

**KIT PARA LA EXTRACCIÓN Y RECOLECCIÓN DE LÁTEX
PARA LA EMPRESA GNOMO**

JUAN DAVID MENDEZ VARGAS

CODIGO: 200429401085

ASESOR:

LUIS ALBERTO GARCIA

INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD EAFIT

INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLIN

2010

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 20 de octubre de 2010

Contenido

Resumen	5
Antecedentes	6
Justificación.....	9
Objetivos	11
Alcance	11
Recursos requeridos	12
Metodología.....	12
Desarrollo de concepto.....	14
Identificación de las necesidades del cliente.....	14
Especificaciones del producto.....	21
Mood boards.....	25
Aclaración del problema	29
Búsquedas externas.....	32
Estado del arte	32
Kit convencional para la extracción de látex.	34
Estado del Arte en materia de patentes	35
Generación de conceptos	38
Cuchilla.....	38
Rallador	40
Recipiente y Canaleta	46
Pruebas de concepto	50
Primera Prueba de campo a Cimitarra Santander	50
Objetivos	50
Rallador	50
Conclusiones de las pruebas.....	53
PDS Final.....	55
Construcción de prototipos experimentales	58
Rallador	58
Recipiente	62
Canaleta	63

Primer kit experimental para pruebas de campo	63
Pruebas de campo para prototipos experimentales	64
Segunda Prueba de campo a Taraza	64
Diseño de detalle	67
Planos técnicos.....	72
Análisis de elementos finitos.	76
Análisis de tensión y desplazamiento para el Rallador.....	76
Análisis de tensión y desplazamiento para el recipiente.....	80
Análisis de cargas y tensiones para el canaleta	85
Construcción de prototipos	89
Pruebas de carga y tensión reales	93
Comparación de productos convencionales y nuevos diseños.	96
Conclusiones Generales.....	98
Bibliografía	99

Resumen

El informe a continuación contiene una investigación y análisis de los principales problemas y necesidades que tiene el sector cauchero en la explotación primaria de látex, se identifica problemas de eficiencia y productividad por malas prácticas agrícolas y una deficiencia tecnología de herramientas para la extracción y recolección, principalmente en tres productos principales:

- **Cuchilla de sangrado:** herramienta utilizada para rallar la corteza dejando expuestos los vasos laticíferos del árbol *Hevea Brasiliensis*, por los cuales brota el látex.
- **Taza de recolección:** recipiente utilizado para almacenar el látex que brota del árbol.
- **Canalete:** dispositivo que sirve como canal entre la corteza y el recipiente para facilitar el flujo del látex.

Se analizan los productos existentes y la técnica de sangrado, iniciando así, un proceso de diseño y desarrollo de un kit para la extracción y recolección de látex. Se definen varios parámetros de diseño, entre los más importantes están: ergonomía, funcionalidad, incremento en la productividad, eficiencia y seguridad. Se realizan una serie de propuestas de diseño, se depuran y se seleccionan las mejores para construir un prototipo experimental de cada una de ellas, luego se hacen unos análisis de cargas y tensiones en un software especializado para verificar la resistencia, que posteriormente se corroborara con las cargas reales. Finalmente se construye un prototipo funcional de cada uno de los elementos que componen el kit de extracción y recolección básico (Rallador, recipiente, canaleta).

Los nuevos diseños de herramientas especializadas para el cultivo de látex, contribuyen al mantenimiento de la vida útil del árbol (30 a 35 años), evitando daños en la corteza por malas prácticas agrícolas.

Con una solución mecánica se elimina una técnica manual de rallado convencional y como consecuencia hay un incremento considerable en la eficiencia y la productividad en los cultivos.

Antecedentes

El caucho natural es producido por un gran número de plantas, sin embargo, a nivel comercial se explota el árbol de caucho (*Hevea brasiliensis*), especie originaria de la región amazónica, del que se obtiene una resina líquida llamada látex que luego de ser procesada puede adoptar dos presentaciones: líquida(látex) y sólida(caucho seco).el látex puede clasificarse como cremado o centrifugado según el método de extracción empleado, y el caucho sólido o seco cuenta con varias presentaciones como : laminas secas al aire(ADES), laminas ahumadas(RSS),es caucho granulado que viene en laminado tipo crepe y en bloques compactos(TRS-20) de dimensiones estándares, y el ripio que es un caucho de menor calidad conformado por los fondos de taza y sobrantes del proceso.

El mercado del caucho está conformado tanto por el caucho natural como por el caucho sintético, obtenidos de especies vegetales y del petróleo respectivamente.

El caucho natural cuenta con una gran participación en la industria transformadora, siendo materia prima clave para una gran variedad de productos terminados que van desde aplicaciones especializadas como las llantas, hasta artículos de uso de aseo doméstico como los guantes de látex.

A nivel mundial el consumo del caucho natural a aumentado constantemente, sin embargo el consumo del caucho sintético ha sido superior en 17% frente al consumo del caucho natural.los valores en producción son aproximadamente iguales a los valores de consumo, lo cual indica que se está absorbiendo la mayoría de la producción del caucho natural. Los principales países productores están ubicados en el continente asiático, y el consumo del caucho natural se da intensivamente en Norteamérica y Europa, además de países como china, Japón e India.

En Colombia la producción de caucho se remonta a la explotación de los bosques naturales, hoy en día solo se produce látex de 2800Ha de las cuales 30400Ha ya se encuentran sembradas en diferentes núcleos heveícolas del país: Magdalena Medio Santandereano, Magdalena Centro, Cordón cauchero-cacaotero (Antioquia – Córdoba), Zona Marginal Cafetera(Tolima caldas),Amazonia y Orinoquia. Sin embargo esta producción es insuficiente para suplir las necesidades de la industria, ya que la producción existente aun es pequeña comparada con la demanda de este producto.¹

El cultivo del caucho natural en Colombia está asociado a la erradicación de cultivos ilícitos y programas de fomento del sector agrícola, siendo un cultivo de gran importancia a nivel social, que genera un empleo permanente directo y 3 empleos indirectos por cada cuatro hectáreas sembradas.

Muchas veces el cultivo del caucho natural en Colombia no cumple con la calidad de las industrias transformadoras, principalmente la industria guanterera. Estas exigen una calidad de lamina denominada TIPO 1, que se mide por el color y la cantidad de impurezas que contenga el látex coagulado, esta calidad no se cumple debido a las prácticas agrícolas que se presentan en los cultivos colombianos y el uso de herramientas inadecuadas que afectan la vida útil del árbol.

Durante los últimos años el gobierno nacional ha apoyado y promovido diversos intentos locales de cultivo del caucho como alternativa socio-productiva a través del Plan Nacional de Desarrollo Alternativo (PLANTE), de la Presidencia de la República, del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA), del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con el fin de lograr un incremento en la producción, logrando que esta crezca de manera competitiva para evitar las importaciones y tecnificar y mejorar el manejo de las plantaciones y la extracción del látex.²

¹ Según la agenda prospectiva para el cultivo del caucho que presentó el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2009

² www.agronet.gov.co

Los cauchos naturales tienen diferentes características de calidad dependiendo de la región en la que se producen, Colombia cuenta con diferentes regiones caucheras, en las cuales la actividad cauchera está influenciada por el interés económico que este cultivo ha generado.

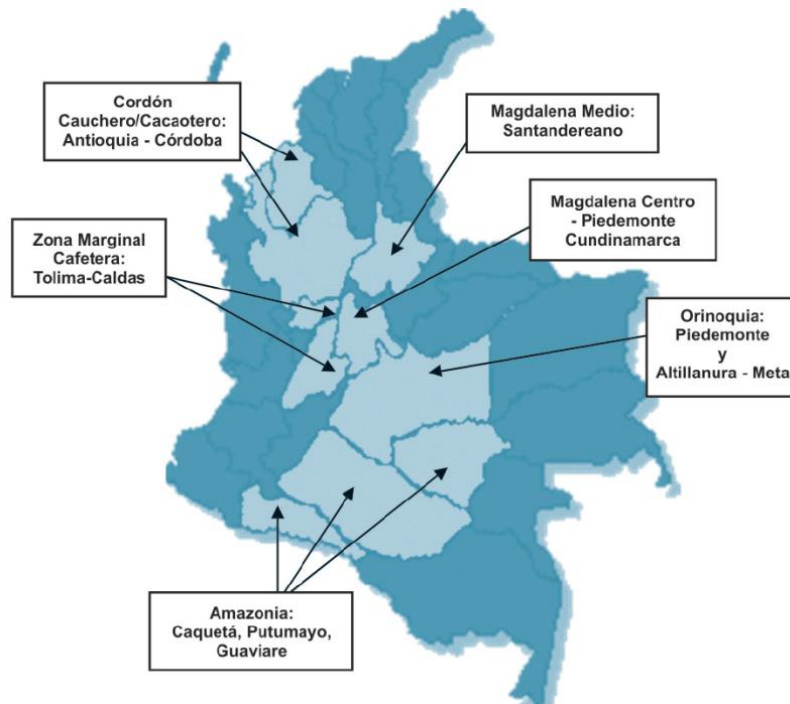


Ilustración 1 Regiones caucheras de Colombia

El segmento de los cultivadores de caucho se divide en pequeños, medianos y grandes cultivadores, este segmento está conformado en un 90% por pequeños cultivadores quienes cuentan con menos de 20 hectáreas plantadas, eso quiere decir que 23.760 hectáreas corresponden a este segmento y solo el 10% restante a medianos y grandes cultivadores.

Los grandes y los medianos cultivadores cuentan con un nivel tecnológico mayor en la mecanización de los cultivos a diferencia de los pequeños cultivadores, quienes en su mayoría realizan todos los procesos de forma manual. Aspectos como riego, condiciones de fertilidad, drenaje y siembras, son de vital importancia para la obtención de caucho natural de buena calidad.

El proceso productivo en los cultivos de caucho comprende las actividades de establecimiento, como su mantenimiento y explotación. La fase de explotación comprende el sangrado y la explotación del látex, esta se realiza de manera similar tanto en pequeños, medianos y grandes cultivadores. “Los equipos necesarios para el trazado son banderola, cinta métrica, punzón o marcador, pintura y aplicador, alambre galvanizado, alicates y cuchilla” (Zuleta, 2008 .Especialista en caucho).

Uno de los parámetros para el aprovechamiento exitoso del cultivo, está relacionado con el establecimiento del momento óptimo para la iniciación del sangrado, de acuerdo con las informaciones recopiladas en las visitas de caucho, aún no se tiene claridad sobre el momento adecuado para la explotación de los cultivos por lo cual algunas de las plantaciones han implementado explotaciones tempranas que van en detrimento de la vida útil del cultivo, situación que se evidencia con mayor frecuencia en los pequeños cultivadores. Adicionalmente, la falta de personal calificado en esta actividad ocasiona malas prácticas de sangría que también contribuyen al deterioro del sistema de producción.

Para una correcta extracción del látex se deben seguir una serie de recomendaciones para evitar daños en la vida útil del árbol, obteniendo así una eficiencia en producción. *Ver anexo 1.*

Justificación

Se ha Identificando como problemática del sector la baja disponibilidad de la materia prima derivada del caucho natural para satisfacer las demandas de la industria transformadora.

La calidad variable del material ofertado es debido al bajo grado de tecnificación de los productores y al uso de prácticas inadecuadas de recolección, que han impedido la obtención de materias primas estandarizadas con calidades certificadas, y pese a los esfuerzos que se han realizado para automatizar el sector todavía no se ven resultados

que permitan obtener volúmenes y cantidades de materia prima constantes que faciliten las negociaciones con los industriales.

El caucho natural posee características importantes que no son superadas por el caucho sintético como elasticidad, resistencia al desgaste, a la fricción y a los ácidos, permeabilidad, bajo calentamiento interno, gran poder adhesivo y resistencia a la compresión, por lo cual es preferido por muchas industrias para la fabricación de cierto tipo de productos.

Además la constante variación en los precios del petróleo, así como las materias derivadas de hidrocarburos, han incrementado los precios del caucho sintético, por lo cual se debe prestar interés nuevamente al caucho natural como sustituto para el caucho sintético lo cual representa importantes oportunidades para el mercado del caucho natural.

Actualmente la mayoría del caucho que se consume en Colombia es procedente de importaciones debido a la escasa producción de estas materias primas, por lo que la cadena del caucho natural y su industria en Colombia debe apuntar a la ampliación de plantaciones para evitar las importaciones y suplir las necesidades del mercado, ofreciendo materias primas que cumplan con todos los estándares de calidad a precios competitivos en mercados tanto nacionales como internacionales, y por otro lado encontrar mecanismos que permitan la fabricación nacional de herramientas para el aprovechamiento del cultivo del caucho especialmente en lo relacionado con la etapa de sangría y recolección del látex, muchas de las cuales son fabricadas de forma manual y que no cumplen con los requerimientos necesarios para obtener un producto de alta calidad.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un kit para la extracción y recolección del látex que contribuya a un aumento considerable en la eficiencia, la productividad, la calidad y además suplir la necesidad en tecnología y herramientas que se está presentando en el sector cauchero.

Objetivos específicos

- Desarrollar una herramienta que facilite y mejore el proceso de rayado en la corteza del árbol.
- Desarrollar un recipiente para la recolección del látex.
- Desarrollar un canal que facilite el paso del fluido del látex al recipiente.
- Investigación de las diferentes herramientas que existen de extracción del látex y su costo.
- Construcción de un prototipo funcional de cada una de las herramientas que componen el kit de la extracción de látex.
- Investigar las técnicas existentes para la extracción del látex.
- Realización de pruebas y ensayos para justificar la fabricación de prototipos.

Alcance

Diseño un kit para la extracción del látex; el cual está compuesto por un rayador de corteza, un canaleta para facilitar el fluido del látex al recipiente, y un recipiente para la recolección del látex.

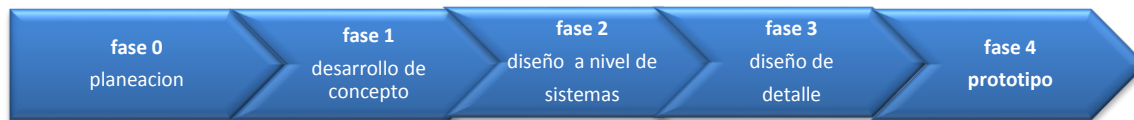
Se llegara hasta la fase de la construcción de un prototipo funcional (kit compuesto por tres productos). Se realizaran y validaran las respectivas pruebas en un cultivo o laboratorio para su validación.

Recursos requeridos

Para realizar la investigación y poder encontrar los principales problemas que se presentan en los cultivos tanto a nivel de herramientas, como del proceso de extracción y demás factores que influyen en la calidad del producto final, es necesario realizar varias visitas a cultivos de caucho (esto se realizara con la ayuda del asesor de proyecto de grado). Se necesitara para esto transporte, alimentación y hospedaje.

Para la fabricación de las herramientas se necesita recurrir a personas especializadas en la industria que puedan fabricar tanto los moldes para los productos como las diferentes piezas que de difícil construcción; las que se puedan fabricar por parte de los desarrolladores del proyecto serán fabricadas en los talleres de la universidad Eafit.

Metodología



La metodología planteada para el desarrollo del proyecto es la del libro “**diseño y desarrollo de productos enfoque multidisciplinario**” de Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger, esta se considero la mas adecuada para el desarrollo de herramientas agrícolas, por su contenido y las fases que se describirán a continuación.

Planeación: Es la fase cero donde se planea todo lo relacionado con el proyecto.

Actividades:

- Se define a quien van dirigidos los productos.
- Análisis de la competencia
- Se define que tecnologías se emplearan para la fabricación de los productos.

Desarrollo del concepto: en esta fase se identifican las necesidades del mercado objetivo, se generan y evalúan conceptos de productos alternativos y se selecciona el concepto para el desarrollo del producto.

Actividades:

- Se recopila toda la información del cliente como necesidades y deseos.
- Se realizaran propuestas de diseño para cada producto (rayador, recipiente y canaleta), en las cuales se hace una descripción de la tecnología, la funcionalidad, y de los resultados para el usuario en la satisfacción de sus necesidades o atributos.

Estas propuestas se hacen por medio de bocetos tridimensionales acompañadas de textos explicativos entre otras cosas.

- Selección del concepto.
- Se realizaran pruebas de concepto.

Diseño a nivel de sistema y diseño a nivel de detalle: Esta fase incluye la especificación completa de la geometría, materiales y tolerancias de todas las partes que sean únicas en el producto, y la identificación de todas las partes estándar. se establece un plan del proceso y se define que herramientas se utilizaran para la fabricación de cada una de las partes. El resultado de esta fase es la documentación de control para el producto, los dibujos o archivos de computadora que describen la geometría de cada parte y su herramienta de producción.

Prototipo: se construyen prototipos que simulen la funcionalidad y los materiales reales. Estos prototipos se prueban para determinar si el producto va a funcionar tal como se diseño y para saber si el producto satisface las necesidades del cliente.

Actividades:

- Fabricación de prototipos funcionales.

Desarrollo de concepto

Identificación de las necesidades del cliente

Para identificar las necesidades de los clientes, se realizó una investigación sobre las herramientas existentes en el mercado para la recolección del látex y su forma de uso, además se seleccionaron usuarios líderes del sector cauchero de Cimitarra Santander que brindaron toda la información acerca del proceso de extracción del caucho natural, el manejo del cultivo y los principales problemas que se presentan en esta actividad agrícola.

Según El Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA y la Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá ASOHECA que ya han estudiando el aprovechamiento de los cultivos y los beneficios del látex de caucho natural, es de vital importancia conocer el momento adecuado para iniciar la explotación de los árboles del cultivo del caucho *Hevea* con el fin de evitar explotaciones tempranas que puedan deteriorar la vida útil del cultivo. Los árboles deben ser preparados para el comienzo de su vida productiva, y por lo general están listos para iniciar su explotación entre los 6 y 7 años después de su plantación.

El árbol se puede empezar a explotar cuando el tronco alcance como mínimo 45 cm de circunferencia, 1.20 mts de altura desde el suelo y adquiera un espesor de corteza de 6 mm.

Para iniciar el aprovechamiento del cultivo debe existir un promedio de 50 árboles por hectárea, y se debe realizar en un periodo seco donde no coincida con temporadas de lluvia y refoliación de los árboles.

Según la Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva del caucho natural y su industria en Colombia, las herramientas y los equipos necesarios con los que debe contar el personal para realizar el trazado son Banderola, cinta métrica, punzón o marcador, pintura y aplicador, alambre galvanizado, alicates y cuchilla (Zuleta 2008). Para la sangría, el personal debe contar con elementos como

cuchilla, Piedra de afilar, raspador, baldes y mallas de recolección y calibrador, para los arboles los elementos necesarios son los soportes, las tazas y los canaletas. Ver imágenes a continuación.



Ilustración 2 canaletas.



Ilustración 3 Ralladores de corteza.



Ilustración 4 Recipientes para recolección.



Ilustración 5 Piedra para afilar.

Ahora se comienza con el proceso de extracción de latex o sangría, que consiste en dividir el tallo en dos paneles de sangría, realizando dos líneas generatrices de forma que quede el tronco dividido en dos partes iguales, se trazan con la ayuda de la banderola y el punzón.



Ilustración 6 Proceso de rallado.

Una vez trazado el panel de sangría se procede a su apertura, se pasa la cuchilla de sangría por encima de la línea superior la cual limita con la altura del panel y se procede desbastando suavemente la corteza hasta llegar a los tejidos interiores, donde están los vasos laticíferos.

Por último se procede a realizar el equipamiento del árbol, para lo cual cada árbol debe contar con una taza de 500 a 1200 cm³ que puede ser de plástico, aluminio o barro cocido, un soporte de alambre galvanizado No.10 para la taza de un metro de longitud, cuya forma se adapta al recipiente y una canaleta de zinc de 5x2 o 6x3 cm que permita el escurrimiento del látex a la taza. *Ver imagen a continuación.*



Ilustración 7 y 8 Equipamiento de árbol.

Ahora bien, la eficiencia de los cultivos es mínima en la extracción del látex por hectárea, esto debido a la falta de herramientas de fabricación nacional para el aprovechamiento de cultivo de caucho, especialmente en lo relacionado con la etapa de sangrado, muchas de estas herramientas son fabricadas de manera artesanal³, lo cual ocasiona en muchos casos heridas o daños en los arboles. *Ver imagen a continuación.*

³ Según la agenda prospectiva para el cultivo del caucho que presentó el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2009



Ilustración 9 Heridas causadas por malas prácticas agrícolas.

Según los cultivadores de caucho de cimitarra Santander, y el ingeniero agrónomo Adrian Paul Delgado, el adecuado mantenimiento de los cultivos es esencial para la obtención de caucho de buena calidad, en muchos casos no se tiene un buen control y no se realizan las labores de deschuponado (poda de ramas), fertilización efectiva, control de plagas, y mala siembra.

Por otra parte según la Agenda prospectiva la falta de personal capacitado también contribuye al deterioro la vida útil de los arboles.

A continuación se mencionan algunos aspectos importantes que se encontraron durante todo el proceso de investigación, del uso de las herramientas en el proceso de extracción del látex:

-La cuchilla del rayador de corteza debe estar correctamente afilada para no dañar el árbol.

-El recipiente de recolección se sujeta por medio de un alambre que abraza al árbol, con el tiempo este tiende a enterrarse en la corteza ahorcando el árbol y ocasionando daños.

-Al hacer el proceso de rayado, la viruta que sale de rayar el árbol cae en el recipiente de recolección, contaminando el látex.

-En el proceso de rayado se debe garantizar el ángulo y la profundidad exacta para que el látex fluya libremente hacia el recipiente.

-Es fundamental que la herramienta de rayado sea ergonómica y se adapte a la mano de la persona que está realizando el proceso de extracción.

-La profundidad de la cuchilla debe garantizar el consumo de madera.

-Los recipientes en los cuales se recolecta el látex deben almacenar correctamente el látex, deben estar bien sujetos al árbol para que no sean fáciles de robar, deben ser resistentes al impacto y a la intemperie, deben ser de fácil manipulación, deben evitar que entren suciedades como polvo, ripio de madera, hojas y agua, y además deben almacenar por lo menos 1 litro de látex.

-El canaleta por el cual fluye el látex, debe ser de fácil fijación al árbol, debe permitir un flujo constante del látex a través de él, y debe ser resistente a la intemperie.

- El rayador no debe dañar el árbol, debe ser cómodo, fácil de manipular, que permita llegar a secciones altas de los árboles, y que lo puedan usar personas inexpertas.

Datos sin procesar en términos de las necesidades:

Para definir un grado de importancia de necesidades se tomo una calificación de 1 a 5, siendo 5 el mayor puntaje.

Necesidad	Grado de Imp.
La explotación del látex se debe realizar en el momento en que los arboles estén listos, pues las explotaciones tempranas deterioran la vida útil del cultivo.	5
El árbol se debe explotar después de 6 o 7 años de sembrado.	5
El arbol se puede empezar a explotar cuando el tronco alcance como minimo 45 cm de circunferencia, 1.20 mts de altura desde el suelo y adquiera un espesor de corteza de 6 mm.	5
Se recomienda que haya una plantación de 50 árboles por hectárea para poder empezar a extraer el látex.	2
Las herramientas necesarias para realizar el trazado del árbol son: banderola, metro, punzon o marcador, pintura y aplicador, alambre galvanizado, alicates y cuchilla	5
Para hacer el rallado se necesita cuchilla, Piedra de afilar, raspador, baldes y mallas de recolección y calibrador.	5
Todos los arboles tienen que tener soportes, tazas y canaletas.	5
Para poder extraer el latex, primero hay que dividir el arbol en 2 partes iguales, haciendo 2 líneas rectas en cada panel. Estas líneas se trazan con la ayuda de la banderola y el punzon.	3
cada árbol debe contar con una taza de 500 a 1200 cm ³ que puede ser de plástico, aluminio o barro cocido, un soporte de alambre galvanizado No.10 para la taza de un metro de longitud, cuya forma se adapta al recipiente y una canaleta de zinc de 5x2 o 6x3 cm que permita el escurrimiento del látex a la taza.	5

La cuchilla del rayador de corteza debe estar bien afilada para no dañar el árbol.	5
El recipiente de recolección debe sujetarse al árbol.	5
Al hacer el proceso de rayado la viruta que sale de rallar el árbol cae en el recipiente de recolección, contaminando el látex.	3
En el proceso de rallado se debe garantizar el ángulo y la profundidad exacta para que el látex fluya libremente hacia el recipiente.	5
Con las herramientas que se usan actualmente es muy difícil garantizar el consumo de madera.	5
Los rayadores convencionales no permiten llegar a secciones altas de los arboles	2

Luego de analizar e interpretar todas las necesidades de los clientes, se depuraron algunas y se decidió que las necesidades a tener en cuenta para el desarrollo y diseño de los productos que conforman el kit son las siguientes.

	Necesidades	Interpretación
R E C I P I E N T E	Que almacene el látex	recipiente de almacenamiento
	Que no se lo roben para utilizar el producto como recipiente de comida	la función del recipiente es únicamente para la recolección de látex.
	Que tenga relación con los demás productos del kit	el producto se acopla fácilmente a los demás elementos
	Que sea resistente al impacto	los materiales del producto son resistentes al impacto
	Que sea cómodo	el producto es ergonómico
	Que sea resistente a la intemperie	los materiales del producto son resistentes a la intemperie
	Que se pueda manipular fácilmente	el producto es ergonómico
	Que genere recordación de marca	diseño y colores acordes a la marca

	Que pueda almacenar hasta 1 litro de látex	el recipiente puede almacenar hasta 1 litro de látex
	Que la producción cueste menos de 400 pesos	los costos del producto son inferiores a 400
C A N A L E T E	Que se fije fácil en el árbol	fácil ensamble
	Que el látex fluya fácilmente a través de el	El ángulo del canal para el fluido permite una buena fluidez del látex
	Que sea resistente a la intemperie	los materiales del producto son resistentes a la intemperie
	Que sea resistente al impacto	los materiales del producto son resistentes al impacto
	Que cueste menos de 200 pesos	los costos del producto son inferiores a 200
	Que se pueda doblar fácilmente	los materiales del producto son flexibles
	R A L L A D O R	Que no dañe la corteza del árbol
Que lo puedan usar personas inexpertas y no dañen el árbol		La herramienta tendrá un sistema que garantice la profundidad.
Que sea cómodo		el producto es ergonómico
Que sea fácil de manipular		el producto es ergonómico
Que genere recordación de marca		diseño y colores acordes a la marca
que se pueda llegar a secciones más altas del árbol		La herramienta posee una extensión

Especificaciones del producto

Necesidades primarias del cliente

Para establecer la importancia de las necesidades del cliente se tomo un puntaje de 1 para la menor calificación y de 5 para la mejor calificación.

Núm.	Necesidad	Imp.
	Recipiente	
1	Que almacene el látex	5
2	Que no se lo roben para utilizar el producto como recipiente de comida	3
3	Que tenga relación con los demás productos del kit	2
4	Que sea resistente al impacto	3
5	Que sea ergonómico	1
6	Que sea resistente a la intemperie	4
7	Que se pueda manipular fácilmente	2
8	Que genere recordación de marca	2
9	Que pueda almacenar hasta 1 litro de látex	4
10	Que la producción cueste menos de 400 pesos	5
	Canalete	
11	Que se fije fácil en el árbol	5
12	Que el látex fluya fácilmente a través de el	5
13	Que sea resistente a la intemperie	4
14	Que sea resistente al impacto	2
15	Que cueste menos de 200 pesos	4
16	Que se pueda doblar fácilmente	3
	Rallador	
17	Que no dañe la corteza del árbol	5
18	Que lo puedan usar personas inexpertas y no dañen el árbol	3
19	Que sea cómodo	4
20	Que sea fácil de manipular	4
21	Que genere recordación de marca	4
22	Que se pueda llegar a secciones más altas del árbol	2

Tabla 1 PDS preliminar

Recipiente					
Necesidades	Interpretación	métrica	unidad	valor	D/d
Que almacene el látex	recipiente de almacenamiento	volumen	cm ³	mayor a 1000	D
Que no se lo roben para utilizar el producto como recipiente de alimentos	La geometría del recipiente solo permite almacenar látex.	Radio y longitud.	cm	mayor a 10	d
Que tenga relación con los demás productos del kit	el producto se acopla fácilmente a los demás elementos	ensamble	numero de ensambles	menor a 3	d
Que sea resistente al impacto	los materiales del producto son resistentes al impacto	material	Tipo de material	PP Ver anexo 3	D
Que sea ergonómico	el producto es ergonómico	formas y medidas	Manual de ergonomía	Ver anexo 2	d
Que sea resistente a la intemperie	los materiales del producto son resistentes a la intemperie	material	Tipo de material	PP Ver anexo 3	D
Que se pueda manipular fácilmente	el producto es ergonómico	formas y medidas	Manual de ergonomía	Ver anexo 2	d
Que genere recordación de marca	diseño y colores acordes a la marca	Diseño	subjetivo		d
Que pueda almacenar hasta 1 litro de látex	el recipiente puede almacenar hasta 1 litro de látex	volumen	litros	mayor a 1	D
Que la producción cueste menos de 400 pesos	los costos del producto son inferiores a 400	dinero	pesos	menor a \$400	D
Canalete					
Que se fije fácil en el árbol	fácil ensamble	ensamble	numero de ensambles	menor a 3	d
Que el látex fluya fácilmente	El ángulo del canal para el fluido	Angulo	Grados	≥ a 35°	D

	permite una buena fluidez del látex				
Que sea resistente a la intemperie.	los materiales del producto son resistentes a la intemperie	material	Tipo de material	AC GALVANIZADO	D
Que sea resistente al impacto	los materiales del producto son resistentes al impacto	material	Tipo de material	AC GALVANIZADO	D
Que cueste menos de 200 pesos	los costos del producto son inferiores a 400	dinero	pesos	menor a \$200	D
Que se pueda doblar fácilmente	los materiales del producto son flexibles	material	Tipo de material	AC GALVANIZADO	D
Rallador					
Que no dañe la corteza del árbol	La herramienta posee un sistema de profundidad	longitud	mm	igual a 2	D
Que lo puedan usar personas inexpertas y no dañen el árbol	La herramienta posee un sistema de profundidad	longitud	mm	igual a 2	D
Que sea cómodo	el producto es ergonómico	formas y medidas	Manual de ergonomía	Ver anexo 2	d
Que sea fácil de manipular	el producto es ergonómico	formas y medidas	Manual de ergonomía	Ver anexo 2	d
Que genere recordación de marca	diseño y colores acordes a la marca	Diseño	subjetivo		d
Que se pueda llegar a secciones más altas del árbol	La herramienta posee una extensión	longitud	cm	mayor a 30	D

Búsquedas externas

Mood boards

- Estilo de vida



- Usabilidad



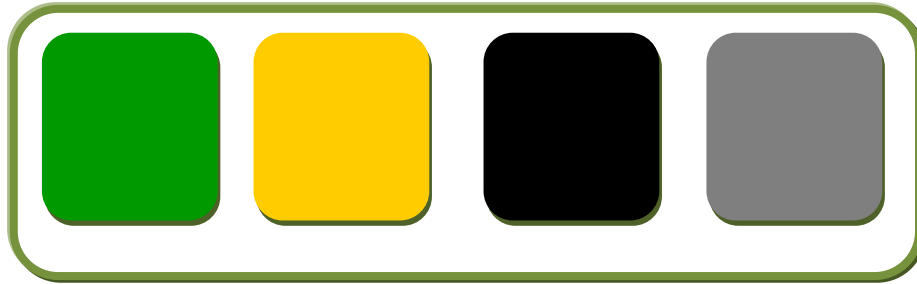
- **Emoción: Resistencia**



- **Tema Visual**



- **Colores**

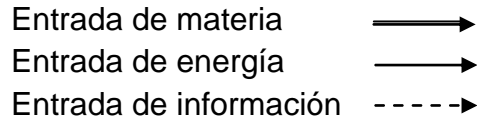


- **Texturas**

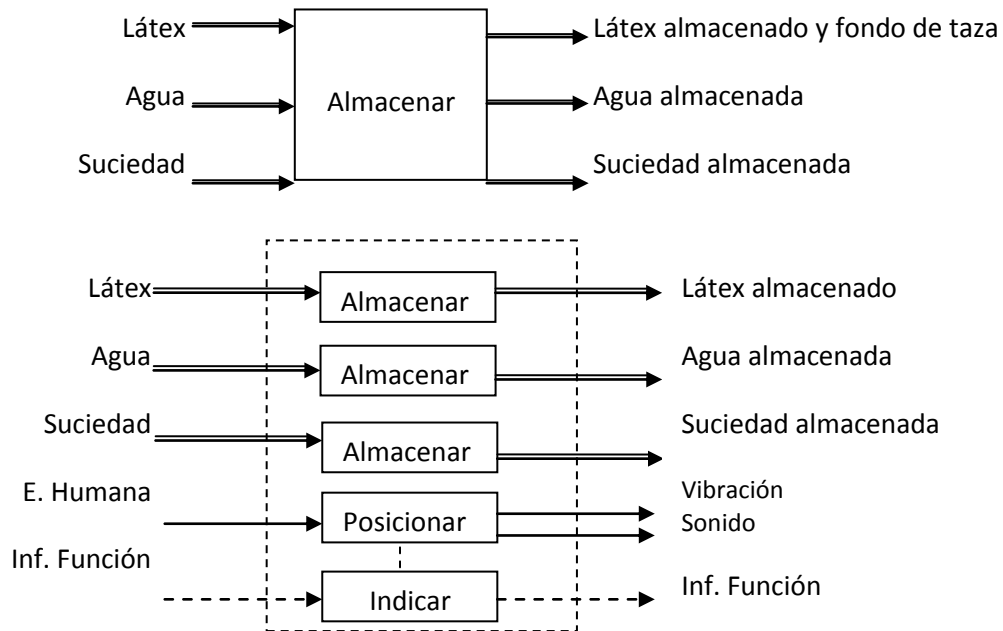


Aclaración del problema

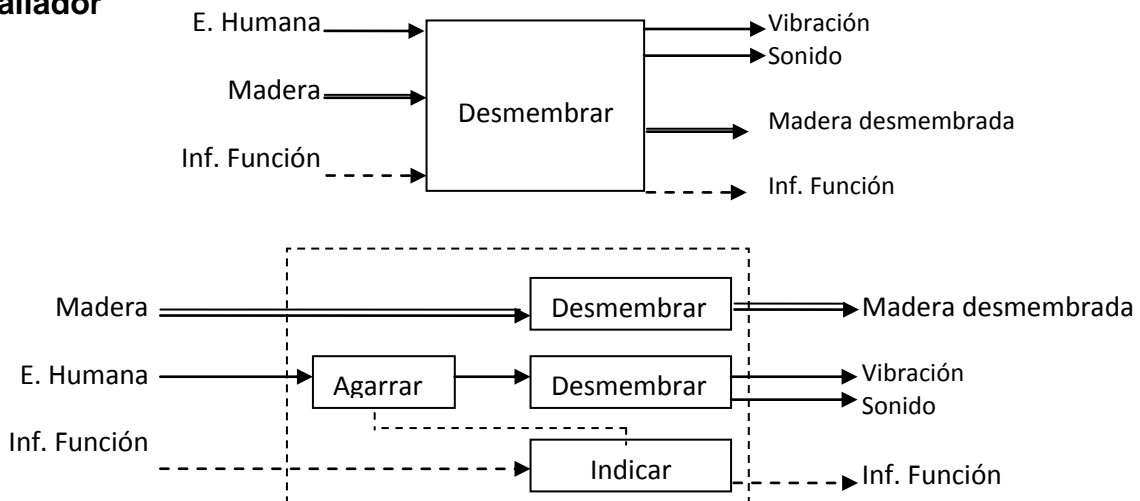
Caja negra y estructura funcional de los diferentes productos que componen el kit.



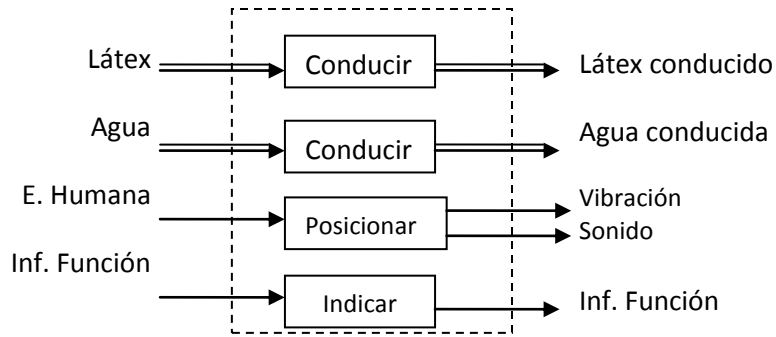
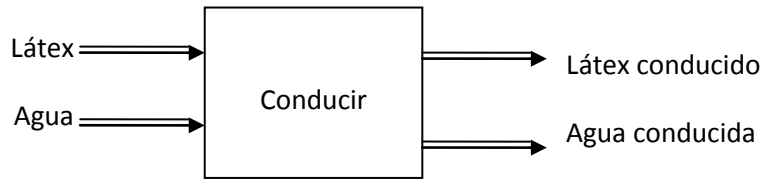
Recipiente



Rallador



Canalete



Matriz morfológica

Recipiente

Almacenar				
Posicionar				Platina 
Indicar				

Rallador

Desmembrar				
Indicar				
Agarrar				





Canalete






Conducir				
Posicionar				
Indicar		 <p> Hacha para madera Escalera de mano Extintor Teléfono para la lucha contra incendios Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores) </p>		

Los dispositivos seleccionados en rojo predominaran a la hora de diseñar los productos.

Búsquedas externas

Estado del arte

Productos	Producto	Descripción del producto	Ventajas	Desventajas	Precio
Rallador		Cuchilla o rallador , mango de madera , acero inoxidable	Cuchilla resistente inoxidable. Mango de madera.	No se garantiza profundidad de corte. No es ergonómica.	\$30.000
		Rallador de acero. UII SC	Cuchilla de acero.	Mango metálico no ergonómico.	\$35.000
		Rallador de fabricación hechiza.	Cuchilla de acero.	Se oxida. Todo el elemento es de acero. Poca ergonomía.	\$24.000
		Rallador metálico Stylo Pro Hevea	Cuchilla de ac. Inox. Intercambiable.	Se oxida el alma metálica. Poca ergonomía.	\$35.000
		Rallador metálico Stylo Pro Hevea	Cuchilla de ac. Inox. Intercambiable. Mango de madera.	Se oxida el alma metálica. Poca ergonomía.	\$38.000

Recipiente		Recipientes de alimentos.	Económicos. Gran variedad.	Se los roban. No son para la función, se queda el látex pegado.	Desde \$600 a \$1200
		Recipiente especializado MG.	Resistente. Económico. Solo es para almacenar látex.(1200cm3)	El montaje necesita un alambre adicional.	\$800
		Totuma, media cascara de la fruta denominada totuma.	Económico. Cumple la función.	No supe la cantidad necesaria para grandes cultivos. El montaje necesita un alambre adicional.	\$0
Canalete		Canalete de acero Cold roll hechizo.	Económico. Fácil fabricación.	se oxida y contamina el látex.	De \$120 a \$200
		Canalete de Acero galvanizado MG.	No se oxida. Posee canal e inclinación adecuada para el correcto fluido del látex.	Necesita otro elemento para la fijación en la corteza Ej. Un cable.	\$180

Kit convencional para la extracción de látex.

Muchas veces las mismas personas que extraen el látex, se ingenian la forma de construir ellos mismos las herramientas para la recolección o usan elementos que puedan adaptar para la funcionalidad que necesiten. Aquí surge una necesidad grande de hacer un kit especializado para la extracción y recolección de látex.



Estado del Arte en materia de patentes

Esta exploración es fundamental para diseñar un mango ergonómico, que contribuya al mejoramiento de la salud ocupacional del usuario.

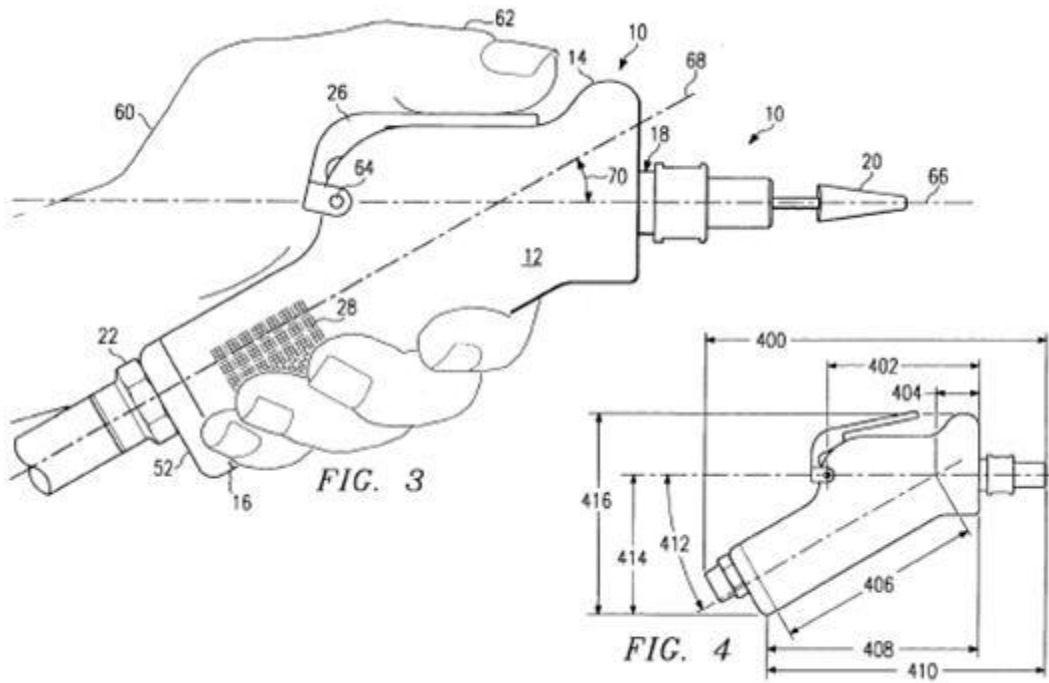
Palabras clave: Ergonomic handle, Ergonomic drumstick, ergonómic shears etc.

Se presentan diferentes diseños como los siguientes:



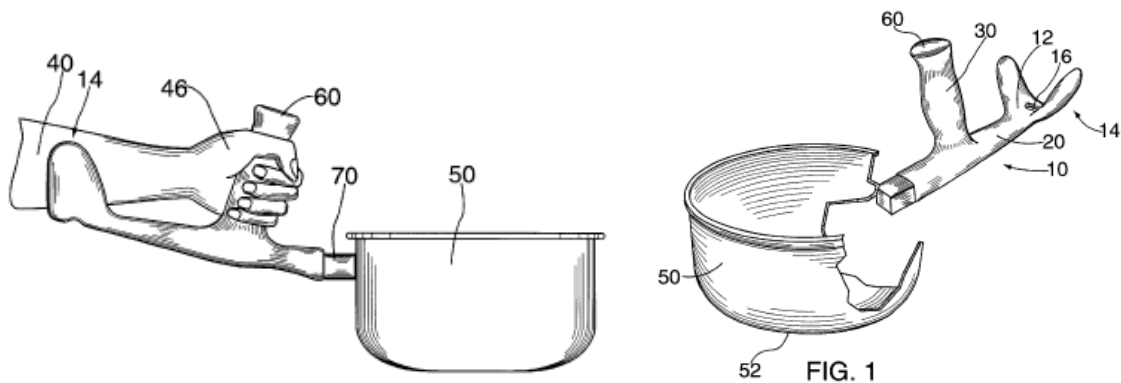
Tomado de: Red dots award, categoría herramientas: (<http://en.red-dot.org/2804.html>)

Estado del arte en patentes (tomado de freepatentsonline)



Esta patente tiene un agarre ergonómico proponiendo la parte 28 compuesta de un material de caucho para reducir las vibraciones, su forma permite lo que es conocido en los factores humanos (human factors), un agarre llamado en ingles como él: "POWER GRIP".

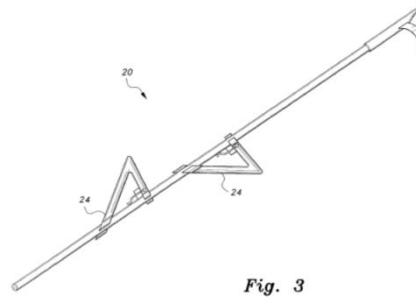
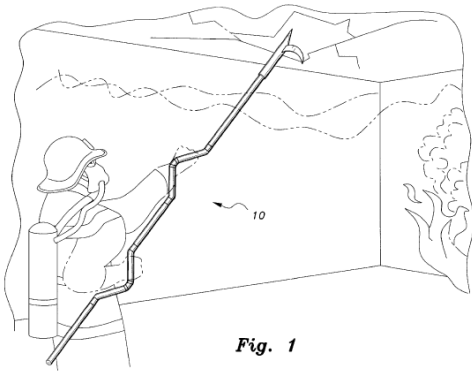
Patente US5802960 (ergonómica cookware)



Agarre cómodo digno de explorar, equilibra la postura distribuyendo la carga a través del antebrazo. Provee un agarre recto, lo cual permite que la muñeca y la mano se

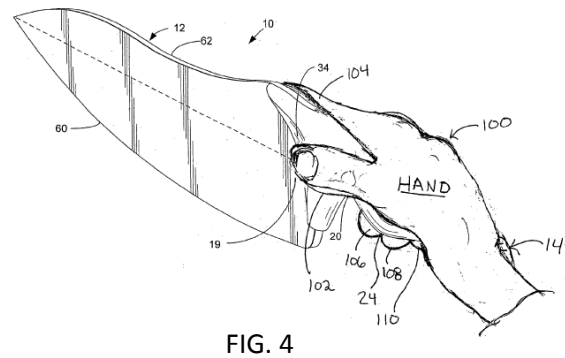
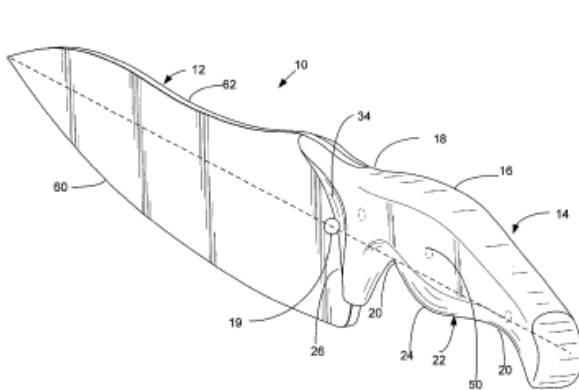
encuentren en la posición más saludable posible. También tiene cierto ángulo que permite facilitar la eliminación de líquidos o el servido.

Patente: 6798348 Ergonomically designed tool handle



Inspiración para hacer el gancho largo facilita el agarre para largas distancias, reduce el estrés en las manos y muñecas. La gráfica (figura 3) de la derecha permite agregarle una o más piezas tipo ángulo, para las manos y alguno extra para adaptarle luz, sonido o sensores especiales.

Patente: US20040123471 ERGONOMIC KNIFE



Una forma que justifica explorar por la comodidad que genera en las manos según el autor, la silueta se acomoda a la geometría de la mano, permitiendo descansar el pulgar y dedo anular sobre las formas curvas hacia adentro, como se observa en la figura 4.

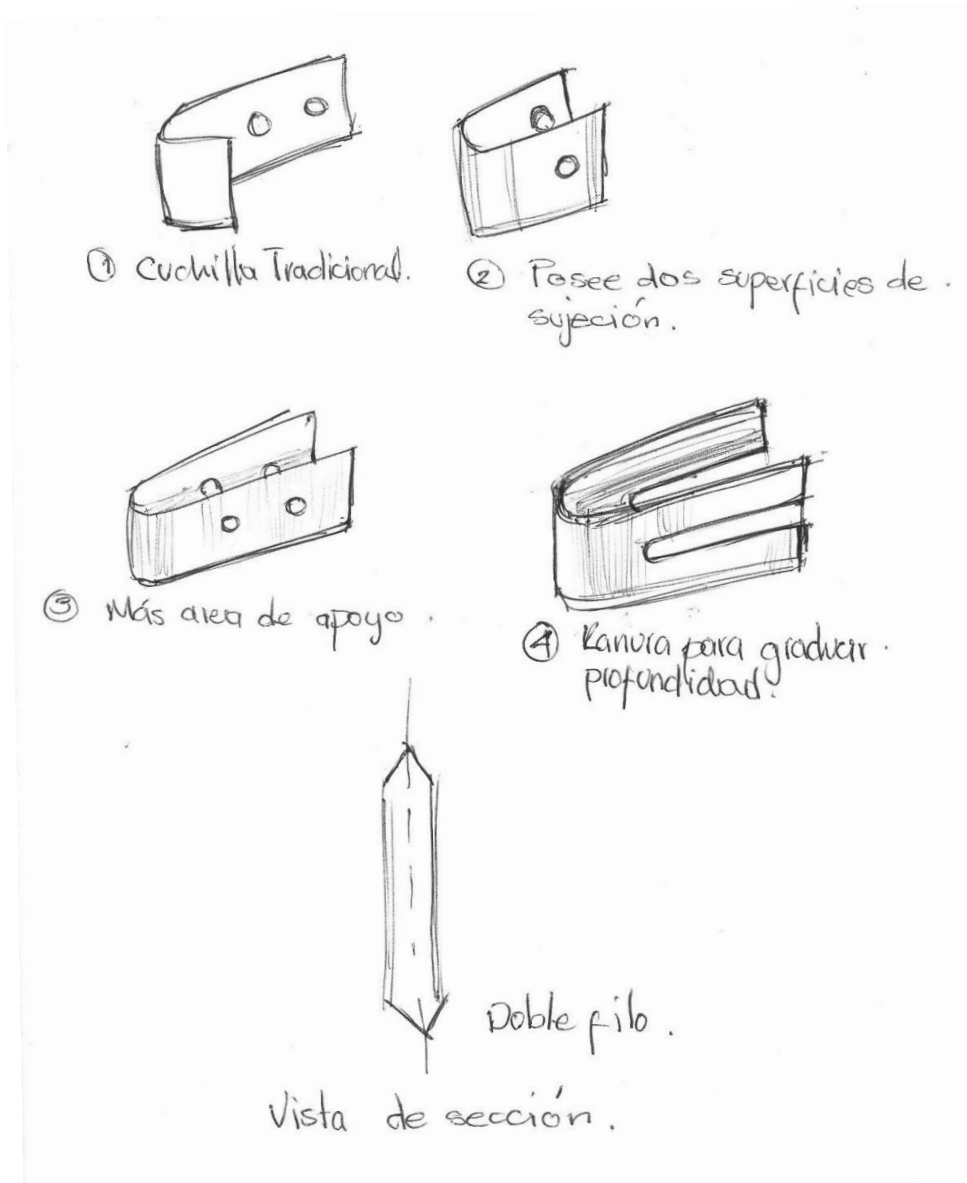
Generación de conceptos

Desarrollo de conceptos para el rallador

Cuchilla

Se comienza con la exploración de la cuchilla, tratando de que esta sea independiente al rallador, de fácil ensamble, resistente, y que garantice un tope de profundidad.

Sketches

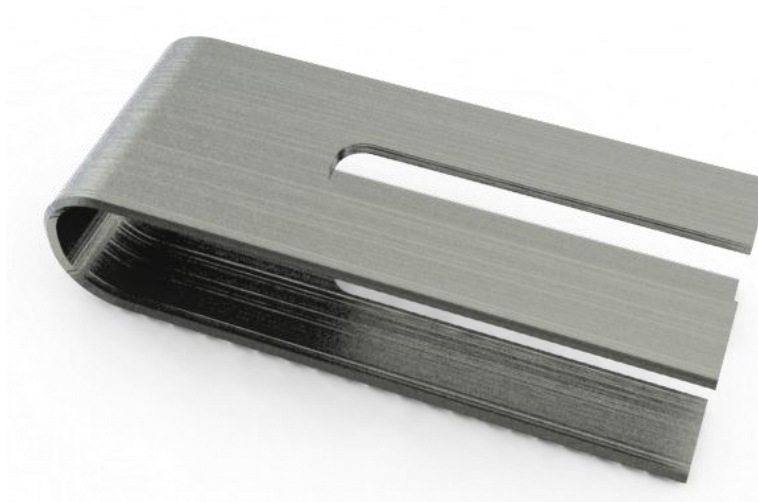


Diseños concepto 3D de la cuchilla de corte

Se trata de conservar el estilo de la cuchilla tradicional ya que el usuario, generalmente campesinos, son un poco escépticos al cambio, sin embargo esta ya posee unas ventajas adicionales, como fácil ensamble y una ranura para graduar profundidad de corte en caso de ser requerida por el usuario (esto funcionaría con un tope). *Ver imagen a continuación.*



La siguiente alternativa posee más área de apoyo en sus dos superficies internas, además de una geometría de corte redondeada que reduce esfuerzos y entra más suavemente a la corteza evitando daños. También posee una ranura para graduar profundidad de corte. *Ver imagen a continuación.*

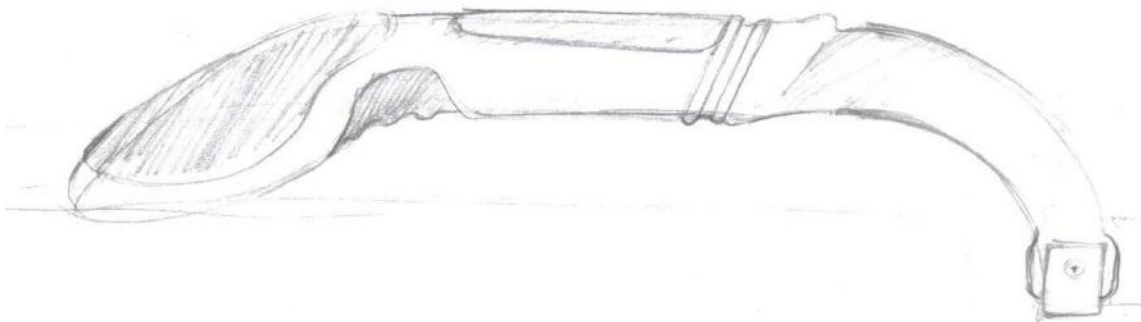


Rallador

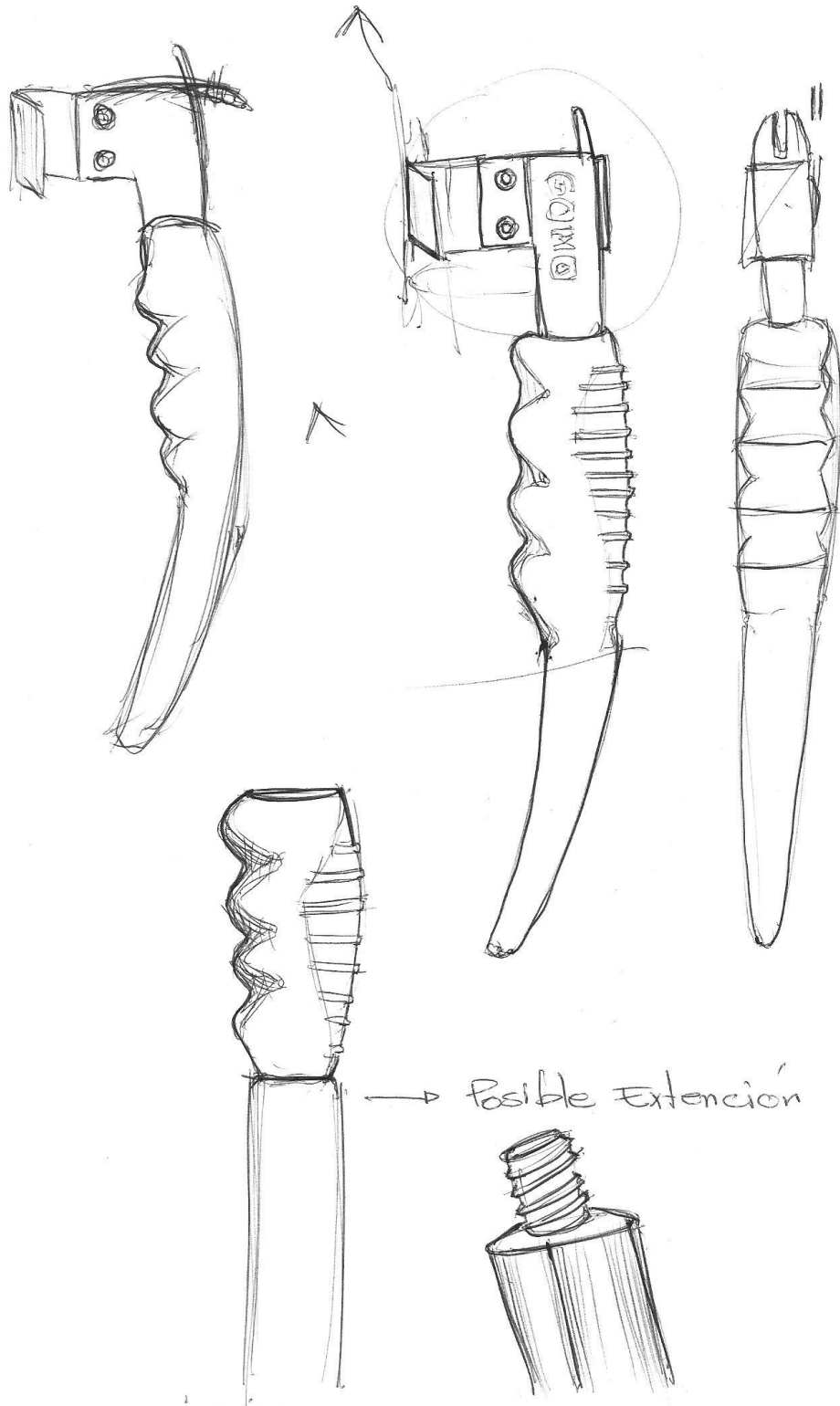
Se buscara la forma de generar un producto que evite daños en la salud del usuario, por lo tanto, como especificación fundamental, el rallador debe ser ergonómico y seguro en la función que va a desempeñar.

Sketches

- ① ② libro beamah team
- ③ POS organizer



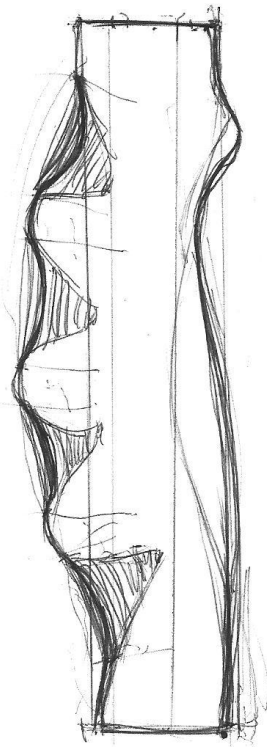
(4000 kg)
- Alfredo Torres



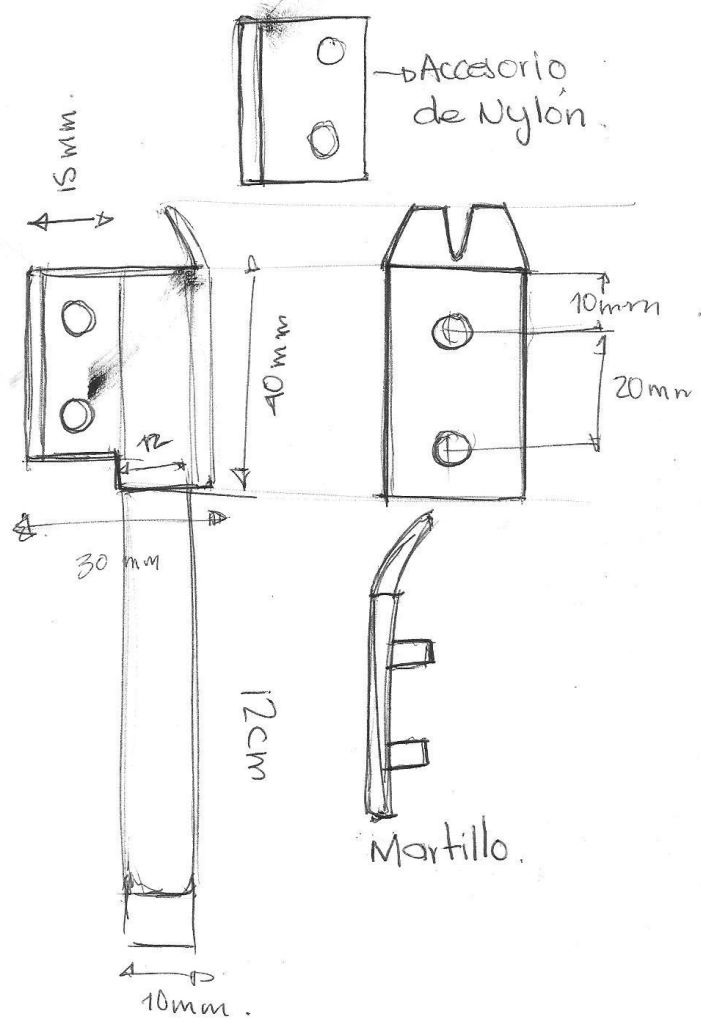
MANGO.



MEDIDA DE CADA REDO.
Ø 2cm



MANGO ERGONOMICO.



A continuación se muestra una serie de imágenes donde se hizo una exploración sistemática conceptual del rallador. Se hicieron diferentes modelaciones explorando tipos de agarres, formas y colores.



Ilustración 10 Mango sencillo y liviano.



Ilustración 11 Mango con textura antideslizante.



Ilustración 12 Mango con punto de apoyo trasero.



Ilustración 13 Mango con exploración en color.

Después de todos los diseños concepto, se analizó un poco más la interacción del cuerpo humano con la herramienta y se definieron ciertas formas que permiten un mejor agarre, además los criterios para el desarrollo de la propuesta que se va a mostrar a continuación fueron basados en las necesidades expresadas por los futuros usuarios de este producto, expuestas en la página **18** y unos nuevos requerimientos técnicos definidos en consenso por: Juan David Méndez (Diseñador de la empresa

GNOMO), Adrian Paul Delgado (Ing. Agrónomo de la empresa GNOMO), Camilo Zuluaga (Gerente de Producción de la empresa GNOMO).

Se presenta una propuesta mucho más detallada y multifuncional que trata de abarcar innumerables beneficios para el campesino, esta propuesta se analizó en conceso con la junta directiva GNOMO. Después de analizar la propuesta de diseño se llegó a la conclusión de que la herramienta a pesar de ser supremamente innovadora, era de difícil manufactura, así que se definió explorar solo 3 procesos para su producción y que el rallador solo podría estar constituido por 3 piezas para su ensamble. Estos nuevos requerimientos se añadieron al PDS. *Ver imagen a continuación.*

Rallador

GNOMO

Rayador especializado y multifuncional para el sangrado del látex. Garantiza la profundidad de corte, es cómodo para el usuario, permite llegar a puntos mas altos, posee cuchilla intercambiable, compartimiento para almacenar accesorios, martillo y lima.

RAYADOR SENCILLO **RAYADOR ESPECIAL** **RAYADOR FULL**

Posee mango ergonómico y cuchilla intercambiable.

Versión sencilla mas accesorio para garantizar profundidad, martillo y lima.

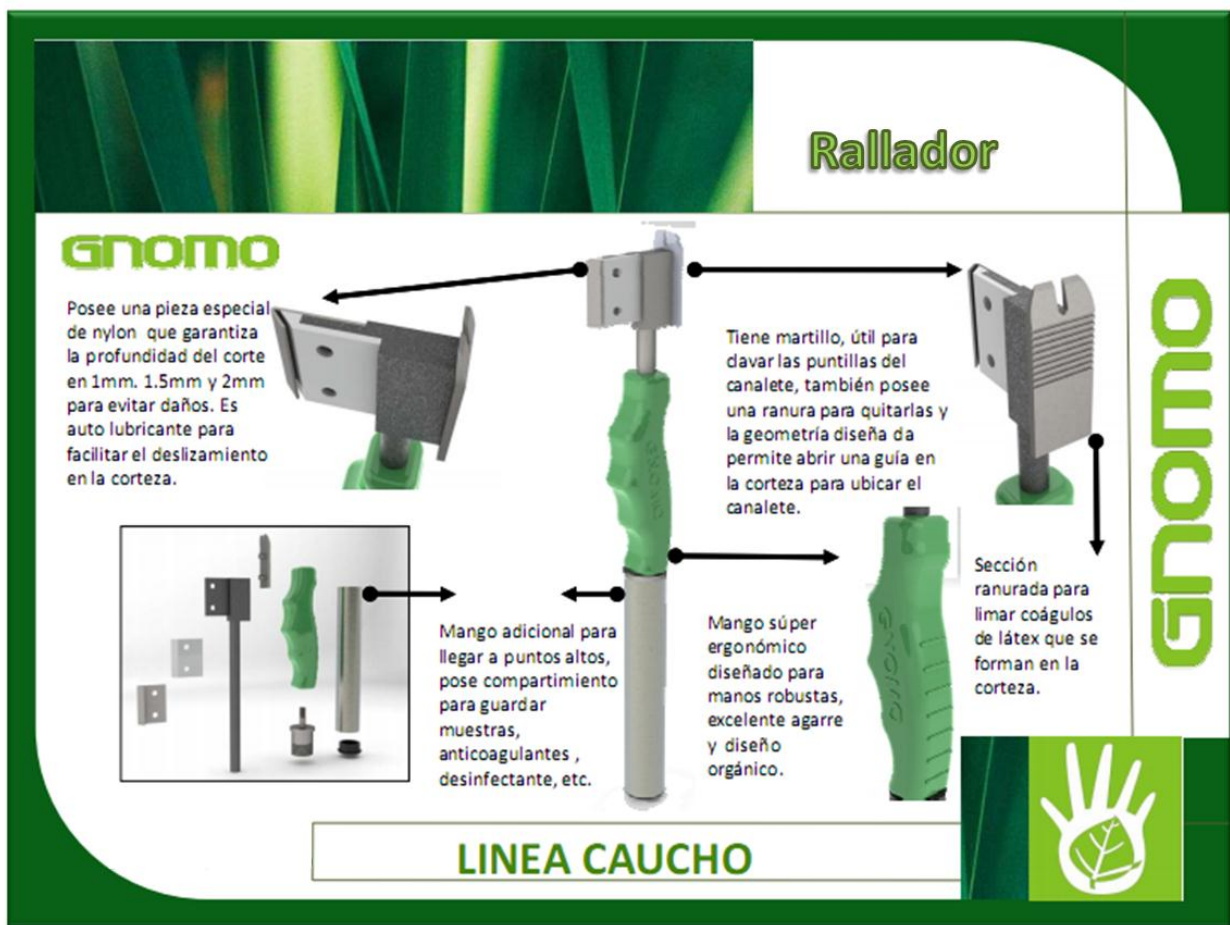
Versión especial mas mango de extensión.

50.04
170
301
130

GNOMO

LINEA CAUCHO

Según cuenta el ingeniero agrónomo Adrian Paul Delgado experto en cultivos de caucho, una de las pérdidas más grandes en la producción se debe a daños en la corteza por las cuchillas que se usan actualmente, estas cuchillas no son usadas por gente entrenada para el rallado, ya que si se extralimitan en el corte podrían causar graves daños en la corteza y por consecuencia acabar con la vida útil del árbol. Así que se decide crear una cuchilla con un tope para evitar extralimitaciones en el corte, y posiblemente esta herramienta pueda usarse por personas inexpertas sin causar daño alguno en la corteza. *Ver imagen a continuación.*



Recipiente y Canaleta

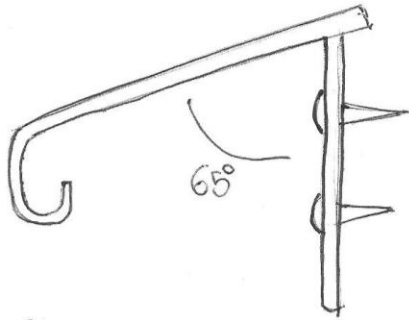
Teniendo las especificaciones por parte del cliente, y las especificaciones de diseño definidas y establecidas en un PDS preliminar. Se inicia el proceso de generación de alternativas. El recipiente y el canaleta deben ir de la mano, un producto debe depender del otro como estrategia comercial para que compren el kit. La idea con este producto es que el canaleta sea de fácil fijación a la corteza y este mismo canaleta sirva como elemento para sostener el recipiente ya que actualmente el recipiente se fija con un alambre que rodea el árbol, sin embargo el tronco del árbol sigue creciendo, haciendo que el alambre se entierre en la corteza. *Ver imagen a continuación.*



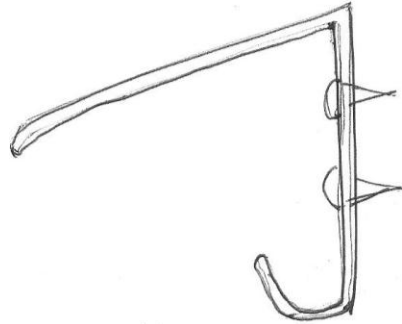
Alambre enterrado
en la corteza.

Ilustración 14 Daños en la corteza por alambre enterrado.

Sketches



Opción 1



Opción 2



Canalete Galvanizado
5cm x 2cm.

Luego de los sketches se procede a hacer una exploración conceptual a través de la modelación CAD. *Ver imágenes a continuación.*

Ilustración 15 Alternativa 1

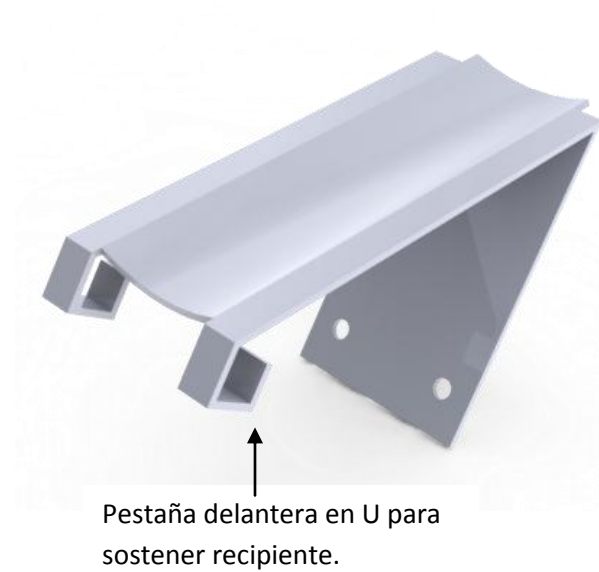
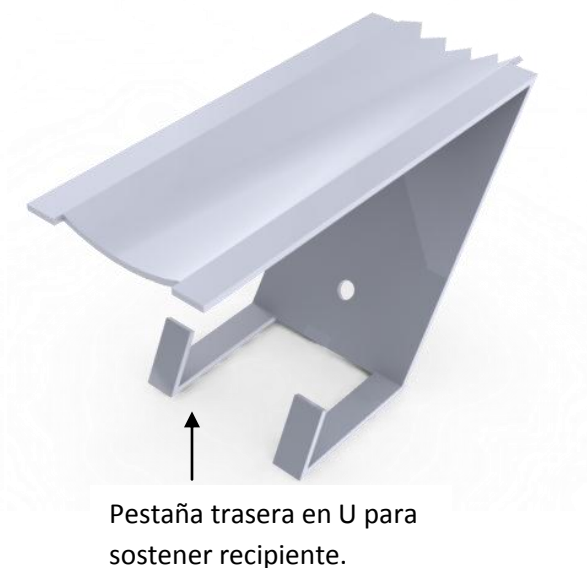
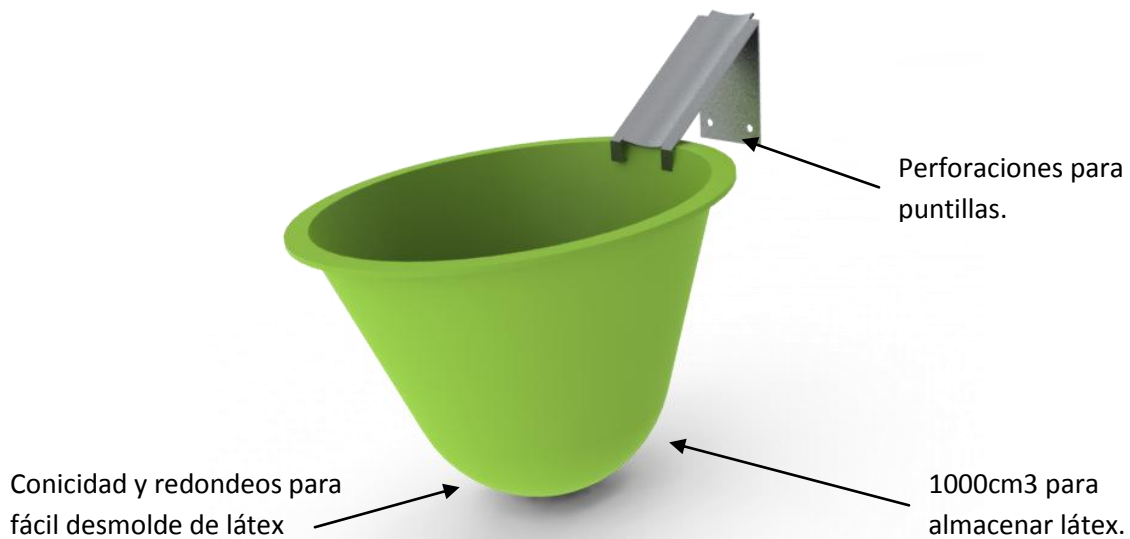


Ilustración 16 Alternativa 2 (seleccionada).



Se hacen varias propuestas conceptuales que unifican los dos elementos (recipiente y canaleta), esta nueva propuesta elimina las funciones tradicionales de ubicar el recipiente con alambres al árbol, pues la propuesta es un canaleta que se puede fijar al árbol con puntillas y a su vez el canaleta sostiene el recipiente a través de un dobléz. Es muy importante con el recipiente garantizar un almacenamiento mínimo de un litro de látex. *Ver imagen a continuación.*



RECIPIENTE Y CANALETA

GNOMO

Recipiente elaborado en PP resistente a agentes químicos, especialmente diseñado para la recolección del látex, cuenta además con un canaleta galvanizado para agilizar el paso del fluido. Posee tapa para evitar que caigan sucios y residuos que encarecen la calidad del látex.

Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	CANTIDAD
1	copa para caucho activado	1
2	canaleta galvanizada	1
3	tapa caucho	1

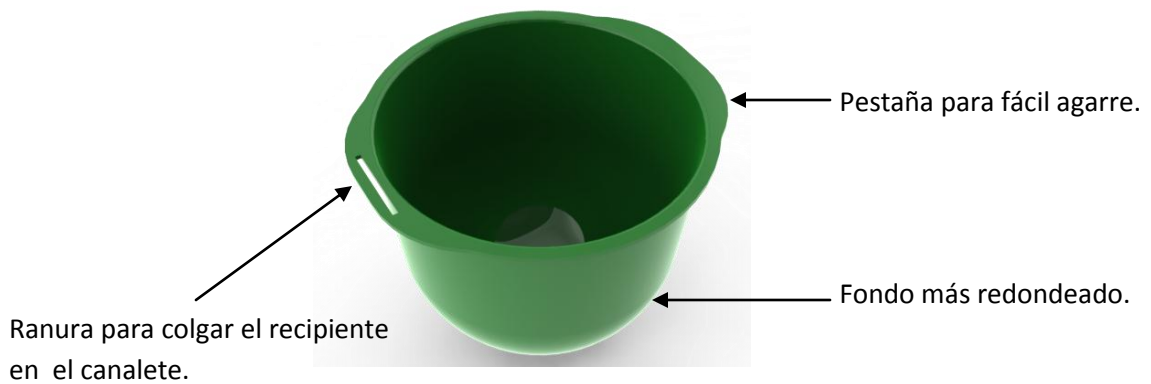
GNOMO

CANALETE GALVANIZADO

RECIPIENTE EN PP

LINEA CAUCHO

Se decide hacer un poco mas redondeado el fondo de la taza para poder sacar más fácil el látex coagulado. Con un redondeo mayor y unos ángulos adecuados que le den conicidad al elementó se puede facilitar mucho mas la extracción del látex, tipo desmolde. *Ver imagen a continuación.*



Pruebas de concepto

Primera Prueba de campo a Cimitarra Santander

Para la realización de esta visita fue necesario construir un prototipo rápido conceptual, este se hizo con un alma de nylon, y una cuchilla de aluminio doblada que se afilo en un esmeril, además se le hicieron unas perforaciones para poderla fijar con tornillos en el mango de nylon. *Ver imágenes a continuación.*



Objetivos

- Conocer el mercado del cultivo del caucho en la región de Cimitarra.
- Primera prueba del rayador para determinar deficiencias y desempeño de la cuchilla.
- Conocer como las agremiaciones del pueblo afectan e influyen en el agricultor.

Rallador

Inicialmente se necesitaba probar si la geometría de la cuchilla y la forma en la punta del mango son apropiadas para el buen desempeño y un rayado efectivo.

En la Ilustración 17 se puede observar que la canaleta formada por la geometría de la herramienta convencional, queda una forma en “V”, lo que causa que al introducir la herramienta GNOMO en Forma de “U” , ésta debe remover gran parte de dicha corteza para adaptar la corteza y los cortes a la nueva geometría. Si la herramienta toca el

Cambium que es la capa subsiguiente a la corteza exterior, se genera las heridas que acaban con el árbol como se aprecia en la ilustración 18.

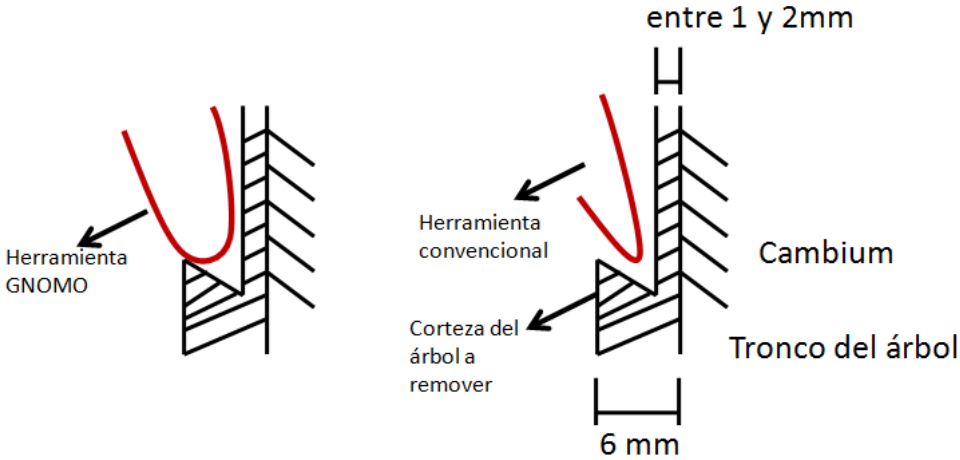


Ilustración 17 geometrías de las cuchillas GNOMO



Ilustración 18 Heridas causadas por malas prácticas agrícolas.



Ilustracion19 Cortes realizados a los árboles con el rayador experimental.

Para garantizar la vida útil del árbol de 30 a 35 años se debe remover la corteza hacia abajo 1 mm por rayado así que se debe medir los restos de corteza para determinar si se cumple con dicha especificación (ver ilustración 19) en promedio por árbol se remueve 8mm mensualmente.



Ilustracion19 Medida de la corteza removida del árbol

Si no se cumple esta medida corre el peligro de que se avanza muy rápido en la corteza en dirección al suelo generando baja productividad, como se puede observar en la ilustración 20, la mala capacitación de los empleados ocasionaron que se avanzara muy rápido recorriendo las distancias en 2 meses que correspondería a 1 año de extracción:



Ilustración 20 Recorrido del panel en dirección del suelo a +/- 100 mm en dos meses, para una plantación joven de 6 años y de 6 meses apenas de extracción de látex.

Conclusiones de las pruebas

- La geometría de la cuchilla en U debe tener un radio máximo de 4mm de lo contrario corre el peligro de adentrarse mucho en la corteza tocando el Cambium.
- El tope de la cuchilla debe tener un radio de 3mm de modo que la remoción de material en sentido vertical sea de un milímetro para que el consumo de la corteza sea más eficiente y por lo tanto se conserve la vida útil del árbol.

- Los tornillos no deben sobresalir ya que estorban para las labores de rayado haciendo contacto con el árbol.
- La cuchilla en aluminio no deja obtener el filo suficiente para realizar el rayado ya que la lámina es muy gruesa (1.5mm), la cuchilla debe ser lo suficientemente delgada (0.5mm- 1mm) de modo que se pueda garantizar el corte hacia abajo de 1 mm por árbol rayado.

PDS Final - Recipiente

Necesidades	Interpretación	métrica	unidad	valor	D/d
Que almacene el látex	recipiente de almacenamiento	volumen	cm ³	≥1000	D
Que no se lo roben para utilizar el producto como recipiente de alimentos	la geometría de la tasa es solo para recolección de látex.	Geometría	cm	≥ 13	d
Que tenga relación con los demás productos del kit	el producto se acopla fácilmente a los demás elementos	Ensamble	numero de ensamblajes	≤ 1	d
Que sea resistente al impacto	los materiales del producto son resistentes al impacto	material	Tipo de material	PP	D
Que sea resistente a la intemperie	los materiales del producto son resistentes a la intemperie	material	Tipo de material	PP	D
Que genere recordación de marca	diseño y colores acordes a la marca	Diseño	Tipo de logo y color	Ver anexo 4	d
Que pueda almacenar hasta 1 litro de látex	el recipiente puede almacenar hasta 1 litro de látex	volumen	litros	≥1	D
Que se a un solo proceso de producción	el producto solo tiene un proceso de manufactura	Procesos	Cant. De procesos	≤ 1	d
Que sea de pocas piezas	el producto posee un mínimo	Número de	número de	≤3	d

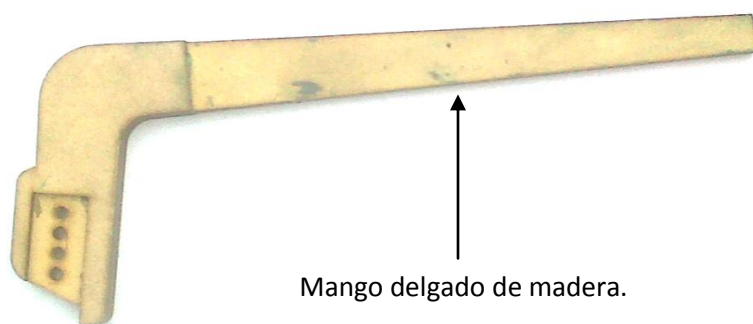
	numero de partes a ensamblar	piezas	piezas		
Que la producción cueste menos de 400 pesos	los costos del producto son inferiores a 400	dinero	pesos	menor a \$400	D
Canalete					
Que se pegue fácil en el árbol	fácil fijación	fijación	número de componentes de fijación	>8	d
Que el látex fluya fácilmente a través de el	el ángulo del canal para el fluido permite una buena fluidez del látex	Angulo	Grados	≥ a 35°	D
Que sea resistente a la intemperie	los materiales del producto son resistentes a la intemperie	material	Tipo de material	AC GALVANIZADO	D
Que se a un solo proceso de producción	el producto solo tiene un proceso de manufactura	Procesos	Cant. De procesos	≤ 1	d
Que se pueda doblar fácilmente	los materiales del producto se pueden deformar	material	Tipo de material	AC GALVANIZADO	D
Que cueste menos de 200 pesos	los costos del producto son inferiores a 200	dinero	pesos	≤\$200	D
Rallador					
Que no dañe la corteza del árbol	la herramienta garantiza una profundidad de corte	longitud	mm	≤2	D

Que lo puedan usar personas inexpertas					
Que sea cómodo	el producto es ergonómico	formas y medidas	Manual de ergonomía	Ver anexo 2	d
Que sea fácil de manipular					
Que genere recordación de marca	diseño y colores acordes a la marca	Diseño	Tipo de logo y color	Ver anexo 4	d
Que sea resistente al impacto	los materiales del producto son resistentes al impacto	material	Tipo de material	PP	D
Que sea resistente a la intemperie	los materiales del producto son resistentes a la intemperie	material	Tipo de material	PP	D
Que la producción cueste menos de 400 pesos	los costos del producto son inferiores a 400	dinero	pesos	menor a \$400	D
Que sea fácil de producir	proceso de manufactura	Procesos	Cant. De procesos	≤ 2	d
Que sea de pocas piezas	el producto posee un mínimo numero de partes a ensamblar	Número de piezas	número de piezas	≤3	D

Construcción de prototipos experimentales

Rallador

Se comienza a explorar una nueva propuesta que unifique todos los beneficios en un solo proceso, así que se decide construir un prototipo conceptual para analizar la ergonomía y el tamaño del rallador, este prototipo se construye con un alma de madera (MDF) y se cubre con plastilina para explorar y analizar la mejor forma en la que la mano de un hombre campesino promedio se adapte mejor y evite futuros daños en la salud ocupacional del usuario. *Ver imagen a continuación.*



Luego de la creación de los prototipos se hicieron las pruebas correspondientes, se probó la ergonomía del rallador entre los integrantes de GNOMO, hombres con las manos más robustas y se llegó a la conclusión en consenso de que el prototipo era cómodo. El paso a seguir sería la modelación de este concepto y la construcción de un nuevo prototipo.

Se hace la modelación del rallador que se puede observar en la imagen a continuación:

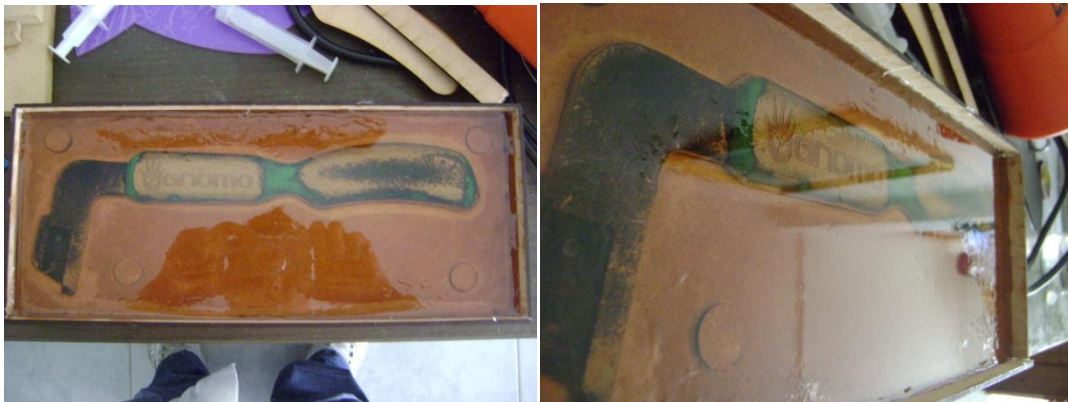


Decididos con que el nuevo rallador cumple las especificaciones, se decide construir un prototipo de madera para hacer nuevas pruebas de ergonomía y definir su proceso de manufactura, el prototipo se construye satisfactoriamente por aglomerado de planos seriados en MDF con un pulido posterior. *Ver imagen a continuación*



Teniendo el prototipo en madera se decide explorar 3 procesos más de manufactura, que puedan resistir lluvia, sol, humedad y esfuerzos de tensión con el fin de hacer unas pruebas más realistas, estos son:

- Molde en resina para inyectar poliuretano, el molde en resina se realiza sin embargo se descarta el proceso por qué no se puede lograr una dureza del material lo suficientemente buena para resistir esfuerzos de tensión. Costo de rallador por unidad: \$5.000. *ver imagen a continuación.*



- Fundición de aluminio. Este proceso se descarta pues los acabados no son los mejores y requiere mucho tiempo de pulido posterior al proceso, además quedo pesando 800 gramos, haciéndolo muy pesado para una labor del día a día. Costo del rallador por unidad: \$11.000. *ver imagen a continuación.*



- Ruteado en madera Zapan. Este proceso permitió llegar a un prototipo satisfactorio y con excelente acabado, el tiempo de maquinado fue muy alto (25 minutos) requirió un pulido posterior al maquinado e inclusive cubrir con una capa de esmalte para que no se deteriore a la intemperie. Costo del rallador por unidad: \$8.000. También se hizo la cuchilla de rallado en un acero de alto carbono con un calibre de 1mm, esta hizo con un dobléz de 4mm de radio y un ranurado con esmeril. *Ver imagen a continuación.*



Recipiente

El diseño del Recipiente cumple con todo los requerimientos planteados inicialmente y una oferta económica por parte de los posibles clientes hace que se adelante el proceso de fabricación de este producto, así que se consulta con la empresa Diseños plásticos la posible fabricación de este producto en inyección, y se deja en manos de ellos la fabricación del molde para su futura inyección. Con el equipo de diseño y desarrollo de la empresa GNOMO se define el espesor del recipiente y el material. Más adelante se mostraran las especificaciones finales de este producto.



Ilustración 21 Molde hembra de inyección.



Ilustración 22 Molde macho de inyección.



Ilustración 23 Primera inyección en PP reciclado.

Canalete

El prototipo se hace por corte de chorro de agua en una lamina de acero galvanizado calibre 22, posteriormente se hacen los dobleces correspondientes para darle la forma final. *Ver imagen a continuación.*



Teniendo todos los prototipos del kit se decide hacer una visita de campo a taraza para probar funcionalidad, estética y ergonomía. *Ver imagen a continuación.*

Primer kit experimental para pruebas de campo.



Pruebas de campo para prototipos experimentales

Segunda Prueba de campo a Taraza

Objetivos

- Rectificar el funcionamiento de la nueva cuchilla en u.
- Analizar la ergonomía del rallador.
- Determinar la aceptación del kit.
- Hacer pruebas de resistencia del recipiente

Buenas prácticas de rallado

Se pudo notar en la visita a Taraza que el panel de rallado trabajado por personas expertas cicatriza perfectamente después de las labores, esto es porque el rallado lo hacen con el ángulo adecuado, remueven a una profundidad aproximada de 2mm y el avance hacia el suelo no supera los 1.5mm por rallado, sin embargo para lograr esa calidad, los trabajadores deben haber pasado primero por una escuela de rallado para volverse hábiles en este proceso. *Ver imagen a continuación.*



Panel de rallado
en excelente
estado.

Rallador

El rallador cumple satisfactoriamente con las expectativas de los usuarios, lo sienten cómodo y agradable, cuentan además que cualquier persona puede hacer el proceso de rallado ya que se garantiza la profundidad de corte con el tope que posee, se les percibe contentos con el nuevo producto.

Les parece excelente que la cuchilla sea Alemana doble filo y muy resistente al desgaste, ya que la cuchilla convencional la tienen que lijar constantemente.

Dicen que se puede medir el consumo de avance para no tener pérdidas productivas como veíamos en la ilustración 20 pagina 52 de la primera visita de campo, donde se identifico un problema de rápido avance por malas prácticas de rallado. *Ver Anexo 5 (videos y entrevistas).*



Recipiente y canaleta

El canaleta se adhiere fácilmente a la corteza, solo requiere de un martillo para clavar las puntillas, estas no pueden exceder 6mm de profundidad para no causar daños en la corteza. El recipiente se puede ubicar de manera cómoda en el canaleta, este se llena con un litro de agua para ver la resistencia básica, sin embargo más adelante se harán las pruebas de ingeniería correspondientes. *Ver imagen a continuación.*



Conclusiones de la pruebas de campo a Taraza

- El recipiente no necesita modificaciones cumplió con todas las especificaciones propuestas en el PDS.
- El rallador funciona correctamente como lo esperado, pero se deben hacer unas modificaciones en el mango para mejorar la ergonomía.
- El proceso de manufactura del rallador si fuese a ser en madera se vuelve muy lento para producción en serie. Se debe pensar en un proceso más rápido como la inyección de plástico.
- El canaleta resiste mucho más del peso esperado y elimina accesorios que encarecen el tiempo de instalación del kit, así que lo convierte en un elemento totalmente innovador para los futuros usuarios, sin embargo, es preferible que el canaleta fuera de una sola pieza, sin las puntillas, para evitar comprar componentes adicionales que incrementan el costo del producto y encarezca posibles estrategias comerciales futuras.

Diseño de detalle (Modelación 3D)

RALLADOR



Rallador diseñado para la extracción de látex en el árbol hevea brasiliensis, cuenta con una cuchilla y un tope que garantiza la profundidad de corte evitando daños en la corteza y por consiguiente aumentando la eficiencia y productividad del cultivo. Hecho de un material con alta resistencia al impacto y la intemperie.

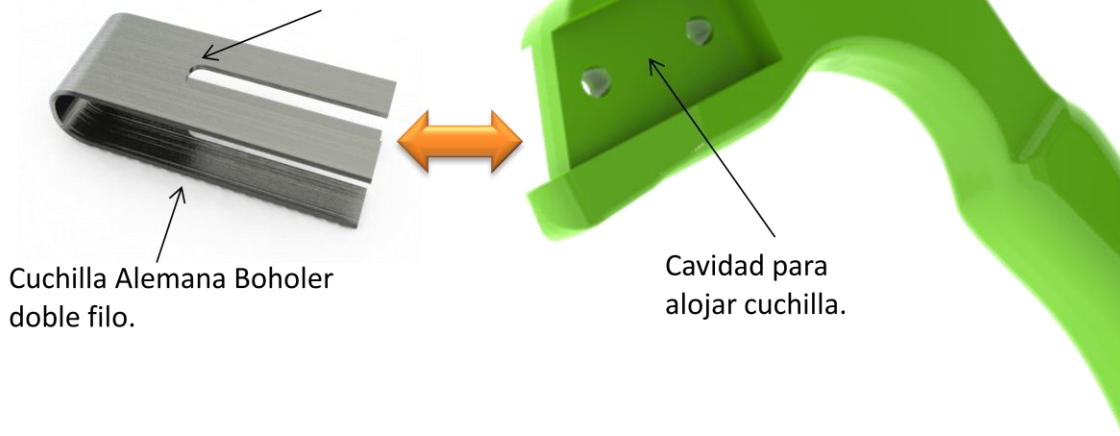
Especificaciones

Ítem	Nombre	Material	Proceso de manufactura
1	Rallador	Nylon + fibra de vidrio	Inyección
2	Cuchilla	Acero de alto carbono	Doblado y ranurado
3	Tornillos	Acero	Componente comercial
4	Tuercas	Acero	Componente comercial

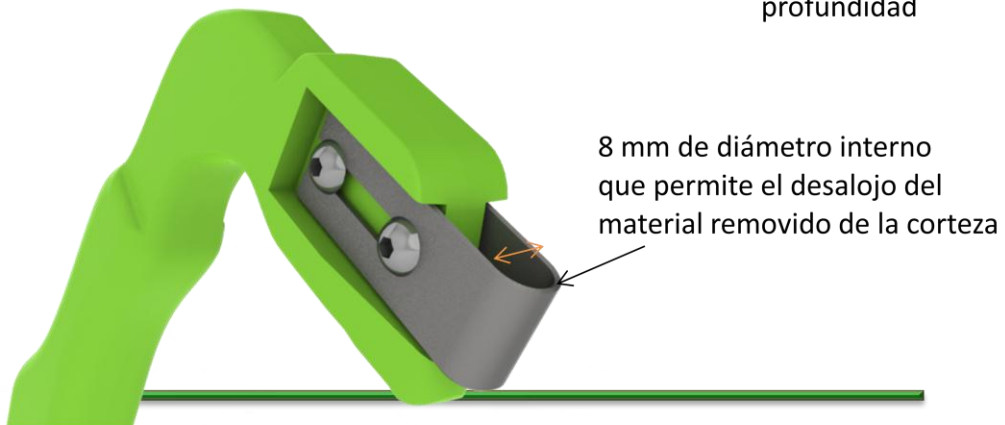
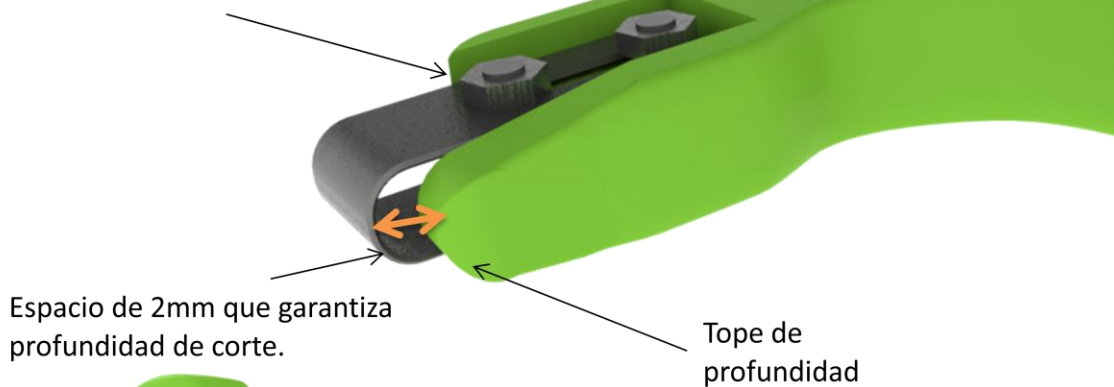


CUCHILLA

Ranura para graduar profundidad de corte (en caso de ser requerido por personas expertas). El tope normal garantiza una profundidad de corte de 2 mm .



Tuercas para sujeción de la cuchilla.



RECIPIENTE

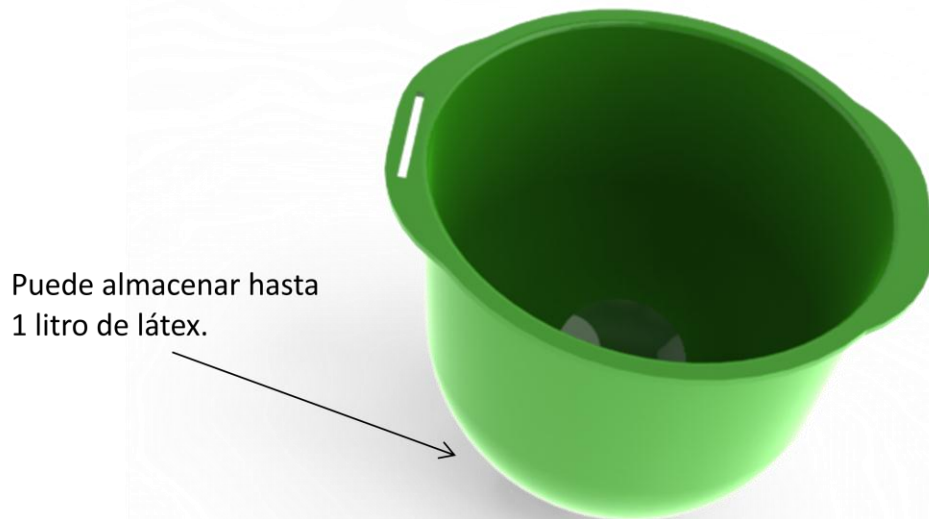


Fondo semiesférico y ángulos para un fácil desmoldé del látex , evitando así el uso inapropiado de el producto en otras funciones. Ej. Recipiente para alimentos.

Pestaña para fácil agarre.



Ranura para la fijación del recipiente en el canaleta.



Puede almacenar hasta 1 litro de látex.

Recipiente diseñado para el almacenamiento del látex extraído de l árbol hevea brasilensis, posee una ranura para facilitar la fijación en el árbol y una pestaña para fácil agarre. Puede almacenar hasta 1 litro de látex. Hecho de un material con alta resistencia al impacto y la intemperie.

Especificaciones

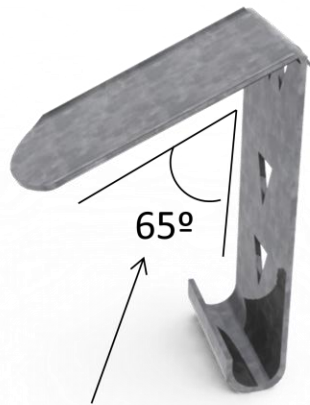
Ítem	Nombre	Material	Proceso de manufactura
1	Recipiente	PP	Inyección



GNOMO

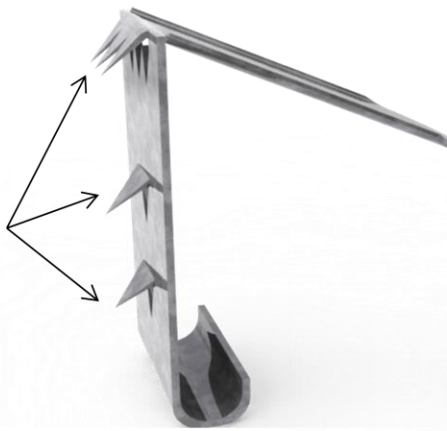
CANALETE

Canal en **U** que sirve para facilitar el paso del látex hacia el recipiente.



Angulo con inclinación de 65° para que fluya el látex eficientemente.

Dientes a 45° para fijar al árbol.



Pestaña en **U** que soporta el recipiente.



Canalete diseñado para facilitar el paso del fluido (látex) que viene de la corteza hacia el recipiente. Posee dientes para una fácil fijación en la corteza. Hecho de acero galvanizado, un material resistente a la corrosión y que se deja deformar facilitando la ubicación en el árbol.

Especificaciones

Ítem	Nombre	Material	Proceso de manufactura
1	Canalete	Acero Galvanizado	Troquelado y doblado.



KIT PARA LA EXTRACCIÓN DE LÁTEX



Rallador



Recipiente



Canalete

Parámetros para una sangría eficiente

Perímetro mínimo del árbol: 45 centímetros

Altura de la incisión: 1.5 metros del suelo.

Consumo de corteza: un milímetro por rallada.

Profundidad de incisión: De uno a dos milímetros.

Dirección de la incisión: De izquierda a derecha.

Longitud de la incisión: Media Cara del tronco.

Inclinación de la incisión: Pendiente de 33 grados.

Tiempo de sangrado: De 4am a 9am

Tiempo de recolección: De 9am a 12pm

Frecuencia de sangrado: Cada dos a tres días.

Clima: sin lluvias tempranas

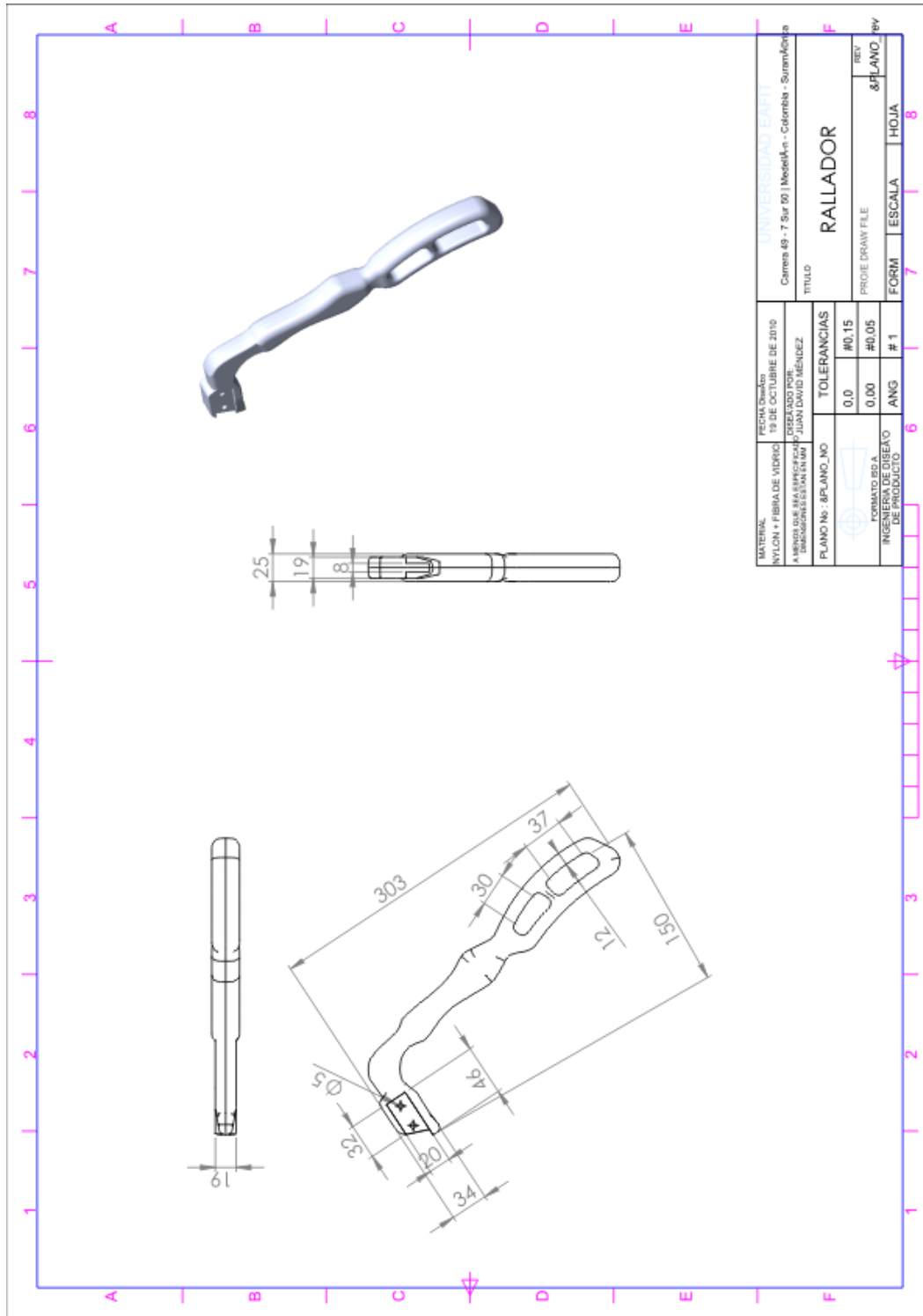
Descanso: cuando hay defoliación.

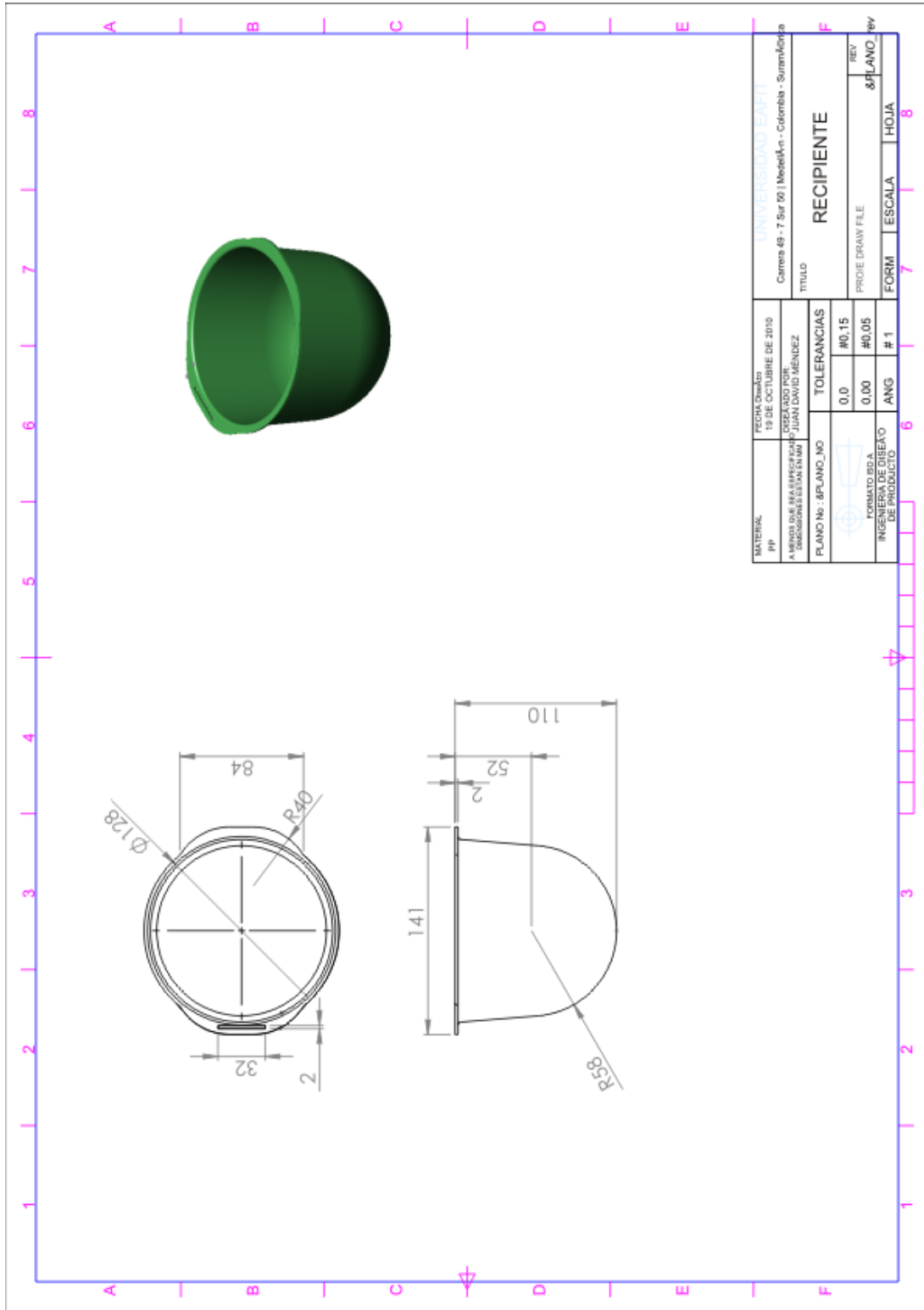
Estimulación: Según el nivel de producción.



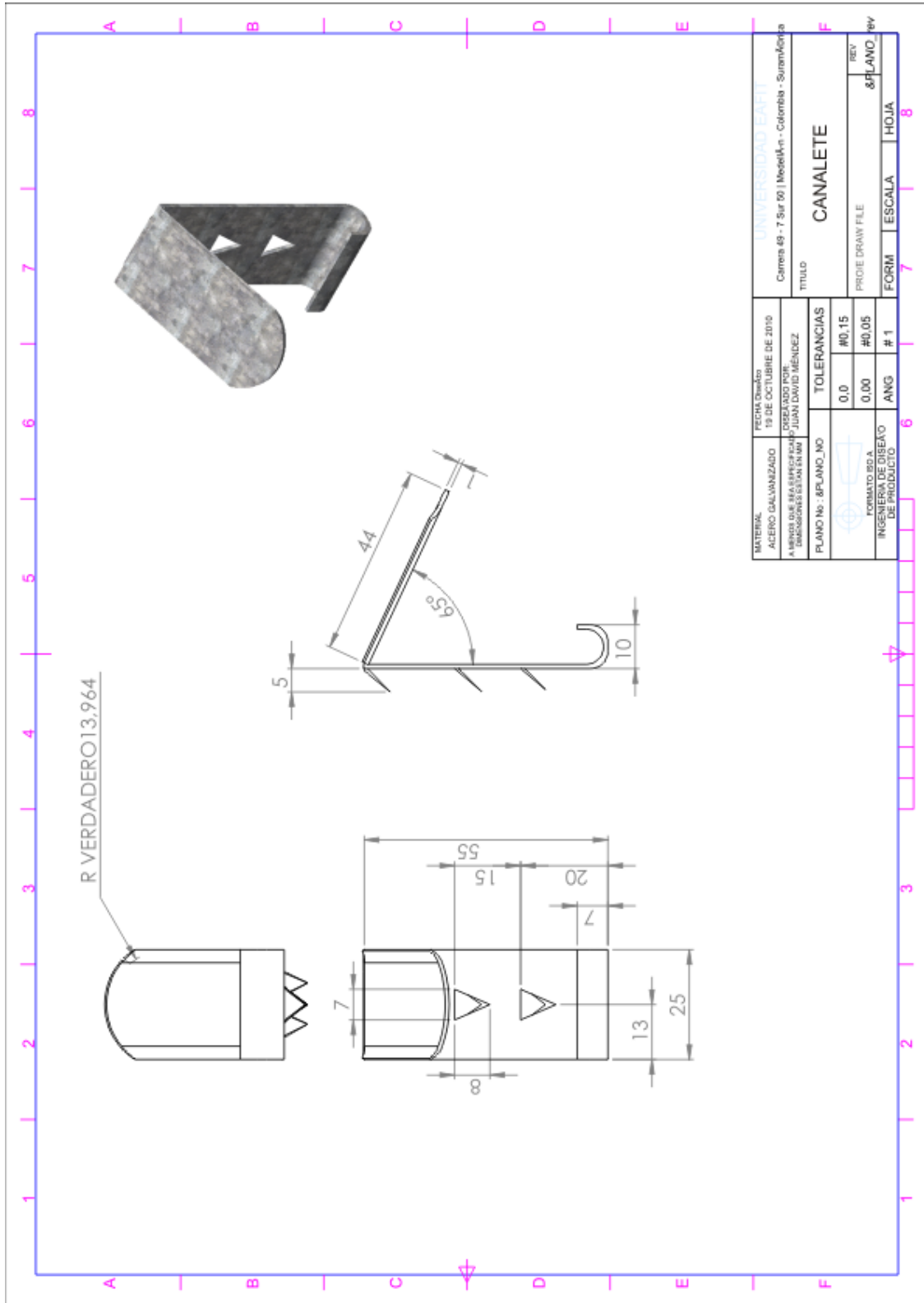
GNOMO

Planos técnicos

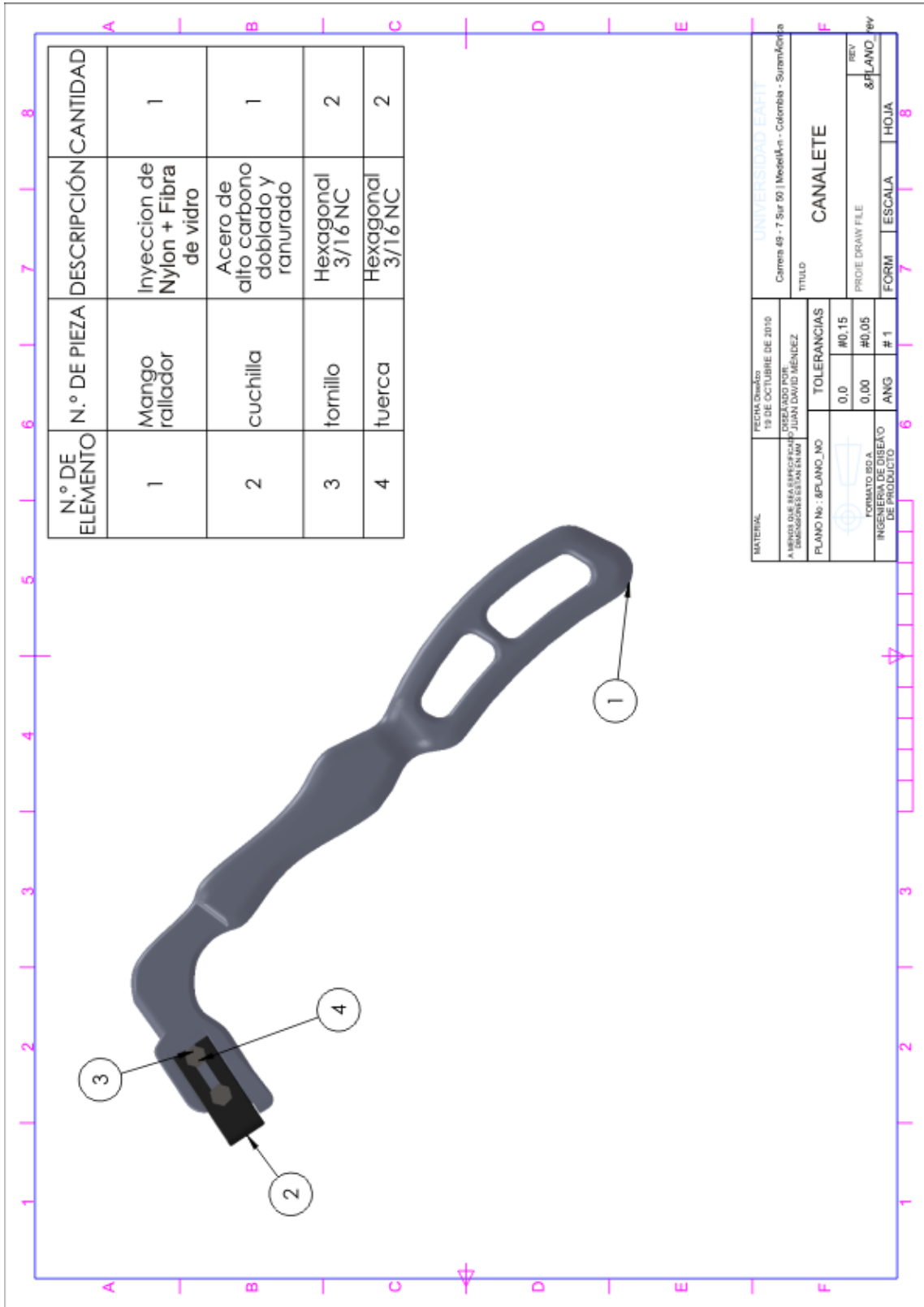




MATERIAL: PP	FECHA DISEÑO: 19 DE OCTUBRE DE 2010	UNIVERSIDAD EAFIT Carrera 49 - 7 Sur 00 Medellín - Colombia - Suramérica	
A MENSAJE DE IVA SUPLENDOSE DIMENSIONES EN MM	DISEÑADO POR: JUAN DAVID MENDEZ	TÍTULO RECIPIENTE	
PLANO No.: 8PLANO_00	TOLERANCIAS	FORMA	ESCALA
	0,0	NO, 15	HOJA
	0,00	NO, 05	8
INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO	ANG	# 1	7
		PROJE DRAW FILE	REV
		8PLANO	8



UNIVERSIDAD EAFTI Carrera 49 - 7 Sur 99 Medellín - Colombia - Suramérica	
MATERIAL: ACERO GALVANIZADO A MENOS DE 3MM ESPECIFICAR DIMENSIONES EN MILIMETROS	FECHA DE EMISIÓN: 18 DE OCTUBRE DE 2019 DISEÑADOR: JUAN DAVID MENDEZ
TÍTULO: CANALETE	
PLANO No.: #PLANO_NO	TOLERANCIAS
	0.0 #0.15
FORMATO BDA	0.00 #0.05
INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO	ANG # 1
FORMA	ESCALA
HOJA	# 1



MATERIAL	FECHA DISEÑO	UNIVERSIDAD EAFIT
A MENOS QUE SE INDIQUE EN OTRO LUGAR, LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MM	19 DE OCTUBRE DE 2010	Carrera 49 - 7 Sur 00 Medellín - Colombia - Suramérica
PLANO N.º: 8PLANO_NO	DISEÑADO POR:	TÍTULO
	JUAN DAVID MENDEZ	CANALETE
	TOLERANCIAS	PROJE DRAW FILE
	0,0	8PLANO_REV
	#0,15	FORM
FORMATO ISO A	0,00	ESCALA
INGENIERA DE DISEÑO DE PRODUCTO	ANG # 1	HOJA
		8

Análisis de elementos finitos.

El análisis de elementos finitos se realizara en Solid Works en el modulo de simulación Express para cada uno de los elementos que componen el kit, para esto se definirán las propiedades del material real.

Los resultados del análisis de diseño están basados en un análisis estático lineal y se asume que el material es isotrópico. El análisis estático lineal presupone que: 1) el comportamiento del material es lineal, en consonancia con la ley de Hooke, 2) los desplazamientos inducidos son lo suficientemente pequeños como para pasar por alto los cambios en la rigidez debidos a las cargas, y 3) las cargas se aplican lentamente para pasar por alto los efectos dinámicos.

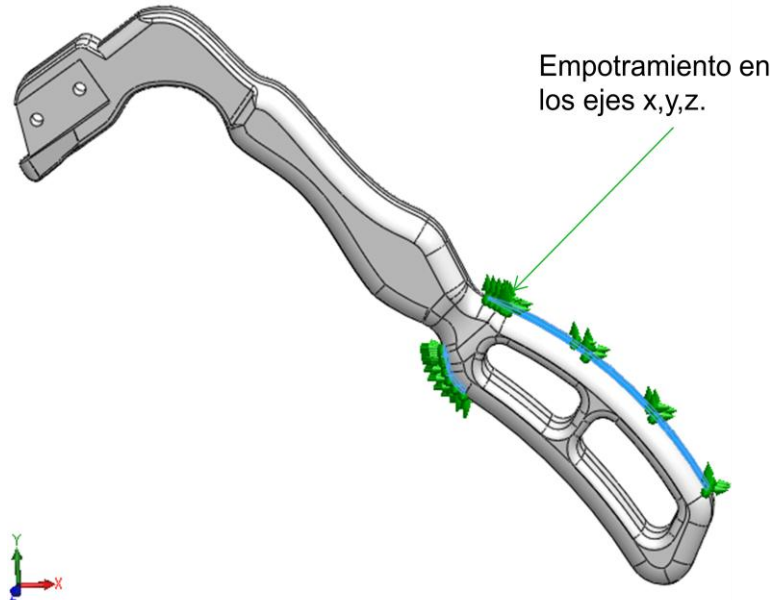
Análisis de tensión y desplazamiento para el Rallador

Para empezar es necesario definir las propiedades del material:

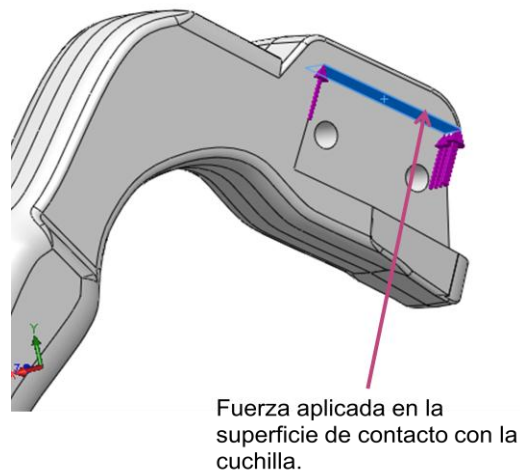
Nombre de material:	Nylon
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises

Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1e+009	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.3	NA
Densidad	1150	kg/m ³
Límite elástico	6e+007	N/m ²

Restricciones de movimiento: se desea simular como una persona va a manipular el rallador, así que se restringen las zonas de las cuales se va sujetar. *Ver imagen a continuación.*

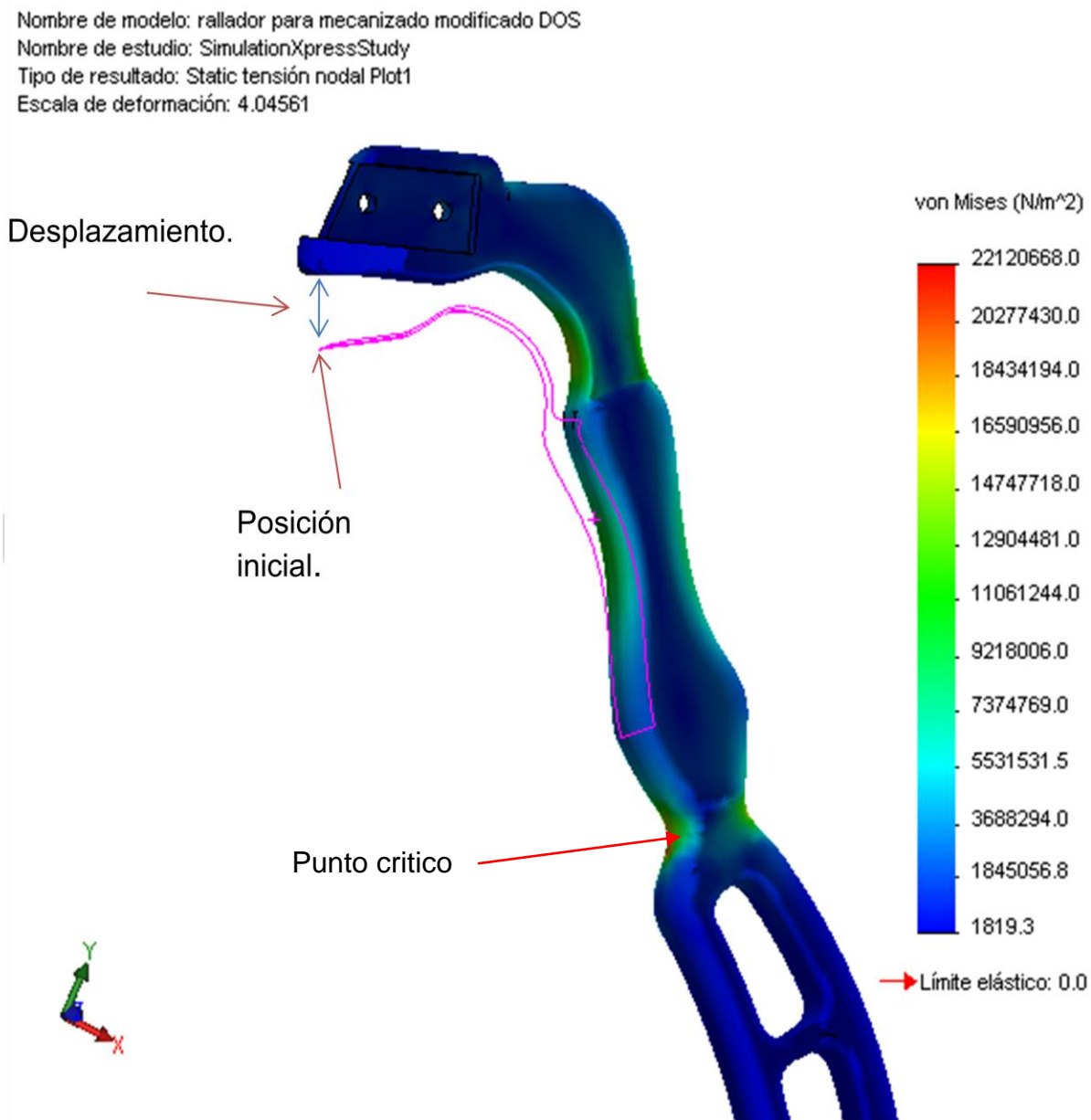


Aplicación de fuerzas de tensión: la fuerza se aplica en la superficie superior interna de la cavidad que contiene la cuchilla, esta es la superficie que va a soportar todo el esfuerzo cuando se esté haciendo la práctica de rallado. En otras palabras cuando se apoya el rallador sobre la corteza del árbol, se genera una fuerza de reacción en la cuchilla y esta a su vez transmite esa fuerza a la superficie de sección azul que se ve en la imagen continuación.



Análisis de tensión estática

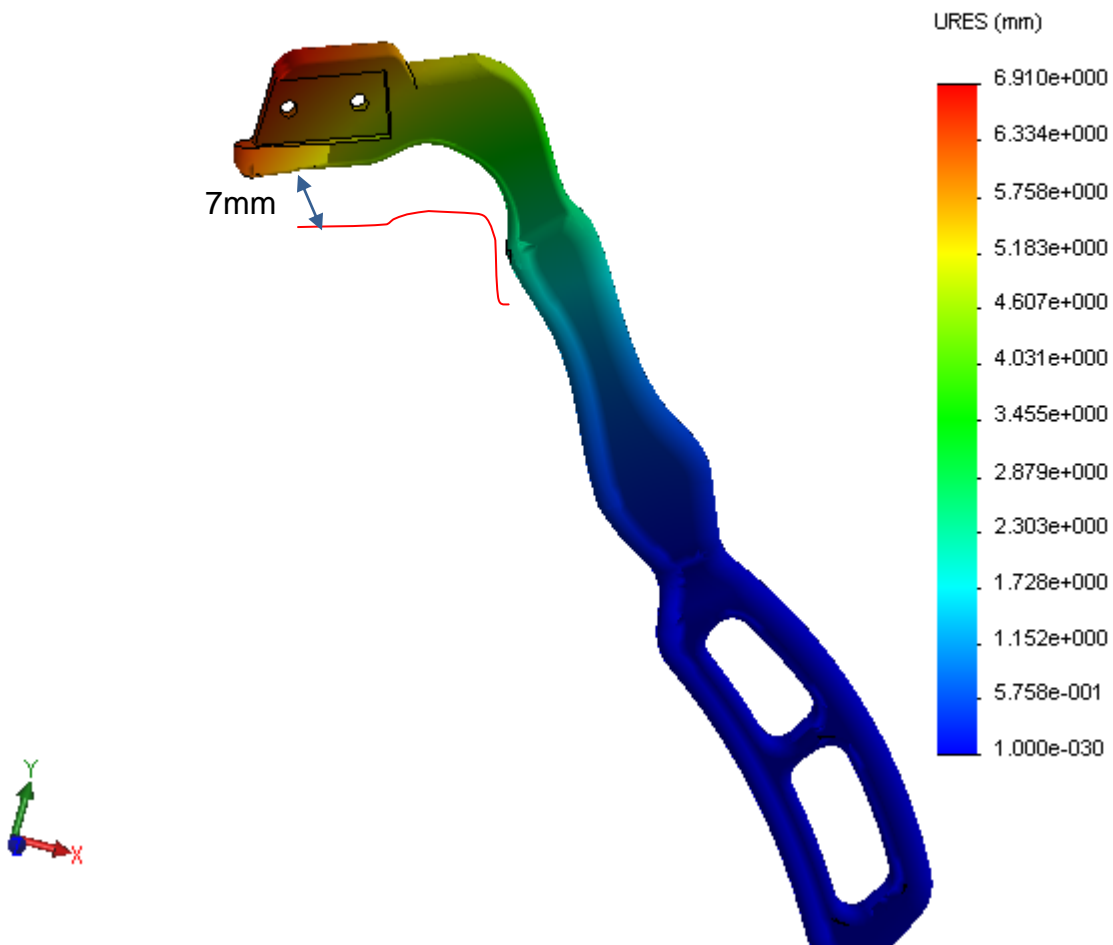
Aplicando una fuerza de 45 lb, el software arroja como resultados, un factor de seguridad de 2.7, como es mayor a 1 quiere decir que el producto no sufre esfuerzos considerablemente grandes para generar una deformación o fractura en el material, ahora bien sabiendo que con 45 lb el factor de seguridad es de 2.7, se halla la fuerza máxima que puede soportar la pieza antes de exceder el limite elástico, esta fuerza da como resultado 121 lb.



Análisis de desplazamiento estático

Con una fuerza de 54kg el rallador puede sufrir un desplazamiento de 7 mm antes de sobrepasar el límite elástico, la zona roja en la imagen continuación indica la parte del producto que mas desplazamiento tiene.

Nombre de modelo: rallador para mecanizado modificado DOS
Nombre de estudio: SimulationXpressStudy
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Plot2
Escala de deformación: 4.04561



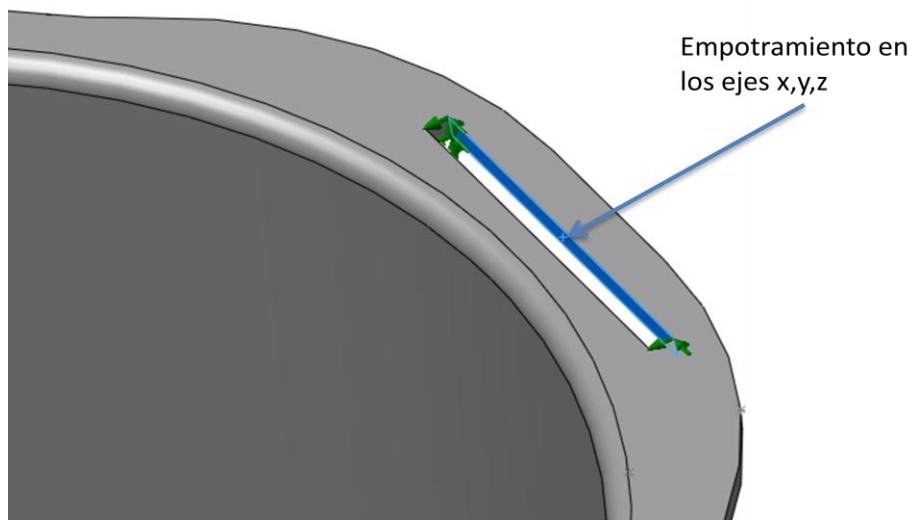
Análisis de tensión y desplazamiento para el recipiente.

Propiedades de material

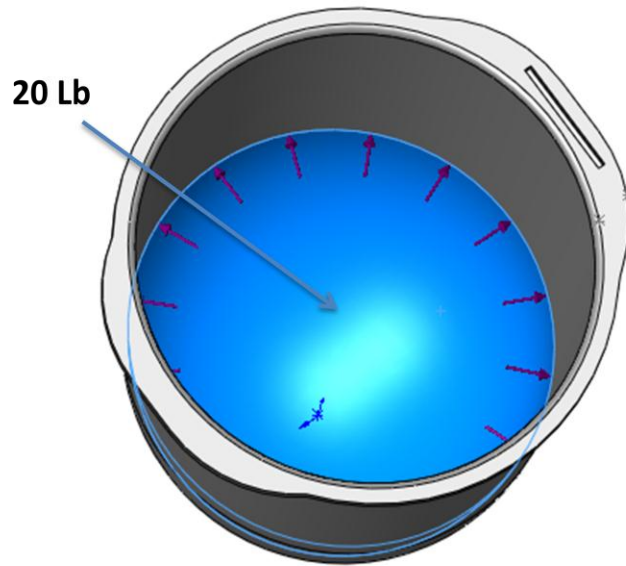
Nombre de material:	Acero galvanizado
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Desconocido

Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	NA
Densidad	7870	kg/m ³
Límite elástico	2.0394e+008	N/m ²

Restricciones: las restricciones se aplican en la cara posterior de la ranura, la cual va a soportar todo el peso del recipiente. *Ver imagen a continuación.*

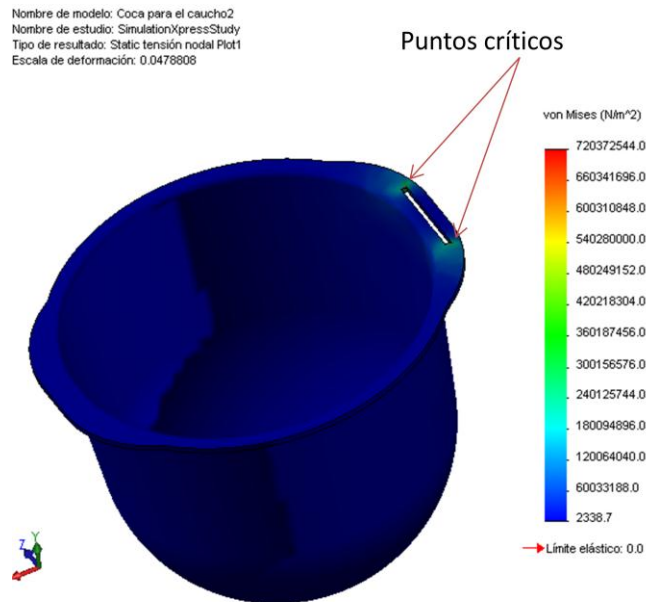


Carga de tensión: Se aplica una carga de tensión de 20 Lb en la superficie interna de contacto como se ve en la imagen a continuación.



Análisis de tensión estático.

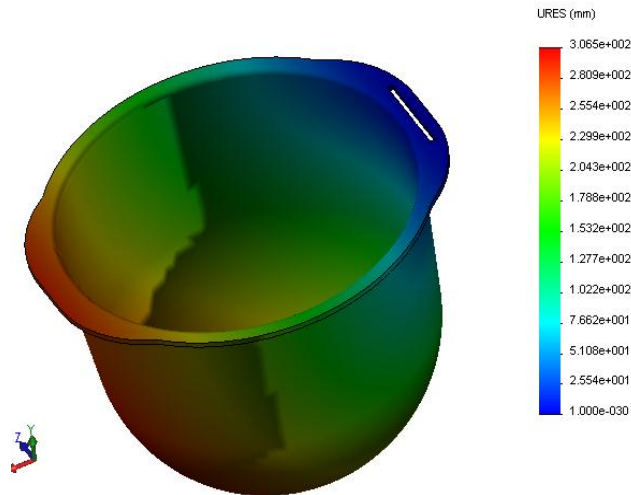
El factor de seguridad se encuentra por encima de 1, eso quiere decir que con una fuerza de 20 libras el recipiente todavía no sufre deformación ni rupturas. *Ver imagen a continuación.*



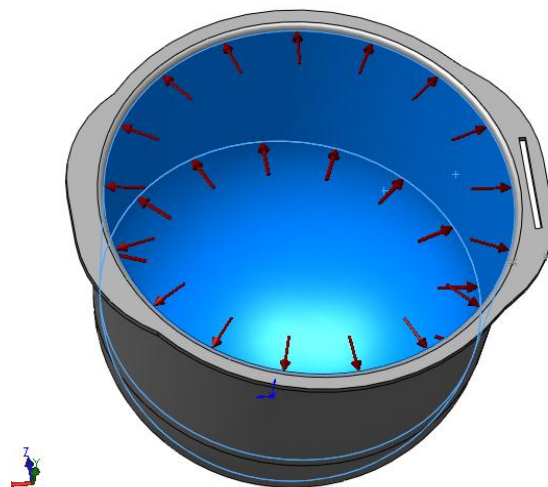
Análisis de desplazamiento estático.

Con una fuerza aplicada de 20 lb el recipiente se deforma 0.3mm en dirección al suelo. La zona roja en la imagen a continuación es la que más se desplaza. *Ver imagen a continuación.*

Nombre de modelo: Coca para el caucho2
Nombre de estudio: SimulationXpressStudy
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Plot2
Escala de deformación: 0.0478808

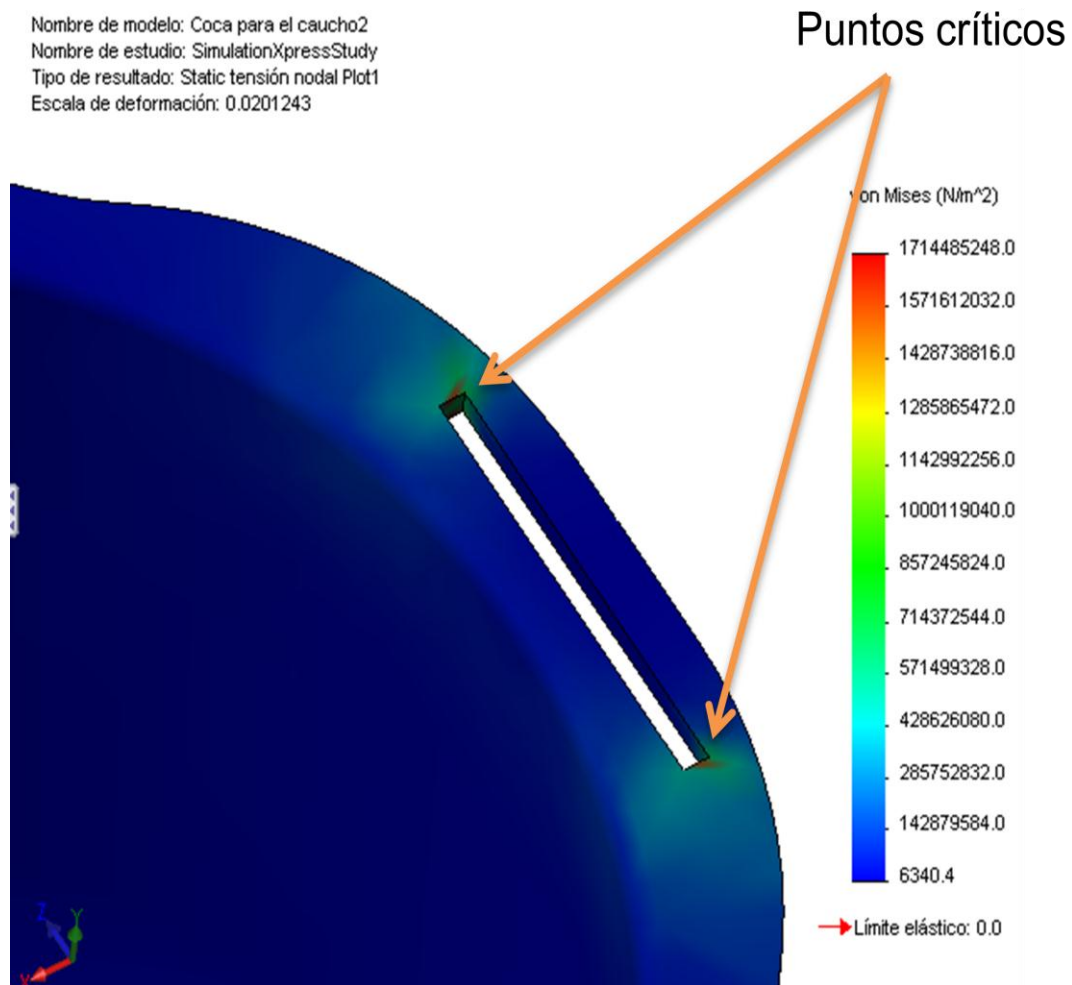


Ahora bien como la fuerza anterior no fue lo suficientemente grande para generar rupturas o deformaciones considerables que afecten el funcionamiento del producto, se aplica una presión de 10.000 N/m² en la superficie interna del recipiente simulando la presión de un fluido. *Ver imagen a continuación.*



Análisis de tensión estática

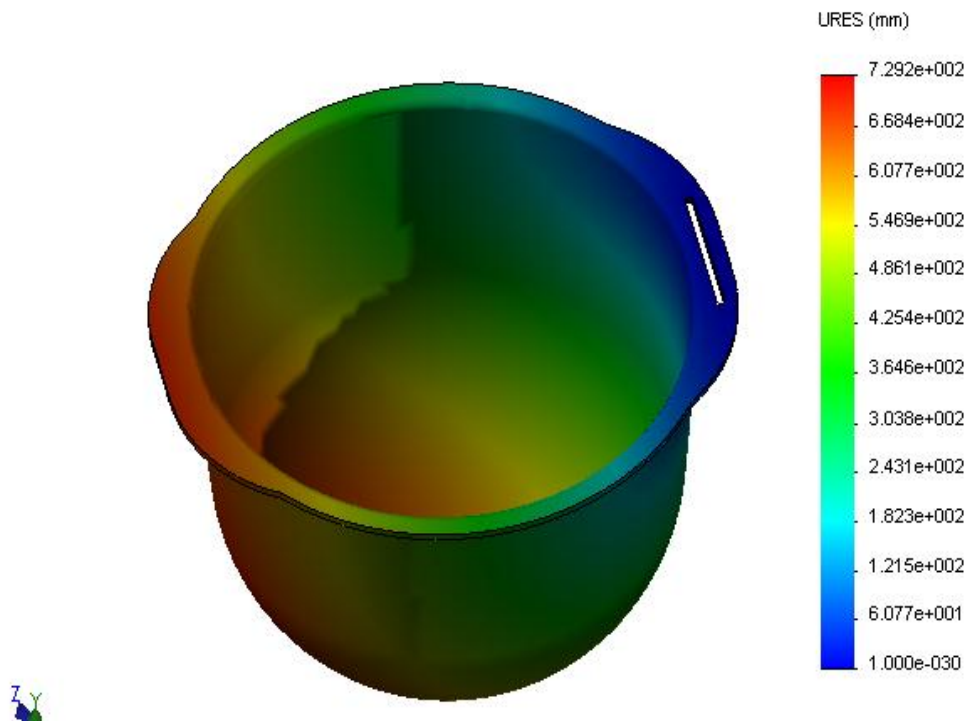
Con una presión de 10.000 N/m² presenta grietas en los puntos críticos, sin embargo todavía no hay fractura total. El factor de seguridad es de 0.98 menor a 1, lo que indica que el producto ya excedió su límite elástico y se vuelve inseguro. *Ver imagen a continuación.*



Análisis de desplazamiento estático

El recipiente se desplaza 0.7 mm hacia abajo con la carga máxima, que son 10.000N/m². *Ver imagen a continuación.*

Nombre de modelo: Coca para el caucho2
Nombre de estudio: SimulationXpressStudy
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Plot2
Escala de deformación: 0.0201243



Ahora se puede hallar el peso de látex que va a soportar el recipiente, según el volumen que puede almacenar y el peso máximo que puede soportar independiente de la capacidad de almacenamiento, con los siguientes datos:

- La presión máxima que puede soportar de 10.000N/m²
- La densidad del material que va a contener 0.934 gr/cm³ (látex a 20°)
- El volumen que puede albergar el recipiente 1000 cm³
- El área que de contacto con el fluido de 0.04m²

Se halla peso máximo que va a soportar:

$$P=F/A \quad F=P.A \quad F= 10.000\text{N/m}^2 \times 0.04\text{m}^2 \quad F= 400\text{N}$$

Entonces, sabemos que:

$$F=m.g \quad \text{así, que hallamos la masa,} \quad m= F/g \quad m= 400\text{N} / 9.81\text{m/s}^2 \\ m= \mathbf{40.77\text{Kg}}$$

Ahora con la densidad del látex podemos saber el peso promedio que soportaría el recipiente día a día.

$$m= \rho.V \quad m= 10000 \text{ cm}^3 \times 0.934\text{g/cm}^3 \quad m= 934\text{g} \quad m=\mathbf{0.934\text{kg}}$$

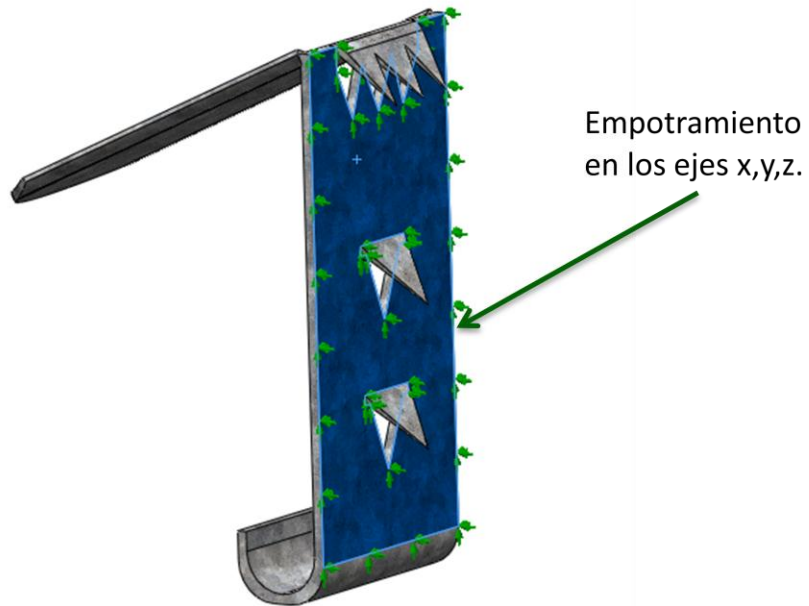
Esto quiere decir, que el recipiente puede soportar **40** veces más del peso promedio.

Análisis de cargas y tensiones para el canaleta

Nombre de material:	Acero galvanizado
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Desconocido

Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	NA
Densidad	7870	kg/m ³
Límite elástico	2.0394e+008	N/m ²

Restricciones: las restricciones se aplican en la cara posterior del canaleta, simulando un empotramiento (x,y,z) en la corteza del árbol , la sección señalada en la imagen a continuación indica la superficie de contacto.

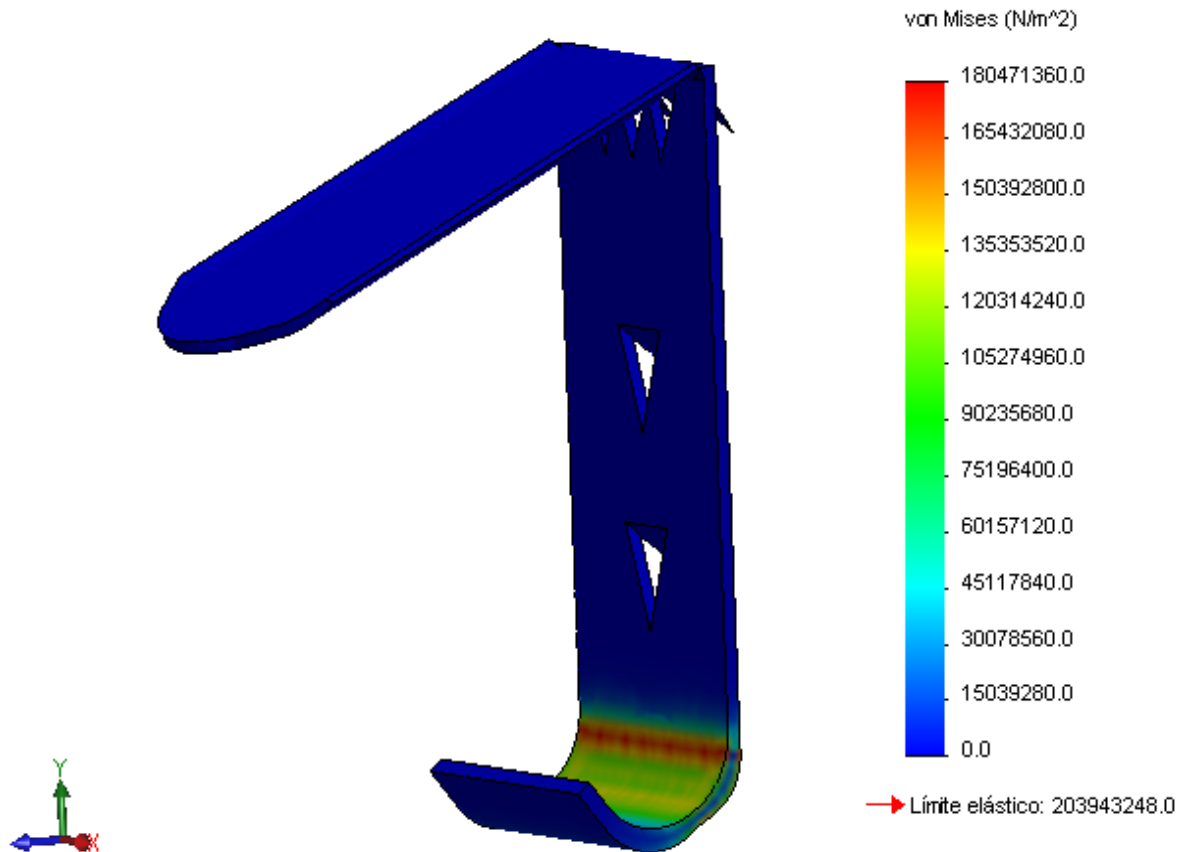


Carga de tensión: Se aplica una carga de tensión de 45 Lb en la superficie interna de contacto como se ve en la imagen a continuación.



Análisis de tensión estática

Nombre de modelo: canaleta
Nombre de estudio: SimulationXpressStudy
Tipo de resultado: Static tensión nodal Plot1
Escala de deformación: 87.6642



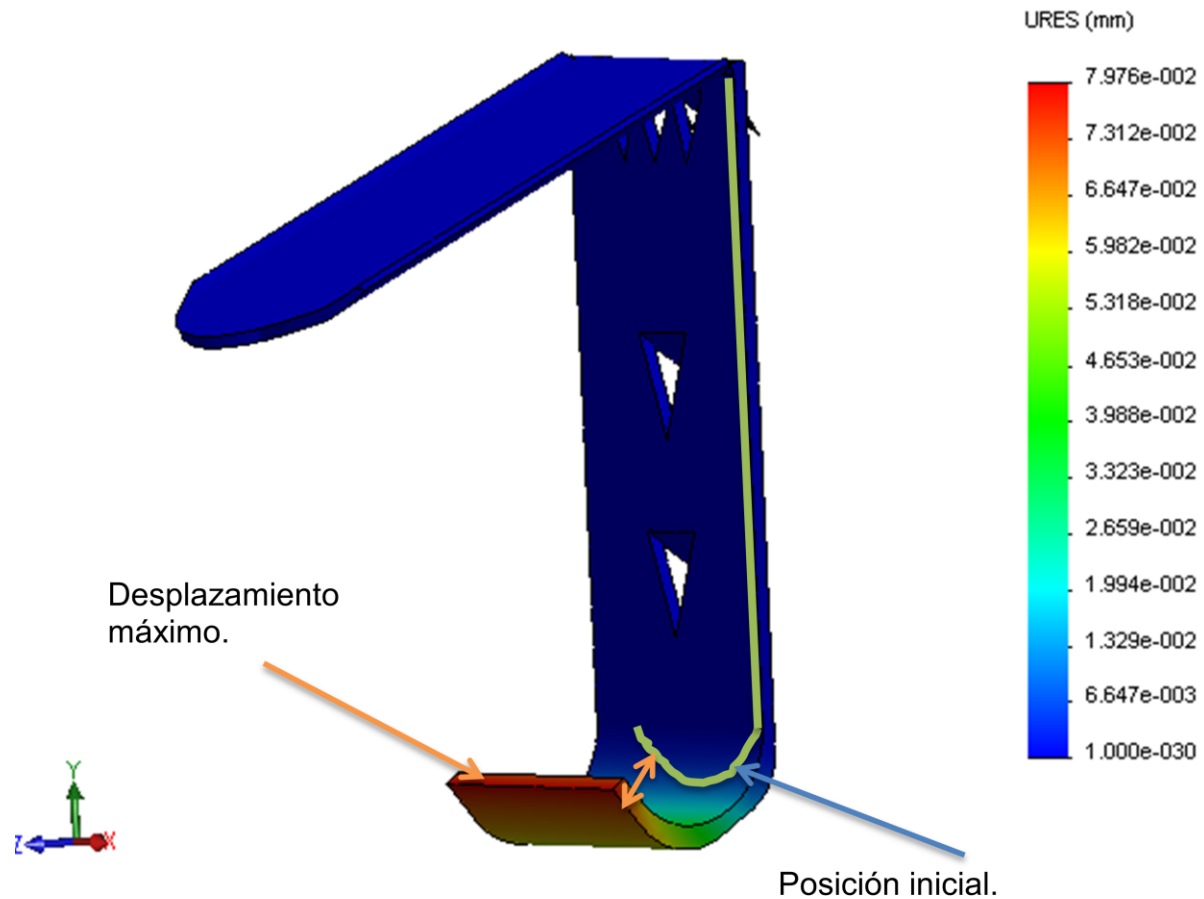
Se puede observar en la imagen anterior que cuando al elemento se le aplica una fuerza de 45lb, este sufre una deformación considerable para que el recipiente se deslice y caiga, sin embargo no hay rupturas por que el material no ha excedido el límite elástico, este material es muy dúctil, es ideal para la fijación y manipulación.

Con 45 lb el factor de seguridad es de 1.13 mayor que 1, eso significa que el producto resiste la fuerza aplicada.

Análisis de desplazamiento estático

Cuando a este elemento se le aplica una fuerza de 45lb sufre una deformación, causando un desplazamiento de 0.8mm como se observa en la imagen siguiente. En una escala de fuerza más grande aunque el material no sufriese ninguna ruptura, este se deformaría hasta el punto en que el recipiente cae. Según este análisis de elementos finitos, este elemento soporta una fuerza 20 veces mayor de la que va a soportar en el día a día (938gramos de látex). *Ver animaciones en anexo 6.*

Nombre de modelo: canaleta
Nombre de estudio: SimulationXpressStudy
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Plot2
Escala de deformación: 87.6642



Construcción de prototipos

PROTOTIPO RALLADOR

Cavidades para ahorrar material en el proceso de inyección.

Tornillos hexagonales

Cuchilla intercambiable

Mango ergonómico

Construcción

Prototipo funcional en MDF, la construcción se hizo por planos seriados de 4mm, aglomerados y cortados en laser, luego se pulió con diferentes tipos de lija hasta dar un acabado uniforme en las superficies.

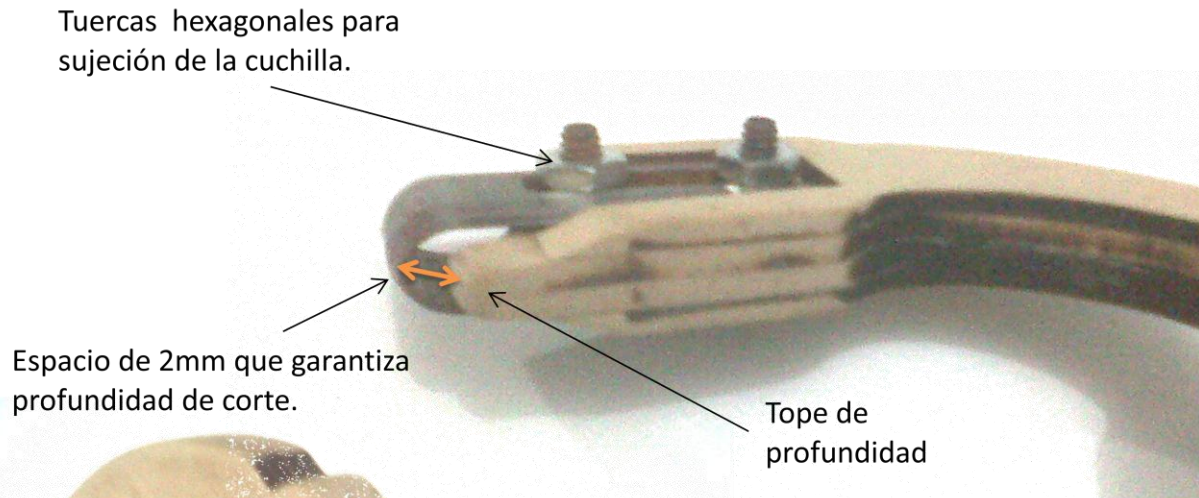
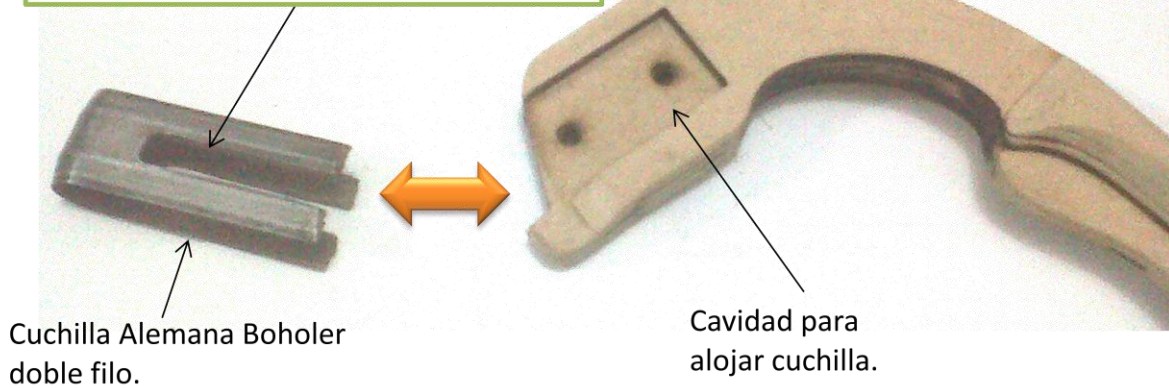
Especificaciones del prototipo

Ítem	Nombre	Material	Proceso de manufactura
1	Rallador	MDF	Corte y aglomerado.
2	Cuchilla	Acero de alto carbono	Doblado y ranurado
3	Tornillos	Acero	Componente comercial
4	Tuercas	Acero	Componente comercial



CUCHILLA

La cuchilla construye a partir de una cuchilla para marroquinería Boholer doble filo de acero de alto carbono .Se dobla y se ranura con un disco de esmeril.



RECIPIENTE



Fondo semiesférico y ángulos para un fácil desmoldé del látex.

Pestaña para fácil agarre.



Ranura para la fijación del recipiente en el canaleta.

Puede almacenar hasta 1 litro de látex.



Construcción

Como se había mencionado anteriormente, con el recipiente se llegó hasta la construcción del molde de inyección, así que el primer prototipo funcional fue una inyección en PP reciclado .

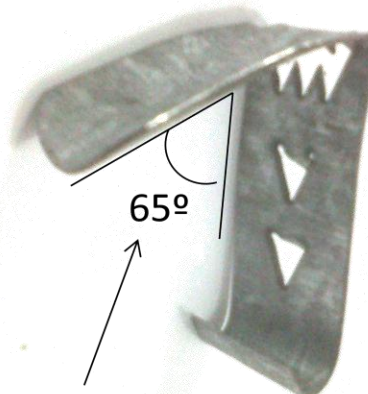
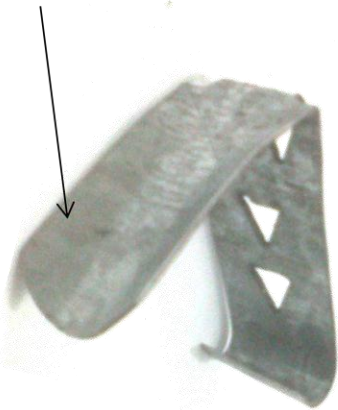
Especificaciones

Ítem	Nombre	Material	Proceso de manufactura
1	Recipiente	PP reciclado	Inyección



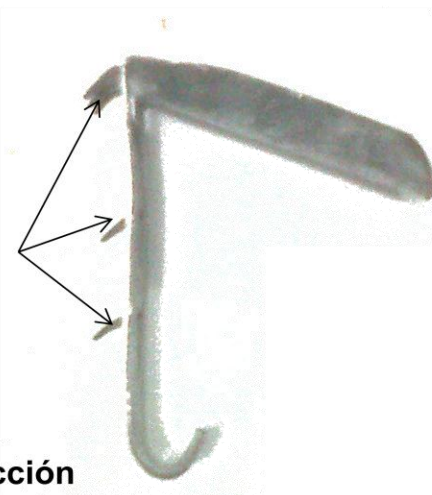
PROTOTIPO CANALETE

Canal en U que sirve para facilitar el paso del látex hacia el recipiente.

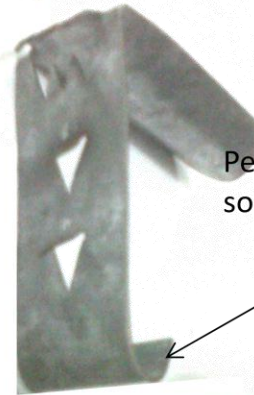


Angulo con inclinación de 65° para que fluya el látex eficientemente.

Dientes a 45° para fijar al árbol.



Pestaña en U que soporta el recipiente.



Construcción

Este canaleta se hizo por corte de chorro de agua en una lamina de acero galvanizado calibre 18.

Especificaciones del prototipo

Ítem	Nombre	Material	Proceso de manufactura
1	Canaleta	Acero Galvanizado	Corte por chorro de agua.



Pruebas de carga y tensión reales

Objetivos

- Verificar adherencia del canaleta a la corteza.
- Comparación de pruebas cargas y tensión arrojadas por el software VS reales.

El canaleta se adhiere fácilmente a la corteza por los dientes que posee estos entran a una profundidad de 5mm, aunque penetran bastante la corteza no tocan el Cambium. El látex que brota en los puntos de contacto sirve como aglomerante para fijar fuertemente el canaleta cuando el látex coagula. *Ver imagen a continuación.*



El peso máximo que el recipiente debe soportar es de 0.984kg por su volumen, Se hicieron pruebas en el canaleta con 5kg de peso para probar la resistencia, este resistió satisfactoriamente, sin embargo, cuando se aplicó una carga de 10kg el canaleta se salió de la corteza. *Ver imagen a continuación.*

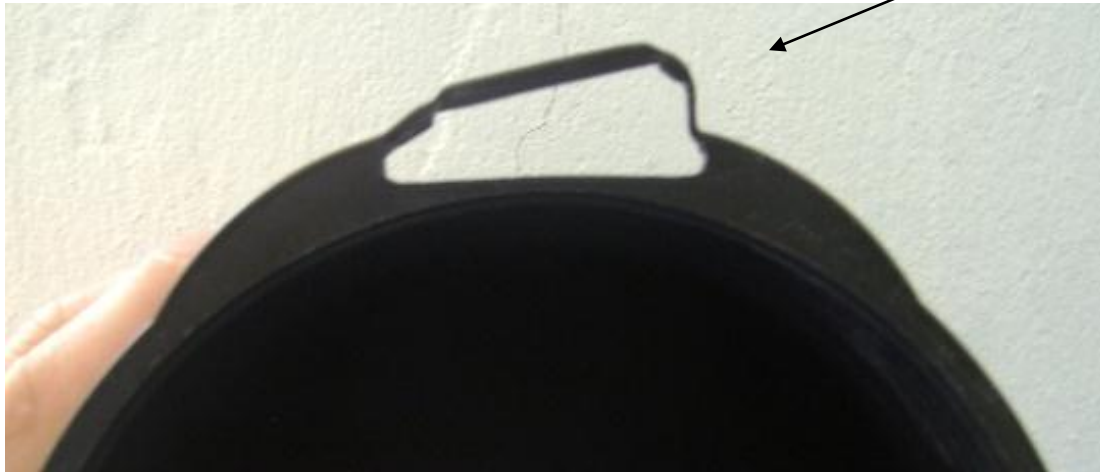


Ahora independiente de que el canalete este fijado a la corteza o no, se hace una prueba con una carga de 25kg para corroborar los puntos críticos y las cargas arrojadas por el software anteriormente. Esta prueba servirá solo para verificar la resistencia de los componentes. Ver imagen a continuación.



Aunque el recipiente no sufre ruptura queda lo suficientemente deformado como para no poderse usar mas. Ver imagen a continuación.

Deformación.



Conclusiones de la prueba

- Aunque los resultados que arrojo el software fueron relativamente acertados, siempre es necesario hacer las pruebas reales. El recipiente y el canaleta pudieron soportar juntos hasta 25 veces más la carga que va a soportar en el día a día (0.934kg), sin embargo cuando el canaleta esta adherido a la corteza solo puede soportar 5kg, esto es porque el pedazo de corteza que sostiene el canaleta no puede soportar todo el peso, rompiendo sus primeras capas.
- El peso real que pueden soportar el recipiente depende de la profundidad a la que este clavado el canaleta con sus dientes, mientras más profundo más adherencia, sin embargo no se debe clavar más de 6 mm porque toca el cambium y se generan daños.
- El canaleta y el recipiente pueden soportar 5kg (5 veces más el peso que puede almacenar el recipiente de látex), esto quiere decir que los productos pueden ser usados siempre y cuando no se supere esta carga.

Comparación de productos convencionales y nuevos diseños.

RALLADOR

Antes



- X Producto no especializado para la extracción de látex.
- X No es ergonómico.
- X No garantiza la profundidad de corte.
- X Tiene que ser usado por personas expertas para evitar daños en la corteza.
- X Requiere un aprendizaje previo.
- X La cuchilla es de fácil desgaste.

Después



- ✓ Mango ergonómico.
- ✓ Cuchilla intercambiable, doble filo y de acero de alto carbono.
- ✓ Se garantiza la profundidad de corte evitando daños en la corteza.
- ✓ Producto especializado en la extracción de látex.



RECIPIENTE Y CANALETE

Antes



- X Uso de elementos no especializados para la recolección.
- X El alambre se entierra en la corteza se oxida y produce daños en la vida útil del árbol.
- X El canalete no tiene un ángulo adecuado para que fluya el látex.
- X El montaje de los elementos es complicado requiere tiempo y puede ser inestable.

Después



- ✓ Resistente al impacto y la intemperie.
- ✓ Se elimina el uso del cable.
- ✓ El recipiente puede almacenar hasta 1 litro de látex.
- ✓ Los productos son especializados únicamente para la recolección y extracción de látex.
- ✓ Los productos fueron pensados para la interacción usuario-producto.
- ✓ Fondo semiesférico y ángulos para un fácil desmoldé del látex.
- ✓ El canalete posee ángulo con inclinación de 65° para que fluya el látex eficientemente.
- ✓ El canalete posee dientes para una fácil fijación al árbol.



Conclusiones Generales

- El rallador que se desarrollo garantiza una profundidad de corte de 2mm y un consumo de espesor de lámina cortada entre 1mm y 2mm, con esto se evitan daños en la corteza que disminuyen la vida útil del árbol. Este también es ergonómico y especializado en la extracción de látex contribuyendo a un aumento en la eficiencia, la productividad y la salud ocupacional del trabajador.
- El recipiente que se desarrollo es exclusivamente para el almacenamiento del látex, posee un fondo totalmente esférico, evitando que personas del sector se lleven estos recipientes para usos alimenticios, también posee pestañas y ranuras que facilitan la manipulación y fijación en el árbol.
- Con el Canaleta se logro eliminar el alambre que se usaba convencionalmente para la fijación del recipiente, este alambre tenía que partirse con cortafrío y envolver en el árbol, era una labor desgastante y compleja, que requiere tiempo y fuerza, además cuando el diámetro del árbol crece el alambre queda enterrado en la corteza ocasionando daños. Así que el nuevo canaleta se puede fijar fácilmente en la corteza con los dientes que posee, tiene un ángulo de inclinación que facilita el flujo del látex y adicional a esto tiene una pestaña en U que sujeta el recipiente.
- Con el Kit de extracción de látex que se diseño, se suple la necesidad tecnológica que tenían los pequeños productores de caucho, pues muchas veces ellos mismos construían sus propias herramientas porque no hay personas o empresas especializadas en el desarrollo de estos productos.
- Las pruebas de cargas y tensiones que se realizaron en Solid Works fueron muy acertadas en comparación con las reales, Esto confirma que hubo un buen proceso de diseño y los prototipos finales fueron construidos adecuadamente, soportando hasta 5 veces más del peso que va soportar si se llena completamente el recipiente con látex (984 gramos).

Bibliografía

1. **Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia**, ministerio de agricultura y desarrollo rural, proyecto transición de la agricultura, universidad nacional de Colombia grupo de investigación y desarrollo en gestión, productividad y competitividad biogestión, Bogota D.C 2009.
2. Agenda de investigación de cadenas productivas, boletín informativo ministerio de agricultura y desarrollo rural, dirección de desarrollo tecnológico y protección sanitaria – proyecto transición de la agricultura, octubre 2009.
3. Ministerio de agricultura y desarrollo rural, observatorio agrocadenas Colombia, la cadena del caucho en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005,
4. www.agronet.gov.co Estadísticas e información prospectiva del sector cauchero en Colombia.
5. http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ergonomi.htm Ergonomía para herramientas manuales.
6. <http://emilseagro.blogspot.com/2008/04/el-latex.html> Información y problemáticas del sector cauchero.
7. <http://www.paisrural.org/experiencias/paisrural/apoyo/apoyo.htm>