que la empresa piñera le ofrece, esto le permite la reducción de muchos costos.
- Utilizar el excedente de las hojas de rastrojo en compostaje, y planificar correctamente la producción, evitando el acceso de las moscas al material, reduciría la afectación social por esta plaga.
- La iniciativa en modelos de negocios para valorizar el rastrojo de la piña permite a otros querer incursionar en este ámbito, lo cual favorece en aspectos de desarrollo tecnológico, de conocimiento y de desarrollo sostenible.

Todo lo anterior permite afirmar la necesidad de implementar un modelo de negocio como el que este proyecto ofrece, considerando todos los aspectos que pueden intervenir de alguna forma en su proceso de desarrollo.

3.3.2.2 *Modelo CANVAS*

El lienzo del modelo de negocio, también conocido como metodología Canvas, es una herramienta desarrollada por Osterwalder y Pigneur utilizada para describir, analizar y diseñar modelos de negocio, con el objetivo de crear, proporcionar y captar valor, desde una perspectiva empresarial. El modelo de negocio es una especie de anteproyecto de una estrategia que se aplicará en las estructuras, procesos y sistemas de una empresa (Osterwalder & Pigneur, 2011).

En la

Tabla 11 se muestra el diagrama resumen del modelo CANVAS para el planteamiento del modelo de negocio.

Tabla 11. Modelo CANVAS

Aliados Clave Proveedores de insumos varios Empresa piñera Otras entidades relacionadas (CANAPEP, Ministerio de Salud...)	Actividades Clave Valorización del rastrojo de piña Producción de cuerda que reemplaza la de polipropileno	Propuesta de Valor Reemplazo de la cuerda de polipropileno por una cuerda biodegradable producida a partir de las hojas de rastrojo, a través de un modelo de negocio social con enfoque al desarrollo sostenible	Relación con el Cliente Relaciones humanas, dentro de la empresa piñera	Segmentos de Clientes Nicho de mercado: empresa piñera de la región Huetar Norte.
	Recursos Clave Físicos: maquinaria, equipo, materia prima Humano: personal Económicos: inversión inicial y la fuente de ingreso principal de la asociación solidarista		Canales Para este proyecto, el canal de información, evaluación, compra, entrega y posventa es por medio del equipo comercial, que se comunica directamente con su cliente	
Estructura de Costes Reducción de costo, por la negociación con la empresa piñera Costes según valor, pues el producto implica un valor agregado más allá de su función principal		Estructura de Ingresos Fuente de ingresos es la venta del producto final		

Lo mencionado anteriormente corresponde a los aspectos generales del modelo de negocio propuesto desde su alcance, hasta la oferta de valor. A continuación, se especifica cada uno de los ejes del modelo, enfocados al modelo de negocio propuesto.

1. Segmentos de mercado:

Se definen los diferentes grupos de personas o entidades a los que se dirige una empresa. Algunos son mercados de masas, nichos de mercado, mercado segmentado, mercado diversificado y otros. En el caso de la cuerda para agricultura el segmento al cual se aplica es el nicho de mercado, esto porque los modelos de negocio orientados a nichos de mercado atienden a segmentos específicos y especializados, en este caso la necesidad de reemplazar la cuerda de polipropileno en una finca de producción de piña, de la región Huetar Norte, con posibilidad a ampliar su comercialización a las demás empresas piñeras y también a otros sectores que empleen este tipo de cuerdas.

2. Propuesta de valor:

La propuesta de valor es el factor que hace que un cliente se decante por una u otra empresa; su finalidad es solucionar un problema o satisfacer una necesidad del cliente. Las propuestas de valor son un conjunto de productos o servicios que satisfacen los requisitos de un segmento de mercado determinado. En este sentido, la propuesta de valor constituye una serie de ventajas que una empresa ofrece a los clientes. La propuesta de valor que se ofrece en este modelo de negocio es el reemplazo de la cuerda de polipropileno a partir de una cuerda de origen natural, que es biodegradable y que es producida por personal contratado por la asociación solidarista de la empresa bajo enfoque, considerando los beneficios en desarrollo sostenible para la empresa y la comunidad involucrada.

3. Canales:

Son los medios con los cuales una empresa se comunica con los diferentes segmentos de mercado para llegar a ellos y proporcionarles una propuesta de valor. Los canales de comunicación, distribución y venta establecen el contacto entre la empresa y los clientes. Son puntos de contacto con el cliente que desempeñan un papel primordial en su experiencia. En el caso del modelo de negocio propuesto, el valor se busca promover, inicialmente, a partir de la experiencia en el uso del producto y, en un escenario de comercialización externa a partir de la divulgación de información del producto y el modelo de negocio en actividades realizadas en el sector agrícola.

4. Relación con los clientes:

Las empresas deben definir el tipo de relación que desean establecer con cada segmento de mercado. La relación puede ser personal o automatizada y gira en torno a la captación, fidelización y estimulación de ventas. Para el modelo de negocio propuesto se basa en el principio de relaciones humanas, en donde los trabajadores de la empresa piñera, miembros de la asociación solidarista, fungen como intermediarios en la producción de la cuerda que la empresa va a adquirir.

5. Fuentes de ingreso:

Se refiere al flujo de caja que genera una empresa en los diferentes segmentos de mercado. En este caso el mecanismo de generación de ingreso es la venta del producto final, basándose en un mecanismo de fijación de precios fijo, el cual define un precio fijo para el producto, sin variaciones por volumen de compra, ni del segmento de mercado. No obstante, la definición del precio de venta podría variar a partir de negociaciones entre el proveedor y el cliente. Otra forma de obtener ingresos es mediante la venta del compostaje producido con el remanente del rastrojo, lo cual puede ser una nueva actividad que se incorpore al proceso productivo y permita darle mayor valorización al rastrojo y permita una nueva fuente de ingreso.

6. Recursos clave:

Entiéndase como recurso clave aquel activo que es importante para el funcionamiento del modelo de negocio.

- Físicos: instalaciones, equipo, sistema. En este caso se considera fundamental la maquinaria para recolección, traslado de la materia prima y la involucrada en la producción, así como el espacio o infraestructura para ello.

- Intelectuales: ofrecen mucho valor al negocio, sin embargo, no es aplicable para la alternativa seleccionada. Podría considerarse cuando al pasar el tiempo se adquiriera la experiencia y el conocimiento en la manipulación y transformación de la fibra de la hoja de piña.
- Humano: la mano de obra es fundamental para el logro de objetivos de este proyecto, pues muchas de las tareas requieren del involucramiento humano para facilitar las operaciones.
- Económicos: el presupuesto para la inversión inicial, la puesta en marcha y operación del negocio requieren de recursos económicos. Estos pueden ser obtenidos por medio de financiamiento a través de la asociación solidarista, así como por medio del dinero generado por el aporte entre los trabajadores y la empresa piñera.

7. Actividades clave:

Estas actividades son las acciones más importantes que debe emprender una empresa para tener éxito, y al igual que los recursos clave, son necesarias para crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con clientes y percibir ingresos. Además, las actividades también varían en función del modelo de negocio. En este caso las actividades clave son muchas, empezando por la valorización de un desecho que implica una problemática a nivel social y ambiental, luego la producción de una cuerda que evita el consumo de una similar, pero de plástico de un solo uso, también la negociación entre la asociación solidarista y la empresa a la cual forma parte con respecto a la comercialización de la cuerda.

8. Asociaciones clave:

Corresponde a la red de proveedores y socios que contribuyen al funcionamiento de un modelo de negocio. En este caso la relación con los proveedores de insumos varios, y la empresa piñera que es el principal proveedor de la materia prima. Así como las diferentes entidades relacionadas con la temática del proyecto, como lo podrían ser CANAPEP, el Ministerio de Salud, y otras.

9. Estructura de costes:

El modelo de negocio planteado se orienta en la reducción de costos, pues el enfoque del negocio es darle una nueva valorización al rastrojo aportándole a la empresa piñera una cuerda de nulo impacto ambiental, es por esto que el rastrojo, por negociación, es brindado por la empresa a ningún costo, lo mismo sucede con las tareas de traslado de materia prima y de producto terminado, que son facilitadas por la misma compañía. Por otro lado, el aporte de valor de la cuerda implicaría que el costo de esta sea superior al de la cuerda de polipropileno, considerando que la última se produce de forma industrial.

3.4 Requerimientos técnicos para el diseño del proceso productivo

A partir de los hallazgos obtenidos en la extracción de fibra y en las pruebas de hilado se definen los parámetros iniciales para la caracterización de la cuerda para agricultura. Con base en ello y un estudio técnico realizado se define la producción inicial propuesta, los requerimientos de materia prima, el proceso productivo y los requerimientos de maquinaria, instalaciones y mano de obra para el modelo de negocio.

3.4.1 Producción inicial

Para definir la producción inicial es importante establecer el mercado meta que se plantea satisfacer al inicio de su operación. Considerando la naturaleza del modelo colaborativo entre la Asociación Solidarista y la empresa piñera y, además, con la idea de establecer un proceso de producción inicial conservador que conlleve una inversión inicial razonable, se diseña, de forma inicial, el proceso de producción para satisfacer el consumo de cuerda que la finca requiere para llevar a cabo su operación regular de plantación de piña, el cual corresponde aproximadamente a un 3,56% del tamaño de mercado de cuerda de polipropileno para la región Huetar Norte, asumiendo un consumo similar en las demás fincas piñeras (Apéndice 7).

Por lo tanto, la producción inicial se calcula a partir del actual consumo de cuerda de polipropileno. En la Tabla 12 y Tabla 13, se muestran los datos de consumo.

Tabla 12 Consumo mensual de cuerda de polipropileno

Consumo (rollos)	350
Metros de cuerda	740 250
Costo (\$)¹	3 384,50
Costo (colones)	2 030 700
Hectáreas de plantación mensuales	73,1

Elaboración propia con datos de Solano (2019)

Tabla 13. Consumo de cuerda por hectárea

Consumo (rollos)	4,79
Metros de cuerda	10 126,54
Costo (colones)	27 779,75

Elaboración propia con datos de Solano (2019)

Según se puede observar en la Tabla 13 el consumo de cuerda por hectárea es de 4,79 unidades que equivalen a rollos de 2 115 m por ha de piña cultivada, lo que equivale a un total de 10 126,54 m de cuerda por hectárea. El rollo de cuerda tiene un costo de 5 800 colones aproximadamente, por lo que el consumo tiene un costo de alrededor de 27 779 colones por hectárea.

Trasladando estos datos por hectárea a datos mensuales, como se refleja en la Tabla 12, se tiene un consumo mensual de 350 rollos de cuerda que equivalen a 740 250 metros de cuerda por mes. Esto considerando una producción mensual de 73 hectáreas.

Anualmente, se tendría un consumo de 4200 rollos de 2 115 m de cuerda, que equivale a un consumo en metros de cuerda de 8 883 000 considerando una producción de aproximadamente 877 ha, tal como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Consumo anual de cuerda

Consumo (rollos)	4 200
Metros de cuerda	8 883 000
Hectáreas productivas	877,2

Elaboración propia con datos de Solano (2019)

Por lo tanto, con la información anterior se concluye que la producción mensual debe ser de, al menos, 350 rollos de cuerda mensuales, lo que equivale a producir 17 rollos al día, por lo que se tiene que contar con la capacidad para producir, aproximadamente 34 000 m de cuerda al día.

3.4.2 Requerimientos de materia prima

Es evidente que, la principal materia prima para producir la cuerda son las hojas de rastrojo de piña, por ende, es necesario determinar si se cuenta con la existencia suficiente de rastrojo de piña para satisfacer la necesidad de cuerda del mercado meta definido. En la Tabla 15 se muestran los resultados obtenidos en distintas pruebas de hilado de fibra de hojas de piña.

Tabla 15 Resultados de pruebas de hilado

Cantidad de hojas requeridas para el grosor esperado	1,50	unidades
Peso de 1,5 hojas	0,11	kg
Longitud de cuerda obtenida por cada grupo de hojas (ajuste por encordado)	0,59	m
Grupos de hojas para tener 2 115 m de cuerda	3 569,6	
Peso de cantidad de hojas para obtener 2 115 m de cuerda	374,81	kg
Cantidad de hojas requeridas	5 354,39	hojas

Considerando que, con el grosor de 1,5 hojas de rastrojo de piña se obtiene cuerda de alrededor de 5 mm de diámetro, similar a la cuerda de polipropileno, se obtiene que para producir un rollo de cuerda de 2 115 m se necesitan 374,81 kg de hojas. Esta suposición de similitud en el grosor de las cuerdas debe ser validada para comprobar que la cuerda propuesta es viable técnicamente al soportar la fuerza que ejerce la plantación de piña, logrando cumplir su función. Estas pruebas se consideran como recomendación técnica para la implementación real del proyecto, pues para efectos del alcance no se logra tener la cantidad mínima del MPV para poder realizar las pruebas en campo, sin embargo, se aclara la importancia de estas pruebas para verificar la aproximación realizada en la definición de los requerimientos de materia prima, lo cual es una variable dependiente al grosor de la cuerda. Con lo anterior, para iniciar la producción diaria, de un máximo de 16,5 rollos, se debe contar con, aproximadamente, 6,184 ton de hojas de rastrojo de piña listas para decorticar.

Según datos brindados por la finca bajo estudio, se tienen aproximadamente 10 ha productivas por semana para sustraer rastrojo, lo cual equivale a un total de 1 736 ton semanales de hojas de rastrojo, y 347 ton de hojas por día, lo cual permite afirmar que, sí hay disponibilidad suficiente de rastrojo para suplir la producción estimada, pues se requiere del 1,78% de material del total que se dispone (Apéndice 8).

3.4.3 Proceso productivo

El proceso de producción para convertir las hojas del rastrojo de piña en fibra como insumo para otro proceso productivo no tiene una alta complejidad técnica. En la Figura 9 se muestra un diagrama de flujo con las principales actividades que componen este proceso.

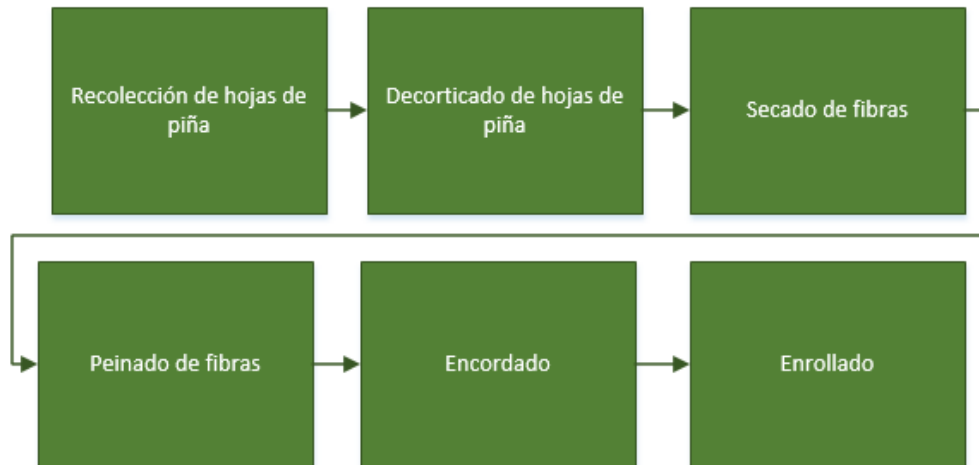


Figura 9 Proceso de producción de cuerda.

Como se puede observar, el proceso inicia con la actividad de recolección de las hojas de piña. Actualmente, justo después de la segunda cosecha del fruto, las plantas son arrancadas del terreno y son derribadas, quedando sobre las camas de siembra el rastrojo, compuesto por el vástago y las hojas, lo cual es sometido a un proceso de compostaje incompleto, luego de su trituración. Sin embargo, el proceso productivo de este proyecto inicia antes de la trituración del rastrojo, pues se requiere de las hojas enteras, mas no del vástago.

Esta primera actividad incluye el cortado de las hojas de la planta, la recolección y el traslado de estas al centro de acopio para ser almacenadas y tratadas. La recomendación para la tarea de cortado se conoce como chapia baja. Este proceso consiste en pasar por las zonas de siembra de la piña y cortar con machetes la hoja del rastrojo de piña. Después de la chapia baja se procede a recolectar las hojas, para trasladarlas del campo a la planta productora. El traslado se lleva a cabo con activos de la empresa y sustituye parcialmente el traslado del rastrojo de piña que es triturado para su tratamiento, por medio del compostaje. Cabe destacar que, como se menciona, se requiere solamente del 2% del rastrojo liberado, por lo que el material sobrante se procede a compostar como actualmente se realiza.

Posterior a la recolección de las hojas, se procede a realizar el decortinado de las mismas, esta actividad se lleva a cabo dentro de la planta de producción. El decortinado es un proceso de extracción de fibra que se reconoce como uno de los métodos de obtención mecánica más adecuados, por su rapidez, limpieza y finura de la fibra obtenida (Bonilla y otros, 2009). Este proceso es realizado con una máquina decortidora automática donde se introduce la hoja completa y la máquina se encarga de separar la fibra de la hoja del resto de componentes que no son útiles en el proceso. En este proceso, las hojas son aplastadas y golpeadas por un juego de ruedas giratorias con cuchillos romos, para que solo queden fibras. Algunos decortidores se alimentan a mano y la pulpa se raspa, primero la mitad de una hoja, la hoja se retira y luego se inserta la mitad opuesta para raspar. En algunas máquinas toda la hoja se decortica en un solo inserto (Hulle y otros, 2015). En la Figura 10 se puede observar el esquema del decortinado que realiza la máquina.

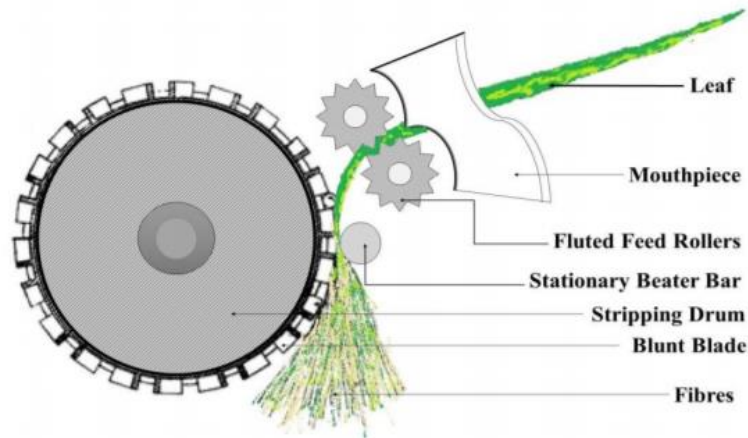


Figura 10 Esquema de decorticado simple

Fuente: (Hulle y otros, 2015)

Es importante destacar que este proceso genera un desecho compuesto por el resto de la hoja, que no es fibra, el cual se pretende reintegrar a los suelos de la finca para el compostaje. El resultado obtenido de esta actividad es la fibra húmeda extraída, pues la hoja tiene un alto porcentaje de humedad y con restos adheridos a la misma que deben ser removidos, tal cual se observa en la Figura 11.



Figura 11 Muestra de fibra recién decorticada.

Posterior al decorticado se procede al secado de las fibras, con el fin de remover la humedad de las fibras recién decorticadas, para que estén en óptimas condiciones para el proceso de peinado y encordado. Generalmente, el secado de las fibras se realiza al aire libre en cables de tendido como se observa en la Figura 12, dejándolo por horas incluso días hasta remover la humedad.



Figura 12 Secado de fibras al aire libre.

Fuente (Fine art america).

Para este proyecto se considera esta forma de secado, pues las máquinas secadoras de fibras implican un alto costo de inversión inicial, así como de consumo energético, lo cual, preliminarmente, limitaría la viabilidad financiera del proyecto. Además, de que se busca la sostenibilidad en el proceso productivo, evitando altos consumos de energía, emisiones de gases de efecto invernadero, que contribuyen significativamente al cambio climático. Cabe destacar que considerando la acentuada época lluviosa del país se contempla el diseño de un espacio techado en donde se pueda realizar el tendido.

Después de la actividad de secado, la fibra seca aún presenta restos de hoja de rastrojo y pulpa que debe ser removida para proceder con el encordado de la misma. Además, cuando se da el proceso de secado, puede ocurrir que las fibras se queden adheridas entre sí, para revertir esta condición de las fibras estas son sometidas a un proceso de peinado. Este proceso se puede realizar de forma manual, con peines especiales; de manera semi automática, y de manera automática. Para el planteamiento de este proceso se considera realizarlo de manera semi automática, lo cual se realiza con una máquina que cuenta con un rodillo interno con peines que al introducir la fibra en los rodillos estos se peinan y se sustraen los restos no deseados que la fibra pueda tener, además, permite obtener el acabado ideal para la fibra, uniendo extremos con extremos para obtener una sola fibra de mayor longitud. Unos rodillos similares a los descritos se muestran en la Figura 13.



Figura 13 Rodillos para peinado de fibra.

Fuente: (Fibershed Melbourne)

Con este proceso se obtienen grupos de fibras con una mejor textura y acabado, lo cual permite la separación necesaria entre las mismas y sin restos de hoja.

Por último, una vez que la fibra se encuentra peinada se da inicio a la tarea de encordado y enrollado. La tarea de encordado de la fibra se realiza con una máquina embobinadora, el funcionamiento de la misma consiste en insertar dos grupos de fibra con un grosor específico dependiendo del grosor que se quiera tener de la cuerda, la idea es alimentar la máquina de un depósito donde se encuentra la fibra peinada. La máquina, a través de movimientos giratorios, se encarga de trenzar los grupos de fibra para formar la cuerda y una vez que esta se produce se va enrollando en un carrete, evidentemente se debe añadir una actividad en donde se separe a la cuerda de este carrete y se enrolle en el producto final, por lo tanto, al finalizar esta actividad, este carrete se separa de la máquina embobinadora y se introduce en la máquina enrolladora para concluir con la actividad de enrollado y separación de la cuerda de la carreta.

3.4.4 Requerimientos de maquinaria

A partir de la definición del proceso productivo, es fundamental describir la maquinaria requerida para llevar a cabo cada una de las tareas para la producción de la cuerda. A continuación, se muestra la información relacionada con las máquinas.

3.4.4.1 Máquina decortadora

El primer proceso que toma lugar es el proceso de decortado, como se indica anteriormente, en este se extrae la fibra de la hoja, es un proceso clave para las siguientes actividades porque si el decortado no es efectivo se requiere de una inversión de tiempo adicional en procesos de peinado y limpieza. De acuerdo con los datos experimentalmente obtenidos, mostrados en la Tabla 9, para un proceso de decortado se puede extraer el 10% del peso de las hojas en fibra húmeda, posterior al secado y limpiado se convierte en un 2%, lo que implica que solo esta etapa procesa un total de 6 184 kg, puesto que son 16,5 rollos por día para lograr los 81 rollos semanales, las etapas posteriores al secado procesaran un total de 300 kg. La máquina seleccionada para este proceso es la máquina mostrada en la Figura 14.



Figura 14 Máquina decorticatora de hojas de piña
Fuente: (Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co, 2019)

Esta máquina tiene un volumen de producción desde 15 000 kg y hasta 20 000 kg cada 8 horas, por lo que en 3 horas se podría procesar 6 toneladas, sin embargo, esto depende de la programación de la producción. Esta máquina requiere, espacialmente, 3,1 m de largo y 1,25 m de ancho. El precio de la máquina, sin costo de transporte al país es de \$11 000.

3.4.4.2 Tendedero

Dado que se opta por utilizar la opción pasiva de secado, es decir, el tendedero en vez de la máquina de secado. Para estimar el tamaño del área de tendido se utilizan los datos experimentalmente obtenidos de las pruebas realizadas, donde se logran tender los 54 kg de la prueba en un total de 15 metros de cable. Esto lo que implica es que por cada 15 m se tienden 54 kg de fibra de hoja de rastrojo. Esto implica que para tender los 6185 kg de rastrojo se requieren de 1718 m de cable para colgar. Se elige por modularidad y simplicidad una fila doble de cables separados a 30 cm entre sí, de un largo de 7,5 m.

Este módulo se requiere reproducir 5 veces de manera vertical y 21 veces de manera horizontal para lograr, un factor de forma lo más similar a un cuadrado, puesto que esto permite reducir el área. Este diseño se presenta en la Figura 15.

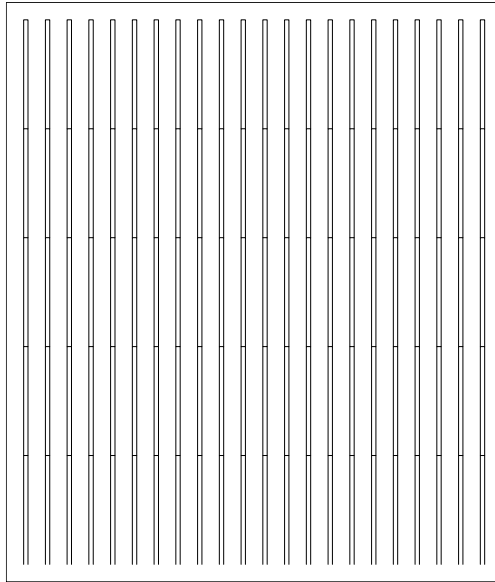


Figura 15 Diseño de tendedero.

En el diseño anterior las conexiones entre las columnas verticales denotan los puntos de las columnas que sostienen los cables entre poste y poste. Los pasillos intermedios son de 1,2 m. Con estas dimensiones se obtiene un ancho de 34,2 m y un largo de 39,9 m. Esto genera un área de 1 365 m². Este es un tendedero pasivo. Por ergonomía la altura de tendido es de 1,2 m y la altura del tendedero es de 2,5 m, con techo de láminas de zinc. Este es un secador por convección libre.

3.4.4.3 Máquina peinadora

La etapa de peinado cumple la función de alinear las fibras y unir las extremidades de manera que se puede obtener una tira larga de fibras entrelazadas, que se utiliza como insumo para la etapa de encordado y embobinado. Otra de las funciones del peinado es la eliminación de restos pequeños de hoja de piña que no hayan sido eliminados en la decorticación. El alineamiento de las fibras es un requisito para que las fibras se puedan entrelazar para la creación de cuerda. La selección de la peinadora requería el hecho de que fuese automatizada y especialmente diseñada para fibra de hoja de piña o afines, siendo esta una de las razones por la que se selecciona la mostrada en la Figura 16.



Figura 16 Máquina peinadora de fibra

Fuente: (Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co, 2019).

La máquina peinadora tiene la capacidad de procesar entre 300 kg y 700 kg de fibras de rastrojo de piña, razón por la cual se requiere de solo aproximadamente hora y media máquina en caso de procesar a mínima capacidad para procesar los 460 kg diarios. Un detalle es que el hecho de que entrelace las fibras entre sí es un requisito indispensable para la puesta en marcha de este proceso y esta es la máquina de menor dimensión y capacidad disponible en el mercado que cuenta con esta característica. El precio de esta máquina es de \$13 500.

3.4.4.3.1 Modificaciones a la máquina

El detalle con la máquina anterior es que está diseñada para alimentar un solo barril con la fibra continua y peinado, pero debido a que se necesitan utilizar varias máquinas embobinadoras, dado que las máquinas no tienen tanta velocidad como la máquina peinadora, se requiere separar el flujo de la fibra peinada para poder alimentar cada una de las máquinas de encordado. El diseño original lo que cuenta es con un cono para unir el flujo de la fibra después de ser compactada por un rodillo, esto es seguido de un rodillo que genera la tensión para extraer la fibra del embudo, es importante mencionar que este es un elemento activo, es decir, la maquinaria genera potencia para mover la fibra hacia afuera del embudo. Este sistema de extracción se muestra en la Figura 17.



Figura 17 Sistema de extracción de fibra original de la peinadora

Fuente: (Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co, 2019).

Para poder hacer uso de las ocho máquinas embobinadoras, cuya cantidad se detalla más adelante, se requiere de un sistema de separación activo de la fibra en 16 segmentos, esto debido a que cada máquina utiliza un alimentador a cada lado. El sistema de separación diseñado se muestra en la Figura 18.

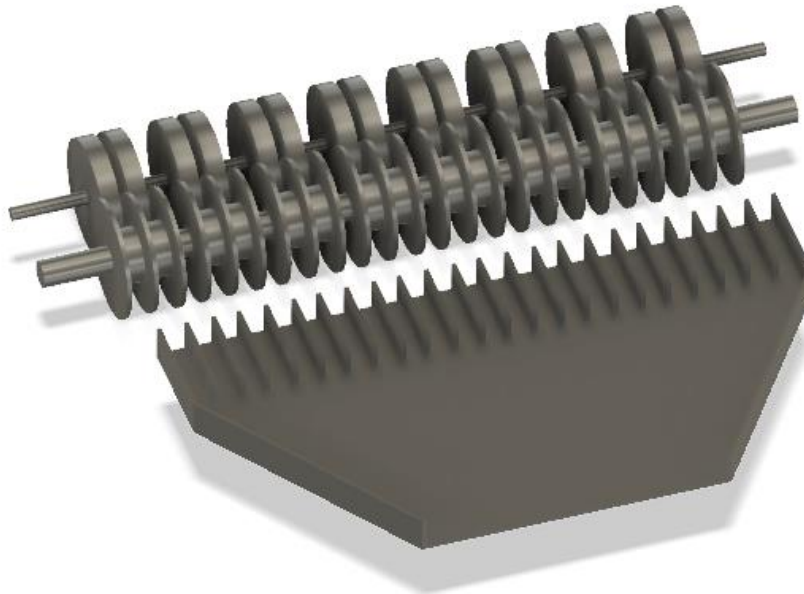


Figura 18 Adaptación propuesta para la máquina peinadora.

Como se puede observar en las modificaciones propuestas en la anterior figura, lo que se hace es cambiar el embudo de la fibra por una bandeja separadora, que en este caso lo que hace es separar la fibra previo a los motores de extracción de la fibra, que la distribuyen en los 16 canales requeridos. El uso de la bandeja separadora antes de los rodillos de extracción es necesario para que la rotación de los separadores jale la fibra y esta se separe en la bandeja. Esta separación requiere de fuerza porque las fibras peinadas tienen un gran nivel de unificación entre ellas posterior al peinado, lo que a su vez permite que se unan en una sección larga, pero implica que se requiere de fuerza para poder separarlas. Posterior a los rodillos de extracción, los 16 flujos de fibra son alimentados a los estañones que se utilizan para alimentar las máquinas de encordado. Para poder mejorar la velocidad de producción se tienen 16 estañones que se alimentan después de cada sesión de peinado de la fibra.

3.4.4.4 Máquina encordadora

Para poder hacer el mecate se puede utilizar maquinaria artesanal o industrial, el detalle con la maquinaria industrial es que requiere de una etapa de hilado que garantice un grosor específico, mientras que en un enfoque más artesanal lo que se requiere es una fibra peinada y larga. El hecho de que se requiera de una máquina hiladora de alta gama para crear una cuerda donde el acabado final no es un detalle crítico no se acopla a las necesidades del presente proyecto, además del hecho de que estas máquinas de hilado tienen valores cercanos a los \$60 000. Por esta razón se selecciona el enfoque artesanal, con el fin de reducir gastos y acoplarse a la realidad del proyecto y de la finca con la que se trabaja. La máquina seleccionada es la mostrada en la Figura 19.



Figura 19 Máquina de encordado y embobinado.

Fuente: (Alibaba Group).

Esta máquina artesanal requiere de operación manual, sin embargo, su operación se basa en el principio de alimentación de la misma. La alimentación es la clave para lograr una cuerda de grosor uniforme, sin embargo, por la aplicación final no se requiere de un control muy estricto para el grosor de la misma. Dada su capacidad de producción de 700 m/h se requieren de aproximadamente 6 horas por máquina para lograr el equivalente a 2 rollos de mecate. Esta producción a su vez implica que se requieren de 8 de estas máquinas para producir los 16 rollos diarios y consecuentemente este personal deberá ser tomado en cuenta para la manipulación de estas máquinas. Cada una de estas máquinas tiene un valor de \$150.

Dado que esta máquina requiere de un doble flujo de alimentación de la fibra peinada lo que se hace es utilizar dos estañones con la cuerda peinada, uno del lado de cada alimentador, donde se utilizan dos estañones por dos razones:

- La capacidad de los estañones más grandes encontrados es de 208 l, lo que es lo mismo que 208 m³, mientras que el volumen de fibra que se le debe alimentar a cada máquina de encordado es un total de 0,42 m³, esto debido a que el total de volumen de la fibra peinada es 13,74 m³, pero se reparte entre 16,5 cuerdas producidas. El valor de 0,42 m³ implica que por máquina se requieren de dos estañones.
- Un mechón de fibra peinada es difícil de separar y se requeriría de un separador adicional para alimentar las máquinas en los dos alimentadores que tiene si no se separara el mechón previamente, para cada alimentador.

Los estañones de 208 l se muestran en la Figura 20. Se requieren 32 estañones en total para poder agilizar la programación de la producción, pues se deben llenar 2 tandas de 16 estañones en la etapa de peinado para no atrasar las máquinas de encordado mientras se enrollan sus carretes en la etapa de embobinado. Este detalle implica la asignación de un espacio adicional para los 16 estañones adicionales, como se muestra más adelante en el diseño de planta.



Figura 20 Estañón de dos bocas, 208 L

Fuente: (RENVASA, 2019).

Las dimensiones de los estañones son 60 cm de diámetro y 91 cm de alto. El costo de cada estañón es de 25 000 colones, por lo que se requiere de una inversión inicial en estañones de 800 000 colones.

3.4.4.5 Máquina Embobinadora

La función de la máquina de embobinado es transferir el contenido de los carretes de las máquinas de encordado a la presentación final. Dado que se requiere una baja capacidad por la velocidad de estas máquinas se selecciona una máquina de embobinado de solo un rollo. Esta máquina se muestra en la Figura 21.



Figura 21 Máquina de embobinado

Fuente: (Shanghai Qi Pang, 2019).

Las dimensiones de esta máquina 60 cm x 80 cm x 1 m, donde destaca el hecho de que requiere poco espacio, además dada su capacidad de producción de 180 000 m/h de embobinado se requiere solamente una de estas y tiene un precio de \$1 350.

3.4.4.6 Resumen de la maquinaria propuesta

En la Tabla 16 se muestra un resumen de la información relevante para cada una de las máquinas consideradas para el proceso productivo de cuerda.

Tabla 16. Resumen de la maquinaria propuesta

Máquina	Capacidad	Potencia (W)	Tiempo requerido (h)	Costo unitario (\$)	Cantidad	Costo total (\$)
Decorticatora	1 500 kg/h	7 500	3	11 000	1	11 000
Peinadora	300-700 kg/h	7 500	1	13 500	1	13 500
Encuerdadora	700 m/h	120	6	150	8	1 200
Embobinadora	180 000 m/h	1 500	0.2	1 350	1	1 350
Total						23 050*

Elaboración propia con datos de Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co (2019), Allibaba Group (s.f.) y Shanghai Qi Pang (2019)

Lo anterior no incluye costos de transporte, los mismos se incluyen en el análisis financiero.

3.4.5 Requerimientos de instalaciones

Inicialmente, se debe contemplar el espacio necesario para poder instalar la maquinaria, posteriormente a esta definición de espacio se hará una aproximación más granular al hacer el diseño de la planta y obtener un valor real para el espacio requerido. Para hacer una estimación inicial de espacio mínimo por maquinaria y materia prima se hace la estimación para cada una de las máquinas, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Detalles de espacio requerido por maquinaria

Máquina	Largo (m)	Ancho (m)	Cantidad	Área individual (m ²)	Área total (m ²)
Decorticatora	3,4	1,5	1	5,1	5,1
Peinadora	3,6	1,5	1	4,5	4,5
Encuerdadora	1,2	0,7	8	0,84	6,72
Embobinadora	0,8	0,6	1	0,48	0,48
Total					15,575

Elaboración propia con datos de Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co (2019), Allibaba Group (s.f.) y Shanghai Qi Pang (2019)

En cuanto al espacio requerido para almacenar la materia prima por trabajar en el día, los 6 184 kg (como se detalla en la programación de la producción), se requieren de 60 m², según los cálculos mostrados en la Tabla 18.

Tabla 18. Estimación de espacio para almacenar la materia prima

Dato	Valor	Unidades
Peso por hoja	0,07	kg
Largo promedio por hoja	0,7	m
Altura de hoja	0,02	m
Ancho de las hojas	0,05	m
Área promedio por hoja	0,035	m ²
Volumen promedio por hoja	0,0007	m ³
Cantidad de hojas en 6 ton	85 714	Unidades
Área requerida de almacenamiento en montículos de 1 m	60	m ²

3.4.6 Programación de la producción

Según la programación de la producción de cuerda, la transformación de hojas de rastrojo de piña en rollos de cuerda para agricultura no puede ser realizada en un solo día, esto debido a que el secado de la fibra mojada de rastrojo de piña posterior al decorticado se realiza de un día para el otro. Esto implica que, en un día de producción, en la planta se esté trabajando simultáneamente con dos tandas distintas de materia prima, en dos segmentos de procesos distintos, separados por el secado de la fibra mojada extraída del decorticado.

El primero de estos segmentos de proceso inicia con el cortado, recolección y transporte de hojas de rastrojo de piña realizado en horas de la mañana. Luego este material es decorticado en planta. Considerando la capacidad de producción de la máquina de decorticado este proceso puede ser completado en 3 horas. Posteriormente, se inicia con el tendido de la fibra mojada en la zona de tendido para que esta se seque y pueda ser procesada al día siguiente.

De manera paralela al inicio del día se recoge la fibra seca del tendedero de la producción del día anterior para que esta ingrese a la máquina de peinado. Esta fibra seca es peinada en la máquina peinadora que por su capacidad de peinado puede realizar el peinado del total de la materia en una hora. Posteriormente, la fibra peinada es utilizada para iniciar con el encordado y posterior enrollado de la cuerda. Estas actividades se realizan por aparte durante todo el día. Para la actividad de encordado, las máquinas tienen la capacidad de producir dos rollos de 2115 metros en 6 horas, el resto de horas, el operario se encarga de preparar las máquinas para producción. Durante las 6 horas que estas están produciendo, el operario debe tomar los rollos embobinados que resultan de esta actividad y utilizar la máquina enrolladora para enrollarlos y obtener el producto final. En la Tabla 19 y Tabla 20 se muestran los horarios de los dos distintos segmentos de proceso que ocurren paralelamente en la planta con dos distintas tandas de materia prima.

Tabla 19. Horario de primer segmento de producción

Segmento 1	
Actividad	Horario
Recolección y transporte de hojas de rastrojo	6:00-10:00 AM
Decorticado de hojas de rastrojo	8:00- 11:00 AM
Tendido de Fibra	9:00 AM- 3:00 PM

Tabla 20. Horario del segundo segmento de producción

Segmento 2	
Actividad	Horario
Recogido de fibra seca	6:00-8:00 AM
Decorticado de hojas de rastrojo	8:00- 9:00 AM
Encordado y enrollado de cuerda	8:30 AM- 5:30 PM

Con estos horarios y la cantidad de máquinas indicada para cada actividad se resumen los volúmenes de producción y la programación de la misma, tal cual se muestra en la Tabla 21, los cálculos necesarios para obtener la programación de la producción se muestran con más detalle en el Apéndice 18.

Tabla 21 Programación de la producción, máquina de encordado.

Máquina	L	K	M	J	V
1	2	2	2	2,5	2,5
2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2
6	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2
Total, rollos cuerda	16	16	16	16,5	16,5
Total, metros cuerda	33 840	33 840	33 840	34 897,5	34 897,5
Total, alimentado (kg)	569,7	569,7	569,7	587,5	587,5

Dado que la capacidad de las máquinas de encordado es de 700 m/h, a cada máquina le toma un total de 6,04 horas cuando se procesan dos rollos por máquina, sin embargo, para cumplir con los 81 rollos semanales se debe hacer uso de una máquina toda la jornada para que trabaje medio rollo que será finalizado al día siguiente.

Para la programación de la producción de la máquina de peinado, tal como se muestra en la Tabla 22 se supone un 10% de desperdicio de la máquina, pues la hoja del fabricante no detalla un valor de desperdicio, en el tiempo requerido de producción destaca que el tiempo requerido es menor a 1 hora, razón por la cual es útil la decisión de la compra de 32 estañones que permitan sacar provecho del tiempo disponible para las máquinas de encordado.

Tabla 22 Programación de la producción máquina de peinado.

Máquina	L	K	M	J	V
Total, alimentado (kg)	626,68	626,68	626,68	646,26	646,26
Tiempo (h)	0,90	0,90	0,90	0,92	0,92

En el caso de la decortadora se obtiene un tiempo promedio de 2 horas con 24 minutos a capacidad plena para el procesamiento de las 6 ton diarias de rastrojo, lo anterior se muestra en la Tabla 23, los cálculos para la alimentación del decortado provienen de los volúmenes estimados de alimentación, disponibles en el Apéndice 8.

Tabla 23 Programación de la producción, máquina decortadora.

Máquina	L	K	M	J	V
Total, alimentado (kg)	5 996,96	5 996,96	5 996,96	6 184,365	6 184,365
Tiempo (h)	2,40	2,40	2,40	2,47	2,47

3.4.7 Requerimientos de mano de obra

Con base en la programación de la producción y datos de tiempos estimados de trabajo, se determina que para la operación establecida se necesitan de 4 operarios de planta y un

administrador de la planta. Cabe destacar que 2 de los 4 operarios de planta, van a estar dedicados también a las funciones de recolección de rastrojo en campo, además de funciones dentro de la planta.

Según datos obtenidos de la Finca piñera donde se realiza el proyecto, la chapia baja necesaria para obtener la cantidad de hojas de rastrojo de piña se obtiene en 45 minutos realizados por una sola persona, es por eso que se designa en la programación a 2 operarios a realizar esta actividad iniciando la jornada a las 6:00 am por un tiempo aproximado de media hora. Posteriormente, estos operarios deben, en coordinación con funcionarios de la finca piñera y utilizando la maquinaria disponible, realizar la recolección del rastrojo de piña y el acomodo en las carretas de volteo donde se realiza el acopio del rastrojo para llevarlo a la planta.

Luego, estos operarios realizan el transporte del rastrojo hasta la planta, esta actividad debe ser realizada al menos en tres ocasiones seguidas debido a las capacidades de las carretas volteadoras que es de 20 m³. Estos operarios también se encargan de supervisar y realizar el descargo de la materia prima en la planta. Uno de los operarios al realizar el primer transporte a la planta se queda en la misma e inicia con el proceso de decortado, y acomodar el producto final de esta etapa. Lo anterior, considerando la capacidad de la maquinaria adquirida y las necesidades de producción, debe ser llevado a cabo de las 8:00 am a 11:00 am. El operario que sigue encargado del transporte finaliza estas actividades alrededor de las 10:00 am, según estimaciones.

Un tercer operario es el encargado de las actividades de secado y peinado de la fibra. Sus actividades inician de 6:00 am a 8:00 am de la mañana, con el recogido de la fibra seca del área de tendido. Una vez finalizada esta actividad, este operario arranca la máquina de peinado y se encarga de la misma por la siguiente hora para terminar la producción de fibra peinada necesaria para que esta inicie con el proceso de encordado y enrollado. Este mismo operario al terminar el peinado, inicia con el tendido de la fibra mojada en el tendedero hasta finalizar su jornada.

Un cuarto operario se encarga de operar las máquinas de encordado y embobinado. Este operario se encarga de alistar las máquinas de encordado y la alimentación de la fibra para realizar el encordado dos veces en el día en las dos tandas de producción para cada máquina. Además, en las 3 horas que tardan las máquinas en realizar el enrollado este operario toma los rollos encordados y embobinados y procede a realizar el enrollado para obtener el producto final separados del carrete de la máquina de encordado.

Además, existe un administrador de la producción y de la planta que es el encargado de realizar labores administrativas, organizar la rotación de los operarios, realizar los pagos y labores de coordinación de entrega del producto final a la finca productora. Además, resolver los problemas de índole administrativo para asegurar la continuidad de la producción. Es deseable que este administrador tenga al menos un grado de bachillerato universitario en administración de empresas, ingeniería industrial o carreras afines. Es importante destacar que los dos primeros operarios mencionados cuando terminan sus labores deben colaborar en labores de limpieza y orden en la planta, o bien auxiliando a sus compañeros en sus labores hasta finalizar sus jornadas. En la Tabla 24 se muestra el horario de labores asignadas para cada uno de los operarios considerando la programación de la producción propuesta.

Tabla 24 Horario de actividades

	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Administrador		
06:00 a.m.	Realizado chapia baja	Realizado chapia baja	Recogido de fibra seca				
06:30 a.m.	Recolección de hojas	Recolección de hojas					
07:00 a.m.							
07:30 a.m.	Transporte hacia planta	Transporte hacia planta					
08:00 a.m.	Transporte hacia campo	Decorticado de hojas	Peinado de fibras	Encordado/Enrollado	Funciones administrativas		
08:30 a.m.	Transporte hacia planta	Decorticado de hojas					
09:00 a.m.	Transporte hacia campo	Decorticado de hojas	Tendido de fibra mojada				
09:30 a.m.	Transporte hacia planta	Decorticado de hojas					
10:00 a.m.		Decorticado de hojas					
10:30 a.m.		Decorticado de hojas					
11:00 a.m.							
11:30 a.m.							
12:00 p.m.	Almuerzo						
12:30 p.m.							
01:00 p.m.			Tendido de fibra mojada	Encordado/Enrollado	Funciones administrativas		
01:30 p.m.							
02:00 p.m.							
02:30 p.m.							
03:00 p.m.							
03:30 p.m.							
04:00 p.m.							
04:30 p.m.							
05:00 p.m.							
05:30 p.m.							
06:00 p.m.							

3.4.8 Localización de la planta

A continuación, se muestra en la Figura 22 un diagrama de la ubicación de las fincas de manera simplificada.

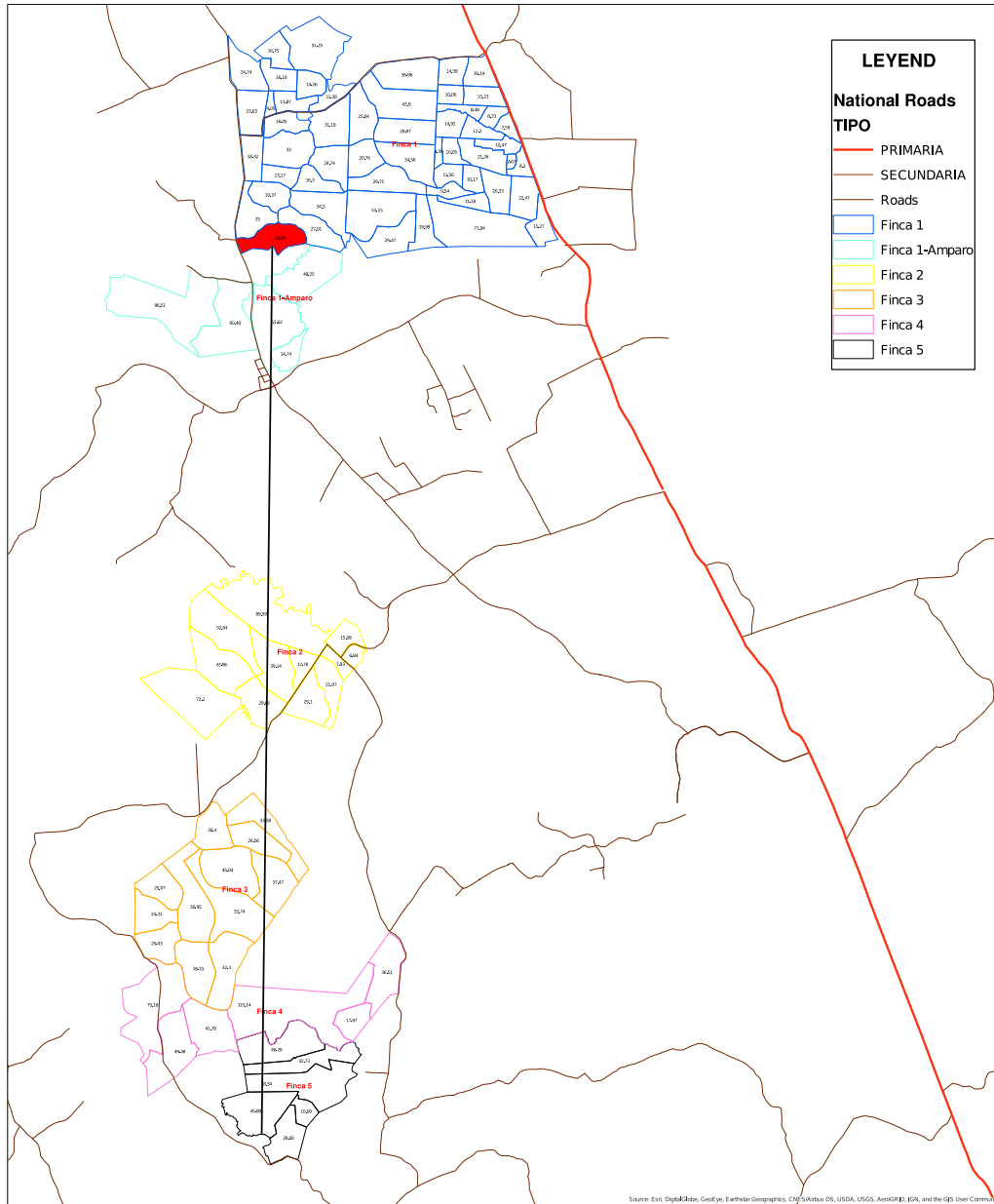


Figura 22. Localización de fincas de la piñera del proyecto.

Para la determinación de la ubicación más adecuada para las instalaciones existen múltiples factores que se pueden tomar en cuenta, entre ellos geometría, acceso a servicios, dificultad de acceso, condiciones climáticas, sin embargo, para el presente proyecto se delimita que por ubicación y acceso los terrenos disponibles se limitan al territorio de finca 1. Con esta restricción se puede determinar en primera instancia que se tiene un fácil acceso a los distintos servicios públicos, esto debido a que, al ser la finca principal de las operaciones, las instalaciones actuales se encuentran abastecidas de los servicios básicos y se pueden extender estos servicios a las instalaciones diseñadas. La delimitación a finca 1 y la disposición de la finca restringen la definición de la ubicación a un aspecto geométrico, de manera que la decisión se base en la

reducción de las distancias recorridas desde cada una de las fincas hacia las instalaciones por concepto del transporte del rastrojo.

En el mapa de las fincas se puede observar que tienen una disposición lineal, lo que simplifica la elección, debido a que un detalle suministrado por los miembros de la piñera es que no todas las zonas de la piñera están sembradas y el dato aproximado indica que de las 1 400 ha solo 1 100 ha se encuentran sembradas, estos espacios disponibles se encuentran en la finca 1, por lo que la ubicación más cerca a las demás fincas se encuentra en la frontera sur de la disposición mostrada, donde se destaca la relación lineal que permite conectar con las demás fincas en la menor distancia, por lo que la ubicación seleccionada es la mostrada en rojo para la finca 1.

3.4.9 Distribución y localización de instalaciones

3.4.9.1 Dimensionamiento del espacio

El dimensionamiento de espacios en la planta de producción se realiza mediante el análisis de las necesidades de espacio que surgen del diseño de la programación de la producción.

Iniciando con la zona designada para materia prima, se establece que en esta se debe tener la capacidad para almacenar temporalmente $1/3$ de la necesidad de materia prima diaria que es de 6 559 kg de hojas de rastrojo de piña lo que equivale a 58,30 metros cúbicos de volumen. Se designa un tercio de este volumen ya que la materia prima va a ser transportada del campo a la planta en tres tandas y considerando la capacidad de la máquina decortadora se estima que en el tiempo en que se vuelve a recoger la otra tanda de materia prima esta ya ha procesado el resto de la misma por lo que el espacio de materia prima está desocupado. Cabe destacar que esta materia prima no tiene ningún problema en ser estibada, por lo que se determina un área de 16,2 m² donde se pueda estibar por un metro cuadrado para de esta manera obtener los 19,44 metros cúbicos de volumen que equivale a $1/3$ de la producción diaria.

Del lado contrario de la decortadora se asigna un espacio para la fibra mojada que sale del proceso del mismo. Este espacio es de 2,7 x 2,7 m para lograr un espacio cúbico 8,75 m³ que es mayor a la producción de una hora de decortado que definitivamente va a reposar en esta zona ya que en la primera hora de decortado aún no se empieza a tender. Para el área designada a la fibra seca se debe destinar el total de la fibra seca que se va a utilizar ya que según la programación de la producción esta se amontona totalmente antes de iniciar a peinarla. El volumen de esta materia es alrededor del 25% del total que se decortica (58,3 metros cúbicos), para un total de alrededor de 15 m³ por lo que se designa un área de 2,7 x 5,4 m con una estiba de 1,2 m para un total de alrededor de 17,5 m³ disponibles de almacenamiento.

Cabe destacar que la zona de maquinaria se calcula considerando la zona de las máquinas más un 30% de área de pasillos; y en las zonas de peinado y encordado también se considera el área de los estañones en donde se va a colocar la materia en proceso.

El área para producto terminado, se calcula pensando en que las entregas de producto terminado se realizan cada semana. Por lo que se tiene capacidad para almacenar una semana de producción que equivale a 81 rollos de 2 115 m de cuerda. Se define un área con 3 niveles de

rack, con 1,2 x 1,9 m donde se pueden acomodar 32 rollos en 3 niveles por lo que se cubre el inventario de 1 semana.

Para dimensionar el área de oficina se consideran 4,5 m² más 3 m² adicionales para sillas, que es lo usual (Ramírez, 2018). Los baños tienen el área necesaria para que tener accesibilidad universal, que es al menos 2,25 x 1,55 m. Y para el área de comedor se sigue la recomendación de contar con al menos 1,58 m² por empleado (Ramírez, 2018). Todas estas dimensiones se resumen en el plan con dimensiones de la planta diseñada, que se observa en la Figura 23.

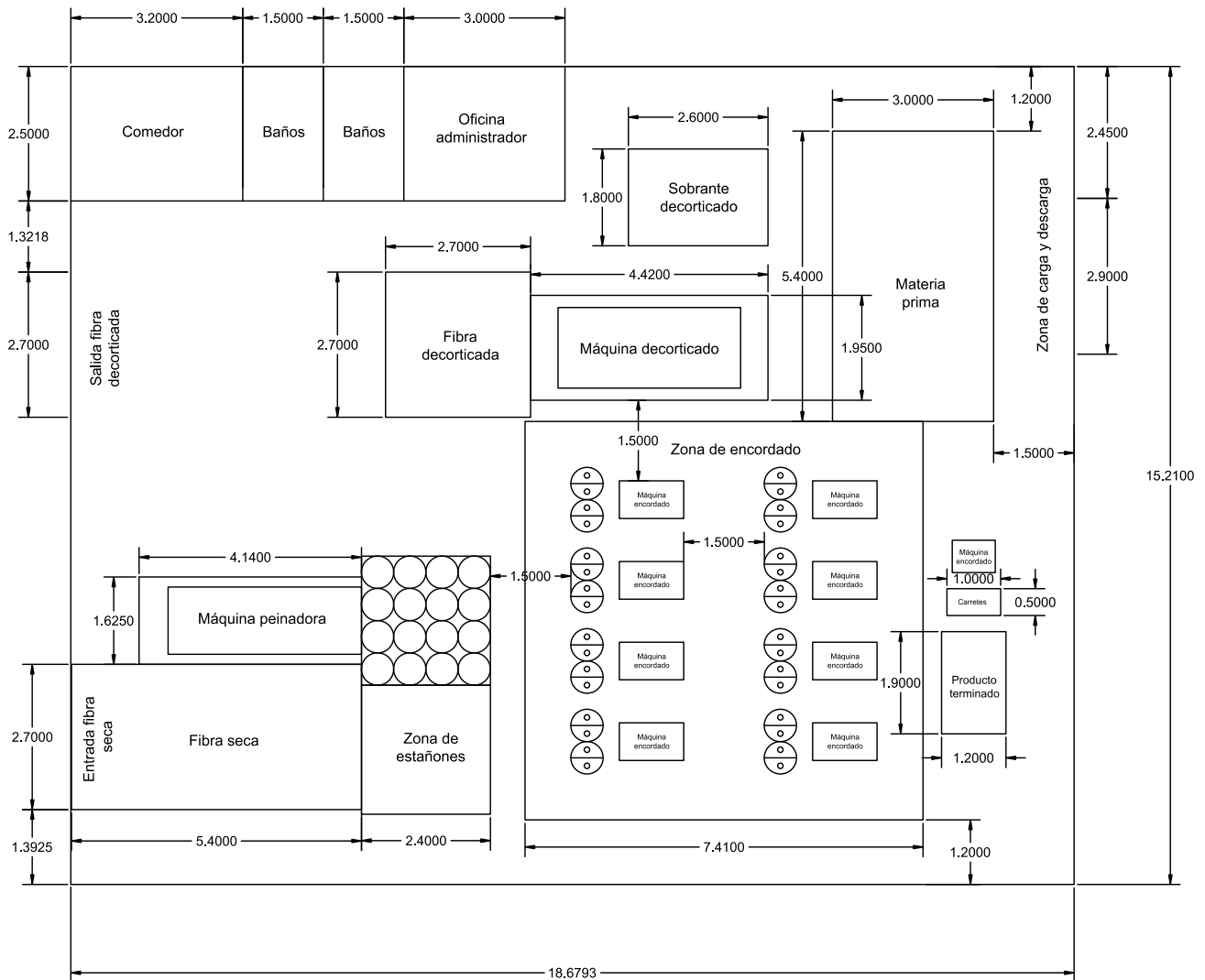


Figura 23 Dimensiones de la planta diseñada.

En la Figura 23 se puede apreciar el dimensionamiento de los pasillos de 1,5 m para el transporte de material pesado como los estañones por medio de carretillas hidráulicas, además de los pasillos de 1,2 m para las personas. Una vista simplificada para hacer énfasis en los espacios para maquinaria de un 30% del área de la máquina adicional, de acuerdo con los principios de diseño de instalaciones (Ramírez, 2018). El plano de espacios se muestra en la Figura 24.

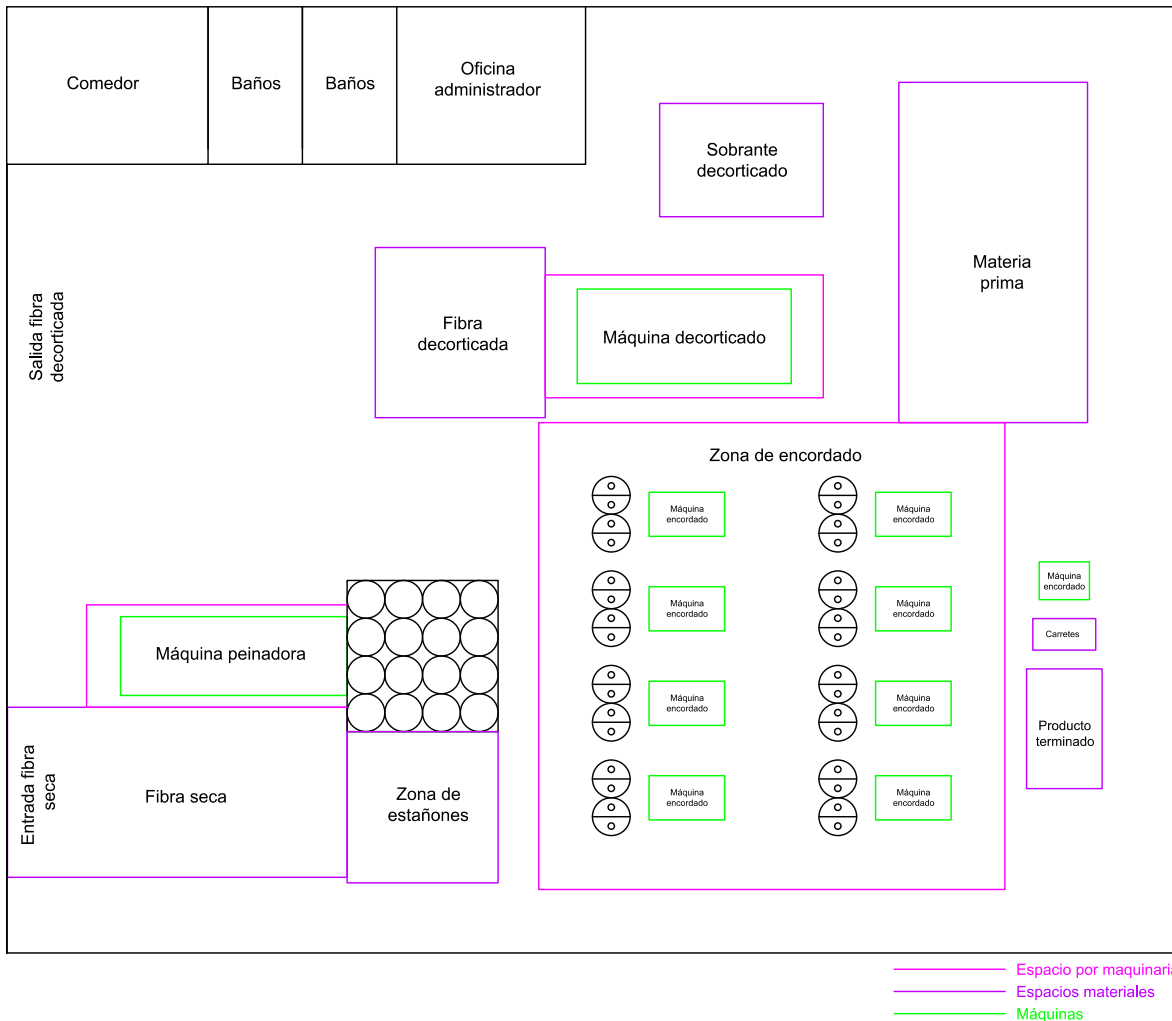


Figura 24 Espacios de maquinaria y materiales.

En la Figura 24 se puede observar que el proceso productivo sigue un flujo en U, donde la recepción de materia prima conduce a la etapa de secado por medio de la salida localizada en la zona izquierda y donde posteriormente la fibra seca reingresa para las etapas de peinado, encordado y embobinado, previo al despacho, este flujo se describe con más detalle en la siguiente sección.

3.4.9.2 Diseño del flujo

Además de cumplir con los requerimientos espaciales necesarios tanto para la maquinaria como para el trabajo en proceso, materiales y producto terminado se hace un diseño consciente del flujo que se requiere, puesto que se tiene un flujo en U para hacer aprovechamiento de la zona de tendido sin afectar el flujo en la planta. Este diseño se hace tomando en cuenta que se diseña para una sola zona de carga y descarga que utiliza un solo vehículo por la programación de la producción diseñada. En el plano de conjunto de la planta y el tendadero se puede apreciar con mayor facilidad el flujo en forma de U, esto en la Figura 25.

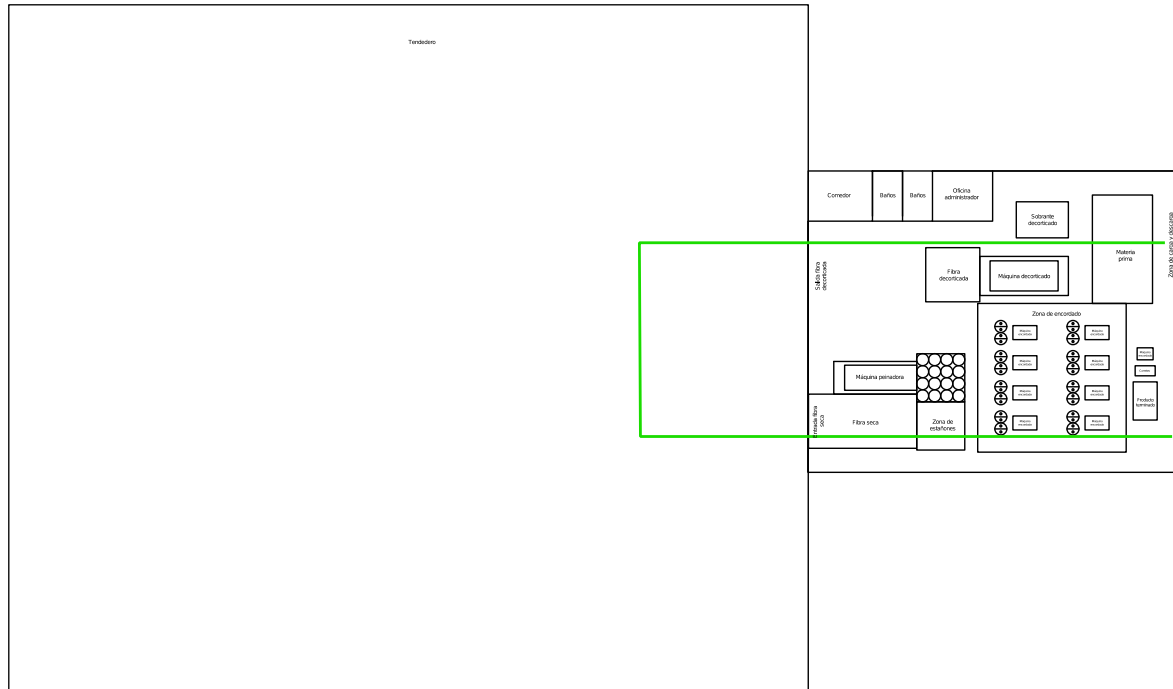


Figura 25 Plano de conjunto, planta y tendedero.

En el plano de conjunto de la Figura 25, se puede observar el acople de la planta con el tendedero y la relación de las salidas y entradas de fibra mojada y seca por medio de un flujo en U, que permite hacer el mejor aprovechamiento de una zona de gran tamaño como el tendedero, manteniendo una planta más compacta con una sola entrada y salida que es poco utilizada.

3.4.10 Costos asociados

Para realizar el cálculo inicial del esquema de costos del proyecto se toma en cuenta los costos relacionados a la inversión inicial, considerando la compra de maquinaria y materiales para iniciar la producción y la construcción de las instalaciones donde esta se lleve a cabo. También se toma en cuenta los costos mensuales asociados al consumo de energía eléctrica y al pago de salarios a los trabajadores. Cabe destacar que dentro del esquema de costos del proyecto no se incluyen costos asociados a materia prima, ya que la materia prima necesaria para producir el producto final se obtiene de parte de la finca piñera de manera gratuita.

Para obtener el costo estimado de consumo energético causado por la producción se utiliza la información de tarifas de consumo industrial provisto por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), tal cual se muestra en la Figura 26.

Tarifa Industrial T-IN	
Bloques de consumo	
Consumo menor o igual a 3.000 kWh cada kWh	¢125,02
Por Consumo de Energía	
Bloque de 0 – 3.000 kWh Cargo Fijo	¢225.780,00
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢75,26
Cargo por Potencia	
Bloque 0 – 8 kW Cargo Fijo	¢94.253,52
Bloque mayor a 8 kW cada kW	¢11.781,69

Figura 26 Tarifa industrial vigente al segundo semestre 2019

Fuente: (Compañía Nacional de Fuerza y Luz, 2019)

Como se puede observar la tarifa de consumo es de 125,02 colones por kWh considerando un consumo menor a los 3 000 kWh mensuales. Se procede a considerar la maquinaria, el consumo asociado, la cantidad de máquinas las horas estimadas de utilización de la máquina para establecer el consumo diario y mensual de kWh, lo mismo se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25. Detalle de consumo maquinaria.

Máquina	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo (horas)	Consumo diario(kWh)
Decorticadora	1	7,50	3	22,50
Peinadora	1	7,50	1	7,50
Embobinadora	8	0,12	6	5,76
Enrolladora	1	1,50	2	3,00
			Total	38,76

Elaboración propia con datos de Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co (2019), Allibaba Group (s.f.) y Shanghai Qi Pang (2019)

Como se puede observar, se obtiene un consumo diario de 38,76 kWh al día lo que equivale a un consumo mensual de 839,15 kWh. Por lo tanto, considerando un costo por kWh de 125,02 colones por kWh, se obtiene un costo mensual por consumo eléctrico de 104 911,03 colones.

Tabla 26. Total de costo energético asociado a producción.

Total consumo diario (kWh)	38,76
Total consumo mensual (kWh)	839,15
Costo por consumo mensual	¢ 104 911,03

Además, se consideran los costos asociados al recurso humano debido al pago de salarios y al pago de cargas sociales, considerando el esquema de 4 operarios y 1 administrador de la producción. El salario por jornada para un operario de maquinaria es de 11 471,53 colones y el salario mensual de un bachiller universitario 553 124,45 colones (Ministerio de Trabajo, 2018). El pago por salarios mensual se detalla de la siguiente manera en la Tabla 27.

Tabla 27. Esquema de salarios

Puesto	Salario por Jornada (colones)	Salario mensual (colones)
Operario 1	11 471,53	248 358,62
Operario 2	11 471,53	248 358,62
Operario 3	11 471,53	248 358,62
Operario 4	11 471,53	248 358,62
Administrador	25 548,47	553 124,45
	Total (colones)	1 546 558,95

Elaboración propia con datos del Ministerio de Trabajo (2018)

Además, se considera el monto de cargas sociales que se deben asumir por parte del patrono por ley, la lista y el monto asociado se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Desglose de cargas sociales.

Cargas sociales		
Concepto	Porcentaje	Monto (colones)
SEM (CCSS)	9,25%	143 056,70
IVM (CCSS)	5,08%	78 565,19
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	3 866,40
Asignaciones Familiares	5,00%	77 327,95
IMAS	0,50%	7 732,79
INA	1,50%	23 198,38
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	3 866,40
Fondo de Capitalización Laboral	3,00%	46 96,77
Fondo de Pensiones Complementarias	0,50%	7 732,79
INS	1,00%	15 465,59
Total (colones)	26,33%	407 208,97

Elaboración propia con datos del Ministerio de Trabajo (2018)

Como se observa en la Tabla 29, el concepto de recursos humanos tiene un costo mensual de alrededor de 1 953 767, 92 colones.

Tabla 29. Total de costos asociado al Recurso Humano.

Total Salarios	1 546 558,95
Cargas sociales	407 208,97
Total (colones)	1 953 767,92

En el esquema de costos se deben incluir los costos de inversión como se detalla anteriormente, estos básicamente incluyen los costos de construcción de las instalaciones provistas y el costo de adquisición de la maquinaria y materiales necesarios para operar. La estimación de costos de construcción de la planta y el tendadero se basa en una cotización realizada considerando las características, acabados y el tamaño de las estructuras que se diseñaron a continuación se detallan los mismos en la Tabla 30.

Tabla 30. Costos asociados a infraestructura

Zona	Área (metros cuadrados)	Cotización (\$/ m ²)	Costo total (colones)
Planta de producción	280,39	450	73 180 954,80
Área de tendido	1 364,58	50	39 572 820,00
		Total (colones)	112 753 774,80

Elaboración propia con datos de Hernández (2019)

El costo de adquisición de maquinaria se detalla en la Tabla 31.

Tabla 31. Costos asociados a la adquisición de maquinaria

Máquina	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo unitario (colones)	Costo total (colones)
Peinadora	1	11 000,00	6 380 000,00	6 380 000,00
Decorticadora	1	13 500,00	7 830 000,00	7 830 000,00
Embobinadora	8	150,00	87 000,00	696 000,00
Enrolladora	1	1 350,00	783 000,00	783 000,00
			Total (colones)	15.689.000,00

Elaboración propia con datos de Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co (2019), Alibaba Group (s.f.) y Shanghai Qi Pang (2019)

La inversión inicial en maquinaria e instalaciones corresponde a 128 442 775 colones, donde la infraestructura es la mayor contribuyente al monto. Una inversión inicial como esta tiene implicación sobre el tiempo de retorno de la inversión y el precio del producto final.

Tabla 32 Resumen inversión inicial.

Categoría	Monto (colones)
Maquinaria	15 689 000
Instalaciones	112 753 775
Total	128 442 775

3.4.11 Gestión de riesgos

Ante la modernización de ciertos procesos, en muchos sectores aparece la necesidad de realizar un mejor control de las actividades. La tecnología supuso mayor agilidad y calidad, pero a la vez nuevos retos de control y seguimiento.

Considérese un riesgo, según la Organización Internacional de Normalización, ISO por sus siglas en inglés, al efecto de la incertidumbre sobre los objetivos de un proyecto, en donde ocurre una desviación con respecto a lo esperado. Estos efectos, según su naturaleza, pueden clasificarse en financieros, económicos, ambientales, políticos y legales, y es de suma importancia considerarlos desde la fase de planificación de un proyecto, es por esto se plantea una metodología de gestión de estos para este proyecto.

Es sumamente importante, dentro de la planeación de un proyecto nuevo, el planteamiento de una metodología de gestión de riesgos, como una herramienta que integra un conjunto de técnicas de apoyo en la toma de decisiones considerando la incertidumbre del negocio, la posibilidad de sucesos futuros y los efectos en los objetivos planteados.

3.4.11.1 Metodología de gestión de riesgos

Se busca elaborar una base que sirva como guía en la planeación e implementación de un negocio, en relación sobre cuáles son los principales riesgos de este y cuál es la forma sugerida para enfrentarlos.

Según Jhuéz (2012) la norma ISO 31000 plantea una metodología de gestión de riesgos con enfoque a los procesos, en la cual se debe seguir una serie de pasos para que esta tarea sea eficaz y cumpla con los objetivos trazados al inicio. Los pasos básicos son la definición de objetivos, el nombramiento de responsables, la identificación de los riesgos y su respectivo análisis y evaluación y la definición de respuesta o tratamiento de estos, tal cual se muestra en la Figura 27.

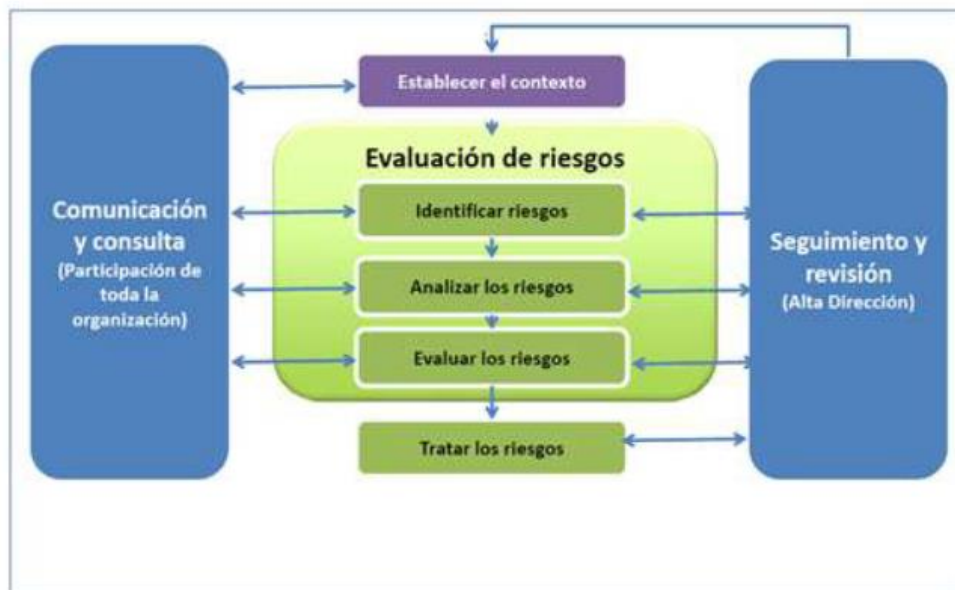


Figura 27 Gestión de riesgo según la ISO 31 000

Fuente: (Jhuéz, 2012)

Según la ISO 31 000 la gestión de riesgos se implementa según un Sistema de Gestión, sin embargo, para efectos de este proyecto se consideran los principios básicos de la metodología para definir una herramienta base para identificar, analizar y controlar los riesgos que el negocio de producción de cuerda implica.

3.4.11.1.1 Identificación

Toda actividad empresarial lleva implícito un riesgo. Algunas en mayor medida que otras, pero ninguna se encuentra exenta. Los riesgos se pueden clasificar según su naturaleza, en:

- Riesgos financieros: son aquellos relacionados con la gestión de las finanzas del negocio. Por ejemplo: riesgo de crédito, de tasas de interés, de mercado, de liquidez, de cambio, entre otros.
- Riesgos económicos: son los riesgos asociados directamente a la actividad productiva, a partir de decisiones internas o de factores externos.
- Riesgos ambientales: pueden ser de origen natural o social, y se originan de acuerdo con el contexto en el que el negocio se desenvuelve. Elementos de riesgos natural son la

temperatura, la humedad, la altitud, la presión atmosférica, los fenómenos naturales y otros. Elementos de riesgo social son los niveles de violencia, la tasa de desempleo, nivel educativo, entre otros.

- Riesgos políticos: derivados del entorno político en el que se desarrolla la actividad, pueden ser gubernamentales, cuando surgen por acciones de las instituciones que rigen las leyes del lugar y aquellos riesgos que surgen de sucesos provenientes de ataques terroristas, revoluciones o sabotajes.
- Riesgos legales: son aquellos obstáculos legales o normativos que pueden impedir la operación de una empresa en un sitio determinado.

3.4.11.1.2 Análisis

Existen muchas formas de analizar los riesgos de un negocio, como el estándar AS/NZS 4360, el sistema HACCP, de análisis de peligros y puntos críticos de control, la tormenta de ideas, el análisis causa y efecto, el análisis modal de fallos y efectos (AMFE). Desde un enfoque estratégico se recomienda el análisis FODA, el cual fue empleado para definir aspectos de enfoque para el modelo de negocio. Sin embargo, se considera la metodología de análisis planteada por la norma ISO 31 000 que plantea que una vez identificados los riesgos se deben prevenir estimando la probabilidad de que ocurran y cuáles son sus consecuencias. Para ello se debe calcular el riesgo, según la ecuación de la exposición:

Existen muchas formas de analizar los riesgos de un negocio, como el estándar AS/NZS 4360, el sistema HACCP, de análisis de peligros y puntos críticos de control, la tormenta de ideas, el análisis causa y efecto, el análisis modal de fallos y efectos (AMFE). Desde un enfoque estratégico se recomienda el análisis FODA, el cual fue empleado para definir aspectos de enfoque para el modelo de negocio. Sin embargo, se considera la metodología de análisis planteada por la norma ISO 31 000 que plantea que una vez identificados los riesgos se deben prevenir estimando la probabilidad de que ocurran y cuáles son sus consecuencias. Para ello se debe calcular el riesgo, según la ecuación de la exposición:

$$PE = F * V \text{ Ecuación 1}$$

En donde PE corresponde a la pérdida expresada a nivel monetario y de forma anual, F a la frecuencia o veces probables en el riesgo ocurre al año y V a la pérdida estimada, monetariamente hablando.

Dado que no siempre es posible cuantificar monetariamente las pérdidas existen varios métodos que facilitan la estimación a partir de una clasificación cualitativa de los riesgos, en donde, tal como se muestra en la Figura 28, los riesgos pueden clasificarse de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia e impacto, con ello se determina una priorización de los riesgos y sus respectivas acciones preventivas.

		PROBABILIDAD				
		Raro	Poco probable	Posible	Muy probable	Casi seguro
CONSECUENCIAS	Despreciable	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menores	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderadas	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Mayores	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Catastróficas	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Figura 28 Matriz de priorización de riesgos
Fuente: (Jhuéz, 2012)

3.4.11.1.3 Respuesta

Según Jhuéz (2012) existen cinco estrategias para gestionar un riesgo:

- Supresión del riesgo: lo cual se obtiene cuando la labor de previsión se ha implementado de forma exitosa, obteniendo información adicional, con apoyo de expertos, recursos adicionales y otros elementos.
- Transferencia del riesgo: el riesgo puede ser transferido a otra dependencia de la organización o a una segunda empresa asociada, como en el caso de la responsabilidad solidaria, donde una empresa puede asumir las deudas de otra, que forme parte de algún vínculo empresarial.
- Mitigación del riesgo: busca reducir la probabilidad o el impacto de un riesgo sobre la organización. En el caso de que se produzca el riesgo, sus efectos serán menores, pues ya se ha actuado de forma preventiva. Aplicable en el caso en donde el riesgo es inevitable, por el tipo de negocio.
- Explotación del riesgo: no todo riesgo es negativo, en el caso de ocurrir uno de este tipo, la empresa debe centrarse en sacar el máximo provecho de la circunstancia.
- Aceptación del riesgo: existen riesgos que no afectan, de forma significativa, la operación y que por tanto pueden convivir con la empresa.

Considerando la matriz de priorización de riesgos, luego de identificar y clasificar los riesgos en la matriz, estos se deben evaluar con respecto a los niveles de probabilidad de ocurrencia y tipo de consecuencias, dando como resultado la acción en respuesta al riesgo, considerando las estrategias mencionadas anteriormente. Es por esto que se plantea, en la Tabla 33, la escala de clasificación del riesgo con respecto a la estrategia de respuesta.

Tabla 33 Escala de clasificación de la estrategia de respuesta al riesgo

Nivel del riesgo	Respuesta al riesgo
Bajo	Asumir el riesgo
Medio	Reducir el riesgo
Alto	Evitar o transferir el riesgo
Muy alto	Reducir, evitar o transferir el riesgo

Fuente: (Jhuéz, 2012)

3.4.11.2 Gestión de riesgos en el modelo de negocio diseñado

Con base en la información teórica planteada en la sección anterior, se procede a gestionar los riesgos que, preliminarmente, se identifican para el modelo de negocio de la cuerda.

3.4.11.2.1 Identificación

1. Ocurrencia de algún desastre natural: clasificado como un riesgo ambiental, por ejemplo, la ocurrencia inundaciones, un terremoto, que son de un mayor impacto y de bajo pronóstico.
2. Condiciones climáticas que desfavorezcan el proceso de secado de las fibras: considerado como un riesgo ambiental, considerándose el factor humedad del ambiente relevante para esta tarea.
3. Variaciones inesperadas en la producción de piña: lo cual implicaría cambios no planeados en la planificación de la producción de cuerda. Considerado un riesgo económico.
4. Riesgos productivos asociados a la inexperiencia en la producción de cuerda o en el manejo de fibras. Considerado un riesgo económico.
5. Riesgos financieros como el riesgo de crédito, riesgos asociados a las tasas de interés...
6. Riesgos legales asociados a la actividad piñera en el marco ambiental, específicamente.
7. Riesgo económico asociado a problemas en la disposición de los recursos de la empresa piñera, como el recurso de transporte de hojas, remanente y producto final.
8. Riesgo financiero, de mercado, al poder surgir empresas que ofrezcan productos sustitutos.

3.4.11.2.2 Análisis

Al no poder cuantificar, de forma anticipada, las pérdidas monetarias asociadas a cada uno de los riesgos, se procede a clasificar los mismos según la matriz de priorización de riesgos planteada por la norma ISO 31000, mostrada en la Figura 29, (Apéndice 9).

		Probabilidad				
		Raro	Poco probable	Posible	Muy probable	Casi seguro
Consecuencias	Despreciable			5		
	Menores			3 – 8	4	
	Moderadas		6	7	2	
	Mayores	1				
	Catastróficas					

Figura 29 Matriz de priorización de riesgos de la producción de cuerda

Fuente: Elaboración propia basada en Jhuéz (2012)

3.4.11.2.3 Respuesta

Tal como se observa en la Figura 29, se puede concluir lo siguiente:

- Los riesgos financieros como el riesgo de crédito, riesgos asociados a las tasas de interés son riesgos que se deben asumir, tal como todo negocio que presenta incertidumbre en este tipo de aspectos.
- Las condiciones climáticas que desfavorezcan el proceso de secado de las fibras es un riesgo que se debe evitar o transferir, en este caso, se debe evitar, para ello se considera como medida preventiva evaluar la adquisición de maquinaria de secado si durante los primeros años de producción la humedad es un aspecto que impide la producción tal como se esperaba. Se puede considerar la adquisición de un horno de secado o de un túnel de secado los cuales permite el secado de la fibra a un menor tiempo, sin embargo, se debe considerar el costo beneficio de la adquisición y operación de los mismos, pues su inversión inicial es alta, al igual que su consumo energético. Lo anterior se considera dentro de las actividades del plan de implementación propuesto en este proyecto.
- Los demás riesgos identificados están clasificados en el nivel medio de la escala, lo cual indica que se debe reducir el riesgo. En el caso de las variaciones inesperadas en la producción de piña es importante considerar la información histórica de la producción, así como la planificación de la producción para producir cuerda con base en ello. También se debe negociar, de forma escrita, el préstamo de los recursos de transporte por parte de la empresa piñera, esto impedirá inconvenientes en el uso de ellos y definirá las condiciones de negociación para lo mismo, lo cual es considerado en el análisis financiero del proyecto, tal como aspectos de costo de combustible y mantenimiento de los vehículos de transporte.

3.5 Aspectos organizacionales básicos del modelo de negocio

En esta sección se resumen los aspectos organizacionales que son fundamentales para que el modelo de negocio se desarrolle de la manera correcta. Se muestra la relación entre las partes involucradas, así como la descripción de cada uno de los puestos requeridos para la operación de la planta y todo lo relacionado con el modelo de negocio.

3.5.1 Partes involucradas y su interacción

Las principales partes interesadas del modelo de negocio planteado son las siguientes:

- Empresa piñera: facilitadora de la materia prima, recursos de transporte y terreno para localización de la planta productora, a su vez, es el cliente potencial de la cuerda.
- Asociación solidarista: intermediario entre la empresa piñera y los trabajadores requeridos para la producción de la cuerda. Es el responsable de definir los aspectos estratégicos del modelo de negocio
- Trabajadores de la empresa productora (operarios): principal recurso de mano de obra para la producción y comercialización de la cuerda.

3.5.2 Descripción de puestos

Dentro de la planilla de colaboradores que se considera para este proyecto se tiene un administrador y cuatro operarios, el puesto de estos se describe a continuación:

- Administrador: encargado de gestionar la producción y la operación de la planta, además vela por las tareas relacionadas con la comercialización del producto y la gestión del personal.

- Operario 1 y 2: están encargados de la recolección y traslado de la materia prima desde el campo y hasta la planta productora, esto incluye las actividades de chapia baja, recolección, carga, traslado y descarga del material. El Operario 2 tiene también la labor de decortado de las fibras.
- Operario 3: tiene funciones recogido, peinado y tendido de fibras para su secado.
- Operario 4: es el encargado del encordado y embobinado de la cuerda.

Es importante resalta la importancia de la Asociación Solidarista, específicamente de su Junta Directiva, en la toma de decisiones relacionadas con la estrategia del modelo de negocio, pues es importante considerar aspectos de ampliación del mercado de acuerdo con los resultados iniciales del proyecto.

3.6 Conclusiones del diseño

- Luego del análisis comparativo se elige la cuerda de agricultura como producto final en el emprendimiento de un modelo de negocio bajo enfoque social, en donde la asociación solidarista de una empresa piñera será la intermediaria para la producción de la misma, considerando esto como una iniciativa que vincula la empresa y sus trabajadores en miras del progreso económico, social y ambiental de la región.
- Para suplir la necesidad de consumo del mercado meta definido se requiere del 1,78% de las hojas de rastrojo disponibles, esto permite afirmar que hay suficiente materia prima para satisfacer el reemplazo de la cuerda de polipropileno en la finca piñera bajo estudio.
- La máquina encuerdadora representa un cuello de botella en el proceso productivo, pues se requiere ocho de estas, y solamente una de las demás máquinas, esto por ser una máquina artesanal y de uso manual.
- Los costos asociados a la infraestructura corresponden al 87,5% de la inversión inicial, lo cual permite considerar algunas oportunidades de mejora en miras de reducir esta, como lo es considerar el redimensionamiento del tendedero, antes de la adquisición de maquinaria para la tarea de secado de las fibras.
- El costo de mano de obra representa un elemento importante que puede perjudicar la viabilidad económica del proyecto, por lo que se debe procurar ser lo más eficiente posible en cuanto a este recurso.
- Al competir con un producto final de un valor de mercado tan pequeño, como lo es la cuerda de polipropileno, en las siguientes etapas se deben considerar los costos ambientales asociados, como el de manejo de la cuerda de polipropileno después de su uso a diferencia de la cuerda propuesta, y no comparar únicamente su precio de venta.

Capítulo IV. Validación

4.1 Objetivos de la validación

4.1.1 Objetivo general

Cuantificar el éxito del proyecto con base en los indicadores definidos para la evaluación del desempeño del modelo de negocio diseñado

4.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la viabilidad financiera del diseño realizado para garantizar un proyecto que permita el progreso económico de sus partes interesadas.
- Cuantificar el interés por parte del cliente final para determinar la viabilidad comercial del producto definido.
- Determinar la aceptación del modelo de negocio por parte de los miembros de la asociación solidarista y de la empresa piñera para validar la implementación del proyecto.
- Cuantificar la circularidad de la cuerda para agricultura con el fin de determinar el beneficio ambiental que ofrece el proyecto.

4.2 Gestión de indicadores de éxito

La información es un conjunto organizado de datos procesados, que constituyen un mensaje sobre un determinado fenómeno y proporciona significado o sentido a una situación en particular. Los datos se convierten en información cuando aportan significado, relevancia y entendimiento, en un tiempo y lugar específico (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005).

La gestión de la información es sumamente clave en la planeación e implementación de un proyecto, pues, a partir de la misma, se obtienen insumos para la correcta toma de decisiones, es por esto que, para la fase de validación de este proyecto se define una metodología para gestionar la información que aportan los indicadores de éxito definidos para medir el rendimiento de los resultados esperados del proyecto.

Para el diseño de un indicador se debe considerar, entre muchos aspectos, la correcta documentación del mismo, a partir de una ficha de proceso como la que se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34 Plantilla de ficha técnica para documentación de indicadores.

Nombre	
Sigla	
Objetivo	
Definiciones y concepto	
Método de medición	
Unidad de medida	
Fórmula	
Variables	
Limitaciones	
Fuente de información	
Periodicidad de los datos	
Responsables	
Observaciones	

La medición del indicador implica la recolección de la información y los cálculos pertinentes que proporcionan los resultados del mismo. Luego del diseño y medición del indicador se procede a realizar su evaluación, lo cual corresponde a la comparación del valor experimental obtenido y el valor esperado previamente, a partir de ello se logra determinar el éxito del proyecto, a modo general y bajo los aspectos de enfoque de cada uno de los indicadores.

En las siguientes secciones se presenta la descripción, medición y análisis de los cuatro indicadores de éxito del proyecto.

4.3 Viabilidad financiera del proyecto

4.3.1 Rediseño del tendedero

Dada la necesidad de reducir la inversión inicial, se opta por mejorar el diseño propuesto para el tendedero, esto debido a que se necesita una reducción de costos de construcción para disminuir la inversión inicial. En particular se propone el rediseño del tendedero debido a que el diseño de las instalaciones de producción se ajusta al mínimo espacio disponible que cumple con la normativa respectiva. El diseño inicial tiene un costo de construcción \$68 250, con un área total de 1 365 m² y un costo de construcción de \$50 por metro cuadrado. El énfasis en el rediseño se basa en la optimización del área, puesto que el costo de construcción no es variable.

Para este rediseño se debe tomar en cuenta que el requisito para secar 54 kg de rastrojo de piña es de 15 m, razón por la cual para el tendido de los 6 185 kg diarios rastrojo se requieren de 1 718 m. Con el fin de mejorar el uso del espacio se propone el rediseño con cuatro niveles de altura para el secado del mismo, donde este criterio es válido porque la fibra de rastrojo decorticada cuenta con humedad interna del 11%, donde no gotea, es decir, entre niveles no afecta el proceso de secado. Dado que las fibras de rastrojo de piña tienen una longitud promedio de 66 cm, como se indica en el Apéndice 10, razón por la cual al ser tendidas sobre un cable utilizan un espacio vertical de un máximo de 33 cm.

Dado que el diseño contempla pasillos de 1,2 m entre los pasillos de tendido y en la periferia del área de tendido, además del hecho de que la fila de tendido debe ser doble, con separación de 30 cm para evitar interferencia entre fibras aledañas, se requiere de un planteamiento que permita identificar la manera óptima de ubicar las unidades funcionales (línea de tendido doble), con respecto a la cantidad vertical y horizontal, además de su largo de unidad. Para lograr este objetivo de minimizar el área se requiere plantear el problema a resolver, como se muestra en la Ecuación 2.

$$\min A = L * W \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

- A : Área del tendedero en metros cuadrados.
- L : Largo del tendedero en metros.
- W : Ancho del tendedero.

Por las condiciones descritas anteriormente se definen las siguientes ecuaciones para el cálculo del largo y el ancho se utilizan las ecuaciones Ecuación 3 y $*0,3 m + (x + 1) * 1,2 m$ Ecuación 4, respectivamente.

$$L = y * z + 2,4 m \text{ Ecuación 3}$$

$$W = x * 0,3 m + (x + 1) * 1,2 m \text{ Ecuación 4}$$

Donde:

- x : Cantidad de unidades funcionales a lo ancho.
- y : Cantidad de unidades funcionales a lo largo.
- z : Largo de la unidad funcional en metros.

La única restricción numérica que se asigna en el problema es la destinada a la longitud de cable de tendido que se utilizará para cumplir por nivel un cuarto del total requerido, como se muestra en la Ecuación 5.

$$x * y * z * 2 = 429,5 m \text{ Ecuación 5}$$

Dado que es un problema de naturaleza no lineal, por la multiplicación de variables entre sí, además de que las variables de cantidad de unidades se deben restringir a ser variables enteras, se hace uso del software Microsoft Excel, en específico su extensión de "Solver", en el modo no lineal, con el método GRG no lineal y se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 35.

Tabla 35. Resultados de optimización de área.

Variable	Valor
X	8 unidades
Y	29 unidades
Z	1,22 m
L	38,03 m
W	13,2 m
A	502 m ²

Con el valor obtenido de área se determina que la nueva área es 2,7 veces más pequeña, lo que disminuye el costo de construcción del tendadero en la misma proporción y se obtiene un costo de construcción de \$25 100. El diseño final del tendadero se presenta en la Figura 30 y los cálculos se encuentran disponibles en el Apéndice 19.

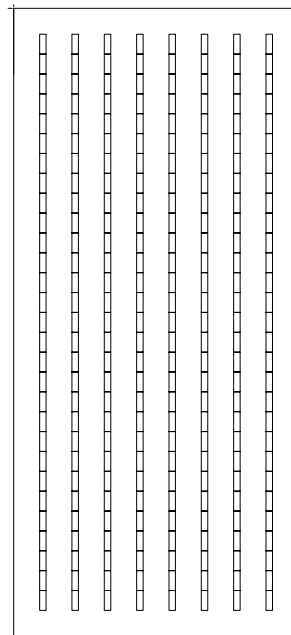


Figura 30. Diseño final de la zona de tendido.

4.3.2 Descripción del indicador

Con el fin de determinar la viabilidad financiera del presente proyecto, se lleva a cabo la construcción y estimación de flujos de caja correspondientes a los años en los que se desea evaluar el proyecto.

Los indicadores financieros que se miden para el flujo de caja son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el periodo de recuperación y el índice de deseabilidad (ID).

El VAN mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión (Sapag, 2011). El VAN debe ser mayor a 0 para que el proyecto sea considerado viable, mostrando lo que se gana después de recuperar la inversión y por sobre la tasa de retorno que se exige y si el monto es negativo, indica el monto necesario que falta para ganar la tasa que se desea obtener después de recuperada la inversión (Sapag, 2011).

La TIR mide la rentabilidad como porcentaje, básicamente es una medida de la máxima tasa elegible del proyecto (Sapag, 2011). La TIR debe de ser mayor al costo de capital para que el proyecto sea considerado viable. El periodo de recuperación es un indicador que mide en cuanto tiempo se recupera la inversión inicial (Váquiro, 2010). Otro indicador que se incluye es el índice de deseabilidad, esta es una medida de rendimiento relativa, útil para jerarquizar proyectos, mide la proporción entre el VAN y la inversión inicial realizada, para que el proyecto se considere viable este debe ser mayor a 1 y si el ID de un proyecto es mayor a otro este debe ser prioritario (Bermudez, 2016). En la Tabla 36 se muestra la ficha técnica de la TIR, considerado uno de los indicadores financieros más importantes por su relevancia en la rentabilidad de un proyecto.

Tabla 36 Ficha técnica - Tasa interna de retorno.

Nombre	Tasa Interna de Retorno
Sigla	TIR
Objetivo	Medir la rentabilidad como porcentaje, es una medida de la máxima tasa elegible del proyecto
Definiciones y concepto	Rentabilidad: relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho.
Método de medición	Por medio de los flujos de caja del proyecto
Unidad de medida	Porcentaje
Fórmula	$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n}$
Variables	F_n : flujo neto de efectivo n: cantidad total de años
Limitaciones	Si no se cuenta con suficiente información
Fuente de información	Flujos de efectivo
Periodicidad de los datos	Antes de implementar el proyecto
Responsables	Encargado del área financiera del proyecto
Observaciones	La TIR debe de ser mayor al costo de capital para que el proyecto sea considerado viable

4.3.3 Medición y análisis de resultados

La estimación de flujos de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de viabilidad de un proyecto, ya que la evaluación del proyecto estaría siendo efectuada sobre los mismos resultados que se determinen en la misma. La información necesaria para construir esta proyección proviene de los estudios de mercado, técnico y organizacional del proyecto (Sapag & Sapag, 2008). Para llevar a cabo este análisis de proyección de los flujos de caja del proyecto se cuenta con la información de los estudios realizados en las etapas anteriores.

Dos de los elementos básicos para la construcción de flujos de caja son los egresos iniciales de fondos y los egresos e ingresos de operación (Sapag & Sapag, 2008). Los egresos relevantes para la decisión se pueden diferenciar entre aquellos que constituyen inversión y los que son egresos de operación (Sapag, 2011).

Para la estimación de egresos iniciales de fondos o inversión inicial, se toman en cuenta todos los elementos de costos de inversión a los cuales es necesario incurrir para poder iniciar la operación, estos se detallan en la sección anterior de costos asociados, de la fase de diseño.

Este monto se compone del costo de los activos por adquirir para las áreas de producción, comedor, oficina y limpieza, contemplando también los costos de importación y flete de la maquinaria adquirida. Se consideran también, los costos de construcción de la planta, incluyendo los costos asociados al proyecto de producción. El total de la inversión inicial es de \$248 317,19. Para esta sección se utiliza un tipo de cambio de 585 colones por dólar vigente al 30 de octubre de 2019.

Complementando estos montos de inversión inicial, se considera la inversión en capital de trabajo. “Una inversión fundamental para el éxito o el fracaso de un negocio es la que se debe hacer en capital de trabajo” (Sapag, 2011, p183). “Cuando el proyecto consiste en un proceso productivo donde hay un periodo de producción, otro de comercialización y otro de cobranza, el capital de trabajo deberá ser capaz de financiar todos los egresos que se ocasionan antes de recibir los pagos de los clientes” (Sapag, 2011, p184).

Para el presente proyecto se determina un costo por capital de trabajo de un mes de operación, la causa de este es que la operación es completamente nueva y se estima que un mes de tiempo es suficiente para organizar la misma y capacitar al personal para iniciar con la producción. Para este no se contempla un plazo de tiempo entre la entrega del producto y el respectivo costo debido a la cercanía con el cliente. En la Tabla 37 se detallan los costos de la misma.

Tabla 37. Cálculo de capital de trabajo (\$).

Capital de trabajo neto (1 mes)	
Salarios	3 669,97
Servicios básicos	315,87
Total	3 985,84

Elaboración propia con datos del Ministerio de Trabajo (2018),

Una vez estimados los egresos iniciales de fondo, se estiman los egresos de operación. En el caso del presente proyecto se estima que estos egresos se deben principalmente a costos fijos compuestos por consumo eléctrico, consumo de agua, mano de obra y pago de internet satelital.

También es importante mencionar que en estos costos se incluye un costo estimado por el concepto de transporte del rastrojo, que realizará la empresa piñera para facilitar la operación, previamente mencionado en el apartado de costos asociados donde se puede observar la lógica de su estimación. En la Tabla 38 se detallan los costos fijos calculados por concepto.

Tabla 38. Esquema de costos fijos.

Costos fijos (\$)		
Detalle de gastos	Costo mensual	Costo anual
Mano de obra	3 669,97	44 039,65
Electricidad	214,66	2 575,90
Agua	20,80	249,59
Internet Satelital	80,41	964,92
Costo de transporte de rastrojo	251,94	3 023,23
Total	4 237,77	50 853,29

Elaboración propia con datos del Ministerio de Trabajo (2018) y Compañía Nacional de Fuerza y Luz (2019)

Es importante mencionar que esta estimación se realiza para el primer año, posteriormente, se proyecta con un crecimiento de 3,2% anual que corresponde a la inflación actual (Banco Central de Costa Rica, 2019) .

También, se consideran los gastos por depreciación que en los flujos de caja se incluyen como un escudo fiscal. Esto se calculan contemplando una vida útil de 10 años para la maquinaria de producción y una vida útil de 5 años los demás electrodomésticos en la planta, una vez concluido este periodo los activos pasan a tener un valor en libros de 0 y dejan de producir el costo por depreciación. El cálculo realizado se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39. Estimación de costo de depreciación.

Depreciación					
Activo	Cantidad	Costo por unidad (\$)	Costo total (\$)	Vida útil (años)	Depreciación (\$)
Máquina decortadora	1	11 056	11 056	10	1 106
Máquina Peinadora	1	13 569	13 569	10	1 357
Máquina enrolladora	8	151	1 206	10	121
Máquina embobinadora	1	1 357	1 357	10	136
Refrigerador	1	134	134	5	27
Microondas	1	66	66	5	13
Computadora	1	337	337	5	67
Total (\$)					2 826
Primeros 5 años (\$)					2 826
5-10 años (\$)					2 719

Elaboración propia con datos de Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co (2019), Alibaba Group (s.f.) y Shanghai Qi Pang (2019)

Como se menciona, otro de los elementos básicos para la construcción de un flujo de caja son los ingresos de operación, estos corresponden a los ingresos de efectivo generados por el concepto de venta de bienes.

Para la estimación de ingresos de operación del presente proyecto se utiliza la proyección de hectáreas sembradas de los próximos años de la finca piñera, la cual es de 980 Ha para el 2020, 1 092 ha para el 2021 y 1 150 ha para 2022. A partir de estos números se calcula los requerimientos de rollos partiendo que por hectárea se utilizan aproximadamente 4,29 rollos de 2 115 metros de cuerda. Con base en estos números se obtiene la proyección de volumen de ventas para los primeros 3 años.

Se inicia con un precio de venta de \$17, este surge del cálculo de precio para poder absorber los costos fijos del primer año que da alrededor de \$16, sin embargo, se agrega un dólar más al precio para obtener mejores indicadores financieros en el proyecto. La proyección de venta para los primeros 3 años se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40. Proyección de ventas para primeros tres años.

Año	2020	2021	2022
Hectáreas producidas	980	1092	1150
Ventas (unidades)	4 200	4 680	4 929
Ingreso (\$)	71 400,00	79 560,00	83 785,71

Es importante mencionar que, por decisiones estratégicas de la finca piñera va a seguir produciendo la misma cantidad de hectáreas de fincas a partir del año 2022 de manera indefinida. Para no tener un monto de ingreso estático por el resto de años de la proyección se toma como supuesto que a partir del año 2022 los ingresos crecen a la misma tasa de inflación (3,2%). Esto por el resto de años de la proyección, que en total son 20 años.

Otro detalle que se toma en cuenta para la construcción de los flujos de caja es la del financiamiento del proyecto. “Al recurrir al préstamo el proyecto financiero debe asumir el costo financiero asociado al proceso de otorgamiento de créditos, esto tiene un efecto negativo en utilidad, pero positivo en impuestos” (Sapag, 2011, p.257). Al incluir el préstamo en el flujo de caja, se reduce la inversión inicial a básicamente el monto que se debe asumir por el recurso propio (Sapag, 2011). A partir de ahí se tiene un flujo de caja para el recurso propio y un flujo de caja el proyecto.

Para el presente proyecto, el flujo de caja se formula bajo el supuesto de que se adquiere un préstamo de un 80% de la inversión inicial, a una tasa fija de 9% por un periodo de 20 años. Actualmente, el Sistema de Banca para el Desarrollo otorga créditos con tasas promedio que van entre los 5,3% y 9,9% en colones (Abissi, 2017), por lo que se define que este supuesto es realista. El periodo de 20 años se define ya que, a pesar de ser un emprendimiento, los flujos de caja están ligados a una actividad con poca incertidumbre como lo es el de la finca piñera y la inversión inicial es considerablemente alta para definir un periodo más corto. La rentabilidad esperada por socios para el recurso propio es de 5%. Ya que por las características del proyecto y la naturaleza de la figura de asociación solidaria es muy probable que sea apta para este tipo de créditos. Tanto la amortización como el gasto por interés son incluidos en los flujos de caja,

contemplando el ahorro fiscal que este supone. También se define un impuesto sobre la renta de un 10% los primeros 5 años basado en los ingresos brutos y de un 20% para los años posteriores, siguiendo los lineamientos del ministerio de hacienda para el año fiscal 2019.

Tal como se mencionó anteriormente, los indicadores relevantes para la viabilidad financiera del proyecto son el VAN, TIR, ID y el periodo de recuperación. En la Tabla 41 , se muestran los indicadores mencionados para un flujo de caja basado en los supuestos mencionados anteriormente, para un periodo de 20 años.

Tabla 41. Indicadores financieros del proyecto.

VAN del recurso propio	51 086,83
VAN del Proyecto	66 666,09
ID del recurso propio	1,95
ID del Proyecto	1,26
TIR del recurso propio	15%
TIR del Proyecto	10%
Periodo de recuperación (recurso propio)	9

Como se puede observar se obtiene un VAN positivo tanto para el proyecto como para el recurso propio, sin embargo, el índice de deseabilidad es mayor para el recurso propio, por lo tanto, se puede inferir que lo indicado es llevar a cabo el proyecto solicitando un préstamo para cubrir la inversión.

Antes de finalizar este análisis de viabilidad es sumamente importante mencionar que a pesar que el precio de venta del producto es de \$17 lo cual es un 70% mayor al precio del rollo de cuerda de polipropileno, se obtiene un ahorro por unidad de \$4 por concepto de recolección de la cuerda de polipropileno, lo que equivale a un ahorro de \$16 752,14, \$18 666,67 y \$19 658,12 los primeros tres años, consecutivamente y un ahorro aún mayor el resto de años del periodo al estar sujetos a la inflación, además del costo ambiental inherente que se estaría ahorrando la operación y que es tangible para los consumidores finales y le puede brindar a la empresa piñera una ventaja competitiva.

Desde esta perspectiva, el producto ofrecido solo estaría prácticamente \$3 por encima del precio del principal producto sustituto, sin contemplar las ganancias por la buena imagen que significaría para la empresa piñera el de sustituir un producto de uso masivo sumamente dañino para el medioambiente por uno amigable con el mismo. Los cálculos implicados dentro de este análisis de viabilidad financiera pueden ser observados con mayor detalle en el Apéndice 11. Ingeniería económica.

4.3.3.1 Análisis de sensibilidad

Se realiza un análisis de sensibilidad sobre el modelo financiero realizado para calcular los indicadores financieros para entender que tan susceptibles son los mismos ante cambios en un rango determinado, de ciertos factores clave previamente escogidos.

Los factores que se someten al análisis de sensibilidad son, los costos fijos, el precio de venta, la inversión inicial y la tasa de financiamiento.

Todos se evalúan en una variación de un 30% para arriba y un 30% para abajo del valor indicado en el modelo inicial, con la excepción de los costos fijos que solo se realizarán hacia arriba, debido a que se considera poco probable que haya una disminución en estos costos. Cabe destacar que la disminución en costos o en inversión se incluye en el análisis por la posibilidad de que a la hora de ejecutar el proyecto se obtengan mejores condiciones en los contratos o mejores cotizaciones, por lo que también se incluyen estos escenarios con disminuciones. En la Tabla 42, Tabla 43, Tabla 44 y Tabla 45 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 42. Análisis de sensibilidad de Inversión Inicial.

Escenario	Inversión inicial	VAN RP	ID RP	TIR RP	Periodo de recuperación RP
30%	322 812,35	(17 969,55)	0,74	7%	15
20%	297 980,63	5 049,24	1,08	9%	13
10%	273 148,91	28 068,04	1,48	11%	11
Valor Inicial	248 317,19	51 086,83	1,95	15%	9
-10%	223 485,47	74 105,63	2,52	18%	7
-20%	198 653,76	97 124,42	3,22	23%	6
-30%	173 822,04	120 143,21	4,10	28%	5

Tabla 43. Análisis de sensibilidad de Precio de Venta.

Escenario	Precio de Venta	VAN RP	ID RP	TIR RP	Periodo de recuperación RP
30%	22,10	295 076,99	6,50	45%	3
20%	20,40	213 746,94	4,98	35%	4
10%	18,70	132 416,88	3,47	24%	5
Valor Inicial	17,00	51 086,83	1,95	15%	9
-10%	15,30	(30 243,22)	0,44	5%	17
-20%	13,60	(111 573,27)	-1,08	-9%	Mayor a 20
-30%	11,90	(192 903,33)	-2,60	NA	Mayor a 20

Tabla 44 Análisis de sensibilidad de Tasa de financiamiento.

Escenario	Tasa de financiamiento	VAN RP	ID RP	TIR RP	Periodo de recuperación RP
30%	12%	25 970,22	1,48	11%	12
20%	11%	34 342,43	1,64	12%	11
10%	10%	42 714,63	1,80	13%	10
Valor Inicial	9%	51 086,83	1,95	15%	9
-10%	8%	59 459,03	2,11	16%	8
-20%	7%	67 831,23	2,26	17%	8
-30%	6%	76 203,44	2,42	18%	7

Tabla 45. Análisis de sensibilidad de costos fijos.

Escenario	Costos fijos	VAN RP	ID RP	TIR RP	Periodo de recuperación RP
30%	66 109,28	(108 043,94)	-1,01	-8%	Mayor a 20
20%	61 023,95	(55 000,35)	-0,03	1%	20
10%	55 938,62	(1 956,76)	0,96	8%	18
Valor Inicial	50 853,29	51 086,83	1,95	15%	9

Como se puede observar de las variables analizadas las más sensibles son el precio de venta y los costos fijos, ya que al variarlos tan solo 10% presentan indicadores financieros, como el VAN negativo, que indican que los proyectos dejan de ser viables. Para observar con más detalle el análisis de sensibilidad, dirigirse al Apéndice 11.

4.4 Interés del cliente final

4.4.1 Descripción del indicador

El cliente definido para el modelo de negocio corresponde a la empresa piñera, a la cual se le propone una cuerda creada a partir de fibra de las hojas del rastrojo de piña, que reemplaza la cuerda de polipropileno empleada en la etapa de pre cosecha de la piña. Es de suma importancia conocer el interés del cliente en la propuesta de producto que se le ofrece en este proyecto, por lo que se elabora un cuestionario dirigido a quien le compete la toma de decisiones con respecto a la compra de un producto nuevo.

Este cuestionario es formulado de forma tal que permita conocer el interés del cliente con respecto al reemplazo de la cuerda, a las características técnicas y de valor agregado del producto ofrecido, al precio de venta y lo que implica el reemplazo de la misma para la empresa (Apéndice 12).

Tal como se muestra en la Tabla 46, el cuestionario consta de cinco preguntas, donde a cada una se le asigna un porcentaje relativo que permite diferenciar las mismas por el criterio de importancia y significancia en el resultado final del indicador.

Tabla 46 Importancia y significancia de las preguntas del cuestionario.

Aspecto a evaluar	Porcentaje asignado
1. ¿A usted le interesaría reemplazar la cuerda de polipropileno por una cuerda de origen natural?	15%
2. ¿Usted estaría de acuerdo en probar una cuerda producida a partir de fibra de la hoja del rastrojo de piña? (rollo de 2 115 metros, que no afectaría la operación de uso, grosor de 5 mm y tensión de 4 800kg)	15%
3. ¿A usted le interesaría un producto (cuerda) biodegradable (que no implique costos de recolección) y que sea amigable con el medio ambiente (no requiere empaque y ningún tipo de material para su producción, como un rollo de plástico)	20%
4. ¿A usted le interesaría comprar un producto con un precio de venta de \$17? (el cual dentro de su precio involucra la reducción de costos de mano de obra por recolección de la cuerda de polipropileno, de aproximadamente 16 700 \$/año.	25%
5. ¿A usted le interesa un producto que sea producido dentro de las instalaciones de la empresa piñera y bajo una propuesta de abastecimiento igual o mayor al actual consumo promedio de cuerda?	20%

Cada pregunta tiene cinco opciones de respuesta, donde por medio de una escala numérica se asigna un valor a cada una, tal cual se observa en la Tabla 47 y esto, junto lo anterior, permite ponderar un resultado final para el cálculo del interés del cliente.

Tabla 47 Escala para respuestas del cuestionario.

5	4	3	2	1
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Se define como valor esperado que el interés del cliente sea superior al valor mínimo aceptable del 70%, sin embargo, lo ideal es que este sea superior al 90%, lo cual indicaría una alta viabilidad comercial del producto.

Se elabora una ficha técnica del indicador en donde se detalla la definición de este indicador, ver Tabla 48.

Tabla 48 Ficha técnica - Interés del cliente final.

Nombre	Interés del cliente final
Sigla	ICF
Objetivo	Medir el interés del cliente con respecto a la cuerda para agricultura
Definiciones y concepto	No se aplica
Método de medición	Por medio de cuestionarios dirigidos
Unidad de medida	Porcentaje
Fórmula	$\frac{\sum \frac{x_n}{5}}{n}$
Variables	x_n : puntuación de respuesta (1-5) n: cantidad de preguntas
Limitaciones	Acceso a personal para aplicar cuestionario
Fuente de información	Entrevistas
Periodicidad de los datos	Antes de implementar el proyecto
Responsables	Junta Directiva de Asociación Solidarista
Observaciones	Se espera que 70%<ICF y lo ideal 90%>ICF

4.4.2 Medición y análisis de resultados

Actualmente, los agrónomos de la finca son los encargados de emitir el criterio técnico para aceptar un nuevo insumo. La aplicación de este cuestionario va dirigida al agrónomo encargado de la fase de pre cosecha de la piña, pues es este quien está involucrado en la toma de decisión para el reemplazo de la cuerda.

Se aplica el cuestionario y con base en las respuestas se obtiene un valor del interés del cliente del 84%, el cual es un valor aceptable dentro del rango definido (Apéndice 13). Las razones por las cuales el interés del cliente no es mayor son las siguientes:

- Existen muchos de temas de prioridad para la empresa piñera que dejan de lado el analizar la viabilidad y beneficios del reemplazo de la cuerda, es por esto que el tema considerar un producto nuevo no aporta tanto interés.
- El producto ofrecido excede en un 70% al de la cuerda de polipropileno lo cual, a pesar de implicar menos costos de mano de obra por no requerir de su recolección y a su vez, generar una buena imagen de la compañía, genera cierta incertidumbre en la proyección de aumento de gastos que este cambio de producto implicaría.

A pesar de lo anterior, se concluye que el interés por parte de la empresa piñera en considerar la cuerda propuesta es alto, lo cual reafirma la viabilidad comercial de la misma.

4.5 Aceptación del modelo de negocio

4.5.1 Descripción del indicador

El modelo de negocio diseñado es de carácter colaborativo entre la asociación solidarista y la empresa piñera a la cual esta pertenece, es por esto que es fundamental considerar la aceptación del mismo por ambas partes.

Se elabora un cuestionario dirigido a la empresa piñera mediante el cual se busca conocer el interés de la misma en formar parte de este proyecto, facilitar el rastrojo sin costo a la asociación para la producción de cuerda, prestar de forma temporal medios de transporte para este desecho y el producto final y, a su vez, consultar la posibilidad de otorgar un terreno para la construcción de la planta de producción, (Apéndice 14). A estas preguntas se les asigna un valor porcentual relativo, acorde con la importancia y significancia de las mismas sobre el indicador, tal como se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49 Importancia y significancia de las preguntas del cuestionario.

Pregunta	Porcentaje asignado
1. ¿Usted considera factible que a la empresa piñera le interese apoyar a la Asociación Solidarista de su empresa en la implementación de un proyecto bajo el enfoque de modelo de negocio colaborativo, en la producción de una cuerda para agricultura a partir del rastrojo de piña?	25%
2. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a facilitar las hojas de rastrojo de forma gratuita a la asociación para la producción de cuerda?	25%
3. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a brindar de forma temporal el equipo de transporte (carretas de volteo y vehículos) para el transporte del material del campo a la planta y del producto final a sus respectivas bodegas? (3 viajes ida y vuelta durante el día)	25%
4. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a brindar un terreno a la asociación para la construcción de la planta productora?	25%

Cada pregunta tiene cinco opciones de respuesta, en donde por medio de una escala numérica se asigna un valor a cada respuesta, tal cual se observa en la Tabla 47 y esto, junto lo anterior, permite ponderar un resultado final para el cálculo de la aceptación del modelo de negocio por parte de la empresa piñera.

Por otro lado, se elabora un cuestionario dirigido a la asociación solidarista donde a partir de este se busca evaluar la aceptación del modelo de negocio con respecto al interés de formar parte en un proyecto de este tipo, de producción de cuerda, en conjunto con la empresa piñera, en donde se requiere interés e inversión para su ejecución y bajo ciertas condiciones de viabilidad

financiera. Este cuestionario consta de cinco preguntas, a las cuales se les asigna un valor porcentual relativo de acuerdo con su nivel de importancia y significancia en el resultado del indicador, tal como se muestra en la Tabla 50.

Tabla 50 Importancia y significancia de las preguntas del cuestionario.

Pregunta	Porcentaje asignado
1. ¿Usted cree que a la Asociación Solidarista le interese formar parte de un proyecto que genere, al menos, empleo a 5 personas y que impacte positivamente al medio ambiente?	15%
2. ¿Usted considera que a la asociación le interese implementar un proyecto de producción de cuerda para agricultura a partir de las hojas de rastrojo?	15%
3. ¿Usted considera que la asociación le interese la colaboración de la empresa para desarrollar en conjunto este proyecto?	20%
4. ¿Usted considera que la asociación le interese y pueda invertir en este tipo de proyecto?	25%
5. ¿Usted considera que a la asociación le interese este proyecto que genera 435 000 colones y 2 000 000 de colones de flujo neto de efectivo del recurso propio para el primer y segundo año, respectivamente y que recupera su inversión inicial al año número 12?	25%

Al igual que para los cuestionarios anteriores, cada pregunta tiene cinco opciones de respuesta, en donde por medio de una escala numérica se asigna un valor a cada respuesta, tal cual se observa en la Tabla 47 y esto, junto lo anterior, permite ponderar un resultado final para el cálculo de la aceptación del modelo de negocio por parte de la asociación solidarista.

Para obtener el resultado final del indicador se promedian ambos resultados y se obtiene el valor porcentual para la aceptación del modelo de negocio, donde un 70% es el mínimo aceptable y más de 90% lo ideal, considerando que se espera sea un proyecto que se implemente en la realidad, ver Tabla 51.

Tabla 51 Ficha técnica - Aceptación del modelo de negocio.

Nombre	Aceptación del modelo de negocio
Sigla	AMN
Objetivo	Medir la aceptación del modelo de negocio por parte de la empresa piñera y la asociación solidarista
Definiciones y concepto	No se aplica
Método de medición	Por medio de cuestionarios dirigidos
Unidad de medida	Porcentaje
Fórmula	$\sum \frac{x_n}{5}$ $\sum \frac{n}{N}$
Variables	x_n : puntuación de respuesta (1-5) n: cantidad de preguntas N: cantidad de partes interesadas (2)
Limitaciones	Acceso a personal para aplicar cuestionario
Fuente de información	Entrevistas
Periodicidad de los datos	Antes de implementar el proyecto
Responsables	Estudiantes que plantean proyecto
Observaciones	Se espera que 70%<AMN y lo ideal 90%>AMN

4.5.2 Medición y análisis de resultados

El cuestionario se le aplica al Gerente de Producción de la empresa y según sus respuestas se obtiene un porcentaje de aceptación del modelo de negocio del 90%. La razón por la cual la aceptación no es del 100% es porque se desconoce, a primera instancia, si el rastrojo a largo plazo podría cobrarse, esto en el escenario de comercialización externa de la cuerda. Además, con respecto al transporte, la empresa dispone del equipo, pero si se recomienda considerar los gastos de combustible que esto implica.

El otro cuestionario es aplicado a dos de los cuatro miembros de la Junta Directiva de la asociación, con base en sus respuestas se obtiene un porcentaje de aceptación del modelo del 84%, este resultado se da por el desconocimiento técnico de algunos aspectos del proyecto, además de la inseguridad ante un tipo de proyecto que nunca se ha considerado en la asociación, pues implica mucha inversión y esfuerzos. A pesar de ello se destaca el interés en formar parte

del mismo al promover una idea de negocio sostenible, lo cual aporta en muchos sentidos a sus partes involucradas.

Con base en los resultados obtenidos tras aplicar los cuestionarios, se obtiene un porcentaje general de aceptación del modelo de negocio del 86%, lo cual reafirma la aceptación y el interés por parte de la empresa y la asociación solidaristas en la implementación de un proyecto como el propuesto (Apéndice 15).

4.6 Circularidad del producto

4.6.1 Descripción del indicador

Con el fin de obtener una representación más adecuada de la circularidad del producto en términos de los flujos de materiales del mismo, se selecciona el indicador "*Material Circularity Indicator*" (MCI) de la Fundación Ellen MacArthur, siendo este indicador un indicador de circularidad a nivel de producto enfocado en el flujo de materiales y no en el costo del producto (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Dada la disponibilidad y trazabilidad de los datos representa una manera más adecuada de representar la circularidad a nivel de producto, en términos de flujo de materiales, a diferencia del indicador completamente económico Linder, Sarasini y van Loon (2017), propuesto en un inicio para el desarrollo del proyecto.

Se prefiere el indicador seleccionado puesto que al enfocarse más en el flujo de materiales representa más adecuadamente la reintegración de los mismos, en su flujo circular. Otra de las ventajas de este indicador es que utiliza datos propios de los procesos de reciclaje, a los cuales por el alcance del proyecto y el conocimiento del mismo se tiene acceso para obtener un indicador robusto con datos verificables.

El indicador seleccionado es el resultado de un esfuerzo conjunto de la Fundación Ellen MacArthur, una fundación creada en el 2010 con el fin de educar y realizar proyectos que impacten la circularidad de las organizaciones, en conjunto con GRANTA, una empresa fundada en 1994 que desarrolla software de ingeniería de materiales, y el programa LIFE de las Comisión Europea, programa lanzado en 1992 para financiar proyectos de impacto ambiental y climático (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Se elabora una ficha técnica en donde se muestra la información relevante para este indicador, (Tabla 52).

Tabla 52 Ficha técnica - Circularidad del producto.

Nombre	Material Circularity Indicator
Sigla	MCI
Objetivo	Cuantificar la reintegración del flujo de materiales en su flujo circular
Definiciones y concepto	No se aplica
Método de medición	Cálculo numérico
Unidad de medida	Numérico
Fórmula	$MCI_x = 1 - LFI * F(X)$
Variables	<p><i>LFI</i>: Indicador de flujo lineal: $\frac{V + W}{2M + \frac{W_F - W_C}{2}}$</p> <p><i>F(X)</i>: Utilidad del producto: $\left(\frac{L}{L_{ave}}\right)\left(\frac{U}{U_{ave}}\right)$</p>
Limitaciones	Si no se cuenta con suficiente información
Fuente de información	Datos técnicos del proceso productivo
Periodicidad de los datos	Antes de implementar el proyecto
Responsables	Encargado del área ambiental del proyecto
Observaciones	El indicador debe ser cercano a 1,00

4.6.2 Medición y análisis de resultados

Para obtener el indicador de circularidad a nivel de producto (MCI) se deben realizar estimaciones de valores intermedios, a continuación, se detallan todos los cálculos realizados con base en la metodología propuesta para el cálculo del indicador (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

El primer valor que se debe calcular es el porcentaje de materia prima que no proviene de productos reutilizados o reciclados, este valor es llamado “materia prima virgen” y se calcula con la Ecuación 6.

$$V = M(1 - F_R - F_U) \text{ Ecuación 6.}$$

Donde:

- V = Masa de materia prima virgen utilizada.
- M = Masa del producto terminado en estudio.
- F_R = Fracción de la materia prima proveniente de productos reciclados.
- F_U = Fracción de la materia prima proveniente de productos reutilizados.

Para el desarrollo de todos los cálculos se debe recordar que la masa del producto final es 2% de la masa de las hojas necesarias para su creación que por rollo de cuerda es de 329,83 kg como se indica en la fase de Diseño, por lo tanto, la masa del producto terminado es de $329,83 \text{ kg} * 0,02 = 6,6 \text{ kg}$. En el caso del proyecto toda la materia prima (hojas de rastrojo de piña) son producto del reciclaje del rastrojo y por lo tanto $F_R = 1$, lo que implica que $V = 0$.

Posterior a la estimación de la materia prima virgen se debe calcular la masa del producto final que es desperdicio irre recuperable (va a botaderos), la cual se calcula con la Ecuación 7.

$$W_0 = M(1 - C_R - C_U) \text{ Ecuación 7}$$

Donde:

- W_0 = Masa del producto final que es irre recuperable.
- C_R = Fracción del producto final que será reciclado.
- C_U = Fracción del producto final que será reutilizado.

En este caso, dado que la cuerda será reintegrada en su totalidad a los suelos mediante un proceso de compostaje, dado que es biodegradable, se determinó que la fracción del producto final que será reciclado es de 1 ($W_0=0$).

Posterior a este cálculo total de la masa del producto final irre recuperable se hace el cálculo para la masa de desecho generada al reciclar el producto final (W_c) y la masa de desecho generada al reciclar para generar la materia prima para el producto en estudio (W_F). Para el cálculo de W_c se utiliza la Ecuación 8.

$$W_c = M(1 - E_c)C_R \text{ Ecuación 8}$$

Donde:

- W_c = Masa del desecho generado al reciclar el producto final.
- E_c = Eficiencia del proceso de reciclaje utilizado.

Es importante destacar que la eficiencia de un proceso de reciclaje es la masa ingresada al proceso de reciclaje contra la masa de salida reciclada, como se muestra en la Ecuación 9.

$$\eta = \frac{m_{out}}{m_{in}} \text{ Ecuación 9}$$

Donde:

- η = Eficiencia del proceso de reciclaje.
- m_{out} = Masa de salida del proceso de reciclaje.
- m_{in} = Masa de entrada al proceso de reciclaje.

Para el producto de la cuerda para agricultura dado que se reciclará la totalidad de la cuerda se obtiene $E_c = 0$, lo que implica que $W_c = 0$.

En el caso de W_F se utiliza la Ecuación 10.

$$W_F = M \frac{(1-E_F)F_R}{E_F} \text{ Ecuación 10}$$

Donde:

- W_F = Masa del desecho generado al reciclar para generar la materia prima.
- E_F = Eficiencia del proceso de reciclaje para generar la materia prima.

De acuerdo con la información suministrada por el contacto con la empresa piñera el vástago representa aproximadamente el 30% de la masa total del rastrojo, por lo que el restante 70% corresponde a las hojas. Dado que el análisis se realiza donde la materia prima es la hoja del rastrojo de piña se determina que la eficiencia del proceso de reciclaje de la materia prima es 70% ($E_F = 0.7$). Con estos valores se realiza el cálculo para W_F .

$$W_F = 6,6 \text{ kg} * \frac{0,3 * 1}{0,7} = 2,83 \text{ kg} \text{ Ecuación 11}$$

A partir de estos valores se calcula el desecho total como se muestra en la n Ecuación 12.

$$W = W_0 + \frac{W_c + W_F}{2} n \text{ Ecuación 12}$$

Donde:

- W = Masa total de los desechos.

Con los valores anteriormente calculados se determina que $W = W_F/2 = 1,42 \text{ kg}$. Para el cálculo del indicador de flujo lineal (LFI) se utiliza la Ecuación 13.

$$LFI = \frac{V+W}{2M + \frac{W_F - W_c}{2}} \text{ Ecuación 13}$$

Donde:

- LFI = Indicador de flujo lineal.

Con los valores anteriores se estima el indicador de flujo lineal, como se muestra en la Ecuación 14.

$$LFI = \frac{1,42 \text{ kg}}{2 * 6,60 \text{ kg} + \frac{1,42 \text{ kg} - 0 \text{ kg}}{2}} = 0,10 \text{ Ecuación 14}$$

Cabe mencionar que el indicador de flujo lineal lo que busca es identificar flujos no circulares. En este caso no es perfectamente circular porque en el reciclaje de la materia prima el vástago es desperdicio y por esto el LFI no es cero. En el caso particular de la finca en estudio este vástago es compostado y por lo tanto el indicador debería ser 0 por su numerador, sin embargo, con el fin de mantener la generalidad del cálculo realizado se analiza desde la perspectiva de la empresa creadora de la cuerda.

La utilidad es un valor que se calcula a partir de dos componentes: vida útil del producto y uso del producto. El cálculo se realiza por medio de la Ecuación 15.

$$X = \left(\frac{L}{L_{ave}} \right) \left(\frac{U}{U_{ave}} \right) \text{ Ecuación 15}$$

Donde:

- X = Utilidad del producto.
- L = Vida útil del producto.
- L_{ave} = Vida útil promedio de productos similares.
- U = Utilización del producto en unidades funcionales.
- U_{ave} = Utilización promedio de productos similares en unidades funcionales.

En el caso de la cuerda para agricultura destaca el hecho de que solo se realiza un amarre por cuerda en el caso de la cuerda de polipropileno y por lo tanto para la cuerda propuesta se utiliza la misma unidad funcional de utilización: un amarre por cuerda, es decir que $U / U_{ave} = 1$, porque realizan la misma cantidad de unidades funcionales de uso. En el caso de la vida útil no existen documentos que indiquen la vida útil realizando amarres con esta cuerda, ni tampoco con cuerdas de polipropileno, además dado que se utilizan para un único amarre se utiliza el dato de que ambas cuerdas pueden funcionar en un amarre, por lo tanto $L/L_{ave}=1$. Por esta razón $X=1$.

Con el fin de atribuir el mismo impacto a las mejoras en la utilidad y a la reutilización de componentes se define la función de utilidad mostrada en la Ecuación 16.

$$F(X) = \frac{0,9}{X} \text{ Ecuación 16}$$

Dado que la utilidad es 1, la función de utilidad es $F(X)=1$. A partir de los datos anteriormente calculados se calcula el MCI como el máximo entre 0 y MCI_* , el cual se muestra en la Ecuación 17.

$$MCI_* = 1 - LFI * F(X) \text{ Ecuación 17}$$

El valor obtenido para el MCI se muestra en la ecuación 18.

$$MCI_* = 1 - 0,10 * 0,9 = 0,91 \text{ Ecuación 18}$$

Dado que el valor de MCI_* puede ser negativo, la metodología indica que el valor final del indicador de circularidad es el mostrado en la Ecuación 19.

$$MCI = \max(0, MCI_*) \text{ Ecuación 19}$$

Dado que el valor MCI_* es positivo, el $MCI = MCI_*$ y finalmente se obtiene un $MCI = 0,91$. Este valor indica que es un producto altamente circular.

4.7 Plan de implementación

Según Ameijide (2016) la dirección o gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de una serie de procesos

agrupados, que conforman los cinco grupos de procesos, los cuales son el inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. Esta sección se enfoca en los primeros tres procesos, pues se busca aportar una base de cómo y qué orden ejecutar las tareas para una correcta implementación o ejecución del proyecto.

Antes de describir el plan de implementación recomendado, es importante destacar que se analiza la posibilidad de iniciar con una operación que solo satisfaga el 50% de la demanda de la finca piñera por un plazo de al menos cinco años, esto con la intención de disminuir la inversión inicial, y poder generar flujos de efectivo para hacerle frente al resto de la inversión y terminar con la operación presentada en la fase de diseño.

Para realizar el análisis de este escenario, se reduce el número de máquinas enrolladoras a comprar de ocho a cuatro y de estañones de 32 a 16. El resto de maquinaria se adquiere de la misma manera, pero se opera una menor cantidad de tiempo, lo cual implica reducción de costos energéticos. Además, se disminuyen los requerimientos espaciales de la planta de producción de 280 m² a 180 m² y del tendadero a la mitad de lo propuesto inicialmente. Estos cambios suponen una reducción en la inversión inicial de 43 997 737,35 colones. Con respecto a los costos fijos, se reduce la mano de obra de 4 a 2 operarios en planta y los costos energéticos de consumo de agua y de transporte se disminuyen a la mitad. Obteniéndose una reducción de 10 267 504,33 de colones anuales.

Esta reducción en inversión y costos fijos supone una operación capaz de producir la mitad de la demanda de rollos de cuerda de la finca piñera por lo que se ajustan los ingresos de los años a la mitad de ingresos iniciales, considerando un precio de venta unitario igual al estipulado, para proyectar los flujos de efectivo de esta primera etapa.

Al estimar los flujos de efectivo para recurso propio de esta etapa preliminar, siguiendo los lineamientos de la etapa anterior, se obtienen flujos negativos los primeros cinco años, por lo que se considera que este no es un enfoque oportuno y la implementación se debe hacer desde el inicio como se presenta en la etapa de diseño, para obtener los ingresos totales provocados por la demanda total de rollos de cuerda de la finca piñera. Para observar con más detalle el modelo económico de esta etapa preliminar (Apéndice 16).

Se realiza, además, un estudio financiero considerando el punto de equilibrio del proyecto, determinando la estabilidad entre el nivel de ventas y los costos asociados, con la intención de proponer otra opción de implementación del proyecto, sin embargo, el resultado de este es que se requiere de, aproximadamente, un 70% de la producción inicial, lo cual implicaría una baja reducción de la inversión inicial, lo cual reafirma que el proyecto se debe implementar tal cual se plantea en la fase de diseño.

A continuación, se enlistan, de forma secuencial, como recomendación en el orden en que se deben llevar a cabo, las tareas básicas para la implementación del proyecto (Universidad Interamericana para el Desarrollo):

- Legalización de la empresa: cuando se trate de un proyecto nuevo externo a una empresa en operación, es necesario identificar los procesos y requisitos que se deben cumplir antes

del inicio de las operaciones, como es el caso de la constitución de la organización, el registro mercantil, licencias, permisos y demás requerimientos exigidos.

- Gestión para el financiamiento: en la formulación del proyecto, en la etapa de los estudios financieros se determinaron las necesidades de recursos para la inversión y capital de trabajo, especificando la forma cómo se obtendrían dicho financiamiento. Es en esta etapa donde se formaliza la solicitud del financiamiento para proceder con la adquisición de los bienes de la inversión inicial del proyecto.
- Adquisición, adecuación de terrenos y construcciones: se realiza mediante actividades de compra, adecuaciones, mejoras y construcciones de instalaciones. Se debe considerar la localización del terreno planteada en la fase del diseño, sin embargo, esta podría cambiar acorde con la negociación entre la piñera y la asociación.
- Obtención de la tecnología necesaria: para proyectos de cierto tamaño o que la producción está restringida a un tipo de tecnología, ésta debe negociarse y comprarse, como también debe preverse la necesidad de seleccionarla, licitarla, evaluarla y adjudicarla o contratarla directamente, dependiendo de cada proyecto, para este caso el único requerimiento tecnológico es el acceso de internet y un sistema básico para el manejo de la información, lo cual, para iniciar, no es prioridad.
- Adquisición de diseños básicos: el objetivo de esta tarea es obtener el diseño definitivo de los procesos de producción, diagramas de flujo, distribución en planta y sistemas de control, para la correcta ejecución del proceso productivo. Se recomienda tomar como base lo planteado en la fase del diseño y hacer los ajustes pertinentes
- Compras de equipo y maquinaria: las cuales deben estar basadas en las especificaciones técnicas y cantidades definidas en el estudio técnico llevado a cabo en la fase anterior. En el caso del proceso de secado se recomienda iniciar con el tendedero físico, pues para efectos de costos este es más atractivo, sin embargo, se recomienda como posible ajuste considerar la adquisición de un secador o de un túnel de secado que permita gestionar el riesgo a que este proceso se vea afectado por las condiciones climáticas. Esta decisión se debe basar en los hallazgos obtenidos al pasar al menos dos años de iniciar operaciones.
- Construcción y montaje: Corresponde a las obras civiles las cuales deben estar soportadas en los planos y diseños de la ingeniería. Se recomienda analizar, con detalle, el diseño planteado en la anterior fase, para considerar si es necesario ejecutar la construcción por completo o si la misma puede irse desarrollando por fase, considerando como prioridad los espacios para recibo de material, procesamiento y despacho del producto final.
- Selección, contratación y entrenamiento del personal: el requerido para la operación del proyecto.
- Realización de pruebas de equipo e instalaciones para la puesta en marcha: Es una actividad fundamental para verificar y tener la seguridad que todo está listo de acuerdo a lo planeado y que el proyecto está listo para iniciar la operación.

Por último, es recomendable para lograr una correcta implementación del proyecto planificar la gestión de la integración, del alcance, del tiempo, del coste, de la calidad, del recurso humano,

de las comunicaciones, del riesgo, de las adquisiciones y de los interesados, aspectos que quedan pendientes para la implementación real de este proyecto.

4.8 Conclusiones de la validación

- Existe viabilidad financiera en este proyecto, pues al realizar los flujos netos de efectivo del mismo se obtienen resultados que superan los valores esperados para los indicadores financieros VAN, TIR e ID.
- La empresa piñera debe priorizar la consideración de reemplazar la cuerda de polipropileno dado que esto le permitiría una mejora financiera en cuanto a costos ambientales y en lo que respecta a la sostenibilidad de su negocio, pues la alternativa propuesta le permite mejorar su imagen, al ser la empresa piloto en involucrarse en un proyecto comercial como este, considerando que las empresas piñeras están involucradas en muchos conflictos por el impacto negativo que estas generan al medio ambiente.
- El modelo de negocio es atractivo tanto para la empresa piñera como para la asociación solidaria, considerando que este busca un progreso sostenible para todas las partes involucradas. Se recomienda, para impulsar este proyecto, la exposición real de toda la información relativa al mismo para un mayor entendimiento por parte de todos los involucrados. Asimismo, se recomienda exponer a la AS diferentes casos de estudio en donde diferentes asociaciones solidarias implementan proyectos de la magnitud similar al que se plantea, eso para reducir la incertidumbre e inseguridad en la ejecución de este, lo cual les permite tener referentes exitosos al respecto.
- La cuerda para agricultura propuesta presenta un 91% de circularidad con respecto al modelo planteado por Ellen MacArthur Foundation (2015), lo cual permite reforzar este proyecto en cuanto al impacto ambiental positivo que permite.
- Se reafirma, a partir del estudio de los indicadores financieros, que el planteamiento inicial para la implementación del proyecto es el recomendado, pues presenta los mejores resultados en miras de un negocio rentable y de impacto sostenible.

A modo general, la evaluación de los cuatro indicadores de éxito permite afirmar que los resultados son favorecedores para impulsar este proyecto en la realidad, lo cual sirve como base para aumentar el involucramiento en proyectos de enfoque sostenible, a nivel de país.

Conclusiones

- La evaluación de diferentes alternativas de uso de un desecho como lo es el rastrojo permite la formulación de un proyecto de impacto de sostenibilidad que permite el surgimiento de otras iniciativas de esta índole para diferentes procesos productivos que se desarrollan en el país, lo cual resalta el papel del emprendimiento en miras de proyectos no solo lucrativos, sino de impactos social y ambiental.
- La simplicidad del proceso de elaboración de la cuerda para agricultura lo convierte en un negocio fácilmente replicable que podría replicarse en otras fincas de la zona y el país con el fin de lograr expandir el impacto y los beneficios ambientales, económicos y sociales del proyecto a todo el territorio nacional e inclusive internacional.
- El bajo precio de mercado del producto competidor del modelo de negocio, el rollo de cuerda de polipropileno, provoca que el modelo de negocio no tenga una mayor flexibilidad en cuanto a volumen de ventas y no permite iniciar el proyecto con una captación menor del mercado potencial para disminuir la inversión inicial y capitalizar para invertir, esto ya que se obtienen flujos negativos.
- A pesar de tener un precio de mercado superior un 70% al precio del producto competidor, es importante destacar que el ahorro por costos de recolección de residuo de plástico asociado a la cuerda de polipropileno ronda un 40% del costo unitario. Por lo que se concluye que el precio propuesto es competitivo tomando en cuenta el beneficio intangible que podría adquirir la empresa al eliminar este recurso de plástico de su proceso.
- La circularidad del producto de 91% permite comprobar que el modelo de negocio logra proponer un producto de valor agregado que sustituye la cuerda de polipropileno y a la vez resulta ambientalmente sostenible, donde esta sustitución impacta los costos de manipulación, de manera que se obtiene un beneficio tanto ambiental como económico.
- A partir de los resultados obtenidos en la validación se puede concluir que el proyecto es una oportunidad muy atractiva para el sector piñero, pues permite, por medio de un negocio colaborativo y de enfoque sostenible, mejorar su imagen por su involucramiento en iniciativas como propuesta que se plantea en este proyecto, permitiendo la creación de un punto de partir para la generación de nuevas iniciativas que velen por el progreso sostenible del país.

Recomendaciones

Por limitaciones de alcance o ideas que surgen a lo largo del desarrollo de este proyecto, para la implementación real de este proyecto se recomienda:

- Tomar en cuenta el estado del desarrollo de alternativas de aprovechamiento del rastrojo descartadas en el presente proyecto, esto debido a que el avance en investigaciones y puesta en marcha de estas otras alternativas podría identificar un cambio de condiciones en las mismas y hacerlas más atractivas o inclusive podrían complementar adecuadamente la opción seleccionada en este proyecto.
- Evaluar el actual método de compostaje que realiza la empresa piñera, para determinar oportunidades de mejora en el mismo, en cuánto a la operación y los costos asociados y validar los beneficios ambientales que esta alternativa ofrece.
- Bajo el enfoque ambiental también se recomienda
- Por limitaciones de alcance algunas pruebas técnicas no se llevan a cabo, y estas son imprescindibles para lograr el desempeño esperado del proyecto, por lo que se recomienda realizar pruebas que permitan determinar si el grosor de 5 mm para la cuerda es el valor requerido para cumplir la función que la cuerda de polipropileno logra en las plantaciones de piña.
- Para un posible crecimiento de la producción, y tener otros clientes ajenos a la empresa piñera se recomienda evaluar distintos sistemas de secado de fibras, como por ejemplo utilizando maquinaria especializada para la misma, tal como hornos o túneles de secado que actualmente se comercializan para esta tarea.
- Debido a que el precio de venta actual de la cuerda de polipropileno está definido en dólares y la empresa piñera hace la compra del producto sustituto en esta divisa actualmente, se podría definir la venta a la empresa piñera en dólares para optar por un préstamo en esta moneda y obtener mejores tasas de crédito.
- Para dar soporte al beneficio ambiental se sugiere investigar sobre un indicador ambiental que tome en cuenta procesos adicionales de transporte y compostaje utilizando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida con el fin de contrastar la propuesta en términos de emisiones de carbono del proyecto propuesto contra las emisiones de carbono por la manipulación actual del rastrojo.
- Además, se recomienda a mediano plazo, luego de la ejecución real del proyecto, y bajo un escenario de ampliación de mercado, hacia la comercialización externa del producto, considerar el plan de mercadeo elaborado de forma preliminar en este proyecto (Apéndice 17) con la finalidad de fortalecer las bases de comercialización bajo un enfoque de oferta de valor por medio de un producto que surge a partir de un proyecto de modelo de negocio colaborativo que impacta en la sostenibilidad del país.

Abreviaturas y acrónimos

Abreviaturas

- cm: centímetro
- h: hora
- ha: hectárea
- kg: kilogramo
- l: litro
- M: mega (pre fijo - 1×10^6)
- m: metro
- m²: metro cuadrado
- m³: metro cúbico
- tm: tonelada métrica
- ton: tonelada
- W: watt

Acrónimos

- AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos
- AS: Asociación Solidarista
- AUGES: Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento de la Universidad de Costa Rica
- CANAPEP: Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña
- CCSS: Caja Costarricense del Seguro Social
- CENAT: Centro Nacional de Alta Tecnología
- CIA: Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica
- CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz
- GEM: Global Entrepreneurship Monitor
- ICE: Instituto Costarricense de Electricidad
- ID: Índice de Deseabilidad
- IMAS: Instituto Mixto de Ayuda Social
- INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos
- INS: Instituto Nacional de Seguros
- ISO: International Organization for Standardization
- ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica
- MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería
- MICITT: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones
- MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
- MPV: Mínimo producto viable
- PROCOMER: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica
- RP: Recurso Propio

- S.A.: Sociedad Anónima
- SFE: Servicio Fitosanitario del Estado
- TIR: Tasa Interna de Retorno
- UCR: Universidad de Costa Rica
- VAN: Valor Actual ICE

Bibliografía

- Abissi, M. (17 de Junio de 2017). Tasas de banca de desarrollo están tres puntos debajo del mercado. *El Financier*.
- Acevedo, D. (2011). *Las asociaciones solidaristas del sector público y el aporte patronal. Caso: Asociación Solidarista de empleados del Patronato Nacional de la Infancia*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Acuña, O. (21 de Junio de 2018). *Desechos de la piña: Un dolor de cabeza para los productores*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/desechos-de-la-pina-un-dolor-de-cabeza-para-productores.html>
- Agencia Nacional de Investigación e Innovación de Uruguay. (s.f.). *Pautas para la evaluación de proyectos emprendedores, innovadores y empresas jóvenes*.
- Alcaraz, R. (2009). *El emprendedor del éxito*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Alcatraz, R. (2009). *El emprendedor de éxito*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Alibabá. (10 de setiembre de 2019). *YBGA628 Electronic high speed sectional warping machine*. Obtenido de Alibabá.com: https://www.alibaba.com/product-detail/YBGA628-Electronic-high-speed-sectional-warping_60035705770.html?spm=a2700.wholesale.maylikeexp.1.6aee72d0Bgr491
- Alibaba Group. (s.f.). *Rice Wheat Hay Stalk Straw Rope Making Machine for sale*. Obtenido de alibaba.com: https://www.alibaba.com/product-detail/Rice-Wheat-Hay-Stalk-Straw-Rope_60024956051.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.23464337MkNOii
- Amador, R. (30 de Octubre de 2018). Actividad piñera en Costa Rica. *Potencial energético del rastrojo de piña*. San Pedro, San José, Costa Rica.
- Ameijide, L. (2016). *Gestión de proyectos según el PMI*. España: Ingeniería Técnica de Informática de Gestión.
- Arauz, L. (15 de Junio de 2017). *Actividad piñera y ambiente*. Obtenido de nacion.com: <https://www.nacion.com/opinion/foros/actividad-pinera-y-ambiente/HANYG24H2VCQBIQASDVXUEPIZE/story/>
- Araya, R. (1998). *Utilización del rastrojo de piña (Ananas comusus) para la obtención de pulpa para la fabricación de papel*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Arrieta, E. (27 de Marzo de 2019). *Guerra declarada al plástico*. Obtenido de larepublica.net: <https://www.larepublica.net/noticia/guerra-declarada-al-plastico>
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1984). *Ley de Asociaciones Solidaristas*. San José.
- Aspen Network of Development Entrepreneurs. (2016). *Ecosistema Emprendedor en Costa Rica*. Washington DC: Aspen Network of Development Entrepreneurs.

- Banco Central de Costa Rica. (29 de Enero de 2019). *Banco Central mantiene rango meta de inflación en 3% ± 1 punto porcentual y proyecta crecimiento de 3,2% para este año*. Obtenido de bccr.fi.cr: https://www.bccr.fi.cr/seccion-noticias/Noticia/CP-BCCR-003-2019-PM_2019-2020.aspx
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2006). *Gestión efectiva de emprendimientos sociales*. New York: Planeta Mexicana S.A. de C.V.
- Bermudez. (2016). Análisis de Inversiones. *Ingeniería Económica*. San Pedro, San José, Costa Rica.
- Bermudez, E. (9 de Octubre de 2018). Aprovechamiento del Rastrojo de piña. (E. Valverde Hernández, & R. Chamorro Hernández, Entrevistadores)
- CADECOAST. (2018). *HOME*. Obtenido de CADECOAST: <https://cadecoast.com/>
- Caicedo, C. G. (2016). *Economía circular y su papel en el diseño e innovación sustentable*. Libros Editorial UNIMAR.
- Camacho, D. (8 de octubre de 2018). Usos del rastrojo de la piña. (L. Torres, & E. Valverde, Entrevistadores)
- Camacho, D., & Moya, R. (2012). *Producción e industrialización de las fibras naturales obtenidas a partir de la mata de piña (Ananas comusus) cultivada en Costa Rica*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP). (4 de noviembre de 2016). *CANAPEP*. Obtenido de Estadísticas: <https://canapep.com/estadisticas/>
- Cámara Nacional de Radiodifusión. (2018). *Grandes ejemplos solidaristas*. Obtenido de CANARA: http://www.canara.org/index.php?option=com_content&view=article&id=758:grandes-ejemplos-solidaristas&catid=904&Itemid=15
- CELC. (21 de Octubre de 2016). Tercer Congreso CELC. Madrid, España.
- Center for the promotion of imports from developing countries EU. (21 de Marzo de 2018). *Center for the promotion of imports from developing countries EU*. Obtenido de <https://www.cbi.eu/market-information/apparel/natural-fibres>
- Chica, J. G. (6 de Junio de 2019). Tipo de textil con base en rastrojo de piña. (R. Chamorro, L. C. Torres, & E. Valverde, Entrevistadores)
- Comisión Europea. (15 de Junio de 2019). *Trade Market Access Database*. Obtenido de https://madb.europa.eu/madb/statistical_form.htm
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (27 de Junio de 2019). *Tarifas Eléctricas*. Obtenido de [cnfl.go.cr](https://www.cnfl.go.cr) : https://www.cnfl.go.cr/documentos/direccion_comercializacion/resumen_tarifas.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2005). *Guía para diseño, construcción e interpretación de indicadores*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

- Ellen MacArthur Foundation. (Mayo de 2015). *Circularity Indicators*. Obtenido de Ellen MacArthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/circularity-indicators>
- Estado de la Nación. (4 de noviembre de 2014). *Capítulos*. Obtenido de Vigésimo primer Informe Estado de la Nación: <http://www.estadonacion.or.cr/21/index.html>
- Famielec, S., & Wieczorek-Ciurowa, K. (2011). Waste from leather industry. Threats to the environment. *Czasopismo Techniczne*, 43-48.
- Fernández, E. (27 de mayo de 2017). *Las 40 ideas para desarrollar negocios con futuro en Costa Rica*. Obtenido de El Financiero: <https://www.elfinancierocr.com/negocios/las-40-ideas-para-desarrollar-negocios-con-futuro-en-costarica/V4VYWI52FVDLPOHTSFILUHBUOY/story/>
- Fibreshed Melbourne. (11 de Julio de 2017). *Carding, Combing and Spinning*. Obtenido de fibreshed melbourne.com: <http://www.fibreshedmelbourne.com/2017/07/11/carding-combing-and-spinning/>
- Fine art america. (14 de November de 2014). *Sisal Fybers drying in sun, Madagascar*. Obtenido de Fine art america: <https://fineartamerica.com/featured/sisal-fibers-drying-in-sun-madagascar-greg-dimijian.html>
- Frérot, A. (2014). Economía circular y eficacia en el uso de los recursos: un motor de crecimiento económico para Europa. *Boletín Cuestión de Europa*, 1-10.
- García, S. G. (2016). *Economía circular: la Unión Europea impulsa reformas sobre la base de un tema crucial, la gestión de residuos, con el fin de alcanzar mejoras económicas y medioambientales*.
- Garza, J. (23 de Abril de 2018). *Costa Rica lanza nuevo programa para alcanzar carbono neutralidad*. Obtenido de larepublica.net: <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-lanza-nuevo-programa-para-alcanzar-carbono-neutralidad>
- Gobierno de Reino Unido. (2019). Países en la Unión Europea. Inglaterra.
- González, M. (20 de mayo de 2019). *The Grin Label promueve la moda sostenible de Costa Rica al mundo*. Obtenido de La República.net: <https://www.larepublica.net/noticia/the-grin-label-promueve-la-moda-sostenible-de-costa-rica-al-mundo>
- Hernández, M. (20 de 9 de 2019). Costos de construcción por metro cuadrado. (R. Chamorro, Entrevistador)
- International Organization of Standardization. (2009). *Norma Internacional ISO 31000: Gestión de Riesgos - Principios y guías*. Londres: International Organization of Standardization.
- Jhuéz, J. (2012). *Metodologías para la gestión de riesgo*.
- Jiménez, C., Martínez, M., Román, H., Vargas, S., & Venegas, M. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión administrativas y financiera para la Asociación Solidarista de Empleados de Crowley Latin America Services, Llc*. San José: Universidad de Costa Rica.

- Llamas, F., & Fernández, J. (2018). *La metodología Lean Startup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento*. Bogotá: Revista EAN.
- Mata, J. (19 de Octubre de 2018). Opciones de uso del rastrojo en Costa Rica. (L. C. Torres, & E. Valverde, Entrevistadores)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Cuaderno de Nuestra Finca*. San José: Editorial del Norte.
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio. (2014). *Política de fomento al emprendimiento de Costa Rica*. San José: Ministerio de Economía, Industria y Comercio.
- Ministerio de Trabajo. (18 de Diciembre de 2018). *Salarios mínimos, Sector Privado*. Obtenido de mtss.go.cr: http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/Lista_Salarios_2019.pdf
- Ministerio Frances para Europa y Asuntos Exteriores. (s.f.). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de diplomatie.gouv.fr: <https://www.diplomatie.gouv.fr/es/politica-exterior/medio-ambiente-y-desarrollo-sostenible/>
- Muñiz, M. (2013). Tres elementos clave para emprender. *Cuadernos de la mujer*.
- Oneal, K. (21 de Junio de 2018). *UCR investiga y aporta soluciones a polémico cultivo en Costa Rica*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/ucr-investiga-y-aporta-soluciones-a-polemico-cultivo-en-costa-rica.html>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Generación de modelos de negocio*. Barcelona: Ediciones Deusto.
- Peña, M. E. (21 de Junio de 2018). *Ensilaje de rastrojo de piña: una opción viable para productores agropecuarios*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/ensilaje-de-rastrojo-de-pina-una-opcion-viable-para-productores-agropecuarios.html>
- Potts, E. (2015). *Global Textile Trends Round-Up: Fabrics from*. Euromonitor International .
- Presidencia de la República de Costa Rica . (s.f.). *Costa Rica: Primer país del mundo en firmar decreto por los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de presidencia.go.cr.
- Presidencia de la República de Costa Rica. (9 de Setiembre de 2016). *Costa Rica: primer país del mundo en firmar Pacto Nacional por los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://presidencia.go.cr/>: <https://presidencia.go.cr/comunicados/2016/09/costa-rica-primer-pais-del-mundo-en-firmar-pacto-nacional-por-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Prieto, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de*.
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Newtown Square.

- Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2016). *Anuario Estadístico 2016*. Obtenido de Estudios: https://procomer.com/es/estudios/anuario_estadistico_2017
- Quesada, K., Alvarado, P., Sibaja, R., & Vega, J. (2005). *Utilización de las fibras del rastrojo de piña (Ananas comusus, variedad champaka) como material de refuerzo en resinas de poliéster*. Heredia: Revista Iberoamericana de Polímeros .
- Ramírez, P. (Agosto de 2018). Diseño de almacenes. *Diseño y localización de instalaciones*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Ramírez, P. (2018). Oficinas, comedores. *Diseño y localización de instalaciones*. San José, San José, Costa Rica.
- RENVASA. (2019). *Reutilización de envases*. Obtenido de <https://www.renvasa.com/producto/estanon-plastico-dos-bocas/>
- Richardson, J., Irwin, T., & Sherwin, C. (2005). *Design & Sustainability: A Scopin Report for the Sustainable Design Forum*. Design Council.
- Rosales, R. (2005). *La formulación y evaluación de proyectos con énfasis en el sector agrícola*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Sachs, J. (2015). *La era del desarrollo sostenible*. Deusto.
- Salas, O. (21 de Junio de 2018). *Desechos de la piña: un dolor de cabeza para productores*. Obtenido de ucr.ac.cr: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/desechos-de-la-pina-un-dolor-de-cabeza-para-productores.html>
- Sapag, N., & Sapag, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Bogotá: McGraw Hill.
- Serrano, M. R. (13 de Abril de 2015). *El cuero a base de fibras de piña que revolucionará el mundo textil*. Obtenido de Vice: https://www.vice.com/es_co/article/9b4jm5/el-cuero-a-base-de-fibras-de-pia-que-revolucionar-el-mundo-textil
- Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2012). *Manual técnico para el manejo de rastrojos en el cultivo de piña*. San José: Servicio Fitosanitario del Estado.
- Shanghai Qi Pang. (2019). *Yarn machine winding machine traverse winder rope cone coil winding machine*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/Yarn-machine-winding-machine-traverse-winder_60820315334.html?spm=a2700.7724838.2017115.40.2aa55936ucnvv1&s=p
- Sinclair, R. (2015). Textiles and fashion: materials, design and technology. En R. Sinclair, *Textiles and fashion: materials, design and technology*. (págs. 29-56). Elsevier.
- Solano, L. (11 de Setiembre de 2019). Contexto de la asociación solidarista. (L. Torres, Entrevistador)
- Solano, L. (15 de mayo de 2019). Datos de consumo de cuerda de polipropileno. (L. Torres, Entrevistador)
- Solorzano, J. A. (2014). *Manejo integrado de la mosca de establo Stomoxys Calcitrans en Costa Rica*. INTA.

Stahel, W. (2016). Circular Economy. *Nature News*, 435-438.

Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2007). *Fundamentos de marketing*. México, D.F: Mc Graw-Hill.

Universidad de Costa Rica. (21 de junio de 2018). *Con el ojo sobre la piña*. Obtenido de Noticias: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/ucr-investiga-y-aporta-soluciones-a-polemico-cultivo-en-costa-rica.html>

Universidad Interamericana para el Desarrollo. (s.f.). *Gerencia de proyectos*. Cancún: Universidad Interamericana para el Desarrollo.

Uribe, L. (9 de Octubre de 2018). Actividad piñera en Costa Rica. *Valorización del rastrojo de piña bajo un enfoque de bio-refinería*. San Pedro, San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Váquiro, J. (2010). Periodo de recuperación de la inversión-PRI. *Revista Pymes futuro*, 45-92.

Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co. (2019). *Wei Jin*. Obtenido de <http://www.weidajixie.net/20160515/817.html>

Apéndices

Apéndice 1 Análisis de regiones de producción de piña

Región / Indicador	Extensión territorial (km ²)	Extensión territorial (%)	Densidad poblacional (hab/km ²)	Población	Mujeres	Hombres	Sector urbano	Sector rural	Población indígena (territorio)
1 Central	8.552	16,70	355,00	2.668.664,00	51,60%	58,40%	86,30%	13,70%	33,10%
2 Chorotega	10.141,71	19,80	31,00	326.953	55,00%	49,50%	55,00%	45,00%	N/A
3 Pacífico Central	3.910,6	7,60	62,20	243.295	50,00%	50,00%	65,80%	34,20%	N/A
4 Brunca	8.528,44	18,60	34,49	328.645	49,60%	50,40%	43,30%	56,70%	3,80%
5 Huetar Caribe	9.188,52	17,98	N/A	386.862	49,90%	50,10%	57,00%	43,00%	16,00%
6 Huetar Norte	9.803	19,20	33,40	327.29,	N/A	N/A	33,40%	66,60%	2,90%

	Cantones	Tasa de desempleo abierto	Porcentaje de hogares pobre	Escolaridad promedio	Tasa de mortalidad infantil (por mil nacidos vivos)	Porcentaje de exportaciones
1 Central	45	7,80%	17,10	9,20%	7,40%	71,4
2 Chorotega	11	9,70%	27	8,30%	7,20%	2,2
3 Pacífico Central	8	9,80%	27,4	7,90%	7,70%	2
4 Brunca	6	10,40%	35,4	90,00%	7,40%	1,9
5 Huetar Caribe	6	10,20%	29	7,40%	10,60%	11,8
6 Huetar Norte	5	9,00%	27,2	7,10%	7,20%	10

Documento	Costa Rica: Estadísticas Regionales 2010-2015
Entidad	MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica)

Documento Costa Rica: Estadísticas Regionales 2010-2015
Entidad MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica)

37 Indicadores Sociales, Económicos y Ambientales
 6 Años de medición de indicadores

Regiones		1					
Central		Central					
San José	San José	Alajuela	Alajuela	Cartago	Heredia	Paraiso	Heredia
	Escazú		San Ramón			La Unión	Barva
	Desamparados		Grecia			Jiménez	Sato Domingo
	Puriscal		Atenas			Turrialba	Santa Bárbara
	Aserrí		Naranjo			Alvarado	San Rafael
	Mora		Palmares			Dreamuno	San Isidro
	Acosta		Poás			El Guarco	Belén
	Moravia		Alfaro Ruiz				Flores
	Tibás		Valverde Vega				San Pablo
	Montes de Oca						
	Dota						
	Curridabat						
	León Cortés						
	Turubares						
	Tarrazú						
	Goicoechea						
	Santa Ana						
	Alajuelita						
Coronado							

2	Chorotega
Guanacaste	Liberia
	Nicoya
	Santa Cruz
	Bagaces
	Carrillo
	Cañas
	Abangares
	Tilarán
	Nandayure
	La Cruz
	Hojancha

3	Pacífico Central
Puntarenas	Esparza
	Montes de Oro
	Aguirre
	Parrita
	Garabito
	Cañas
	Abangares
	Tilarán
	Nandayure
	La Cruz
Hojancha	
Alajuela	San Mateo
	Orotina

5	Huetar Caribe
Limón	Limón
	Siquirres
	Talamanca
	Pococí
	Matina
	Guácimo

4	Brunca
San	Pérez Zeledón
Puntarenas	Buenos Aires
	Golfito
	Coto Brus
	Corredores

6	Huetar Norte
Alajuela	San Carlos
	Upala
	Los Chiles
	Guatuso
	Sarapiquí (distrito del cantón Alajuela)
	Río Cuarto
Heredia	Peñas Blancas
	Sarapiquí

Región	Tasa de desempleo abierto	Porcentaje de hogares pobre	Escolaridad promedio	Porcentaje de exportaciones	Hectareas de piña sembrada (ha)	Empleo generado por actividad	Cantidad de fincas	Cantidad de Asociados de
Brunca	10,40%	35,4	7,70%	1,90%	8659	6080	300	1
Huetar Caribe	10,20%	29	7,40%	11,80%	11188	8000	123	7
Huetar Norte	9,00%	27,2	7,10%	10%	24653	17920	636	32



Cuadro 1			
Provincia y cantón	Total de fincas	Extensión	
		Sembrada	En edad de producción
Costa Rica	1 228	37 659,88	25 729,19
San José	199	62,61	38,61
Puriscal	27	18,96	16,34
Tarrazú	15	0,20	0,20
Acosta	5	20,85	0,85
Turrubares	5	0,66	0,66
Dota	5	0,32	0,32
Pérez Zeledón	130	20,91	20,23
Otros cantones ^{1/}	12	0,71	0,00

Alajuela	589	17 869,88	13 844,68
Alajuela	8	63,01	34,01
San Ramón	21	7,60	6,40
Grecia	94	2 550,52	2 060,88
San Carlos	325	10 448,82	7 929,58
Upala	33	1 324,08	1 035,77
Los Chiles	23	2 907,98	2 272,94
Guatuso	76	566,81	504,04
Otros cantones ^{2/}	9	1,06	1,06
Cartago	31	3,88	3,12
Turrialba	16	2,40	1,64
Otros cantones ^{3/}	15	1,48	1,48
Heredia	60	4 928,30	3 748,17
Sarapiquí	56	4 928,27	3 748,14
Otros cantones ^{4/}	4	0,03	0,03
Guanacaste ^{5/}	16	15,91	15,76

Puntarenas	210	7 930,01	2 154,68
Puntarenas	11	770,86	584,76
Buenos Aires	31	7 101,74	1 540,98
Montes de Oro	5	6,26	6,25
Osa	13	4,35	4,35
Quepos	13	28,50	3,02
Golfo	29	3,29	3,00
Coto Brus	86	12,51	9,84
Corredores	11	1,52	1,49
Otros cantones ^{6/}	11	0,99	0,99
Limón	123	6 849,29	5 924,18
Pococí	44	2 969,35	2 361,41
Siquirres	8	1 492,15	1 413,65
Talamanca	30	8,29	8,12
Guácimo	14	2 364,68	2 127,68
Otros cantones ^{7/}	27	14,82	13,32

Apéndice 2 Sondeo a miembros de CANAPEP

Empresa	Región	Número de teléfono	Le interesaría desarrollar un proyecto conjunto para darle tratamiento al rastrojo?	Estaría dispuesto a compartir información con el grupo de trabajo, si la opción del proyecto le interesa?
Empresa	Región	Número de teléfono	Interés	Acceso a la información
Piña Pavón, S.A.	Huetar Norte	2471-7120		
Piñas Cultivadas S.A.	Huetar Norte	2105-3500		
Piñales de Santa Clara, S.A.	Huetar Norte	2297-6936		
Piñales del Caribe Gac S.A.	Huetar Caribe	2713-3680		
Piñales Las Delicias, S.A.	Huetar Norte	2279-5959	Si	Si
Piñalitos S.A.	Huetar Norte	2471-8234		
Piñera Parismina, S.A.	Huetar Caribe	2241-0451		
Piñera Sucato, S.A.	Huetar Caribe	2767-6549		
Productos Agropecuarios VISA, S.	Huetar Norte	2473-3112		
Produfrutas del Atlántico S.A.	Huetar Caribe	2228-5676		
The Fruit Farm Group Costa Rica S.	Huetar Norte	2239-0597		
Transunión, S.A.	Huetar Norte	2279-2061		
Trinaca de Alajuela	Huetar Norte	2404-1511		
Upala Agrícola, S.A.	Huetar Norte	2480-0100		
Valle del Tarso, S.A.	Huetar Norte	2470-8057		
Zara División Agrícola, S.A.	Huetar Norte	2471-7250		
Agroindustrial Bananera del Caribe S.A.	Huetar Caribe	2236-7480/2762-0353		
Agroindustrial Piñas del Bosque S.A.	Huetar Caribe/ Huetar Nort	2287-3000		
Agroindustrial Tres Amigos S.A	Huetar Norte	2239-9696/2404-1197		
Agrovicos S.A	Huetar Norte	2239-0597/4001-5825		
Ananas Export Company S.A.	Huetar Norte	2403-1010		
Bracam pital S.A	Huetar Norte	2473-1344		
B y Jimenez S.A	Huetar Norte	2471-7120		
Cítricos Bella Vista S.A	Huetar Norte	2461-9777		
Comercializadora FRUCORI S.A.	Huetar Norte	2289-6666		

Empresa	Región	Número de teléfono	Interés	Acceso a la información
Compañía Agropecuaria Las Brisas, S.A.	Huetar Norte	2470-1520		
Compañía Frutera La Paz, S.A.	Huetar Norte	2474-8000		
Corporación de Desarrollo del Monte, S. A. (PINDECO)	Brunca	2212-9000		
Del Huerto S.A.	Huetar Norte	2473-4700	Si	Si
Diversificados de Costa Rica (DICO)	Huetar Norte	2287-3000		
El Tremedal, S.A.	Huetar Norte	2431-3790		
Exportaciones norteñas, S.A.	Huetar Norte	2403-1071	De momento no, por que soy de las personas q pienso q el rastrojo debe incorporarse al suelo. Hay suelo muy pobre, entonces se incorpora al suelo.	
Finca Once, S.A.	Huetar Norte	2471-8558	Si	Si
Fruver, S. A.	Huetar Norte	2404-1190	Habría q ver el alcance del proyecto, para ver el aprovechamiento. Si. Nadie se ha metido a diseñar una maquina para recoger	Si se pueden compartir daatos generales(Cosas como cantidad de trabajadores y químicos, habría q analizar).
Hacienda Ojo de Agua, S. A.	Huetar Caribe	2508-3000		
Indaco Horquetas, S.A.	Huetar Norte	2279-6732		
Industria Cartonera Inca, S.A.	No determinado	2504-5000		
Inmobiliaria Nueva Veragua, S.A.	No determinado	2710-8121		
Intertec, S. A.	No determinado	2221-7831		
Inversiones Yarinacocha, S.A.	No determinado	2471-8035		
Kaminave de Alajuela S.A.	Huetar Norte	2404-1511		
Leona Farms S.A.	Huetar Norte	2477-8671		
Monte La Providencia, S. A.	Huetar Norte	2239-8439		

Empresa	Región	Número de teléfono	Observaciones
Piña Pavón, S.A.	Huetar Norte	2471-7120	No contesta
Piñas Cultivadas S.A.	Huetar Norte	2105-3500	No contesta
Piñales de Santa Clara, S.A.	Huetar Norte	2297-6936	No contesta
Piñales del Caribe Gac S.A.	Huetar Caribe	2713-3680	No contesta
Piñales Las Delicias, S.A.	Huetar Norte	2273-5959	Daniel Montealegre
Piñalitos S.A.	Huetar Norte	2471-8234	No contesta
Piñera Parismina, S.A.	Huetar Caribe	2241-0451	No contesta
Piñera Sucato, S.A.	Huetar Caribe	2767-6549	No contesta
Productos Agropecuarios VISA, S.	Huetar Norte	2473-3112	No contesta
Prodfrutas del Atlántico S.A.	Huetar Caribe	2228-5676	No contesta
The Fruit Farm Group Costa Rica S.	Huetar Norte	2233-0597	No contesta
Transunión, S.A.	Huetar Norte	2279-2061	No contesta
Trinaca de Alajuela	Huetar Norte	2404-1511	No contesta
Upala Agrícola, S.A.	Huetar Norte	2480-0100	No contesta
Valle del Tarso, S.A.	Huetar Norte	2470-8057	No contesta
Zara División Agrícola, S.A.	Huetar Norte	2471-7250	No contesta
Agroindustrial Bananera del Caribe S.A.	Huetar Caribe	2236-7480/2762-0353	No contesta
Agroindustrial Piñas del Bosque S.A.	Huetar Caribe/ Huetar Nort	2287-3000	No contesta
Agroindustrial Tres Amigos S.A	Huetar Norte	2239-9696/2404-1197	No contesta
Agroviccos S.A	Huetar Norte	2239-0597/4001-5825	No contesta
Ananas Export Company S.A.	Huetar Norte	2403-1010	No contesta
Bracam pital S.A	Huetar Norte	2473-1344	No contesta
B y Jimenez S.A	Huetar Norte	2471-7120	No contesta
Cítricos Bella Vista S.A	Huetar Norte	2461-9777	igomez@bellavistafresh.com
Comercializadora FRUCORI S.A.	Huetar Norte	2289-6666	No existe el telefono

Empresa	Región	Número de teléfono	Observaciones
Compañía Agropecuaria Las Brisas, S.A.	Huetar Norte	2470-1520	Enviar por correo: psalgado@ciagrolasbrisas.com
Compañía Frutera La Paz, S.A.	Huetar Norte	2474-8000	Llamar luego
Corporación de Desarrollo del Monte, S. A. (PINDECO)	Brunca	2212-9000	No contesta
Del Huerto S.A.	Huetar Norte	2473-4700	Christian herrera. 88327521. Gerente. / Reunion: con Christian Herrera: Gerente del Huerto S.A. Mucha experiencia con rastrojo de piña
Diversificados de Costa Rica (DICO)	Huetar Norte	2287-3000	No existe el telefono
El Tremedal, S.A.	Huetar Norte	2431-3790	No existe el telefono
Exportaciones norteñas, S.A.	Huetar Norte	2403-1071	
Finca Once, S.A.	Huetar Norte	2471-8558	Luis Fernando Solano / Ingeniero agrónomo / Interés en el proyecto, especialmente en la cuerda para agricultura
Fruver, S. A.	Huetar Norte	2404-1190	
Hacienda Ojo de Agua, S. A.	Huetar Caribe	2508-3000	Personas de producción están en campo
Indaco Horquetas, S.A.	Huetar Norte	2279-6732	No contesta
Industria Cartonera Inca, S.A.	No determinado	2504-5000	No se aplica
Inmobiliaria Nueva Veragua, S.A.	No determinado	2710-8121	No se aplica
Intertec, S. A.	No determinado	2221-7831	No se aplica
Inversiones Yarinacocha, S.A.	No determinado	2471-8035	No se aplica
Kaminave de Alajuela S.A.	Huetar Norte	2404-1511	No contesta
Leona Farms S.A.	Huetar Norte	2477-8671	Número no existe. No se encontró otro número
Monte La Providencia, S. A.	Huetar Norte	2239-8439	No contesta

Apéndice 3 Matriz comparativa entre alternativas

Alternativa / Criterio	Acceso a la información	%	Complejidad tecnológica	%	Estado del arte	%	Aprovechamiento de la materia prima	%	Σ	Σ%
Textil	4	1,4	4	0,8	4	1,4	1	0,1	13	3,7
Cuerda para agricultura	3	1,1	4	0,8	3	1,1	1	0,1	11	3
Papel	1	0,4	2	0,4	2	0,7	1	0,1	6	1,55
Ensilaje	3	1,1	3	0,6	2	0,7	5	0,5	13	2,85
Compost	1	0,4	4	0,8	1	0,4	4	0,4	10	1,9
Químicos	3	1,1	1	0,2	2	0,7	2	0,2	8	2,15
Energía	3	1,1	3	0,6	2	0,7	3	0,3	11	2,65
Bio refinería	3	1,1	2	0,4	1	0,4	4	0,4	10	2,2

Acceso a la información	35%
Complejidad tecnológica	20%
Estado del arte	35%
Aprovechamiento de la materia prima	10%

Alternativa	Acceso a la información	Complejidad tecnológica
Textil	4 El único proceso productivo desarrollado con base en rastrojo de piña es el de Piñatex y esta compañía no comparte su tecnología o datos de su producción con terceros, para mantener su ventaja competitiva.	4 A pesar de que la extracción de la cuerda, a partir de la fibra, no es complejo pues se pueden utilizar máquinas desfibradoras sencillas, la creación del textil a partir de la fibra requiere de procesos químicos y físicos de mayor complejidad.
Cuerda para agricultura	3 Se cuenta con la experiencia de investigadores del Instituto Tecnológico de Costa Rica sobre la producción de cuerda a partir de la fibra del rastrojo de la piña. También hay información sobre la producción de cuerdas biodegradables como el yute, cabuya y abacá.	4 La complejidad tecnológica es baja en comparación con otras alternativas. Con base en la experiencia de los investigadores del TEC, la limitante en el estudio es que no se contaba con una máquina que lograra el amarre entre fibras.
Papel	1 A pesar de que sólo se tiene un documento oficial con el proceso de producción, el grupo de trabajo tiene el soporte de la contraparte de la investigación que experimentó con este proceso y además, se cuenta con información en internet acerca de distintos métodos para la producción de papel.	2 Se conocen varios métodos de producción de papel a partir de rastrojo de piña, los métodos no representan ninguna complejidad técnica considerable. Sin embargo, para una producción masiva se tiene que no se conoce si existe.
Ensilaje	3 Existen pocas fuentes de información debido a la poca utilización del rastrojo en esta actividad, en cuanto a las propiedades nutricionales del rastrojo sí se encuentran publicaciones científicas con los detalles nutricionales.	3 El proceso implica poca complejidad tecnológica para poder almacenar en las condiciones adecuadas (anaeróbicamente) el rastrojo para su posterior uso como comida.
Compost	1 Esta alternativa está siendo evaluada para dar uso a la fracción sólida del rastrojo que no sería utilizada en programas de generación de biogás(ICE). Por lo que se considera una alternativa incipiente dado que es considerar como una iniciativa, además De La Rocha (2015) menciona que se carece de información suficiente para garantizar la viabilidad de la misma, por lo que se recomienda realizar más pruebas para generar información relevante.	4 Esta alternativa presenta poca complejidad para su ejecución técnica (De La Rocha, 2015)

Alternativa	Acceso a la información		Complejidad tecnológica	
Químicos	3	Existen bastantes artículos a nivel nacional e internacional que exploran la producción de bioetanol a partir de la fermentación del rastrojo de piña.	1	El proceso de producción del bioetanol se considera de una alta complejidad técnica, por lo que el equipo de trabajo necesitaría una guía externa para entenderlo.
Energía	3	La iniciativa del ICE tiene carácter público, por lo que el acceso a esta información para el público está permitido.	3	A pequeña escala la complejidad del proceso es baja, pero su masificación para el uso en redes de distribución eléctrica requiere de un mayor conocimiento técnico.
Bio refinería	3	Existen muchos estudios a profundidad sobre el tema de bio refinería, específicamente en piña, en Costa Rica se han realizado múltiples investigaciones (UCR, REUTI-PIÑA, ECOIA) que sirven de insumo de información.	2	Hay iniciativas por construir una planta demostrativa de la utilización de bio refinería utilizando el rastrojo de la piña, sin embargo, esta iniciativa está pausada. (ECOIA)

Alternativa	Estado del arte		Aprovechamiento de la materia prima	
Textil	4	Actualmente sólo Piñatex ha desarrollado de manera comercial la tecnología necesaria para crear los textiles, las investigaciones que se desarrollan en el país se encuentran en fases iniciales, como la de Dr. Pedro Casanova.	1	Al ser producto de la fibra lo que se utiliza es el 2% extraíble de la misma.
Cuerda para agricultura	3	Existen opciones de sustitución de la cuerda sintética a base de productos naturales que resultan ser fundamentales para considerar, pues su proceso productivo y comercial pueden tomarse como base en la homologación de la producción de cuerda a partir de la fibra del rastrojo	1	Para producir la cuerda se emplea solamente la fibra del rastrojo, o sea, un aproximado del 2% de este
Papel	2	Si bien no se conocen procesos de producción masivos de papel a base de piña a nivel global, si se considera sencillo encontrar en la bibliografía diferentes técnicas utilizadas para la producción de este papel.	1	El método conocido utiliza únicamente fibras de piña, para extraer esta fibra se utiliza apenas el 2% del total del rastrojo.
Ensilaje	2	Existe un estudio robusto de las propiedades nutricionales del producto, lo que justifica su viabilidad para esta actividad, sin embargo, actualmente se desconocen lugares donde se aproveche el rastrojo para este propósito.	5	La utilización del desecho es total, aprovechando la fracción sólida y líquida del rastrojo.
Compost	1	Es importante mencionar que la oferta de investigación y la experiencia en el país para el caso del compostaje con rastrojo de piña son bastante reducidas	4	Esta alternativa presenta alta eficiencia en el uso del rastrojo

Alternativa	Estado del arte		Aprovechamiento de la materia prima	
Químicos	2	No se conoce de casos de producción industrial de bioetanol a partir del rastrojo de piña pero si hay diversos estudios que evalúan el proceso	2	Eficiencia baja, menor a un 30%
Energía	2	El proyecto del ICE para el año 2018 ya tenía datos de pruebas experimentales y proyecciones para comenzar a implementar las plantas de generación de biomasa para el año 2019. A pesar de lo expuesto, no hay otras instituciones que hayan hecho investigación con biogás de rastrojo	3	Esta alternativa permite utilizar la fracción líquida del rastrojo de piña, lo que resulta provechoso porque esta fracción es desperdiciada en alternativas que sólo utilizan la fibra y deben de secarse.
Bio refinería	1	El potencial para el uso en bio combustibles, actualmente, se encuentra en estudio en el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica. Además se han hecho grandes investigaciones al respecto, pero no se han ejecutado proyectos reales para la generación de bio combustibles y otros productos... El % de obtención ha sido muy bajo con respecto a los resultados esperados	4	Esta alternativa emplea la fracción sólida del rastrojo (+98%)

Apéndice 4 Caracterización de la fibra extraída

	Muestra #1		Muestra #2	
Cantidad de hojas por grupo	9	unidades	39,00	unidades
Peso de hojas	0,63	kg	2,55	kg
Peso de fibra sin procesar	0,06	kg	0,28	kg
Peso de fibra sin procesar / peso de hoja	9,52%		10,98%	
Fibra procesada (grupo)	0,012	kg	0,056	kg
Fibra procesada / grupo	1,90%		2,20%	
Hoja promedio (1 unidad)	0,070	kg	0,065	
Fibra sin procesar (1 hoja)	0,0067	kg	0,0072	
Fibra sin procesar / una hoja de rastrojo	9,52%		10,98%	
Fibra procesada (1 hoja)	0,001333333	kg	0,0014	kg
Fibra procesada / una hoja de rastrojo	1,90%		2,20%	

Ubicación	Los Chiles, Alajuela	
Variedad de la piña	MD-2	
Edad de la planta en el momento de la recolección del rastrojo	124	semanas
Peso del rastrojo recolectado	54	kilogramos
Volumen del rastrojo recolectado	0,48	metros cúbicos
Tiempo de recolección	2	horas
Cantidad de personas	1	persona
Salario base	1405	colones/hora
% aprox. Fibra sin limpiar	10	%
Fibra sin limpiar	5,4	kilogramos
% aprox. Fibra limpia, lavada y seca	50,00	%
Fibra limpia, lavada y seca	2,7	kilogramos
% de fibra/rastrojo	5,00	%

Volumen de muestra	
Cantidad de bolsas	2,00
Largo bolsa (m)	1,00
Ancho bolsa (m)	0,80
Altura bolsa (m)	0,30
Volumen (m3)	0,48

Muestra	Longitud (cm)
1	83,00
2	73,00
3	67,00
4	77,00
5	85,00
6	68,00
7	63,00
8	69,00
9	64,00
10	65,00
11	63,00
12	60,00
13	61,00
14	70,00
15	59,00
16	58,00
17	73,00
18	64,00
19	59,00
20	63,00
21	62,00
22	66,00
23	76,00
24	75,00
25	64,00
26	60,00
27	71,00
28	62,00
29	62,00
30	78,00

	Longitud fibra (cm)	Longitud fibra enrollada (cm)	Variación de longitud (cm)	Valor de longitud perdido (%)
24	75	66	-9	12

Valor promedio de longitud (cm)	Valor de longitud con merma por enrollado (cm)
67,33	59,25

Muestra #1	Cantidad de hojas por grupo	9,00	unidades	(valores experimentales)
	Hojas de rastrojo (grupo de 9)	0,63	kg	
3 hojas	Hojas de rastrojo (grupo de 3)	0,21	kg	=(0,63/3)
	Longitud de cuerda obtenida por cada grupo de 3 hojas	0,67	m	(ver hoja "Longitud de fibra")
	Grupos de 3 hojas para tener 2115 m de cuerda	3141,24		=2115/0,6
	Peso de cantidad de hojas para obtener 2115 m de cuerda	659,66	kg	=(3141,24*0,21)
	Peso de cantidad de hojas para obtener 2115 m de cuerda (1/2 grosor)	329,83	kg	=(659,66/2)
Rollo de cuerda de plástico	Longitud	2115,00	m	

Muestra #1	Cantidad de hojas por grupo	9,00	unidades	(valores experimentales)	
	Hojas de rastrojo (grupo de 9)	0,63	kg		
	Peso de una hoja	0,07	kg/hoja		=(0,63/9)
Hojas para grosor esperado	Cantidad de hojas requeridas para el grosor esperado	1,50	unidades	(ver hoja "Longitud de fibra")	
	Peso de 1,5 hojas	0,11	kg		=(0,07*1,5)
	Longitud de cuerda obtenida por cada grupo de 3 hojas	0,67	m		
	Grupos de 3 hojas para tener 2115 m de cuerda	3141,24			=(2115/0,6)
	Peso de cantidad de hojas para obtener 2115 m de cuerda	329,83	kg		
	Cantidad de hojas requeridas	4711,87	hojas	=(370,13/0,07)	

Apéndice 5 Comparación textil-cuerda

Requerimiento de materia prima

Serrano (2015)

Textil	1	metro cuadrado
	480	hojas
	16	plantas
Rendimiento	30	hojas/planta
Peso de 1 hoja	0,07	kg
Hojas de rastrojo	33,6	kg

Disponibilidad de materia prima

Hectáreas/semana	10,00
Tonelada rastrojo/hectárea	250,00
%hojas/rastrojo	69%
Tonelada de hojas/hectárea	173,65
Toneladas de hojas/semana	1 736,50
Toneladas de hojas/día	347,30
kg hojas/día	347 300,00

Disponibilidad de materia prima

kg de hojas/día	347 300,00
kg de hojas/m2 textil	33,60
m2 de textil/día	10 336,31

Conclusión: con la disponibilidad diaria de rastrojo se podrían producir hasta 10 336 metros cuadrados de textil

Disponibilidad de materia prima

Hectáreas/semana	10,00
Tonelada rastrojo/hectárea	250,00
%hojas/rastrojo	69%
Tonelada de hojas/hectárea	173,65
Toneladas de hojas/semana	1 736,50
Toneladas de hojas/día	347,30
kg hojas/día	347 300,00

Requerimiento de materia prima

Rollo de cuerda	Longitud	2 115,00	metros
	Peso requerido de hojas	329,83	kg
	Cantidad de hojas requeridas	4 711,87	

Disponibilidad de materia prima

kg de hojas/día	347 300,00
kg de hojas/rollo de cuerda	329,83
rollos de cuerda/día	1 052,97

Conclusión: con la disponibilidad diaria de rastrojo se podrían producir hasta 1 052 rollos de cuerda

Apéndice 6 Análisis FODA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Disponibilidad de grandes volúmenes materia prima sin costo a partir de negociación con empresa piñera</p> <p>Disponibilidad de equipo de transporte a partir de negociación con empresa piñera</p> <p>Disponibilidad de terreno para ubicación de planta productora de la cuerda</p> <p>Utilización del sobrante de las hojas del rastrojo para el compostaje que actualmente se genera (aprovechamiento de la materia prima)</p>	<p>Falta de experiencia en la producción de cuerda</p> <p>Poca tecnología desarrollada dirigida al procesamiento de fibras</p> <p>Sector piñero es muy reactivo al cambio</p> <p>Poco acceso a la información, presenta mucha confidencialidad</p> <p>Baja tasa de conversión de hoja a fibra</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Ofrecer un producto con un alto valor agregado (opción biodegradable)</p> <p>Posibilidad de ampliar su mercado a nivel regional, y hasta nacional</p> <p>La empresa piñera destacaría por colaborar con su asociación solidarista en la implementación de un proyecto de una nueva forma de valorización del rastrojo (enfoque RSE)</p> <p>Obtención de recursos a partir de financiamiento, aprovechando el enfoque del proyecto</p> <p>Permite una disminución en el impacto ambiental generado por el consumo de cuerda de polipropileno</p> <p>Aprovechar todo lo que el proyecto implica para destacar como marca país, en el impacto del desarrollo sostenible</p>	<p>Es difícil competir con la producción masiva de cuerda de polipropileno (factor precio)</p> <p>Podrían surgir iniciativas en producción de cuerda a partir de otro tipo de fibras naturales (productos sustitutos)</p> <p>Si no se da un correcto manejo del rastrojo se puede desencadenar la mosca de establo</p>

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	<p>Al disponerse de altos volúmenes de materia prima se puede considerar la ampliación del mercado meta, no solo para el sector piñero si no también para el mercado de comercialización de cuerdas.</p> <p>El modelo de negocio permite ofrecer una estrategia de responsabilidad social para las demás empresas piñeras, por el evidente impacto del mismo en los ejes social, económico y ambiental.</p>	<p>La asociación solidarista pueden obtener recursos que le permitan capacitarse y fungir como pionero en la industrialización de cuerda a partir de las hojas del rastrojo.</p> <p>El impacto del modelo de negocio permitiría que las empresas piñeras quieran adoptar iniciativas como las que este ofrece.</p> <p>La baja tasa de conversión de hoja a fibra se considera irrelevante cuando dentro del programa de RSE se busca dar utilización al sobrante, por ejemplo, con el compostaje.</p>
AMENAZAS	<p>La Asociación Solidarista se ve beneficiada por los recursos que la empresa piñera le ofrece, esto le permite la reducción de muchos costos.</p> <p>Utilizar el excedente de las hojas de rastrojo en compostaje, y planificar correctamente la producción, evitando el acceso de moscas al material, permitirá a la afectación social por esta plaga.</p>	<p>La iniciativa en modelos de negocios para valorizar el rastrojo de la piña permite a otros querer incursionar en este ámbito, lo cual favorece en aspectos de desarrollo tecnológico, de conocimiento y de desarrollo sostenible.</p>

Apéndice 7 Consumo de cuerda

Consumo mensual	Consumo (rollos)	350	unidades
	Peso (kg)	1575,00	kilogramos
	Cant. Metros	740250,00	metros
	Costo dólares	\$ 3 384,50	dólares
	Costo colones	₡ 2 030 700,00	colones
	hectáreas semanales	17	
	hectáreas mensuales	73	
metros cuadrados	10000		
metros cuadrados mensuales	731000		

Unidad (rollo)	4,50	kilogramos
	2115,00	metros
	9,67	dólares
	₡ 5 802,00	colones

Consumo por hectárea	unidades por hectárea	5
	metros por hectárea	10126,54
	metros de cuerda/m2	1,013
	colones por hectárea	₡ 27 779,75
	plantas (densidad de siembra)	68 000,0

Consumo anual	Consumo (Unidades)	4200,00	unidades
	Consumo en metros	8 883 000,00	metros
	Hectáreas productivas prom	980	
	Hectáreas productivas cálculo	877,2	

Por hectárea	unidades por hectárea	4,79
	metros por hectárea	10 126,54
	metros de cuerda/m2	1,01
	colones por hectárea	₡ 27 779,75
	plantas (densidad de siembra)	68 000,00

17
4,3
12
877,2 hectáreas productivas anuales
3,56% Finca vs región HN

Región	Cantidad de hectáreas productivas	24 653,00
Huetar	Rollos de cuerda	118 037,62
Norte	Metros de cuerda	249 649 565,66

55% del total nacional

A nivel nacional	Cantidad de hectáreas productivas	44 500,00
	Rollos de cuerda	213 064,30
	Metros de cuerda	450 630 984,95

₡ 684 854 269,49

Apéndice 8 Requerimiento vs disponibilidad de materia prima

REQUERIMIENTO	
Requerimiento de materia prima	
6,2	toneladas de hojas/día
374,8075962	kg requeridos/rollo
6 184	kg hojas/día
Requerimiento diario máximo	
6 184,33	toneladas de hojas/día

DISPONIBILIDAD	
Disponibilidad de materia prima	
250	toneladas rastrojo/hectárea
173,65	toneladas hojas/hectárea
173646	kg hojas/hectárea
17,3646468	kg hojas/m2
Finca referente	
10	hectáreas/semana
2500	toneladas rastrojo/semana
1736	toneladas hojas/hectárea
347	toneladas hojas/día (5d)
347	toneladas hojas/día
Requerimiento/Disponibilidad	1,78%
Disponibilidad/Requerimiento	1780,72%

Relación tallo hoja en rastrojo de piña				
Hojas (kg)	7,8	6,9	8	6,5
Tallos (kg)	3,2	3,15	3,7	2,8
Rastrojo (kg)	11	10,05	11,7	9,3
Razón hojas/rastrojo (%)	70,91%	68,66%	68,38%	69,89%

Promedio hojas/rastrojo (%) 69,46%

Apéndice 9 Matriz de priorización de riesgos

		Probabilidad				
		Raro	Poco probable	Posible	Muy probable	Casi seguro
Consecuencias	Despreciable			5		
	Menores			3 - 8	4	
	Moderadas		6	7	2	
	Mayores	1				
	Catastróficas					

1. Ocurrencia de algún desastre natural: clasificado como un riesgo ambiental.
2. Condiciones climáticas que desfavorezcan el proceso de secado de las fibras: considerado como un riesgo ambiental.
3. Variaciones inesperadas en la producción de piña: lo cual implicaría cambios no planeados en la planificación de la producción de cuerda. Considerado un riesgo económico.
4. Riesgos productivos asociados a la inexperiencia en la producción de cuerda o en el manejo de fibras. Considerado un riesgo económico.
5. Riesgos financieros como el riesgo de crédito, riesgos asociados a las tasas de interés...
6. Riesgos legales asociados a la actividad piñera en el marco ambiental, específicamente.
7. Riesgo económico asociado a problemas en la disposición de los recursos de la empresa piñera, como el recurso de transporte de hojas, remanente y producto final.
8. Riesgo financiero, de mercado, al poder surgir

Nivel del riesgo	Respuesta al riesgo
Bajo	Asumir el riesgo
Moderado	Reducir el riesgo
Alto	Evitar o transferir el riesgo
Extremo	Reducir , evitar o transferir el riesgo

Apéndice 10 Longitud de la fibra

	cm
1	83
2	73
3	67
4	77
5	85
6	68
7	63
8	69
9	64
10	65
11	63
12	60
13	61
14	70
15	59
16	58
17	73
18	64
19	59
20	63
21	62
22	66
23	76
24	75
25	64
26	60
27	71
28	62
29	62
30	78

67,33
Valor promedio

	cm	cm
1	75	66

-9 12% % perdido por enrollar

59,25333333
Valor con merma

Apéndice 11 Ingeniería económica

Inversión inicial (\$)

Tipo de Cambio	585
-----------------------	------------

Compra de activos	
Área	Monto
Producción	54,045.71
Comedor	334.71
Oficina	768.84
Limpieza	115.03
Total	55,264.28

Categoría	Monto (colones)
Maquinaria	32,329,603.30
Instalaciones	112,935,955.28
Total	145,265,558.58

Costos de construcción			
Zona	Cotización por metro cuadr.	Metros cuad.	Total (Dólares)
Planta de producción	450	280	126,000
Área de tendido	50	502	25,100
Total			151,100

Costos adicionales de proyecto			
Fase	Servicios	Tarifa	Costo
Planos y Documentos	Estudios preliminares	0.50%	756
	Anteproyectos	1%	1,511
	Planos de construcción y especificaciones técnicas	4%	6,044
	Presupuesto	0.50%	756
	Licitación y Adjudicación	0.50%	756
Control y ejecución	Inspección	3%	4,533
	Dirección Técnica	5%	7,555
	Administración	12%	18,132
	Permisos CFIA	0.265%	400
	Permisos Municipales	1%	1,511
Total			41,953

Capital de trabajo Neto (1 mes)	
Salarios	3,669.97
Servicios básicos	315.87
Total	3,985.84

Inversión Inicial Total	248,317.19
--------------------------------	-------------------

Cotización (\$)

Tipo de Cambio	585
-----------------------	------------

Área de producción	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Costos adicionales de envío	Pago de Aranceles	Precio total
Máquina decortador	1	Gongyi Guoxin Machinery Factory	1	11,000	1,508	4,400	16,908
Máquina Peinadora	1	Zhanjian Weida Machinery Industrial Com	1	20,000	2,742	8,000	30,742
Máquina enrolladora	8	Zhengzhou Taizy Trading Company	1	150	165	60	1,425
Máquina embobinador	1	Shanghai Qi Pang Industrial Company	1	1,350	185	540	2,075
Estañon	32	Renvasa	1	43	-	-	1,368
Carretilla de transporte	2	Tips	1	764	-	-	1,528
Total							54,046

Comedor	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Precio total
Refrigerador	1	Gollo	1	134	134
Microondas	1	Gollo	1	66	66
Mesa	1	Epa	1	54	54
Sillas	5	Epa	1	14	68
Basurero	1	Epa	1	14	14
Total					335

Oficina	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Precio total
Computadora	1	Gollo	1	337	337
Escritorio	1	Office depot	1	222	222
Silla	1	Epa	1	68	68
Silla de espera	2	Epa	1	17	34
Basurero	1	Epa	1	10	10
Archivero	1	Office depot	1	97	97
Total					763

Artículos de limpieza	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Precio total
Cubo trapeador	1	Epa	1	56	56
Escoba	4	Epa	1	3	14
Pala	4	Epa	1	7	27
Trapeador	4	Epa	1	4	18
Total					115

Costos fijos (\$)

Costos fijos		
Detalle de Costo	Costo mensual	Costo Anual
Mano de obra	3,669.97	44,039.65
Electricidad	214.66	2,575.90
Agua	20.80	249.59
Internet Satelital	80.41	964.92
Costo de transporte de rastrojo	251.94	3,023.23
Total	4,237.77	50,853.29

Costo Anual Transporte
3,023.23

Consumo eléctrico				
Elemento	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo (Horas)	Consumo diario(kWh)
Decortadora	1	7.50	3	22.50
Peinadora	1	7.5	1	7.5
Embobinadora	8	0.12	6	5.76
Enrolladora	1	1.5	2	3
Tubos Led	8	0.02	5	0.08
Microondas	1	0.7	0.17	0.12
Computadora	1	0.04	6	0.24
Refrigeradora	1	0.3	24	7.20
Total (kWh)				46.39
Total Mensual (kWh)				1004.44
Costo por kWh (Dolares)				0.21
Costo mensual (Dolares)				214.66

Consumo de Agua				
Concepto	Consumo por persona al día (Litros)	Consumo total diario	Consumo semanal	Consumo Mensual (Litros)
Servicio Sanitario	30	150	750	3,248
Lavado de manos	30	150	750	3,248
Limpieza	20	100	500	2,165
Total (Litros)				8,660
Total (M3)				8.66
Costo por M3				2.40
Costo Mensual				20.80

Tarifa Industrial T-IN	
Bloques de consumo	
Consumo menor o igual a 3.000 kWh cada kWh	¢125,02
Por Consumo de Energía	
Bloque de 0 – 3.000 kWh Cargo Fijo	¢225.780,00
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢75,26
Cargo por Potencia	
Bloque 0 – 8 kW Cargo Fijo	¢94.253,52
Bloque mayor a 8 kW cada kW	¢11.781,69

Cuadro 2. Estimación de litros consumidos por día.

Accesorio utilizado	Consumo promedio	Duración del uso por día	Litros consumidos por día
Ducha	10 litros/minuto	6 minutos	60
Servicio sanitario	10 litros/descarga	6 descargas	60
Lavamanos	6 litros/minuto	10 minutos	60
TOTAL			180

Fuente: Departamento de Medición y Grandes Clientes del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

Ver Tarifa Acueducto
Ver Tarifa Alcantarillado

Tarifas vigentes: Acueducto

BLOQUE CONSUMO	DOMICILIAR	EMPRESARIAL	PREFERENCIAL	GOBIERNO
0 a 15 m3	355	1.405	355	1.405
16 a 25 m3	710	1.705	710	1.705
26 a 40 m3	785	1.705	710	1.705
41 a 60 m3	925	1.705	710	1.705
61 a 80 m3	1.705	1.705	785	1.705
81 a 100 m3	1.705	1.705	785	1.705
101 a 120 m3	1.705	1.705	785	1.705
mas de 120 m3	1.790	1.790	785	1.790
Tarifa Fija	9.710	33.025	28.485	124.410
Cargo Fijo	2.000	2.000	2.000	2.000

Digite el NIS, la cantidad de metros cúbicos, y presione "Calcular Tarifa".

Número del servicio (NIS) (*)

Consumo en m3 (*)

Campos obligatorios(*)

Calcular Tarifa

Costos mano de obra (\$)

Puesto	Cantidad	Salario por jornada	Salario por jornada total	Salario mensual
Operario	4	19.61	78.44	1,698.18
Administrador	1	43.67	43.67	945.51
			Total	2,643.69
Total Salarios				2,643.69
Cargas sociales				1,026.28
Total (Colones)				3,669.97

Cargas sociales		
Concepto	Porcentaje	Monto
SEM (CCSS)	9.25%	244.54
IVM (CCSS)	5.08%	134.30
Cuota Patronal Banco Popular	0.25%	6.61
Asignaciones Familiares	5.00%	132.18
IMAS	0.50%	13.22
INA	1.50%	39.66
Aporte Patrono Banco Popular	0.25%	6.61
Fondo de Capitalización Laboral	3.00%	79.31
Fondo de Pensiones Complementar	0.50%	13.22
INS	1.00%	26.44
Vacaciones	4.16%	109.98
Aguinaldo	8.33%	220.22
Total	38.82%	1,026.28

Cálculo depreciación (\$)

Depreciación					
Activo	Cantidad	Costo por unidad	Costo total	Vida útil	Depreciación
Máquina decorticadora	1	11,056	11,056	10	1,106
Máquina Peinadora	1	13,569	13,569	10	1,357
Máquina enrolladora	8	151	1,206	10	121
Máquina embobinador	1	1,357	1,357	10	136
Refrigerador	1	134	134	5	27
Microondas	1	66	66	5	13
Computadora	1	337	337	5	67
Total					2,826
Primeros 5 años					2,826
5-10 años					2,719

Ingresos (\$)

Tipo de cambio	SSS Inflación	3%	Costo por reced	3%
Precio Unitario (dólares)	17			
Precio Unitario (Colones)	9945			
Kilos de cuerda por Ha	4,29			
Hectareas productivas	980	1092	1150	1150
Año	2020	2021	2022	2023
Ventas (Unidades)	4200	4680	4929	4929
Ingresos (Colones)	41.769.000,00	46.542.600,00	49.014.642,86	50.583.111,43
Ahorro Anual	9.800.000,00	10.920.000,00	11.500.000,00	11.868.000,00
Ahorro por Unidad (Colones)	2.333,33	2.333,33	2.333,33	2.408,00
Ahorro por Unidad (Dólares)	3,99	3,99	3,99	4,12
Costo por recolección de cuerda (colones)	10.000,00			

14.795.696,65	15.268.158,95	15.757.772,03	16.262.020,74	16.782.405,40	17.319.442,37	17.873.664,53	18.445.621,80	19.035.881,69	19.645.029,91	20.273.670,86
3.002,03	3.098,09	3.197,23	3.299,54	3.405,13	3.514,09	3.626,54	3.742,59	3.862,35	3.985,95	4.113,50
5,13	5,30	5,47	5,64	5,82	6,01	6,20	6,40	6,60	6,81	7,03

Costo de capital (4)

Costo de capital					
Fuente	Monto	Peso	Costo	Costo neto	Costo Ponderado
Financiamiento	198.653,76	80%	9%	7%	5%
Recurso Propio	49.663,44	20%	8%	8%	2%
Total	248.317,19				7%

Rentabilidad esperada por socios	5%
Inflación	3%

Flujos de efectivos (\$)

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	101,215.76	104,454.67	107,797.22	111,246.73	114,806.62	118,480.44	122,271.81	126,194.51	130,222.41	134,369.53	138,639.00	143,128.08	147,708.17
(65,426.95)	(67,520.61)	(69,881.27)	(71,911.07)	(74,212.23)	(76,587.02)	(79,037.80)	(81,567.01)	(84,177.16)	(86,870.82)	(89,650.69)	(92,519.51)	(95,480.14)	(98,528.04)
35,788.82	36,934.06	38,115.95	39,333.66	40,594.40	41,899.42	43,234.01	44,617.50	46,045.26	47,518.71	49,039.30	50,608.56	52,228.04	53,897.44
2,718.87	2,718.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,069.94	34,215.19	38,115.95	39,333.66	40,594.40	41,899.42	43,234.01	44,617.50	46,045.26	47,518.71	49,039.30	50,608.56	52,228.04	53,897.44
6,613.99	6,843.04	7,623.19	7,867.13	8,118.88	8,378.68	8,646.80	8,923.50	9,209.05	9,503.74	9,807.86	10,121.71	10,445.61	10,779.10
2,645.96	2,727.15	30,492.76	31,468.53	32,475.52	33,514.74	34,587.21	35,694.00	36,838.21	38,014.96	39,231.44	40,488.85	41,782.43	43,111.70
2,718.87	2,718.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,917,483	30,091.02	30,492.76	31,468.53	32,475.52	33,514.74	34,587.21	35,694.00	36,838.21	38,014.96	39,231.44	40,488.85	41,782.43	43,111.70
9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69
8,095.48	7,375.02	6,704.56	6,094.11	5,563.65	4,693.19	4,022.74	3,352.28	2,681.83	2,011.37	1,340.91	670.46	-	-
11,196.66	12,783.31	13,855.51	15,501.73	17,179.18	18,888.85	20,631.78	22,409.03	24,221.69	26,070.91	27,957.84	29,889.71	31,869.74	33,897.44
Inflación			3.2%										
Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027				
Capital de Trabajo	3,985.84												
Inversión Inicial	248,317.19												
Ingresos	71,400.00	79,560.00	83,785.71	86,466.86	89,233.80	92,089.28	95,036.13	98,077.29					
Costos Filios	(50,853.29)	(52,480.60)	(54,159.98)	(55,893.10)	(57,681.68)	(59,527.49)	(61,432.37)	(63,398.21)					
Filjo Operativo	20,546.71	27,079.40	29,625.74	30,573.76	31,552.12	32,561.79	33,603.76	34,679.09					
Gasto por Depreciación	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,718.87	2,718.87					
Utilidad antes de impuestos	17,720.64	24,253.33	26,799.67	27,747.69	28,726.05	29,735.72	30,884.89	31,992.21					
ISR	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%					
Utilidad después de impuestos	15,948.57	21,823.00	24,119.70	24,972.92	25,883.45	26,762.15	27,707.91	28,718.87					
Gasto por depreciación	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,826.07	2,718.87	2,718.87					
Filios netos de efectivo del proyecto	(252,303.03)	18,774.64	24,654.07	26,945.77	27,798.99	28,679.51	29,588.22	27,426.79					
Financiamiento	198,653.76												
Amortización	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69	9,932.69					
Gasto por Interés	13,409.13	12,736.67	12,088.22	11,997.76	10,727.30	10,056.85	9,386.39	8,715.93					
Filios netos de efectivo del recurso propio	(53,649.28)	(4,567.17)	1,982.71	4,944.87	6,468.54	8,019.52	9,598.68	8,107.21					

VAN RECURSO PROPIO	29.885.796,05
VAN PROYECTO	38.999.662,32
ID RECURSO PROPIO	1,95
ID PROYECTO	1,26
TIR RECURSO PROPIO	15%
TIR PROYECTO	10%
Periodo de recuperación RECURSO PROPIO	9

Análisis de sensibilidad (\$)

Escenario	Inversión inicial	VAN RP	VAN P	ID RP	ID P	TIR RP	TIR P	Periodo de recuperación RP
30%	322.812,35	(17.969,55)	(7.829,07)	0,74	0,98	7%	7%	15
20%	297.980,63	5.049,24	17.002,65	1,08	1,06	9%	8%	13
10%	273.148,91	28.068,04	41.834,37	1,48	1,15	11%	9%	11
Valor Inicial	248.317,19	51.086,83	66.666,09	1,95	1,26	15%	10%	9
-10%	223.485,47	74.105,63	91.497,81	2,52	1,40	18%	11%	7
-20%	198.653,76	97.124,42	116.329,53	3,22	1,57	23%	13%	6
-30%	173.822,04	120.143,21	141.161,25	4,10	1,79	28%	15%	5
Escenario	Precio de Venta	VAN RP	VAN P	ID RP	ID P	TIR RP	TIR P	Periodo de recuperación RP
30%	22,10	295.076,99	339.169,41	6,50	2,34	45%	19%	3
20%	20,40	213.746,94	248.334,97	4,98	1,98	35%	16%	4
10%	18,70	132.416,88	157.500,53	3,47	1,62	24%	13%	5
Valor Inicial	17,00	51.086,83	66.666,09	1,95	1,26	15%	10%	9
-10%	15,30	(30.243,22)	(24.168,35)	0,44	0,90	5%	6%	17
-20%	13,60	(111.573,27)	(115.002,79)	-1,08	0,54	-9%	1%	Mayor a 20
-30%	11,90	(192.903,33)	(205.837,23)	-2,60	0,18	NA	-7%	Mayor a 20
Escenario	Tasa de financiamiento	VAN RP	VAN P	ID RP	ID P	TIR RP	TIR P	Periodo de recuperación RP
30%	12%	25.970,22	25.140,03	1,48	1,10	11%	10%	12
20%	11%	34.342,43	38.027,01	1,64	1,15	12%	10%	11
10%	10%	42.714,63	51.841,47	1,80	1,21	13%	10%	10
Valor Inicial	9%	51.086,83	66.666,09	1,95	1,26	15%	10%	9
-10%	8%	59.459,03	82.591,97	2,11	1,33	16%	10%	8
-20%	7%	67.831,23	99.719,62	2,26	1,40	17%	10%	8
-30%	6%	76.203,44	118.159,97	2,42	1,47	18%	10%	7
Escenario	Costos fijos	VAN RP	VAN P	ID RP	ID P	TIR RP	TIR P	Periodo de recuperación RP
30%	66.109,28	(108.043,94)	(110.915,84)	-1,01	0,56	-8%	1%	Mayor a 20
20%	61.023,95	(55.000,35)	(51.721,86)	-0,03	0,80	1%	5%	20
10%	55.938,62	(1.956,76)	7.472,11	0,96	1,03	8%	7%	18
Valor Inicial	50.853,29	51.086,83	66.666,09	1,95	1,26	15%	10%	9

▲ Cuestionario al cliente final

Personal encargado de las compras de insumos en la finca

1. ¿A usted le interesaría reemplazar la cuerda de polipropileno por una cuerda de origen natural?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

2. ¿Usted estaría de acuerdo en probar una cuerda producida a partir de fibra de la hoja del rastrojo de piña? (rollo de 2 115 metros, que no afectaría la operación de uso, grosor de 5 mm y tensión de 4 800kg)

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

3. ¿A usted le interesaría un producto (cuerda) biodegradable (que no implique costos de recolección) y que sea amigable con el medio ambiente (no requiere empaque y ningún tipo de material para su producción, como un rollo de plástico)

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

4. ¿A usted le interesaría comprar un producto con un precio de venta de \$17? (el cual dentro de su precio involucra la reducción de costos de mano de obra por recolección de la cuerda de polipropileno, de aproximadamente 16 700 dólares/año.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

5. ¿A usted le interesa un producto que sea producido dentro de las instalaciones de la empresa piñera y bajo una propuesta de abastecimiento igual o mayor al actual consumo promedio de cuerda?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Apéndice 13 Resultados - interés del cliente final

Aspecto / evaluación	% Relativo	5	4	3	2	1
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. ¿A usted le interesaría reemplazar la cuerda de polipropileno por una cuerda de origen natural?	15%		X			
2. ¿Usted estaría de acuerdo en probar una cuerda producida a partir de fibra de la hoja del rastrojo de piña? (rollo de 2 115 metros, que no afectaría la operación de uso, grosor de 5 mm y tensión de 4 800kg)	15%		X			
3. ¿A usted le interesaría un producto (cuerda) biodegradable (que no implique costos de recolección) y que sea amigable con el medio ambiente (no requiere empaque y ningún tipo de material para su producción, como un rollo de plástico)	20%	X				
4. ¿A usted le interesaría comprar un producto con un precio de venta de \$17? (el cual dentro de su precio involucra la reducción de costos de mano de obra por recolección de la cuerda de polipropileno, de aproximadamente 16 700 dólares/año.	25%	X				
5. ¿A usted le interesa un producto que sea producido dentro de las instalaciones de la empresa piñera y bajo una propuesta de abastecimiento igual o mayor al actual consumo promedio de cuerda?	20%		X			

Obtenido	Total	%rel
60%	75%	80%
60%	75%	80%
100%	100%	100%
100%	125%	80%
80%	100%	80%
		84%

Cuestionario a empresa piñera

1. ¿Usted considera factible que a la empresa piñera le interese apoyar a la Asociación Solidarista de su empresa en la implementación de un proyecto bajo el enfoque de modelo de negocio colaborativo, en la producción de una cuerda para agricultura a partir del rastrojo de piña?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

2. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a facilitar las hojas de rastrojo de forma gratuita a la asociación para la producción de cuerda?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

3. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a brindar de forma temporal el equipo de transporte (carretas de volteo y vehículos) para el transporte del material del campo a la planta y del producto final a sus respectivas bodegas? (3 viajes ida y vuelta durante el día)

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

4. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a brindar un terreno a la asociación para la construcción de la planta productora?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Cuestionario a la Asociación Solidarista

Aplicable a dos miembros de la Junta Directiva.

1. ¿Usted cree que a la Asociación Solidarista le interese formar parte de un proyecto que genere, al menos, empleo a 5 personas y que impacte positivamente al medio ambiente?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

2. ¿Usted considera que a la asociación le interese implementar un proyecto de producción de cuerda para agricultura a partir de las hojas de rastrojo?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

3. ¿Usted considera que la asociación le interese la colaboración de la empresa para desarrollar en conjunto este proyecto?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

4. ¿Usted considera que la asociación le interese y pueda invertir en este tipo de proyecto?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

5. ¿Usted considera que a la asociación le interese este proyecto que genera 435 000 colones y 2 000 000 de colones de flujo neto de efectivo del recurso propio para el primer y segundo año, respectivamente y que recupera su inversión inicial al año número 12?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Apéndice 15 Resultados - aceptación del modelo de negocio

		5	4
Aspecto / evaluación		Totalmente de acuerdo	De acuerdo
1. ¿Usted considera factible que a la empresa piñera le interese apoyar a la Asociación Solidarista de su empresa en la implementación de un proyecto bajo el enfoque de modelo de negocio colaborativo, en la producción de una cuerda para agricultura a partir del rastrojo de piña?	25%	X	
2. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a facilitar las hojas de rastrojo de forma gratuita a la asociación para la producción de cuerda?	25%		X
3. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a brindar de forma temporal el equipo de transporte (carretas de volteo y vehículos) para el transporte del material del campo a la planta y del producto final a sus respectivas bodegas? (3 viajes ida y vuelta durante el día)	25%		X
4. ¿Usted considera factible que la empresa piñera esté dispuesta a brindar un terreno a la asociación para la construcción de la planta productora?	25%	X	

		5	4
Aspecto / evaluación		Totalmente de acuerdo	De acuerdo
1. ¿Usted cree que a la Asociación Solidarista le interese formar parte de un proyecto que genere, al menos, empleo a 5 personas y que impacte positivamente al medio ambiente?	15%		X
2. ¿Usted considera que a la asociación le interese implementar un proyecto de producción de cuerda para agricultura a partir de las hojas de rastrojo?	15%		X
3. ¿Usted considera que la asociación le interese la colaboración de la empresa para desarrollar en conjunto este proyecto?	20%		X
4. ¿Usted considera que la asociación le interese y pueda invertir en este tipo de proyecto?	25%	X	
5. ¿Usted considera que a la asociación le interese este proyecto que genera 435 000 colones y 2 000 000 de colones de flujo neto de efectivo del recurso propio para el primer y segundo año, respectivamente y que recupera su inversión inicial al año número 12?	25%	X	

Aspecto / evaluación		5	4
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo
1. ¿Usted cree que a la Asociación Solidarista le interese formar parte de un proyecto que genere, al menos, empleo a 5 personas y que impacte positivamente al medio ambiente?	15%		X
2. ¿Usted considera que a la asociación le interese implementar un proyecto de producción de cuerda para agricultura a partir de las hojas de rastrojo?	15%		X
3. ¿Usted considera que la asociación le interese la colaboración de la empresa para desarrollar en conjunto este proyecto?	20%		X
4. ¿Usted considera que la asociación le interese y pueda invertir en este tipo de proyecto?	25%		X
5. ¿Usted considera que a la asociación le interese este proyecto que genera 435 000 colones y 2 000 000 de colones de flujo neto de efectivo del recurso propio para el primer y segundo año, respectivamente y que recupera su inversión inicial al año número 12?	25%		X

Empresa piñera			AS miembro #1			AS miembro #2		
Obtenido	Total	%rel	Obtenido	Total	%rel	Obtenido	Total	%rel
1,25	1,25	100%	0,6	0,75	80%	0,6	0,75	80%
1	1,25	80%	0,6	0,75	80%	0,6	0,75	80%
1	1,25	80%	0,8	1	80%	0,8	1	80%
1,25	1,25	100%	1,25	1,25	100%	1	1,25	80%
		90%	1,25	1,25	100%	1	1,25	80%
					88%			80%

86%

Apéndice 16 Ingeniería económica: etapa preliminar

Inversión Inicial

Tipo de Cambio	585
----------------	-----

Compra de activos	
Área	Monto
Producción	30,418,738.30
Comedor	195,805.00
Oficina	443,770.00
Limpieza	67,290.00
Total	31,131,603.30

Categoría	Monto (colones)
Maquinaria	32,329,603.30
Instalaciones	112,935,955.28
Total	145,265,558.58

Costos de construcción			
Zona	Cotización por metro cuadr.	Metros cuadrados	Total (Colones)
Planta de producción	450	181	47,552,354
Área de tendido	50	251	7,341,750
Total			54,894,704

Costos adicionales de proyecto			
Fase	Servicios	Tarifa	Costo
Planos y Documentos	Estudios preliminares	0.50%	274,474
	Anteproyectos	1%	548,947
	Planos de construcción y especificaciones técnicas	4%	2,195,788
	Presupuesto	0.50%	274,474
Control y ejecución	Licitación y Adjudicación	0.50%	274,474
	Inspección	3%	1,646,841
	Dirección Técnica	5%	2,744,735
	Administración	12%	6,587,364
	Permisos CFIA	0.265%	145,471
	Permisos Municipales	1%	548,947
Total			15,241,514

Capital de trabajo Neto (1 mes)	
Salarios	1,457,390.23
Servicios básicos	92,391.27
Total	1,549,781.50

Inversión Inicial Total	101,267,821.23
	43,997,737.35

Cotizaciones

Tipo de Cambio	585
----------------	-----

Área de producción	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Costos adicionales de envío	Pago de Aranceles	Precio total
Máquina decorticadora	1	Gongyi Guowin Machinery Factory	1	6,435,000	882,291	2,574,000	9,891,291
Máquina Peinadora	1	Zhanjian Weida Machinery Industrial Company	1	11,700,000	1,604,163	4,660,000	17,964,163
Máquina enrolladora	4	Zhengzhou Taizy Trading Company	1	87,750	-	35,100	482,350
Máquina embobinadora	1	Shanghai Qi Pang Industrial Company	1	789,750	108,278	315,900	1,213,928
Estañon	16	Renvasa	1	25,000	-	-	400,000
Carretilla de transporte	1	Tips	1	447,000	-	-	447,000
Total							30,418,738

Comedor	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Precio total
Refrigerador	1	Gollo	1	78,130	78,130
Microondas	1	Gollo	1	38,430	38,430
Mesa	1	Epa	1	31,500	31,500
Sillas	5	Epa	1	7,950	39,750
Basurero	1	Epa	1	7,995	7,995
Total					195,805

Oficina	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Precio total
Computadora	1	Gollo	1	196,990	196,990
Escritorio	1	Office depot	1	129,990	129,990
Silla	1	Epa	1	39,950	39,950
Silla de espera	2	Epa	1	9,950	19,900
Basurero	1	Epa	1	5,950	5,950
Archivero	1	Office depot	1	56,990	56,990
Total					443,770

Articulos de limpieza	Cantidad	Proveedor	Presentación	Precio Unitario	Precio total
Cubo trapeador	1	Epa	1	32,350	32,350
Escoba	4	Epa	1	1995	7,980
Pala	4	Epa	1	3995	15,980
Trapeador	4	Epa	1	2595	10,380
Total					67,290

Costos Fijos

Consumo eléctrico				
Elemento	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo (Horas)	Consumo diario(kWh)
Decortadora	1	7.50	3	22.50
Peinadora	1	7.5	1	7.5
Embobinadora	1	0.12	6	5.76
Enrolladora	1	1.5	2	3
Tubos Led	1	0.02	5	0.08
Microondas	1	0.7	0.17	0.12
Computadora	1	0.04	6	0.24
Refrigeradora	1	0.3	24	7.20
Total (kWh)				46.39
Total Mensual (kWh)				1004.44
Costo por kWh (Colones)				125.02
Costo mensual (Colones)				125,575.23

Costos fijos		
Detalle de Costo	Costo mensual	Costo Anual
Mano de obra	1,457,390.23	17,488,682.80
Electricidad	62,787.62	753,451.41
Agua	6,083.65	73,003.80
Internet Satelital	23,520	282,240
Costo de transporte de rastrojo	73,691.21	884,295
Total	1,623,472.71	19,481,672.51

Costo Anual Transporte
1,768,589.00

Consumo de Agua				
Concepto	Consumo por persona al día (Litros)	Consumo total diario	Consumo semanal	Consumo Mensual (Litros)
Servicio Sanitario	30	150	750	3,248
Lavado de manos	30	150	750	3,248
Limpieza	20	100	500	2,165
Total (Litros)				8,660
Total (M3)				8.66
Costo por M3				1,405.00
Costo Mensual				12,167.30

Costos mano de obra

Puesto	Cantidad	Salario por jornada	Salario por jornada total	Salario mensual
Operario	2	11,471.53	22,943.06	496,717.25
Administrador	1	25,548.47	25,548.47	553,124.44
Total				1,049,841.69
Total Salarios				1,049,841.69
Cargas sociales				407,548.54
Total (Colones)				1,457,390.23

Cargas sociales		
Concepto	Porcentaje	Monto
SEM (CCSS)	9.25%	97,110.36
IVM (CCSS)	5.08%	53,331.96
Cuota Patronal Banco Popular	0.25%	2,624.60
Asignaciones Familiares	5.00%	52,492.08
IMAS	0.50%	5,249.21
INA	1.50%	15,747.63
Aporte Patrono Banco Popular	0.25%	2,624.60
Fondo de Capitalización Laboral	3.00%	31,495.25
Fondo de Pensiones Complementar	0.50%	5,249.21
INS	1.00%	10,498.42
Vacaciones	4.16%	43,673.41
Aguinaldo	8.33%	87,451.81
Total	38.82%	407,548.54

Cálculo depreciación

Depreciación					
Activo	Cantidad	Costo por unidad	Costo total	Vida útil	Depreciación
Máquina decortadora	1	6,468,000	6,468,000	10	646,800
Máquina Peinadora	1	7,938,000	7,938,000	10	793,800
Máquina enrolladora	4	88,200	352,800	10	35,280
Máquina embobinador	1	793,800	793,800	10	79,380
Refrigerador	1	78,130	78,130	5	15,626
Microondas	1	38,430	38,430	5	7,686
Computadora	1	196,990	196,990	5	39,398
Total					1,617,970
Primeros 5 años					1,617,970
5-10 años					1,555,260

Ingresos

Tipo de cambio	555/Inflación	3%	Costo por reced		3%
Precio Unitario (dolares)	17				
Precio Unitario (Colones)	99,35				
Kilos de cuerda por Ha	4,29				
Hectareas producidas	980	1092	1150	1150	1150
Año	2020	2021	2022	2023	2024
Ventas (Unidades)	2100	2340	2464	4929	4929
Ingresos (Colones)	20.884.500,00	23.271.300,00	24.507.321,43	25.291.555,71	26.100.885,50
Aborro Anual	4.900.000,00	5.460.000,00	5.750.000,00	5.934.000,00	6.123.888,00
Aborro por Unidad (Colones)	2.333,33	2.333,33	2.333,33	1.204,00	1.282,29
Aborro por Unidad (Dolares)	3,99	3,99	3,99	2,06	2,19
Costo por recolección de cuerda (colones)	10.000,00				

7.397.848,33	7.634.579,47	7.878.886,02	8.131.010,37	8.391.202,70	8.659.721,19	8.936.832,27	9.222.810,90	9.517.940,85	9.822.514,95	10.136.835,43
1.501,01	1.549,05	1.598,61	1.649,77	1.702,56	1.757,04	1.813,27	1.871,29	1.931,18	1.992,97	2.056,75
2,57	2,65	2,73	2,82	2,91	3,00	3,10	3,20	3,30	3,41	3,52

Costo de Capital

Costo de capital					
Fuente	Monto	Peso	Costo	Costo neto	Costo Ponderado
Financiamiento	81.014.256,98	80%	9%	7%	5%
Recurso Propio	20.253.564,25	20%	8%	8%	2%
Total	101.267.821,23				7%

Rentabilidad esperada por socios	5%
Inflación	3%

Flujos de Efectivo

Inflación	3,2%										
Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
Capital de Trabajo	1.549.781,50										
Inversión Inicial	101.267.821,23										
Ingresos	20.884.500,00	23.271.300,00	24.507.321,43	25.291.555,71	26.100.885,50	26.936.113,83	27.798.069,48	28.687.607,70			
Costos Fijos	(19.481.672,51)	(20.105.086,03)	(20.748.448,78)	(21.412.399,14)	(22.097.595,91)	(22.804.718,98)	(23.534.469,99)	(24.287.573,03)			
Fujo Operativo	1.402.827,49	3.166.213,97	3.758.872,65	3.879.156,57	4.003.289,58	4.131.394,85	4.263.599,48	4.400.034,67			
Gasto por Depreciación	1.617.970,00	1.617.970,00	1.617.970,00	1.617.970,00	1.617.970,00	1.617.970,00	1.555.260,00	1.555.260,00			
Utilidad antes de impuestos	(215.142,51)	1.548.243,97	2.140.902,65	2.261.186,57	2.385.319,58	2.513.424,85	2.708.339,48	2.844.774,67			
ISR	100%	154.824,40	214.090,26	226.118,66	238.531,96	251.342,48	270.839,48	284.474,67			
Utilidad despues de impuestos	20%	(93.638,36)	1.393.419,58	1.926.812,38	2.035.067,92	2.146.787,62	2.262.082,36	2.166.671,59			
Gasto por depreciación		1.617.970,00	1.617.970,00	1.617.970,00	1.617.970,00	1.617.970,00	1.555.260,00	1.555.260,00			
Fujos netos de efectivo del proyecto	(102.817.602,73)	1.422.341,74	3.011.389,58	3.544.782,38	3.653.037,92	3.764.757,62	3.880.052,36	3.721.931,59			
Financiamiento	81.014.256,98										
Amortización	4.050.712,85	4.050.712,85	4.050.712,85	4.050.712,85	4.050.712,85	4.050.712,85	4.050.712,85	4.050.712,85			
Gasto por Interés	5.468.462,35	5.195.039,23	4.921.616,11	4.648.192,99	4.374.769,88	4.101.346,76	3.827.923,64	3.554.500,53			
Fujos netos de efectivo del recurso propio	(21.803.345,75)	(8.094.833,45)	(6.234.362,50)	(5.427.546,58)	(5.045.867,93)	(4.660.725,10)	(4.272.007,24)	(4.156.704,90)			

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
29,606,611.15	30,552,990.70	31,530,686.60	32,539,668.37	33,580,937.76	34,655,527.77	35,764,504.65	36,908,968.80	38,090,055.80	39,308,937.59	40,566,823.99	41,864,961.95	43,204,640.73	
(25,004,775.37)	(25,866,848.18)	(26,694,587.22)	(27,548,814.12)	(28,430,376.17)	(29,340,148.20)	(30,279,032.95)	(31,247,962.00)	(32,247,896.79)	(33,279,829.48)	(34,344,784.03)	(35,443,817.11)	(36,578,019.26)	
4,540,835.78	4,686,142.32	4,836,099.08	4,990,854.25	5,150,561.59	5,315,379.56	5,485,471.71	5,661,006.80	5,842,159.02	6,029,108.11	6,222,039.57	6,421,144.83	6,626,621.47	
1,555,260.00	1,555,260.00												
2,985,575.78	3,130,882.32	4,836,099.08	4,990,854.25	5,150,561.59	5,315,379.56	5,485,471.71	5,661,006.80	5,842,159.02	6,029,108.11	6,222,039.57	6,421,144.83	6,626,621.47	
597,115.16	626,176.50	967,219.82	998,170.85	1,030,112.32	1,063,075.91	1,097,094.34	1,132,201.36	1,168,431.80	1,205,821.62	1,244,407.91	1,284,228.97	1,325,324.29	
2,388,460.62	2,504,706.02	3,868,879.27	3,992,683.40	4,120,449.27	4,252,303.65	4,388,377.37	4,528,805.44	4,673,277.22	4,823,286.49	4,977,631.65	5,136,915.87	5,301,297.17	
1,555,260.00	1,555,260.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,943,720.62	4,059,966.02	3,868,879.27	3,992,683.40	4,120,449.27	4,252,303.65	4,388,377.37	4,528,805.44	4,673,277.22	4,823,286.49	4,977,631.65	5,136,915.87	5,301,297.17	
4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	4,050,712.85	
3,281,077.41	3,007,654.29	2,734,231.17	2,460,808.06	2,187,384.94	1,913,961.82	1,640,538.70	1,367,115.59	1,093,692.47	820,269.35	546,846.23	273,423.12	-	
(3,388,069.63)	(2,998,401.12)	(2,916,064.76)	(2,518,837.50)	(2,117,648.52)	(1,712,371.02)	(1,302,874.19)	(889,022.99)	(470,678.10)	(47,695.71)	380,072.57	812,779.90	1,250,584.33	

Plan de mercadeo preliminar de la cuerda para agricultura

Según Villa (2012) el marketing es la actividad que crea, comunica, ofrece e intercambia ofertas que benefician a la organización, los grupos de interés de éstas, tales como clientes, proveedores, accionistas, comunidad y gobierno y la sociedad en general.

Para efectos de este proyecto, en el cual se determina que el alcance de comercialización es la empresa piñera a la cual pertenece la asociación solidarista, no es imprescindible definir aspectos de mercadeo pues la negociación ya está definida, sin embargo, si se desea ampliar el mercado meta, es necesario contar con esta información. Es por esto que, en esta sección se presentan algunos aspectos relevantes para la comercialización de la cuerda.

1.1 Atributos sensoriales de la marca

Los atributos sensoriales son factores que inciden directamente en el consumidor, estos tienen relación con la imagen de una organización y con la credibilidad de la marca de un producto. A continuación, se describen algunos elementos de la marca propuesta:

- Esencia: considerada el corazón de una marca o la razón de ser del producto.

"Ofrecemos desarrollo sostenible a partir de una cuerda"

Se intenta, por medio de la esencia de la marca, reflejar el objetivo del proyecto que es brindar progreso económico, social y beneficio ambiental, por medio de la producción de una cuerda que reemplazará la de polipropileno en los campos piñeros.

- Valores: son la base sobre la cual se plantea la esencia de un producto o servicio. A continuación, se describen los valores para este modelo de negocio.
 - Desarrollo sostenible / sostenibilidad: se busca impactar directamente los ejes ambiental, social y económico.
 - Calidad / confiabilidad: a partir de un producto con las características técnicas y de calidad esperadas.
 - Compromiso: las partes involucradas en el modelo de negocio se comprometen en la implementación de un proyecto con un objetivo claro de sostenibilidad.
- Promesa: es lo que el cliente espera recibir con el producto. Para este caso se define lo siguiente:

"No más plástico en la naturaleza"

- Diferenciadores: es todo aquello que representa al producto y permite a los consumidores distinguirlo entre otros productos similares. Para la cuerda de agricultura se tienen los siguientes diferenciadores:
 - Sustitución del polipropileno
 - Valorización del rastrojo
 - Negocio colaborativo entre asociación solidarista y empresa piñera
 - Sostenibilidad

- Personalidad: la marca debe reflejar hacia qué mercado va enfocada. Para la marca de la cuerda se tienen las siguientes características:
 - Enfocada al sector agrícola, principalmente al productor de piña
 - Es un producto nacional
 - Es un producto de origen natural

1.2 Establecimiento de nombre y logo de marca

El nombre propuesto para la marca es "Cuerdiña", y este representa la unificación de las palabras cuerda y piña, lo cual representa directamente al producto propuesto.

El logo diseñado para la marca, se muestra en la Figura 1.



Figura 1 Logo de la marca

El logo representa el contorno de una piña, con el interior cubierto de cuerda, siendo esta la obtenida a base de fibras de las hojas del rastrojo de piña. La cuerda en el interior de la piña busca reflejar cómo la cuerda propuesta, que es de origen natural, abraza el fruto tal cual la cuerda lo hace en el proceso productivo, además, promueve el uso de productos naturales en la agricultura.

1.3 Empaque y embalaje

Tal como se mencionó en la sección del proceso productivo, este producto no requiere de ningún tipo de empaque, pues su uso es inmediato y con respecto al embalaje se necesitan tarimas de madera, para su acomodo. Al cliente se le entrega el producto en tarimas, y de ser necesario, con una ficha técnica por pedido que contiene la marca e información relevante del producto.

1.4 Experiencia integral de compra

La experiencia de compra implica cada una de las etapas en las que se ve involucrado el consumidor, desde que este conoce el producto y hasta que lo adquiere. Es importante describir cada una de estas etapas para determinar aspectos de importancia para ofrecer al cliente más de lo que este espera. A continuación, se describe la experiencia integral de compra para el negocio de la cuerda.

- **Compra:** el producto, inicialmente, será comercializado solamente dentro de la finca piñera, sin embargo, si se desea ampliar el mercado meta para el mismo, en este caso para la Región Huetar Norte, se debe idear la forma en que los clientes conozcan el producto y tengan acceso a él. Se recomienda el diseño de una página web o la administración de un perfil en redes sociales en lo cual se pueda dar a conocer la empresa y el producto. Seguido a ello se debe idear la forma en que se comercializará el mismo.
- **Entrega:** para empezar el producto será entregado por los medios de transporte de la empresa piñera, sin embargo, considerando ampliar el alcance de comercialización es importante considerar la adquisición de flotilla para la distribución del producto.
- **Uso:** el producto será entregado en tarimas de madera, sin ningún tipo de material de empaque, buscando impactar en lo más mínimo el medio ambiente. Este puede ser utilizado de inmediato.

1.5 Mercadeo

Se plantea, de forma preliminar, un plan de mercadeo que integra los objetivos de mercadeo y las tácticas o herramientas para lograr que el modelo de negocio sea reconocido y por ende, refleje interés por parte de los clientes.

1.5.1 Objetivos de mercadeo

La orientación del plan de mercadeo se rige por lo siguiente:

- Ofrecer al sector agrícola una alternativa natural para sustituir la cuerda de polipropileno
- Impulsar el desarrollo sostenible de la región a partir de la producción de un producto amigable con el medio ambiente
- Promover la integración de las empresas con sus asociaciones solidaristas en miras de un progreso común, a partir de la implementación de proyectos como el que la cuerda ofrece.

Estos objetivos son los tres ejes que destacan la finalidad del proyecto de producción de cuerda, se busca reflejar los aspectos de sostenibilidad y de modelos colaborativos de negociación, como parte de los pilares de la marca.

1.5.2 Herramientas para el logro de los objetivos de mercadeo

Como primera herramienta para el logro de los objetivos de mercadeo se tiene el diseño de perfil en redes sociales en donde se permita promover la esencia de la marca, el enfoque del proyecto y los beneficios del mismo, esto con la finalidad de dar a conocer la iniciativa que este proyecto plantea.

Seguidamente, se propone el mercadeo clásico en donde se brinda información relevante a los posibles clientes sobre el producto, aspectos técnicos y otra que aporte a la captación del mismo. Se recomienda la publicidad en eventos del sector agrícola, para llegarle directamente al cliente potencial.

Este proyecto postula a la asociación solidarista y empresa piñera como pioneras en la proposición de un modelo de negocio que ofrece múltiples beneficios, esto permitirá darse a conocer por los medios de comunicación, tecnología y otros, y define el proyecto como un referente para iniciativas similares.

Apéndice 18 Programación de la producción

Dato	Valor
Humedad en la fibra de rastrojo de piña	5,00%
Porcentaje de masa de hoja en fibra seca	95,00%
Masa grupo de 9 hojas (kg)	0,6300
Masa una hoja sin decorticar (kg)	0,0700
Peso fibra una hoja sin secado (kg)	0,0070
Peso fibra una hoja con secado (kg)	0,0067
Largo promedio de fibra (m)	0,6733
Largo promedio de fibra con ajuste por encordado	0,5925
Hojas para grosor de 5 mm (unidades)	1,5
Masa hojas rastrojo para una carrucha (kg)	374,81
Masa por metro cuerda (kg/m)	0,01684

Fuente: artículo científico (DOI:
10.5923/j.materials.20140403.04)

Apéndice 10

Apéndice 10

Apéndice 8

Máquina	Capacidad	
Decortadora	1875	2500 kg/h
Peinadora	300	700 kg/h
Encordadora	700	m/h

Decortadora	Día				
	L	K	M	J	V
Alimentación (kg)	5996,96	5996,96	5996,96	6184,37	6184,37
Tiempo máquina diario (h), capacidad mínima	3,19838	3,198378667	3,19838	3,29833	3,29833
Tiempo máquina diario (h), capacidad máxima	2,39878	2,398784	2,39878	2,47375	2,47375

Peinadora	Día				
	L	K	M	J	V
Alimentación (kg)	626,68	626,68	626,68	646,26	646,26
Tiempo máquina diario (h), capacidad mínima	2,08893	2,08893	2,08893	2,15421	2,15421
Tiempo máquina diario (h), capacidad máxima	0,90	0,90	0,90	0,92	0,92

Encordadora	Día				
	L	K	M	J	V
Máquina					
	1	2	2	2,5	2,5
	2	2	2	2	2
	3	2	2	2	2
	4	2	2	2	2
	5	2	2	2	2
	6	2	2	2	2
	7	2	2	2	2
	8	2	2	2	2
Carretes totales (unidades)	16	16	16	16,5	16,5
Alimentación (m)	33840	33840	33840	34897,5	34897,5
Alimentación (kg)	569,708	569,708	569,708	587,511	587,511
Tiempo por máquina máximo diario (h)	6,04286	6,04286	6,04286	7,55357	7,55357

Apéndice 19 Optimización del tendadero

Peso muestra (kg)	54
Distancia necesaria de colgado para muestra (m)	15
Peso por tender (kg)	6185
Distancia necesaria para colgado diario (m)	1718.056
Distancia necesaria por nivel (4 niveles) (m)	429.5138889

Optimización de área			
		Área mínima (m2)	502
		Ancho (m)	W 13.2
		Largo (m)	L 38.0303
Variables	Cant largo	a	8
	Cant ancho	b	29
	Largo bloque (m)	x	1.228631
Restricciones			
Longitud de cable necesario		570.0848 =	429.5139
a y b Enteros			