

**CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE VALOR PARA LA EXTRACCIÓN DE
HECOGENINA A PARTIR DE JUGO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE
BOYACÁ.**

LINA MARCELA GRANADOS CASTELLANOS



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D. C
2009**

**CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE VALOR PARA LA EXTRACCIÓN DE
HECOGENINA A PARTIR DE JUGO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE
BOYACÁ.**

LINA MARCELA GRANADOS CASTELLANOS

**DIRECTOR:
Ing. EMILO ARÉVALO**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D. C
2009**

Agradezco a mi familia que sin su apoyo y comprensión
No hubiera terminado con éxito este proyecto
Agradezco a mi Director Ing. Emilio por su ayuda para la
Realización de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

La Hecogenina es un precursor farmacológico útil en la preparación de medicamentos como la Prednisolona, para el tratamiento de deficiencias suprarrenales, enfermedades de piel, cuadros inflamatorios e impotencia, entre otros y para la fabricación de anticonceptivos orales, la cual puede extraerse del jugo del fique que se desecha durante el proceso de producción de la fibra.

El alto costo en el mercado mundial de esta sustancia, es un efecto del desbalance entre la demanda por parte de las industrias farmacéuticas de 9000 ton/año y la producción actual de aproximadamente 5000 ton/año, hecho que ha despertado el interés de los investigadores tanto nacionales como extranjeros, en el diseño de protocolos cada vez más racionales para su extracción.

El Departamento de Boyacá ocupa el sexto lugar en el país en producción de fique, pero no se aprovechan sus jugos, que son vertidos a las fuentes hídricas, generando contaminación y muerte de peces, debido a la toxicidad de las sapogeninas que estos contienen, a pesar de los esfuerzos de la cadena regional del fique y de los estudios realizados por investigadores de la UPTC, que derivarán próximamente en la puesta en funcionamiento de una planta de extracción de Hecogenina.

El presente proyecto se centró en la caracterización de la cadena de valor para la extracción de hecogenina a partir de jugo de fique en el departamento de Boyacá, como un aporte importante, para el manejo eficiente de los procesos propios de la industrialización de la Hecogenina, mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial en los campos de producción y logística.

La caracterización de la cadena de valor, identifica en forma global los requerimientos y las condiciones esenciales relacionadas con los costos y los medios que faciliten la estrategia de negocio de extracción de la hecogenina, para aprovechar mejor los recursos disponibles: humanos, físicos, tecnológicos y de conocimiento que actualmente se encuentran desarticulados.

Tomando como punto de partida el diagnóstico del estado actual de los cultivos de Fique y de la producción de Hecogenina en el Departamento de Boyacá, se propone la mejor ubicación de la planta para su extracción y se diseñan los procesos de: logística Interna, de producción, de logística externa, las actividades de apoyo de la cadena de valor para la producción de hecogenina a partir del jugo de fique y se determina la viabilidad financiera, mediante indicadores como PRI (Periodo de Recuperación de la inversión), VPN (Valor Presente Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).

Se considera que la presente propuesta brinda un significativo aporte a la cadena del fique en Boyacá, impactando positivamente en la población campesina, cultivadora de ésta planta y en una mitigación del impacto ambiental que se está generando a partir de los desechos del desfibrado.

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.1. ANTECEDENTES..... | 15 |
| 1.2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA | 16 |
| 1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 19 |
| 3. OBJETIVOS | 21 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL | 21 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 21 |
| 4. MARCO TEÓRICO..... | 22 |
| 4.1. CADENA DE VALOR | 22 |
| 4.1.1. DEFINICIÓN..... | 22 |
| 4.1.2. ACTIVIDADES DE LA CADENA DE VALOR | 22 |
| 5. SITUACIÓN ACTUAL..... | 24 |
| 5.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ..... | 24 |
| 5.1.1. GENERALIDADES DEL FIQUE..... | 24 |
| 5.1.2. COMPOSICIÓN DEL FIQUE | 25 |
| 5.1.3. JUGO DE FIQUE..... | 26 |
| 5.1.4. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ..... | 27 |
| 5.1.5. PROCESAMIENTO DEL FIQUE EN BOYACÁ..... | 28 |
| 5.1.6. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS Y SOCIALES DEL CULTIVO DE FIQUE EN BOYACÁ..... | 30 |
| 5.1.7. UBICACIÓN DE LOS CULTIVOS DE FIQUE EN BOYACÁ..... | 32 |
| 5.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE HECOGENINA..... | 34 |
| 5.2.1. GENERALIDADES DE LA HECOGENINA..... | 34 |
| 5.2.2. PRODUCCIÓN DE LA HECOGENINA | 35 |
| 5.2.3. PRODUCCIÓN DE LA HECOGENINA EN COLOMBIA | 35 |
| 5.2.4. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS Y SOCIALES DE LA PRODUCCIÓN DE HECOGENINA EN COLOMBIA | 36 |
| 6. PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA | 38 |
| 6.1. CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN | 38 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.2. | EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN..... | 38 |
| 6.3. | LOCALIZACIÓN PROPUESTA..... | 41 |
| 7. | DISEÑO DEL PROCESO DE LOGÍSTICA INTERNA | 44 |
| 7.1. | PROVEEDORES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN | 44 |
| 7.2. | PROCESO DE RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS | 44 |
| 7.2.1. | DESCRIPCIÓN GENERAL..... | 44 |
| 7.2.2. | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE RECEPCIÓN | 45 |
| 7.3. | PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS..... | 46 |
| 7.3.1. | DESCRIPCIÓN GENERAL..... | 46 |
| 7.3.2. | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS | 49 |
| 7.4. | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LOGÍSTICA INTERNA..... | 50 |
| 8. | DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN | 51 |
| 8.1. | CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN..... | 51 |
| 8.1.1. | FACTORES QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN | 51 |
| 8.1.2. | CAPACIDAD DE LA PRODUCCIÓN SEGÚN LA DISPONIBILIDAD LAS HOJAS DE FIQUE. | 52 |
| 8.2. | RECURSOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN..... | 53 |
| 8.2.1. | MAQUINARÍA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS | 53 |
| 8.2.2. | CONFIGURACIÓN PROPUESTA DE LA PLANTA..... | 58 |
| 8.2.3. | MATERIALES | 60 |
| 8.2.4. | DIAGRAMA DE PROCESO | 61 |
| 8.2.5. | CUANTIFICACIÓN MANO DE OBRA Y MAQUINARIA | 61 |
| 8.3. | PROCESO DE PRODUCCIÓN | 62 |
| 8.3.1. | DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN | 62 |
| 8.3.2. | DIAGRAMA DE BLOQUES PROCESO DE PRODUCCIÓN HECOGENINA..... | 64 |
| 8.3.3. | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO..... | 65 |
| 8.3.4. | BALANCE DE MATERIA..... | 66 |
| 8.4. | INVENTARIO..... | 70 |
| 9. | PROCESO DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN | 72 |
| 9.1. | PROCESO DE DISTRIBUCIÓN | 72 |
| 9.1.1. | ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO FINAL..... | 72 |
| 9.1.2. | CANAL DE DISTRIBUCIÓN | 73 |
| 9.1.3. | MÉTODO DE TRANSPORTE | 74 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 9.1.4. | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE HECOGENINA | 75 |
| 9.2. | COMERCIALIZACIÓN | 75 |
| 9.2.1. | PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE CORTISONA, HIDROCORTISONA, PREDNISONA Y PREDNISOLONA..... | 75 |
| 9.2.2. | PRINCIPALES INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS..... | 76 |
| 9.2.3. | PROCEDIMIENTO PARA LA EXPORTACIÓN | 77 |
| 9.2.4. | ASPECTOS IMPORTANTES PARA LA LOGÍSTICA EN CADA PAÍS | 79 |
| 9.3. | COSTOS DE TRANSPORTE PRODUCTO FINAL..... | 81 |
| 9.4. | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN ... | 82 |
| 10. | ACTIVIDADES DE APOYO CADENA DE VALOR | 83 |
| 10.1. | INFRAESTRUCTURA..... | 83 |
| 10.2. | DESARROLLO TECNOLÓGICO | 84 |
| 10.3. | RECURSOS HUMANOS | 84 |
| 10.4. | COMPRAS..... | 85 |
| 11. | CADENA DE VALOR PARA LA PRODUCCIÓN DE HECOGENINA..... | 87 |
| 12. | EVALUACIÓN FINANCIERA..... | 88 |
| 12.1. | FLUJO DE CAJA | 89 |
| 12.2. | INDICADORES DE DECISIÓN | 90 |
| 12.2.1. | VPN..... | 90 |
| 12.2.2. | PRI | 90 |
| 13. | CONCLUSIONES | 91 |
| 14. | RECOMENDACIONES | 93 |
| 15. | GLOSARIO..... | 94 |
| 16. | BIBLIOGRAFÍA..... | 96 |
| | ANEXOS | 101 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Principales Componentes del Fique | 25 |
| Tabla 2: Composición Química del Fique | 26 |
| Tabla 3: Áreas de fique sembradas por Departamento (has.) 2002-2008 Fuente: STN Cadefique Colombia – MADR, Feb. 2008. * Proyección. | 28 |
| Tabla 4: Rendimiento por departamento (Ton/ha) 2002-2008 Fuente: Cadefique Colombia – MADR y sus Comités Técnicos Regionales, Feb. 2008. * Proyección..... | 28 |
| Tabla 5: Municipios productores de Fique en el Departamento de Boyacá, según variedad, productores, Plantas y Semilleros..... | 32 |
| Tabla 6: Calificación Cualitativa para el desarrollo de la Ley de Pareto..... | 39 |
| Tabla 7: Distancias de Municipios y Costos de flete | 41 |
| Tabla 8: Costos Resultantes de Cada Iteración | 42 |
| Tabla 9: Relación de la distancia y costos de transporte de los municipios a Paipa..... | 42 |
| Tabla 10: Capacidad De Producción De Hecogenina En Boyacá | 52 |
| Tabla 11: Excedente De Capacidad Negativa | 52 |
| Tabla 12: Cantidad de Máquinas Para el Proceso de Producción..... | 62 |
| Tabla 13: Diagrama de flujo de Proceso..... | 65 |
| Tabla 14: Demanda Hecogenina de los 5 primeros años..... | 70 |
| Tabla 15: Principales Exportadores De Cortisona, Hidrocortisona, Prednisona, Prednisolona En Miles De USD..... | 76 |
| Tabla 16: Las 20 Empresas Más Importantes del Sector Farmacéutico. Fuente Forbes.com. | 76 |
| Tabla 17: Costo de Transporte desde Tunja a las diferentes Ciudades. | 81 |
| Tabla 18: Flujo De Caja Proyectado..... | 89 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 3: Definición de Actividades Primarias Fuente: Construcción propia | 23 |
| Cuadro 4: Definición de Actividades de Apoyo Fuente: Construcción propia. | 23 |
| Cuadro 1: Propiedades físicas de la Hecogenina Fuente: Business and Transaction Ci..... | 35 |
| Cuadro 5: Criterios de Decisión de Localización Elegidos | 38 |
| Cuadro 6: Calificación asignada a los Criterios de Localización elegidos. | 40 |
| Cuadro 7: Principales Proveedores para el proceso de extracción de Hecogenina..... | 44 |
| Cuadro 8: Condiciones de almacenamiento de las principales sustancias utilizadas para el proceso de extracción de Hecogenina | 48 |
| Cuadro 9: Factores Que Determinan La Capacidad de Producción | 51 |
| Cuadro 10: Características de los principales insumos utilizados en la extracción de Hecogenina..... | 60 |
| Cuadro 11: Cuantificación Mano de Obra..... | 62 |
| Cuadro 12: Indicadores de Gestión Proveedores | 86 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Diseño de la Cadena de Valor | 22 |
| Ilustración 2: Reglamentación ambiental de los cultivos de fique | 30 |
| Ilustración 3: Ubicación geográfica de las principales zonas figueras del departamento de Boyacá | 33 |
| Ilustración 4: Molécula de Hecogenina..... | 34 |
| Ilustración 5: Proceso general de extracción de la hecogenina | 35 |
| Ilustración 6: Diagrama de Pareto: Criterios de Localización..... | 40 |
| Ilustración 7: Mapa Departamento De Boyacá, Municipios utilizados para el Estudio. | 43 |
| Ilustración 8: Diagrama de flujo Proceso de recepción | 45 |
| Ilustración 9: Diagrama De Flujo Del Proceso de Almacenamiento..... | 49 |
| Ilustración 10: Diagrama de flujo del Proceso de Logística Interna..... | 50 |
| Ilustración 11: Máquina Desfibradora De Alimentación Continua. | 53 |
| Ilustración 12: Tanque Fermentador | 54 |
| Ilustración 13: Reactor de hidrólisis..... | 54 |
| Ilustración 14: Tanque Separador | 55 |
| Ilustración 15: Sistema Separación Y/O Recristalización. Embudo De Separación..... | 56 |
| Ilustración 16: Sistema De Separación Y/O Recristalización | 56 |
| Ilustración 17: Diseño Planta de Producción y Bodega Diseñado Por Wilson Rozo Investigador UPTC..... | 58 |
| Ilustración 18: Diseño Laboratorio de Purificación y Extracción. Diseñado Por Wilson Rozo Investigador UPTC..... | 59 |
| Ilustración 19: Diagrama De Proceso | 61 |
| Ilustración 20: Diagrama de Bloques Proceso de Producción Hecogenina | 64 |
| Ilustración 21: Datos Iniciales Balance de Materia | 66 |
| Ilustración 22: Fase 1 proceso de producción: Desfibrar, Filtrar | 66 |
| Ilustración 23: Fase 2 proceso de producción Fermentar, Decantar | 67 |
| Ilustración 24: Fase 3 proceso de producción: Hidrolisis, Neutralizar, filtrar, Lavar y Secar .. | 68 |
| Ilustración 25: Fase 4 proceso de producción, Extraer, Purificar, Separar, Recristalizar..... | 69 |
| Ilustración 26: Desecador..... | 72 |
| Ilustración 27: Canal directo de Distribución | 73 |
| Ilustración 28: Distribución de la Hecogenina | 74 |
| Ilustración 29: Diagrama De Proceso De Distribución De Hecogenina | 75 |
| Ilustración 30: Trámites de Exportación frente a las Autoridades..... | 77 |
| Ilustración 31: Documentos que Soportan La Exportación..... | 78 |
| Ilustración 32: Proceso de Despacho Mercancía | 79 |
| Ilustración 33: Diagrama de Flujo Del Proceso De Distribución Y Comercialización | 82 |
| Ilustración 34: Organigrama. Fuente Autora. | 85 |
| Ilustración 35: Cadena De Valor Para La Producción de Hecogenina | 87 |

ANEXOS

| | |
|--|-----|
| ANEXO 1: EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN..... | 101 |
| ANEXO 2: DIAGRAMA DE PARETO MUNICIPIOS PRODUCTORES DE FIQUE DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. | 102 |
| ANEXO 3: LOCALIZACIÓN PROPUESTA..... | 103 |
| ANEXO 4: FORMATO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES..... | 107 |
| ANEXO 5: FORMATO DEVOLUCIÓN Y FORMATO DESECHO..... | 108 |
| ANEXO 6: DATOS BALANCE DE MATERIA..... | 110 |
| ANEXO 7: INFORMES ESTADÍSTICOS DE COMERCIO MUNDIAL / INFORME GENERAL PRODUCTO- PAÍS, PRODUCTO CORTISONA, HIDROCORTISONA, PREDNISONA (DEHIDROCORTISONA) Y PREDNISOLONA (DEHIDROHIDROCORTISONA)..... | 112 |
| ANEXO 8: ¿QUÉ HACER PARA EXPORTAR? | 123 |
| ANEXO 9: FORMULARIO 02. MINISTERIO DE COMERCIO | 126 |
| ANEXO 10: COTIZACIONES TRANSPORTE POR FEDEX.COM..... | 128 |
| ANEXO 11: DESCRIPCIONES DE CARGO..... | 133 |
| ANEXO 12: INFORMACIÓN EVALUACIÓN FINANCIERA..... | 142 |

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

La Hecogenina es una sapogenina esteroideal con una estructura glicosídica, que en forma natural, se encuentra en una gran diversidad de plantas, entre ellas el fique. La literatura reporta el desarrollo de varios métodos para su extracción, generalmente basados en la solubilidad en solventes tales como agua, metanol y n-butanol entre otros¹. En general el proceso se realiza en cinco etapas fundamentales: Extracción del glicósido, Hidrólisis, Purificación, Identificación de la sapogenina y Preparación de un derivado (Di – Acetato).

A finales de la década de los 30, el investigador Russell E. Marker, quien estudiaba sobre las sapogeninas y su estructura molecular, descubrió la gran semejanza que existía con la progesterona humana. Al hacer este hallazgo Marker, ideó una metodología para la degradación de las sapogeninas en progesterona, la cual es llamada “la degradación de Marker”. Ésta metodología ayudó por primera vez a hacer la producción masiva de hormonas esteroidales (cortisona, prednisona, testosterona, estrógenos, etc.)²

En la década de los 40, en México se lograron producir por primera vez 5 libras sintetizadas de progesterona pura provenientes de raíces y tubérculos, ésta producción equivalía a la mitad de la producción mundial de ese entonces. (Gerald, 2002).

Diversos estudios han demostrado que la planta del fique contiene altos niveles de sapogeninas esteroidales, presentes en el jugo, resultado del proceso de extracción de la fibra (cabuya)^{3 4}. El cultivo de fique en Colombia, es un importante renglón de la economía, debido a que la fibra, es una materia prima fundamental para la industria artesanal. Los cultivos de fique, han venido en aumento de forma vertiginosa, dada la concordancia entre las características del medio ambiente colombiano (clima, suelo, etc.) y los requerimientos de la especie para su crecimiento y desarrollo.

Entre los años 60 y 70 la producción de fique se duplicó por el crecimiento acelerado de las exportaciones de productos agrícolas como el café y la consecuente demanda de fibra para los empaques. Surgió así, la necesidad de crear una cadena productiva para aumentar la sostenibilidad y eficiencia del sector, a nivel nacional e internacional⁵.

¹ PALACIO, 1974; GUTIÉRREZ, 1978; TORIJANO 1980; URREGO, 2003; GAVIRIA 2004; entre otros

² ACEVEDO Y BAYONA. Extracción, purificación y determinación de posibles sapogeninas esteroidales presentes en el *Solanum Sycophanta*. Proyecto de grado. Medellín: Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de Procesos. 2005

³ RUBBER, N. V. 1960 Cultiv. Mij Ámsterdam. Informe al MINSAP. México. Dirección de Desarrollo, 11p.

⁴ OTERO B. R., 1993. El cultivo del henequén (*Agave fourcroydes*, Lem) como planta textil y su aprovechamiento integral.

⁵ 2002 Secretaría De Desarrollo Agropecuario Y Fomento Económico. Comité Cadena Productiva Del Fique. Departamento Del Cauca

Desde 1983 la Investigadora Colombiana, Rosabel Segura⁶ experimenta con los jugos de fique con el fin de industrializar los principios activos allí contenidos. La primera conclusión de su estudio fue que solamente el 4% de la planta del fique es utilizada mientras que, el 96% restante es literalmente “botado a la basura”. Luego descubrió los altos volúmenes de Hecogenina y Tigogenina (sapogeninas esteroideas) contenidos en el jugo. Como resultado final de su investigación, reporta que a partir de un litro de lama de jugo de fique, se logran obtener 2 gramos de Hecogenina más Tigogenina.

La Cadena del fique en Boyacá, liderada por la Secretaría de Fomento departamental, participó el 26 de abril de 2004, MADR con el apoyo de Corpoica y del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, en la elaboración de un acuerdo, con 21 entidades públicas y privadas, con el fin de consolidar y fortalecer la cadena del fique, priorizando estrategias como son: a). Nuevas siembras de fique y ampliación de mercados de sus productos, estrategia en la cual se busca promover la certificación de los productos de fique dentro del Programa de Mercados Verdes que impulsa el MAVDT; b). Mejorar la productividad y competitividad del cultivo de fique; c). Disminuir los costos de transacción entre los distintos agentes de CADEFIQUE; d). Desarrollar alianzas estratégicas; e). Mejorar la información entre los agentes de CADEFIQUE; f). vincular a los pequeños productores y empresarios a CADEFIQUE; g). Formar el recurso humano; h). Realizar investigación y desarrollo tecnológico; e i). Manejar los recursos naturales y el ambiente, cuya estrategia es la de firmar Convenios de Producción Limpia con las Corporaciones Autónomas Regionales como las de: Boyacá (CORPOBOYACÁ y CORPOCHIVOR)⁷.

1.2.INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

Dentro de la industria Farmacéutica la Hecogenina juega un rol muy importante por ser un principio activo, base en la fabricación de cientos de medicamentos para el tratamiento de afecciones tales como: deficiencias suprarrenales, enfermedades de piel, cuadros inflamatorios e impotencia, entre otros y para la fabricación de anticonceptivos orales⁸.

En el mercado internacional, es muy apetecida debido a que la demanda mundial es de alrededor de 9000 ton/año y los países productores, solo alcanzan a cubrir el 44% de la demanda, es decir aproximadamente 4000 ton/año. Colombia por su parte solo tiene capacidad para producir 500 toneladas de Hecogenina al año⁹, esto indica que el mercado está altamente insatisfecho.

La industria química y farmacéutica es de especial importancia para Colombia. En 2007, el sector de productos químicos básicos y elaborados, creció 5,42%¹⁰. Específicamente, el sector de fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y

⁶ Exprimiendo fique, María Claudia Rojas R. UN Periódico – Bogotá. 2004, <http://www.biodiversityreporting.org/article.sub?docId=8235&c=Colombia&cRef=Colombia&year=2004>

⁷ Guía Ambiental subsector Fiquero. Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Min. Agricultura y Desarrollo Rural. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. Cadena Productiva Nacional del Fique – CADEFIQUE. Comités Técnico y Directivo Nacionales y regionales de CADEFIQUE. 2006.

⁸ BIRBAL SINGH,* TEJ K. BHAT, AND BHUPINDER SINGH. 2003 Potential Therapeutic Applications of Some Anti-nutritional Plant Secondary Metabolites. J. Agric. Food Chem., 51 (19), 5579 -5597, 2003. 10.1021/jf021150r S0021-8561(02)01150-0

⁹ Fuente: CARCE Nariño - Sector Fique, 2008

¹⁰ Fuente: DANE. Cuentas Nacionales trimestrales

productos botánicos genera alrededor del 4% del valor agregado de la industria manufacturera (US\$804 millones), con una producción bruta de USD\$1.263 millones¹¹.

Dada la importancia económica y social del fique para Colombia, el Ministerio de agricultura y desarrollo rural ha conformado y fortalecido la cadena del fique a través del observatorio de agro-cadenas, el cual reporta que en el sector primario la producción de fique genera en promedio cerca de 11.200 empleos anuales directos en más de 17.000 Has., distribuidas en diferentes departamentos del país.

De acuerdo a cifras de la EAM del Departamento Nacional de Estadística –DANE-, en el año 2004 la industria nacional consumió 9.470 toneladas métricas (Tm.) de fibra de fique (cabuya) que corresponde al 52% de la producción nacional durante ese año. Se estima que la producción restante sirvió para abastecer la industria de artesanías.

La cadena del fique se define por los siguientes eslabones: fibra, bagazo y jugos en el eslabón primario; hilados, cordelería y tejidos en el eslabón intermedio; y empaques, tejidos terminados, artesanías, agro textiles, biomantos, papel, aglomerados, Hecogenina, Tigogenina y alcohol, entre otros en el eslabón final.

Los actores que conforman la cadena en sus diferentes eslabones son entre otros: productores primarios de fique, artesanos fiqueros, empresas transformadoras de fibra de fique, entre las que se cuentan: ECOFIBRAS Ltda., Compañía de Empaques S.A. , Coahílados del Fonce Ltda., Empaques del Cauca S.A. , Hilanderías Colombia Ltda., Industrias Spring S.A., Laboratorios Rophson Therapeutics Ltda.; consumidores de fique (FEDEPAPA, FENALCE, FEDEARROZ, Y FEDERACAFE); Colchones Spring (usa fibra corta de fique y mota de fique), instituciones de apoyo como universidades, centros de investigación y los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural, Comercio; Industria y Turismo, Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Protección Social, El Servicio, Nacional de Aprendizaje (SENA)¹².

El Departamento de Planeación Nacional, con el Departamento de Boyacá dentro de la Agenda Interna Para La Productividad y la Competitividad¹³, ven la necesidad de aprovechar los cultivos de fique, no solo para la expansión de la industria artesanal (fabricación de empaques naturales) sino también para la explotación de los productos que son de gran utilidad en la industria farmacéutica y en la industria energética.

Entre las necesidades para desarrollar la cadena del fique se destacan¹⁴:

¹¹ Fuente: DANE. Encuesta Anual Manufacturera (EAM) 2005. Tasa de cambio promedio 2005: 2.320,77 pesos por dólar.

¹² La Cadena Del Fique En Colombia. Una Mirada Global De Su Estructura Y Dinámica. 1991-2005 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Bogotá, Colombia, noviembre de 2006.

¹³ Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad, Documento regional, Boyacá, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, junio 2007, Pág. 22

¹⁴ Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad, Documento regional, Boyacá, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, junio 2007, Pág. 35

- El desarrollo de tecnología para el diseño y oferta de maquinaria agroindustrial aplicada en la extracción y procesamiento de las sustancias farmacéuticas y alcoholes carburantes.
- Montaje de una planta extractora de hecogenina y alcoholes carburantes.
- Montaje de un centro de acopio regional y beneficiadero de fique.
- Investigación sobre las variedades del fique para identificar componentes, productos, subproductos, calidades y cantidades.

1.3.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta que en el mercado de Hecogenina, en el mundo faltan alrededor de 4000 ton/año y la importancia que este compuesto tiene en la industria farmacéutica, sumadas al desaprovechamiento de la materia prima para su obtención, en más de 357 toneladas de jugo/ año y que podrían aportar aproximadamente el 2% de Hecogenina al faltante mundial, si se aprovechara el jugo resultante de la totalidad de la producción de fique en Boyacá. Se vio la necesidad de diseñar la cadena valor enfocada a las actividades primarias requeridas para la obtención de la hecogenina a partir del jugo de fique. Lo que da lugar a responder la pregunta **¿CÓMO DEBE SER CARACTERIZADA LA CADENA DE VALOR PARA LA PRODUCCIÓN DE HECOGENINA A PARTIR DE JUGO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ?**

2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con las estadísticas de las cadenas productivas del Departamento de Planeación Nacional (DPN), se observa que en 2007 las exportaciones de diversos principios activos ascienden a USD\$ 2.460.932¹⁵, y la producción a \$11.667 mil millones de pesos. En cuanto al empleo, este sector en 2005 generó 21.300 puestos de trabajo, representando un 3,6% del empleo industrial en ese año¹⁶.

Por otra parte para el cultivo de fique en Colombia, en 2005 se dedicaron 17.513 hectáreas, con una participación del 0,83% del área total de cultivos permanentes y 0,46% del área sembrada en todo el territorio nacional. Aún así con estos porcentajes, el volumen de producción de fique aumentó en 1.5% y el rendimiento promedio por hectárea en un 2.1%¹⁷. El subsector Fiquero en 2008 presentó una balanza comercial positiva, que indica que exportar es sostenible, y se puede ampliar y explorar más el mercado externo de empaques y de los demás subproductos del fique¹⁸.

En 2007, el Departamento de Boyacá ocupó el sexto puesto en los departamentos productores de fique, dedicando solamente 527 hectáreas¹⁹ a los cultivos, con un rendimiento de 1.01 Ton/Ha²⁰, por tanto produjeron 532.27 Toneladas de Fique. Con base en la información sobre el desecho del 96 % de la planta, compuesto por el 30% de bagazo y el 70% del jugo el cual es el que se utiliza para la obtención de la hecogenina, pero el jugo solamente compone el 70% de ese 96%, quiere decir que en el 2007 se hubieran podido utilizar 357. 68 Toneladas de jugo, lo cual equivaldría a 350.672 litros de jugo (Densidad del jugo²¹ 1,02 Kg. / l.). Si por cada litro se pueden obtener en promedio 0,272 gramos de Hecogenina pura²², para la producción total de jugo del año tomado como base para el cálculo, se hubieran obtenido 95.382,78 gr. de Hecogenina, la cual en el mercado internacional ésta valorada en \$USD 189.45²³ cada gramo. Como conclusión en el año 2007 se dejaron de percibir en el departamento de Boyacá, aproximadamente \$18 millones de dólares, por éste renglón.

¹⁵Fuente: DIAN-DANE.

<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/DesarrolloEmpresarial/Competitividad/Estad%C3%ADsticas/tabid/234/Default.aspx>

¹⁶ Ibídem: Incluye propietarios, socios, familiares, personal permanente y temporal contratado directamente por el establecimiento o a través de agencias.

¹⁷ LA CADENA DEL FIQUE EN COLOMBIA UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA 1991-2005, Agrocadenas, 2006

¹⁸ Cadena Agroindustrial del Fique CADEFIQUE. 2008. Pág.6

¹⁹ Fuente: STN Cadefique Colombia – MADR, Feb. 2008.

²⁰ Fuente: Cadefique Colombia – MADR y sus Comités Técnicos Regionales.

²¹ Guía Ambiental del Subsector Fiquero, Segunda Edición, Cadena Productiva Nacional del fique – CADEFIQUE, Enero 2006. Pág. 27

²² Consolidación de la cadena productiva de fique en el municipio de pueblo rico departamento de Risaralda, Fundación Codesarrollo, Agosto 2006

²³ Fuente: Advance Scientific and Chemical Inc. 2006

La caracterización de la cadena de valor para la extracción de la hecogenina dará en forma global los requerimientos y condiciones esenciales para aprovechar mejor los recursos disponibles, que se están desperdiciando por desconocimiento del tema, sin contar con la solución al problema ambiental que generan los beneficiaderos del fique.

Adicional al positivo impacto económico al sector industrial, incipiente aún en este renglón, que se generará con la presente propuesta, están los aportes desde el aspecto medioambiental y social.

En Colombia, los residuos sólidos y líquidos que se obtienen como subproductos del beneficio del fique y que constituyen el 96% del material, son utilizados por algunos agricultores como abonos, dejándolos regados en el área de cultivo, o simplemente desechados a los ríos o quebradas, convirtiéndose así en factores contaminantes del medio ambiente y de las corrientes de agua, debido principalmente a la alta toxicidad de las sapogeninas presentes, es aquí donde el proyecto presenta un gran aporte a la disminución del problema ambiental actual.

El aporte social del proyecto, se sitúa en la población campesina boyacense, se estima que 608.899 personas viven en el campo²⁴, y las necesidades básicas insatisfechas de esta población rural del 49% cercano al promedio nacional del 53.53% y niveles de discapacidad del 8.8%, muy por encima del promedio nacional (6.3%). Y es de anotar que a los fiqueros por tonelada de fique solamente les pagan alrededor de \$ 1.373.000 pesos (Precio por Kg. \$1373)²⁵ El aporte para los investigadores de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Tunja (Boyacá) quienes participan en el programa de Agrocadenas – Cadena del Fique a y a la Secretaría de Fomento del Departamento de Boyacá, principalmente, quienes dispondrían de un soporte fundamental para el manejo eficiente de los procesos propios de la industrialización de la Hecogenina, para cumplir con su compromiso social de apoyar a las comunidades vulnerables.

Desde el aspecto académico la aplicación de herramientas de ingeniería industrial en los campos de producción y logística, pueden facilitar y hacer posible la caracterización de la cadena estratégica de valor para que posteriormente se puedan desarrollar proyectos de ésta índole con el fin de mejorar la productividad de una empresa y/ o sector.

²⁴ Fuente DANE, consolidado de julio 2005.

²⁵ CRUZ H., Daniel STN CADEFIQUE, CADENA AGROINDUSTRIAL DEL FIQUE, 2008.

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

CARACTERIZAR DE LA CADENA DE VALOR PARA LA EXTRACCIÓN DE HECOGENINA A PARTIR DE JUGO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un Diagnostico de la Situación Actual de los cultivos de Fique y de la producción de Hecogenina en el Departamento de Boyacá.
2. Determinar la posible ubicación de la(s) planta(s) de producción de Hecogenina en el Departamento de Boyacá.
3. Diseñar del Proceso de logística Interna para la producción de hecogenina.
4. Diseñar del proceso de producción de hecogenina a partir del jugo de fique.
5. Diseñar del proceso de logística externa de la hecogenina
6. Diseñar las actividades de apoyo de la cadena de valor para la producción de hecogenina a partir del jugo de fique
7. Determinar la viabilidad financiera de la producción de hecogenina en el Departamento de Boyacá mediante indicadores como PRI (Periodo de Recuperación de la inversión), VPN (Valor Presente Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno)

4. MARCO TEÓRICO

Para establecer la cadena de valor de la producción de hecogenina a partir del jugo de fique es necesario conocer acerca del compuesto, de donde provienen, los procesos relacionados, etc., adicionalmente se deben conocer los eslabones de la cadena de valor enfocados principalmente en las actividades primarias (aprovisionamiento, producción y distribución).

4.1. CADENA DE VALOR

4.1.1. DEFINICIÓN

La cadena de valor se utiliza para entender la posición de una empresa con relación a sus costos e identificar los medios para facilitar la estrategia de negocio planteada por la empresa. Básicamente se compone de actividades primarias y actividades de apoyo.

Las actividades primarias son aquellas que intervienen en la elaboración del producto, su distribución, venta y servicio posterior a la venta. Las actividades de apoyo, buscan fundamentalmente, ayudar a que las actividades primarias se logren con éxito. Entre ellas se encuentran: la infraestructura de la empresa, la administración de Recursos Humanos, el desarrollo tecnológico y las compras.

En la siguiente ilustración se muestra la integración de los elementos de la cadena de valor.



Ilustración 1: Diseño de la Cadena de Valor

4.1.2. ACTIVIDADES DE LA CADENA DE VALOR

La cadena de valor²⁶ muestra la forma en que el producto varía de etapa a etapa, hasta llegar a manos del consumidor final. En una economía de escala global, uno de los eslabones más importantes de la cadena, es el del recurso humano que tiene información sobre el cliente.

Para evaluar el comportamiento de las actividades primarias es prioritario hacer una revisión de las siguientes actividades:

| ACTIVIDAD | DEFINICIÓN |
|-----------------------------|---|
| LOGÍSTICA DE ENTRADA | Manejo de materiales Almacenaje Control de Inventarios |
| LOGÍSTICA DE SALIDA | Actividades que se desarrollan para reunir y almacenar el producto final y distribuirlo a sus clientes. |
| OPERACIONES | Actividades necesarias para que los insumos de logística interna sean convertidos en su forma final |
| MERCADEO Y VENTAS | Actividades que permitan ofrecer al mercado el producto |
| SERVICIO | Actividades que se buscan mantener o mejorar el producto. |

Cuadro 1: Definición de Actividades Primarias Fuente: Construcción propia

Para evaluar el comportamiento de las actividades de apoyo se hace la revisión sobre:

| ACTIVIDAD | DEFINICIÓN |
|---|---|
| ADQUISICIONES | Compras de Materias Primas, Insumos y Equipos y herramientas. |
| DESARROLLO TECNOLÓGICO | Investigación sobre el desarrollo del producto Desarrollo de equipos Desarrollo de procesos de producción |
| ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HUMANOS | Actividades de reclutamiento, contratación, capacitación, y desarrollo del personal |
| INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA | Administración general, planeación, finanzas, contabilidad, apoyo jurídico. |

Cuadro 2: Definición de Actividades de Apoyo Fuente: Construcción propia.

²⁶ Hitt. Michael A. Strategic management: competitiveness and globalization: concepts and cases, Ed. 7, ed. 2007, pág. 89, 90, 91

5. SITUACIÓN ACTUAL

5.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

5.1.1. GENERALIDADES DEL FIQUE

El Fique²⁷ (*Furcraea* spp.), es una planta grande, de tallo erguido, su altura varía entre 2 y 7 m, densamente poblado de hojas de color verde, en forma radial, largas (1 a 3 m), angostas (10 y 20 cm), carnosas, puntiagudas, acanaladas, y dentado - espinosas, en algunas variedades, presentando líneas o estrías tenues de unos 3 mm., de largo.

Su flor es de color blanco verdoso, llamada magüey o escapo, sólo florece una vez en su ciclo de vida y luego le sobreviene la muerte. Las semillas germinan en la misma planta y sus propágulos (bulbillos) caen ya formados al suelo por lo que se considera al fique una planta vivípara (Mahecha V., G. E. et. al, 2004). Crece de 800 a 2.5000 m.s.n.m.

Pueden encontrarse plantas con más de 50 años de edad, pero su periodo típico de vida varía entre 10 y 20 años. Poseen gran cantidad de raíces que se expanden y enraízan profundamente haciéndola una planta anti erosiva. Su vida útil (producción de fibra, jugos, etc.) comienza entre los 3 y 6 años, dependiendo de las condiciones que enfrente.

La fibra es dura, fina, brillante y blanca; la producción normal es de 2 libras al año por planta con producciones excepcionales de 6 a 12 libras al año. El promedio general de largo es de 127.3 cm., con límites extremos de 75 a 380 cm.

El tipo de fibra y su calidad varían de acuerdo al microclima. La resistencia a tracción, elongación, fineza y otras características físicas dependen de la especie, variedad, suelo, clima y beneficio dado a la hoja. La resistencia a putrefacción aumenta en la fibra correctamente lavada. Hojas muy jóvenes contienen fibra más débil y las muy maduras se pudren más fácilmente.

Las variedades principales de fique son: Cenizo, Espinoso, Castilla o Borde de oro y Sisal. Otras variedades son: Cabuya verde, Uña de águila, Negra común, Chachagueña, Genoa, Tunosa común, Jardineña, Espadilla y Rabo de chucha²⁸.

Con relación al cultivo, el fique crece en casi todos los climas, con ciertas condiciones para su buen desarrollo y alta productividad. El número y tamaño de las hojas, la cantidad y

²⁷ Guía Ambiental del Subsector Fiquero, Segunda Edición, Cadena Productiva Nacional del fique – CADEFIQUE, Enero 2006. Pág. 21

²⁸ Cadena Productiva Del Fique. Departamento Del Cauca. Secretaria De Desarrollo Agropecuario Y Fomento Económico. Comité 2002

calidad de la fibra dependen del suelo, condiciones de luz, temperatura y precipitación pluvial.

Las condiciones óptimas para el cultivo son:

Temperatura: 19º C hasta 23 º C.

Altura sobre el Nivel del Mar: 1.300 m.- hasta 1.900 m.

Precipitación Pluvial Anual: 1.000m.m. - 1.600 m.m.

Luminosidad: 5-6 Horas diarias de sol

Suelo: Seco, silico - arcilloso – poroso y con un pH de 5.5 a 7.

El fique, al ser una planta rústica, se adapta a varias condiciones ecológicas y se le conoce equivocadamente como planta de suelos malos y pobres que no sirven para agricultura. Contrario a esta creencia popular, el fique es rehabilitador de suelos erosionados y faltos de materia orgánica. La tierra atravesada por las raíces se enriquece con nitrógeno y la convierte en tierra agrícola de primera clase. Generalmente los cultivos se encuentran en tierras quebradas, no muy planas ni terrenos escarpados. Hay diversas formas de propagación del fique, las más usadas son por bulbillos, hijuelos, semilla sexual y meristemos²⁹.

5.1.2. COMPOSICIÓN DEL FIQUE

| COMPONENTE | PORCENTAJE EN LA HOJA | PORCENTAJE ÚTIL | USOS |
|---------------|-----------------------|-----------------|--|
| Fibra | 5 | 4 | En la industria textil, empaques, cordeles, artesanal (decorativas utilitarias y terapéuticas), Aglomerante (desarrollo de nuevos materiales). |
| Jugo | 70 | 40 | Bioenergía (biodiesel, etanol, biogas); Bebidas (fermentadas: pulque, alcohólicas: Tequila y tapetuzá); Moléculas: Ácidos grasos y sapogeninas: Hecogenina y Tigogenina. |
| Estopa | 8 | 3 | Pulpa de papel |
| Bagazo | 17 | 10 | Material de construcción, abonos y fertilizantes |

Tabla 1: Principales Componentes del Fique

²⁹ Guía ambiental del Subsector Fiquero. CADEFIQUE. Ministerio De Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Segunda edición 2006.Pág.13.

| Fibra | | Jugo | Bagazo | |
|-------------------------|-------|------------------|------------------------|---------|
| Cenizas | 0.7% | Clorofila | Cenizas | 12,2% |
| Celulosa | 73.8% | Carotenoides | E. E | 3,6% |
| Resinas, ceras y grasas | 1.9% | Saponinas | Proteína | 9,8% |
| | | Azucares | Elementos Nitrogenados | 71,3% |
| Lignina | 11.3% | Resinas | Calcio | 21,7% |
| Pentosanos | 10.5% | Flavonoides, | Fósforo | 0,1% |
| | | Ácidos Orgánicos | Magnesio | 0,2% |
| TOTAL | 98.2% | Alquitranes | Fósforo | 1,8% |
| | | Agua | sodio | 0,4% |
| | | Lignina | Cobre | 14 ppm |
| | | Calcio | Hierro | 647 ppm |
| | | Lipoides | Manganeso | 33 ppm |
| | | Fósforo | Zinc | 17 ppm |

Tabla 2: Composición Química del Fique³⁰

5.1.3. JUGO DE FIQUE

Del desfibrado, queda un 96% de residuos y subproductos que en general se desechan. El jugo³¹ constituye el 70%, del cual hasta el 40% se puede extraer por prensado. Este es una suspensión con características variables, dependiendo de la edad, la estación del año y la fertilidad del suelo. De color verde ocre, olor característico fuerte, y es muy corrosivo. Su densidad media a escala experimental es de 1.02 Kg. /L y su pH varía entre 4 y 5.

Sus constituyentes se conocen en forma cualitativa, siendo los principales:

- 85% humedad.
- 6% celulosa. (D-glucosa)
- 8% parte orgánica y amorfa (Con sacarosa, proteínas, nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, saponinas y sapogeninas).
- 1% Minerales.

Diversas investigaciones fitoquímicas, reportan que el jugo de fique contiene cantidades apreciables de: Oxalato de calcio, saponinas, esteroides, triterpenos, alcaloides, cumarinas quinonas³², hecogenina, tigogenina, β -sitosterol, ácidos grasos (cáprico, láctico, mirístico, palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linoléico)³³, esfingosina-1-fosfato SSP³⁴, Ubiquitin y Proteasome³⁵

³⁰ Guía Ambiental del Subsector Fiquero, Segunda Edición, Cadena Productiva Nacional del fique – CADEFIQUE, Enero 2006. Pág. 25

³¹ Guía Ambiental del Subsector Fiquero, Segunda Edición, Cadena Productiva Nacional del fique – CADEFIQUE, Enero 2006. Pág. 27

³² García et al, 1995

³³ Zuluaga et al., 1987

³⁴ Toman et al., 2001

³⁵ Wojcik, 2000

5.1.4. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE FIQUE EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

La agricultura es uno de los renglones más importantes de la economía de Colombia y en especial del Departamento de Boyacá. El Cultivo de fique, hace parte de los cultivos permanentes, caracterizándose por ser uno de los más tradicionales del país. La planta crece donde el clima es tropical durante todo el año. La temperatura ideal es entre los 19°C y 23°C, la humedad relativa 50 y 70% y unas precipitaciones anuales entre los 1000 y 1600 mm y una luminosidad promedio entre 5 y 6 horas diarias.

Dadas las características del clima, en Colombia las zonas más indicadas son la zona cafetera, Huila, Magdalena, Nariño, Cauca y Boyacá.

Las modalidades de siembra en el país son: dispersa, asociada y compacta. La dispersa, predominante en Boyacá, es aquella en la que la distancia entre planta y planta no es uniforme y generalmente son utilizadas como linderos; la asociada se cultiva en surcos aislados para que entre estos se cultiven productos tales como: maíz, frijol, papa y etc., y el tipo compacto es en el que se dedica una superficie enteramente a la explotación de fique.

En el Departamento de Boyacá, el cultivo de fique representa el 0,02%³⁶ de los cultivos permanentes y se cultivan solamente tres variedades: “Borde de Oro”, “Cenizo” y “Uña de Águila”.

La variedad “Borde de Oro” es caracterizada por el brillo verde en la parte superior de sus hojas, adicionalmente tiene un borde amarillo y espinas. Tiene una vida productiva larga pero su cultivo es más exigente en cuanto a las características del suelo en donde se cultivan y a son los cuidados adicionales que requiere; la calidad y el rendimiento de sus hojas son mayores que en el resto de variedades. Las altitudes ideales para su cultivo se encuentran entre los 1200 y 1300 m.s.n.m y la temperatura entre los 20°C a 23°C. Los municipios del Departamento de Boyacá que cultivan esta variedad son principalmente Garagoa, San Pablo de Borbur y Úmbita.

La variedad “Cenizo”, tiene hojas de color verde brillante en el haz y en la parte posterior un color grisáceo o cenizo. La calidad de su fibra la hace muy apetecida para la artesanía. La altitud ideal para su cultivo es entre los 1500 y 2000 m.s.n.m. Los municipios del departamento que la cultivan especialmente son Chinavita y Pachavita.

“Uña de Águila”, es la tercera variedad cultivada en Boyacá, se diferencia por un pequeño aguijón que tienen en la punta de las hojas. Sus hojas presentan un color verde claro y las espinas de los bordes son encorvadas. Se cultiva entre los 1200 y 2000 m.s.n.m y es la variedad que tiene mayor presencia en los municipios de: Tinjacá, Covarachía, Tipacoque, Susacón, Soatá, Garagoa, Guacamayas, San Mateo, Santa Sofía, Buena Vista, Sáchica, Sativanorte, Chiscas, Panqueba y El Espino.

³⁶ Agenda interna para la productividad y la competitividad documento regional Boyacá, D. N. P. pág. 14

| DEPARTAMENTO | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008* |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Antioquia | 766 | 776 | 796 | 1.273 | 1.596 | 1.016 | 1.153 |
| Boyacá | 89 | 188 | 293 | 491 | 751 | 527 | 486 |
| Caldas | 0 | 16 | 13 | 869 | 1.187 | 836 | 1.201 |
| Cauca | 6.489 | 6.323 | 5.774 | 7.394 | 8.039 | 7.147 | 6.592 |
| Cundinamarca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Nariño | 4.221 | 5.141 | 5.936 | 7.155 | 7.820 | 7.130 | 7.292 |
| Norte Santander | 0 | 0 | 38 | 38 | 38 | 36 | 33 |
| Risaralda | 51 | 46 | 46 | 619 | 699 | 282 | 333 |
| Santander | 4.036 | 4.102 | 3.920 | 3.879 | 4.275 | 4.118 | 3.798 |
| Total | 15.652 | 16.592 | 16.817 | 21.717 | 24.404 | 21.097 | 20.893 |

Tabla 3: Áreas de fique sembradas por Departamento (has.) 2002-2008 Fuente: STN Cadefique Colombia – MADR, Feb. 2008. * Proyección.

| DEPARTAMENTO | AÑOS | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008* |
| Antioquia | 1.82 | 1.68 | 1.85 | 1.60 | 1.30 | 1.40 | 1.40 |
| Boyacá | 1.03 | 1.01 | 1.00 | 0.98 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| Caldas | 0.83 | 1.00 | 1.30 | 1.10 | 1.10 | 1.20 | 1.20 |
| Cauca | 1.10 | 1.29 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| Nariño | 1.17 | 1.18 | 1.20 | 1.25 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| Norte de Santander | Sin información disponible | | | | | | |
| Cundinamarca | Sin información disponible | | | | | | |
| Risaralda | 0.83 | 1.11 | 1.28 | 1.30 | 1.10 | 1.20 | 1.20 |
| Santander | 1.06 | 1.00 | 1.07 | 1.30 | 1.10 | 1.20 | 1.20 |
| Total Rendimiento Promedio | 1.12 | 1.18 | 1.24 | 1.21 | 1.14 | 1.2 | 1.2 |

Tabla 4: Rendimiento por departamento (Ton/ha) 2002-2008 Fuente: Cadefique Colombia – MADR y sus Comités Técnicos Regionales, Feb. 2008. * Proyección

El rendimiento productivo promedio para Colombia de 2002 a 2008 en ton/ha/año es de 1.18 y para Boyacá 1.01

5.1.5. PROCESAMIENTO DEL FIQUE EN BOYACÁ

La obtención de la fibra de fique (cabuya), comienza con proliferación en semillero de la planta, para lo cual, la tierra debe prepararse con abono y regadío, los bulbillos, semillas o hijuelos se deben plantar separados a 15 cm de distancia aproximada y se trasplantan luego cuando alcancen una altura de 40 cm.

El proceso de trasplante incluye la selección del lote, la preparación y limpieza del terreno y el trazado del cultivo. Debido a que la mayor parte de las plantaciones se hacen en las laderas de las montañas, el trazo debe quedar siempre en curvas de nivel o en contra de la pendiente para controlar la erosión. La separación entre los surcos (calles) varía entre 4 a 6 metros. La distancia entre planta y planta en el surco (puente) puede oscilar entre 1.50 y 2.50 metros. Para el trasplante es ideal en la época de lluvia, se debe tener en cuenta que el follaje no quede en contacto con la tierra, para evitar que la planta se pudra.

El manejo y mantenimiento adecuado del cultivo requiere el control de arvenses, el abonamiento y la renovación de los cultivos viejos que han bajado su producción, así como el control fitosanitario de plagas como: el gusano pasador de hojas, la cochinilla, el chinche y la dormidera, entre otras, o de enfermedades como: la Macana, la empalizada, la pudrición negra basal de la hoja, gotera del fique, antracnosis y el mal rosado o felpa, principalmente.

El beneficio del fique, es la operación más importante, pues de ella depende en gran parte el rendimiento en cabuya y la sostenibilidad del entorno. Se inicia con el desprendimiento de las hojas maduras con herramientas cortantes adecuadas, debe ser recto y aproximadamente 4 cm. (dos dedos) cerca al tallo, dejándole a la mata mínimo 20 hojas.

A las hojas cortadas, antes de ser transportadas al sitio para el desfibrado³⁷, se someten al destune (eliminación de las espinas) de aquellas variedades que las poseen y el despalmado, que consiste en un corte que se hace en la base de la hoja, en un tramo de 10 - 15 centímetros, para disminuir las motas y enredos y facilitar el desfibrado.

El desfibrado es la operación del beneficio, que quizá demanda la de mayor atención³⁸, consiste en separar la corteza de las hojas de las fibras de cabuya que están en su interior, por métodos manuales o con desfibradora portátil de motor a gasolina o diesel.

Las desfibradoras utilizadas actualmente en Boyacá son rudimentarias y el proceso se demora por hoja entre 4 y 8 min. La hoja se ingresa a la máquina por la parte más gruesa hasta la cuarta parte y luego se gira y se ingresa nuevamente a la desfibradora para completar el proceso. Aún en departamentos como Antioquia, Nariño, Boyacá, Cundinamarca, Huila, Guajira y en regiones como las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta (Indígenas Kamkuamos), se realiza el rallado manual de la hoja de fique para fines artesanales decorativo y utilitario, con instrumentos como machete, tijeras especiales, palos, carrizo y cordel, a la vieja usanza indígena y colonial. Tiene como ventajas la obtención de fibra de mayor longitud, mejor calidad y suavidad, pero como desventajas: la baja producción, y los perjuicios para la salud de los trabajadores.

³⁷ Ecofibras et. al, 2005

³⁸ Compañía de Empaques S.A. et. al, 2004

La fibra obtenida se somete a fermentado y lavado para eliminar materia orgánica residual (celulosa). Los procesos de desfibrado, fermentado y lavado constituyen la mayor fuente de contaminación ambiental.

Culminada la etapa de lavado, se seca la fibra al aire libre, se sacude y empaqueta para luego ser comercializada.

5.1.6. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS Y SOCIALES DEL CULTIVO DE FIQUE EN BOYACÁ

El Ministerio de Agricultura amparado en la ley 811 de 2003 dio vía libre a la creación de las Agrocladenas con el fin de fomentar los cultivos, aumentar la productividad del sector agropecuario, creación de alianzas estratégicas, fomento a la investigación y el desarrollo del sector, entre otros. Esta ley sufrió una modificación en el 2006, bajo el decreto 3800 mediante el cual reglamentó las Agrocladenas.

Con respecto al tema ambiental los cultivos de fique deben cumplir con las reglamentaciones que se muestran en la Ilustración 5.

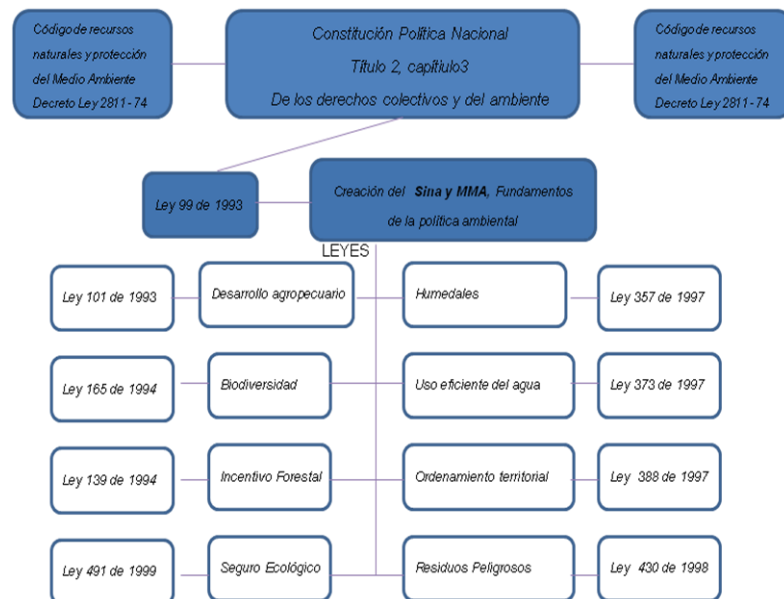


Ilustración 2: Reglamentación ambiental de los cultivos de fique

La Cadena del Fique en Boyacá, en el marco del Acuerdo para el Fomento de la Producción y Competitividad del Subsector Fiquero, realizó el primer y único censo Fiquero, dirigido por la Dirección Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura del Departamento en el año 2005, conforme la metodología y formatos suministrados por la Cadena Nacional de Fique (CADEFIQUE). La recolección de la información se hizo a través de encuesta aplicada a 50 Municipios de Boyacá, obteniéndose respuesta confiable, de solo 17 Municipios, con los siguientes resultados:

Entre los Municipios que suministraron cifras se encuentran: Santa Sofía (9 productores), Buena vista (252 productores), Sáchica (126), Tipacoqué (53), Garagoa (99), San Pablo de Borbur(198 productores), Úmbita (25), Sativa Norte (137), Chiscas (50), Panqueba (50), El Espino (50 productores), Guacamayas (50 productores), San Mateo (50), Chinavita(187), Pachavita (69), Tinjacá (219), Soatá (36).

Se encontró que las plantaciones no corresponden a cultivos tecnificados, por lo que no pueden considerarse muy rentables. En su mayoría son cultivos y dispersos y descuidados, estos se encuentran establecidos en terrenos pendientes, planos y ondulados, en climas que oscilan entre los 18 y 24 ° C. La variedad predominante es la Uña de Águila, seguida del Borde de Oro (llamado también Espada o Cenizo).

Los seis municipios donde más se cultiva el fique, son: Garagoa 90.000 plantas, Chinavita 69.058 plantas, Tinjacá 54.159 plantas, Pachavita 21.005 plantas, Soatá 20.890 plantas y Buena vista 19.205 plantas. Oficialmente se cuenta con un total de plantas cultivadas de 408.955, distribuidas en 511.19 Hectáreas, con un promedio de 800 plantas por hectárea. En Total existen 1660 productores campesinos.

Adicionalmente, el estudio demostró que el Departamento de Boyacá cuenta con más de 50 municipios que representan un potencial para el Cultivo de Fique entre los que se destacan: Cubará, El Espino, Panqué va, Guacamayas, San Mateo, Boavita, Soatá, Tipacoqué, Covarachía, Su sacón, Sátiva Norte, Boyacá-Boyacá, Rondón, Zetaquirá, San Eduardo, Mira flores, Páez, Campo hermoso, Berbeo, Santa María, Chivor, Macanal, Guayatá, Somondoco, Guateque, Sutatenza, Tenza, La Capilla, Garagoa, Pachavita, Samacá, Raquirá, Tinjacá, Sutamarchán, Sáchica, Villa de Leyva, Santa Sofía, Gachantivá, Moniquirá, Toqui, Chitará que, Santana, Buen avista, Maripí, San Pablo de Borbur, Tununguá, Briceño, Pauna.

Con el fin de aportar soluciones a la debilidad encontrada en este eslabón de la cadena, la UPTC con el Grupo de Investigación BIOPLASMA-UPTC ha venido desarrollando procedimientos biotecnológicos para producir materiales vegetativos en óptimas condiciones fitosanitarias, a bajo costo y en corto tiempo principalmente de las variedades *Furcraea Macrophylla*, *F. cabuya* y *F. castilla*. Las metodologías desarrolladas tanto in vitro como en condiciones semi- estériles, han permitido la propagación masiva de fique.

El material producido ha sido entregado a los cultivadores, junto con la capacitación para el mantenimiento y promoción del cultivo en condiciones más productivas.

El Uso que en la actualidad se da básicamente al fique, es para elaboración de artesanías, es decir que solamente se aprovecha la fibra larga, mientras que el resto es desperdiciado. La artesanía demanda el 48% de la fibra, mientras los empaques y cordelería el 52%.

Se encontró que el precio de la fibra del fique se comporta de la siguiente manera:

- El precio de fibra fina: \$1.560 Kilogramo- \$19.500 arroba.
- Fibra ordinaria: \$1.330 Kilogramo- \$16.412.5 arroba
- Sin separar: \$1.300 Kilogramo- \$ 16.250 arroba.

- Corta 1 m.: \$534 Kilogramo- \$6.615 arroba.

5.1.7. UBICACIÓN DE LOS CULTIVOS DE FIQUE EN BOYACÁ

En 2005 los municipios que reportaron tener cultivos son los que se muestran a continuación en la tabla 5.

| MUNICIPIO | VARIEDAD | No. DE PRODUCTORES | No. PLANTAS | PLANTAS EN SEMILLEROS |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------------|
| GARAGOA | BORDE DE ORO, ESPADA O CENIZO | 99 | 90.060 | |
| CHINAVITA | CENIZO, UÑA DE ÁGUILA | 187 | 69.058 | |
| TINJACÁ | UÑA DE ÁGUILA | 219 | 54.159 | 5.000 |
| PACHAVITA | CENIZO | 69 | 21.005 | |
| SOATA | UÑA DE ÁGUILA | 36 | 20.890 | |
| SAN PABLO DE BORBUR | BORDE DE ORO | 198 | 20.110 | |
| BUENAVISTA | UÑA DE ÁGUILA | 252 | 19.205 | |
| ÚMBITA | BORDE DE ORO | 25 | 15.950 | |
| SÁCHICA | UÑA DE ÁGUILA | 126 | 11.488 | |
| TIPACOQUE | UÑA DE ÁGUILA | 53 | 10.800 | |
| CHISCAS | UÑA DE ÁGUILA | 50 | 5.000 | |
| PANQUEBA | UÑA DE ÁGUILA | 50 | 5.000 | |
| EL ESPINO | UÑA DE ÁGUILA | 50 | 5.000 | |
| GUACAMAYAS | UÑA DE ÁGUILA | 50 | 5.000 | |
| SAN MATEO | UÑA DE ÁGUILA | 50 | 5.000 | 40.000 |
| SATIVANORTE | UÑA DE ÁGUILA | 137 | 1.980 | 40.000 |
| SANTA SOFÍA | UÑA DE ÁGUILA | 9 | 1.250 | |
| TOTAL | | 1.660 | 360.955 | 85.000 |

Tabla 5: Municipios productores de Fique en el Departamento de Boyacá, según variedad, productores, Plantas y Semilleros.

En la siguiente ilustración se observa la ubicación geográfica de las principales zonas productoras de fique del Departamento de Boyacá.

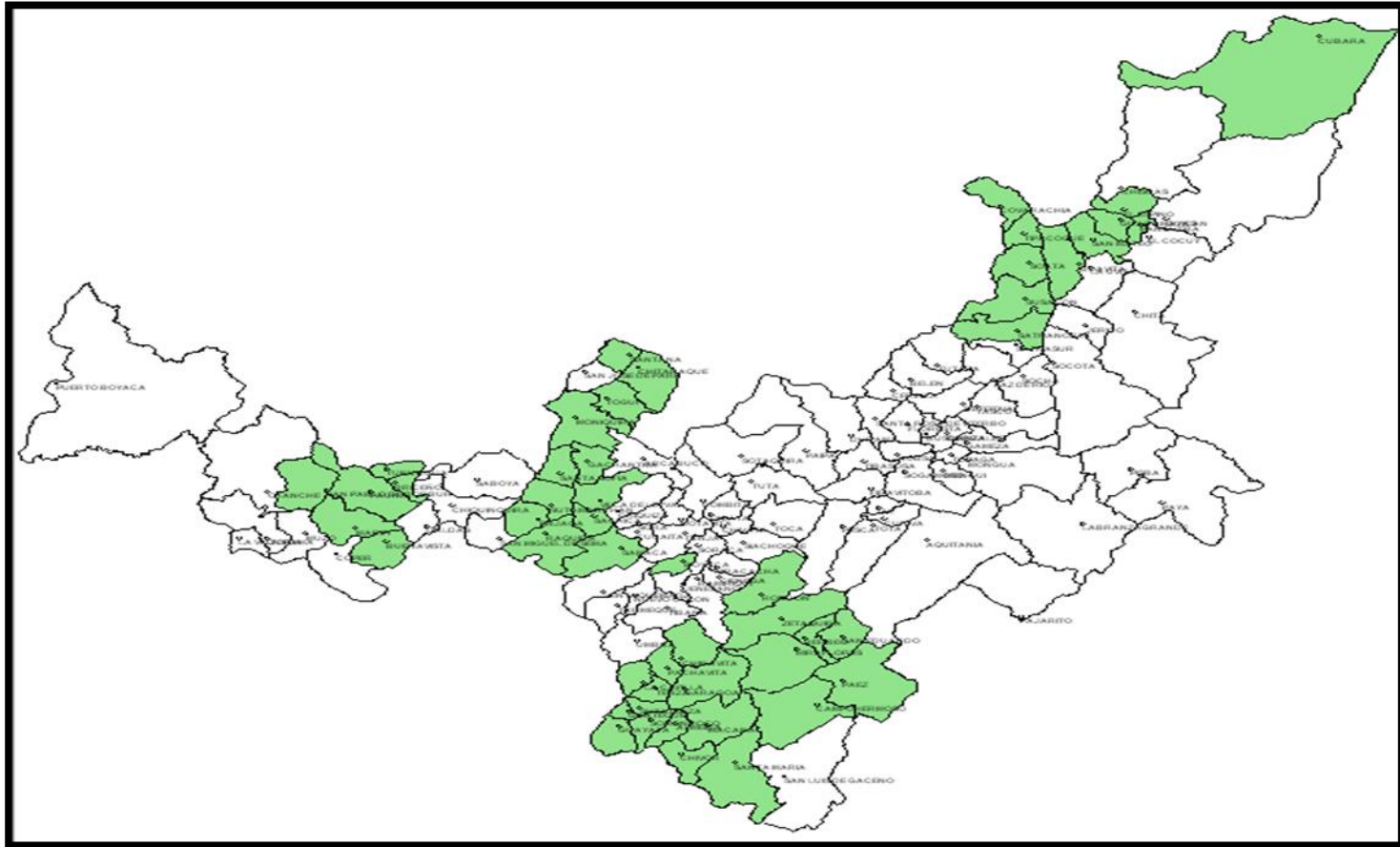


Ilustración 3: Ubicación geográfica de las principales zonas figueras del departamento de Boyacá

5.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE HECOGENINA

5.2.1. GENERALIDADES DE LA HECOGENINA

La Hecogenina: (C₂₇H₄₂O₄) o, 3 beta-Hydroxy- 5alpha- spirostan-12- one; 5alpha –Spirostan -3 beta- ol-12-one, es una saponina, éstas son metabolitos secundarios, ampliamente distribuidos en las plantas superiores, en las que se presentan en forma de glucósidos. Sus soluciones acuosas al ser agitadas forman una espuma estable y abundante, hecho este que dio origen etimológicamente, al nombre genérico de estas sustancias provenientes del latín sapon (jabón).

Entre las saponinas esteroidales, cabe destacar aquéllas que tienen como aglicona a la Hecogenina y la diosgenina, compuestos vegetales que sirven de base para la industria de hormonas esteroidales³⁹. La hecogenina, con sustitución en el anillo C (ver Ilustración 1), suministra un producto de partida práctico para la síntesis de corticosteroides.

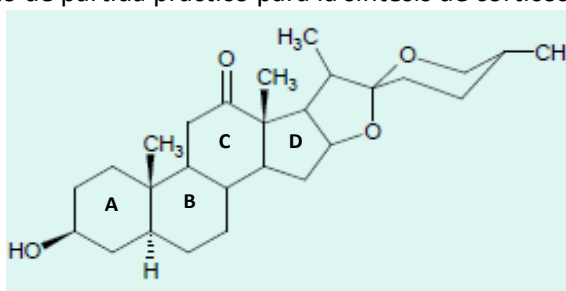


Ilustración 4: Molécula de Hecogenina

Posee propiedades hemolíticas y es tóxica para los animales de sangre fría, especialmente para los peces, elementalmente, está compuesta por el 75.3% de carbono, 9.83% de hidrógeno y 14.86% de oxígeno.

En el mercado puede encontrarse en dos formas dependiendo del grado de pureza: con fines farmacológicos y con fines comerciales. Para el primer caso la pureza debe estar entre el 95 y 99%; para fines comerciales debe estar entre el 80 y 85% de pureza y con un máximo de 5% de Tigogenina.

Actualmente se comercializa la hecogenina en sus fases más avanzadas de la síntesis. Los productos intermedios: la 11 α -hidroxiprogesterona y acetato de 17-hidroxiprogesterona, pueden ser convertidos por proceso químicos, ya estandarizados, a cortisona o cortisol.

| | |
|------------------------------------|------------------------------|
| Estado Físico | <i>Sólido Policristalino</i> |
| Apariencia | <i>Blanco</i> |
| Olor | <i>No olor</i> |
| Congelación/Punto de Fusión | <i>264 a 266 °C</i> |

³⁹ Cuéllar A. Química de los fármacos naturales. Universidad de La Habana. La Habana, 1983.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Solubilidad | <i>Soluble en solventes polares. Insoluble en hidrocarburos</i> |
| Gravedad Especifica / Densidad | <i>0.955 - 0.988 g/ml</i> |
| Formula Molecular | <i>C₂₇H₄₂O₄</i> |
| Peso Molecular | <i>430.62 g/mol</i> |

Cuadro 3: Propiedades físicas de la Hecogenina Fuente: Business and Transaction Ci

5.2.2. PRODUCCIÓN DE LA HECOGENINA

El Jugo del fique es producido durante el proceso de producción de la cabuya, mediante tracción mecánica de las hojas, cuyo proceso se denomina beneficio, descrito en el numeral 4.3 y constituye aproximadamente el 45% de la planta. Dentro de las múltiples sustancias de gran valor industrial, se encuentra la Hecogenina.

El proceso de extracción de la Hecogenina, ha sido diseñado, modificado y adaptado por un gran número de investigadores, dentro de los cuales están los investigadores del Grupo de Síntesis Química de la UPTC y se puede condensar en 6 etapas fundamentales: fermentación, decantación, hidrólisis, extracción, purificación e identificación. Las variaciones entre uno y otro método, radica en tipo y concentración de reactivos utilizados en cada etapa, tiempos empleados en el procedimiento y condiciones variables de temperatura y presión.

Para este estudio se tuvo en cuenta el procedimiento descrito en el numeral 8.3.

A continuación se esquematiza el proceso general de extracción de la Hecogenina⁴⁰

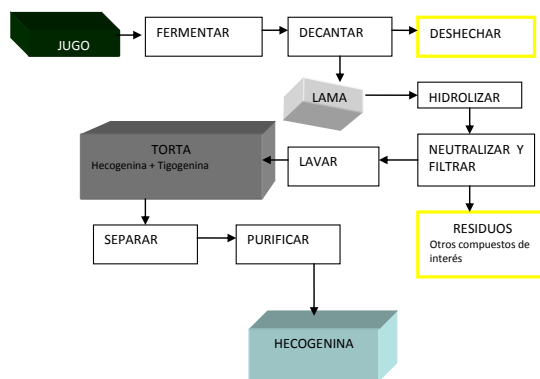


Ilustración 5: Proceso general de extracción de la hecogenina

5.2.3. PRODUCCIÓN DE LA HECOGENINA EN COLOMBIA

En Colombia, la asociación de municipios de la cordillera occidental, en el año de 1998 dieron a conocer a Corpoica la inminente quiebra de los productores de fique de la región por la fuerte competencia de las fibras sintéticas y su bajo costo, que los dejaba en desventaja competitiva en el mercado de los empaques y cordeles.

⁴⁰ Fuente: Cadena productiva del fique. Secretaría Técnica Nacional. ENCUENTRO NACIONAL FIQUERO Tinjacá - Boyacá, Noviembre 8 de 2005

Las autoridades del municipio del Tambo (Nariño) y Corpoica, se comprometieron a ayudar a los productores, mediante el impulso y aplicación de las investigaciones sobre el aprovechamiento integral de la planta, utilizando los subproductos de los desperdicios del proceso de obtención de la fibra larga. Como resultado de esta alianza se construyó y puso en funcionamiento la primera planta piloto para la extracción de hecogenina a partir del jugo de fique en el Municipio El Tambo.

La planta del Tambo (Nariño), tiene una capacidad de transformación de 1000 litros de jugo de fique. Actualmente en Boyacá, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, está planteando la posibilidad de abrir una planta con características similares a la del municipio del Tambo, con el objetivo de impulsar y aprovechar integralmente el cultivo en esta región del País.

5.2.4. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS Y SOCIALES DE LA PRODUCCIÓN DE HECOGENINA EN COLOMBIA

Desde los años 40 se abrieron las puertas de la industria farmacéutica en Colombia, con la apertura de fábricas multinacionales. En los años 70 y 80, se empezaron a crear industrias con capital nacional, lo cual dio como resultado el incremento de la oferta de medicamentos genéricos.

A partir de la sanción, de la ley 100 de 1993 que reglamenta todos los aspectos relacionados con la seguridad social, las industrias farmacéuticas, se vieron obligadas a mejorar sus prácticas manufactureras, involucrando más decididamente la investigación interna, lo que derivó en una disponibilidad en el mercado de productos de mejor calidad y a menor precio, dentro del juego de la competitividad.

En términos económicos, la industria química y farmacéutica en el 2007 creció un 5,2%⁴¹. La fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos tuvo una producción bruta de alrededor de USD\$ 1.263 millones⁴², dado que la hecogenina no está siendo producida a niveles industriales se resalta la importancia de la industria farmacéutica por ser este componente utilizado principalmente en este sector industrial. Con respecto al impacto social que tiene la industria farmacéutica en Colombia en el 2005, generó alrededor de 21.300 puestos de trabajo con un costo laboral promedio de \$1.155 dólares⁴³ por trabajador.

La producción de hecogenina o de cualquier otra sustancia con fines farmacológicos, debe acatar todas las reglamentaciones legales vigentes debido a que el compuesto es un principio activo que será utilizado para el tratamiento de enfermedades en humanos.

Tradicionalmente, Colombia no se ha caracterizado por ser un productor de principios activos, las grandes multinacionales farmacéuticas y los laboratorios nacionales importan los principios activos debido principalmente, a los exigentes procesos que estos conllevan,

⁴¹ Fuente: DANE, Cuentas Nacionales Trimestrales

⁴² Fuente DANE, Encuesta Anual Manufacturera 2005.

⁴³ Ibídem: Incluye propietarios, socios, familiares, personal permanente y temporal contratado directamente por el establecimiento o a través de agencias.

situación que debe mejorarse para un mayor desarrollo este importante renglón de la economía del país.

La extracción y comercialización de la hecogenina, por ser un producto FITOTERAPEUTICO, de origen vegetal, estará dentro de la normatividad y control INVIMA, ente regulatorio que en el país supervisa la producción de medicamentos y alimentos. Por lo tanto deberá estar en el marco de los decretos⁴⁴:

- 3553 de octubre de 2008, que reglamenta los regímenes de registros sanitarios, de vigilancia y control sanitario y publicidad de los productos fitoterapéuticos;
- 337 febrero 17 de 1998, por el cual se dictan disposiciones sobre recursos naturales utilizados en preparaciones farmacéuticas, y se amplía el plazo establecido en el artículo 1º del Decreto 341 de 1997.
- Decreto 667 de Abril 26 de 1995 mediante el cual se reglamenta parcialmente el Régimen de Registros y Licencias, el Control de Calidad, así como el Régimen de Vigilancia Sanitaria de Medicamentos, Cosméticos, Preparaciones Farmacéuticas a base de Recursos Naturales, Productos de Aseo, Higiene y Limpieza y otros productos de uso doméstico y se dictan otras disposiciones sobre la materia.

⁴⁴ Tomado de http://www.invima.gov.co/Invima///normatividad/farmaceuticas_decretos.jsp?codigo=191

6. PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

6.1. CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN

Al momento de escoger un lugar para el establecimiento de la planta productora de hecogenina en Boyacá, es de gran importancia tener en cuenta los factores de decisión, por el impacto que éstos generan para la comunidad y para el proceso de producción.

A continuación se condensan los factores definidos como más relevantes y elegidos para la toma de decisión de la localización de la planta.

| CRITERIOS DE DECISIÓN | |
|----------------------------------|--|
| CRITERIOS | EXPLICACIÓN |
| Proximidad a los clientes | Los principales compradores de la Hecogenina son industrias farmacéuticas establecidas principalmente en China, Europa y Estados Unidos |
| Infraestructura | Dadas las Características de la materia prima (Jugo proveniente de hojas de la Planta de fique) y para que la calidad de las hojas no se deteriore, es importante que las vías de comunicación entre los cultivos y la planta se encuentren en condiciones que permitan el tránsito automotor, es decir que tengan condiciones razonables de accesibilidad, teniendo en cuenta que se trata de regiones rurales. |
| Calidad de Mano de Obra | Para el proceso de producción se debe contar con personal capacitado que cuente con el conocimiento técnico y experiencia con el trabajo y manipulación de fique. |
| Proveedores | Ya que la principal materia prima para la extracción de la hecogenina es el jugo de fique. Para el proceso de producción es de vital importancia encontrarse cerca a los cultivos de fique con el fin de no afectar la calidad de las hojas de fique por efectos de tiempo de permanencia sin tratamiento y por costos en los fletes. |
| Normas Ambientales | El jugo de fique contiene compuestos que son altamente tóxicos se deben tener en cuenta las reglamentaciones vigentes en la normatividad ambiental, con el fin de no causar un mayor impacto a la comunidad. Ver ilustración 4. |
| Comunidad Anfitriona | La comunidad Anfitriona es el departamento de Boyacá, así que se debe tener en cuenta las características socioculturales de su población, teniendo especial cuidado con el respeto de su cultura y tradición, ofreciendo soluciones y alternativas para mejorar su calidad de vida, con la menor intervención negativa. |

Cuadro 4: Criterios de Decisión de Localización Elegidos

6.2. EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN.

Para la evaluación de los criterios de localización se tendrá como parámetro de referencia la Ley del 80/20, conocida como Ley de Pareto, que consiste básicamente en determinar el 20% de las causales que generan el 80% de los efectos.

Esta herramienta se puede usar de forma cuantitativa o cualitativa, en este caso en especial se va utilizar la ley en forma cualitativa de la siguiente manera.

| LETRA | DESCRIPCIÓN | CALIFICACIÓN NUMÉRICA |
|-----------------|---|-----------------------|
| A | Impacto Alto | 5 |
| B | Impacto Medio | 2 |
| C | Impacto Bajo | 1 |
| Letra Adicional | Aumenta el impacto pero no alcanza a entrar a la siguiente categoría. | +0,5 |

Tabla 6: Calificación Cualitativa para el desarrollo de la Ley de Pareto

Después de realizado el análisis y aplicada la Ley de Pareto, la calificación asignada a los criterios de criterios de localización elegidos, se condensa en el siguiente cuadro. En el Anexo 1 se incluye el desarrollo de la herramienta.

| CAUSAL | CALIFICACIÓN CUALITATIVA | EXPLICACIÓN |
|----------------------------|--------------------------|--|
| Proximidad a Clientes | C | Dado que los clientes a los que va enfocado el producto final se encuentran principalmente en el exterior este factor no es tan influyente. |
| Infraestructura | A | Las vías de acceso a la planta y los medios de transporte son un factor determinante en la disponibilidad y acceso a la materia prima. |
| Calidad de la Mano de Obra | BB | Los conocimientos técnicos son fundamentales para el desarrollo del producto. Pero no definen la ubicación de la planta. |
| Proveedores | AA | Dadas las características del producto se requiere que la hoja del fique este recién cortada para que la calidad del jugo sea óptima. La cercanía de la ubicación de los proveedores de esta materia prima es fundamental para definir la ubicación. |
| Normas Ambientales | A | Ya que el jugo es altamente tóxico para las fuentes hídricas, es necesario tener muy en cuenta las reglamentaciones legales vigentes para su ubicación. |
| Comunidad Anfitriona | B | Teniendo como base la propuesta de iniciar el proceso de extracción de la hecogenina desde el desfibrado, las comunidades vinculadas al Sector Figuero, se verían beneficiadas con los programas |

de reforestación y capacitación en el manejo adecuado del cultivo, la disponibilidad de fibra de buena calidad para el trabajo artesanal y la ocupación de mano de obra en la Planta de producción. Esto podría incidir de una manera positiva en la comunidad, evitando dificultades para el acceso a los cultivos; sin embargo no es un factor determinante en la ubicación de la Planta.

Cuadro 5: Calificación asignada a los Criterios de Localización elegidos.

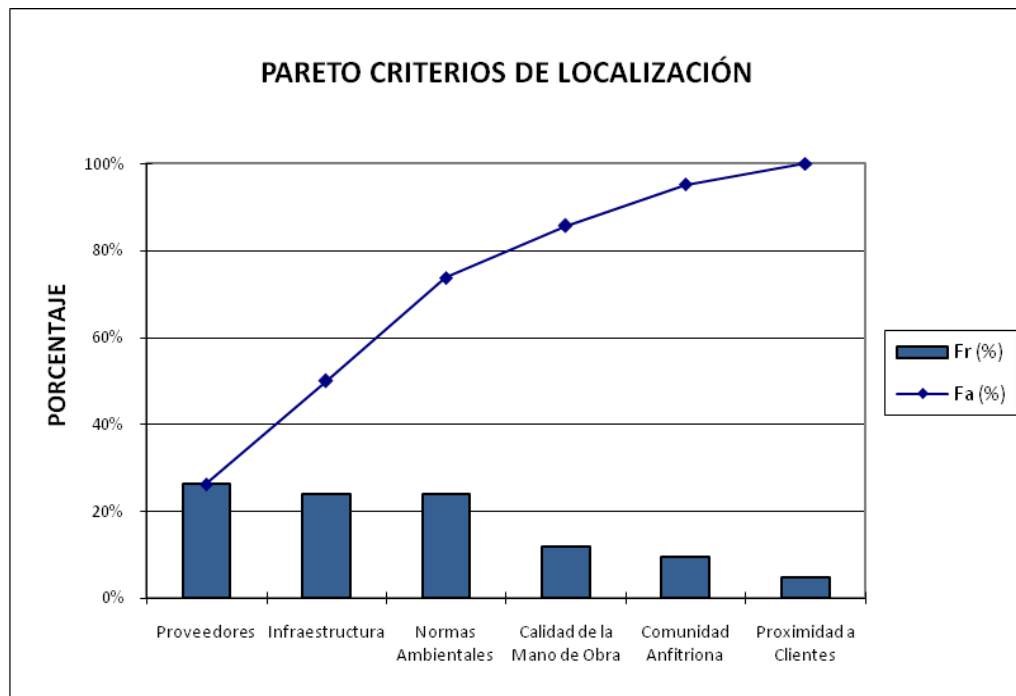


Ilustración 6: Diagrama de Pareto: Criterios de Localización

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de la Ley de Pareto se debe enfocar a la localización de la planta según los proveedores de la principal materia prima (hojas para extraer el jugo) y las normas ambientales.

Para la ubicación de la planta se ha tenido en cuenta los proveedores de fique y no los de insumos químicos y otros insumos, es necesario establecer la distancia que existe frente a un punto de referencia, evaluar los costos de transporte y a través de algoritmos de localización que relacionen dichas variables, definir luego, la mejor posible ubicación de la planta.

Para el estudio se tienen en cuenta únicamente los municipios que representan el 80% de la producción de fique en el Departamento de Boyacá. Ver Tabla 7. Estos Municipios se encuentran dentro del programa de promoción y renovación del cultivo de fique promovido por la Secretaría de Fomento Departamental y la UPTC.

En el Anexo 2 se muestra el procedimiento seguido para la obtención del resultado de la aplicación de la Ley de Pareto para los municipios más influyentes en la producción de fique, los cuales son: Garagoa, Chinavita, Tinjacá, Pachavita y Soatá.

Para el Algoritmo de localización, se tomó como punto de partida el municipio de Tinjacá. Las distancias tenidas en cuenta para los cálculos del modelo corresponden a la suma de la distancia de los diferentes municipios a Tunja más la distancia de Tunja a Tinjacá, expresada en Km.

Con relación a los costos de transporte, se toma como referencia el valor suministrado por PROEXPORT, amparado en el Decreto 226 del 21 de Julio de 2008 con base a la resolución 3175 de 2008. Donde establece que el valor del flete entre la Ciudad de Duitama (Boy.) y Bogotá D. C con una distancia de 240 Km⁴⁵, es de \$41.459 por tonelada. En la Tabla 7 se hace una relación del costo por tonelada tomando como base el valor \$ 41.459 del municipio productor al punto de partida

| MUNICIPIOS | DISTANCIA A TUNJA(Km.) | DISTANCIA TOTAL DEL PUNTO DE INICIO (Km) | COSTO DEL FLETE POR TONELADA | COSTO TOTAL DE FLETE POR TONELADA |
|------------------|------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|
| GARAGOA | 81 ⁴⁶ | 131 | \$173 | \$ 22.663 |
| CHINAVITA | 67 ⁴⁷ | 117 | \$173 | \$ 20.241 |
| TINJACÁ | 50 ⁴⁸ | 0 | \$173 | \$0.000 |
| PACHAVITA | 76 ⁴⁹ | 126 | \$173 | \$21.798 |
| SOATA | 160 ⁵⁰ | 210 | \$ 173 | \$ 36.330 |

Tabla 7: Distancias de Municipios y Costos de flete

6.3. LOCALIZACIÓN PROPUESTA

Mediante el algoritmo de Centro de Gravedad que toma en cuenta las variables de distancia y de costo, en donde se ubican en un plano cartesiano los municipios productores, y con las distancias al punto de origen se inicia la búsqueda del centro de gravedad que tiene como resultado el costo mínimo de transporte. Después de 7 iteraciones el resultado de menor costo corresponde a las coordenadas asociadas al municipio de Paipa.

⁴⁵ Valor tomado de <http://duitama-boyaca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1t1--&m=f>

⁴⁶ Valor tomado de <http://www.garagoa-boyaca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m-i1--&m=f>

⁴⁷ Valor tomado de <http://chinavita-boyaca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m-l1--&m=f>

⁴⁸ Valor tomado de <http://tinjaca-boyaca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m-s1--&m=f>

⁴⁹ Valor tomado de <http://pachavita-boyaca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1f1--&m=f>

⁵⁰ Valor tomado de <http://www.soata-boyaca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m111--&m=f>

| ITERACIÓN | COSTO TOTAL (Pesos Col.) |
|------------------|---------------------------------|
| 0 | 6.599.544,14 |
| 1 | 6.329.656,24 |
| 2 | 6.286.113,56 |
| 3 | 6.271.097,36 |
| 4 | 6.266.117,65 |
| 5 | 6.264.460,61 |
| 6 | 6.263.909,13 |
| 7 | 6.263.725,56 |

Tabla 8: Costos Resultantes de Cada Iteración

Los costos de transporte de materia prima a la Planta Ubicada en el Municipio de Paipa corresponden a \$6.263.725,56 pesos, los cuales están discriminados por municipio de la siguiente manera:

| MUNICIPIOS | DISTANCIA (Km.) | COSTOS TOTALES DE TRANSPORTE (\$COP) |
|-------------------|------------------------|---|
| GARAGOA | 159 | \$2.497.096,90 |
| CHINAVITA | 156 | \$1.874.604,25 |
| TINJACÁ | 95 | \$897.575,48 |
| PACHAVITA | 155 | \$567.789,85 |
| SOATA | 117 | \$426.659,07 |

Tabla 9: Relación de la distancia y costos de transporte de los municipios a Paipa

En el Anexo 3 Se encuentra el desarrollo del algoritmo.

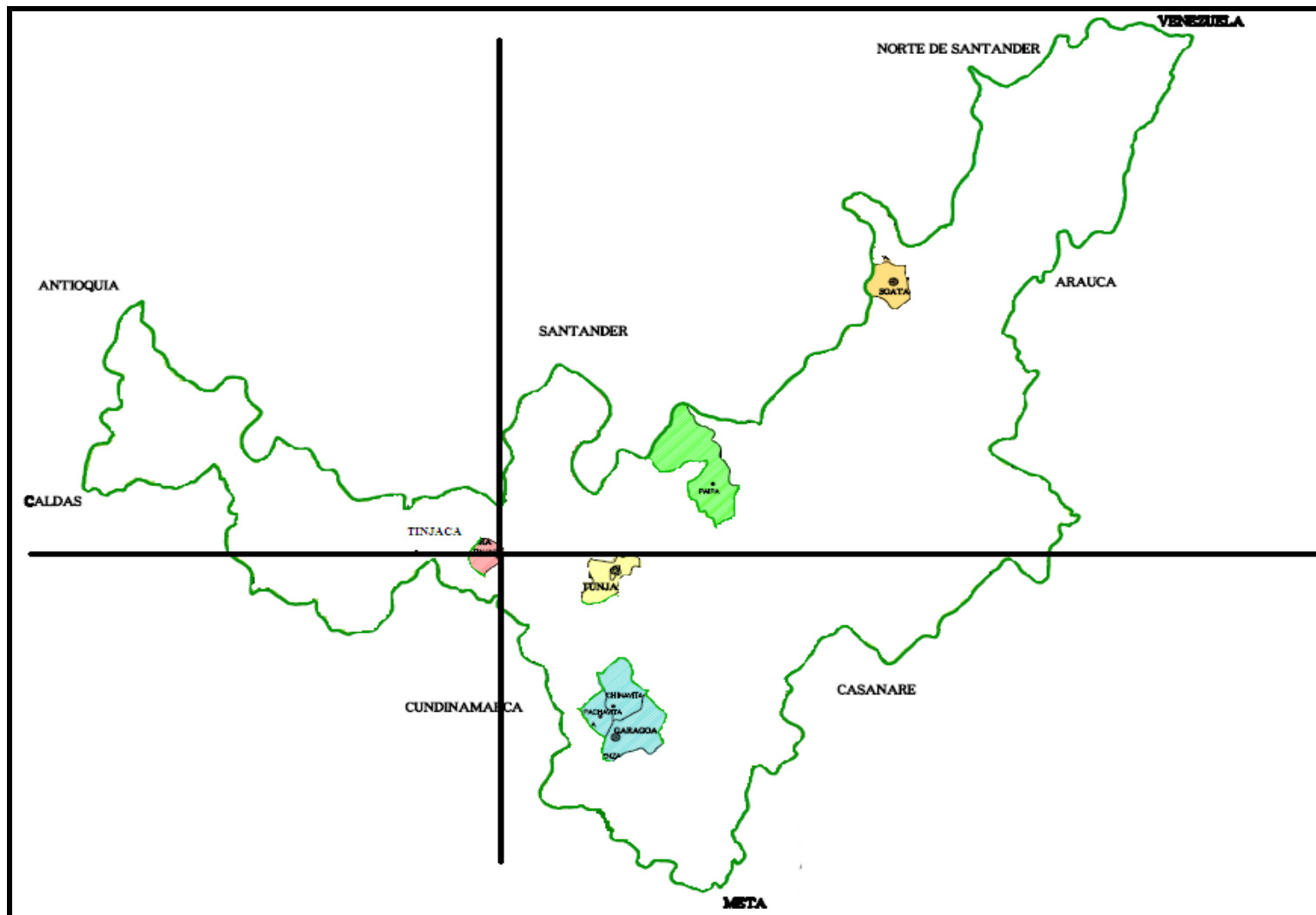


Ilustración 7: Mapa Departamento De Boyacá, Municipios utilizados para el Estudio.

7. DISEÑO DEL PROCESO DE LOGÍSTICA INTERNA

7.1. PROVEEDORES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Los proveedores se clasifican según el nivel de criticidad: proveedores estratégicos y proveedores normales. Los proveedores estratégicos son indispensables para las operaciones de la empresa, sin su abastecimiento no podría operar la planta, mientras que los proveedores normales no determinan la interrupción del proceso de producción. En el cuadro 7 se clasifican los proveedores para el proceso de producción.

| PROVEEDORES ESTRATÉGICOS | PROVEEDORES NORMALES |
|--------------------------------|---|
| Productores de Fique | Suministros de oficinas |
| Industrias de Insumos Químicos | E.S.P. (Teléfono y Gas) |
| E.S.P.* (Agua, Energía y Gas) | Mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas |

Cuadro 6: Principales Proveedores para el proceso de extracción de Hecogenina.

*Empresas de Servicios Públicos

7.2. PROCESO DE RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

7.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Cuando las materias primas son entregadas en la planta de producción se deben atender básicamente dos variables para su revisión: la cantidad y la calidad.

El proceso de revisión de las hojas de fique se debe realizar una a una, estableciendo el grado de madurez, la calidad de la hoja, la variedad y el tamaño, entre otras características.

Si las características no cumplen con las especificaciones definidas como parámetro de admisión, deben ser desechadas para el proceso de producción de hecogenina y ser reutilizadas en otro, ejemplo producción de abono, biogás u obtención de otros subproductos, de lo cual se encargará el *Jefe de laboratorio* y su equipo de investigadores.

Cumplida la etapa de revisión, el material que ha superado la prueba de calidad, debe ser almacenado siguiendo el protocolo definido por el *Jefe de planta*, evitando su deterioro.

Con respecto a los insumos químicos, al momento de ingresar a la planta, estos deben ser ubicados en la zona de almacenamiento, para una completa revisión y en los casos que sean pertinente, tomar muestras, con el fin de establecer si cumplen con las características con las cuales fueron solicitados. El diseño de los protocolos para la revisión y almacenamiento de estos insumos estará a cargo del *Jefe de planta*, y su aplicación en cabeza del *Coordinador de mantenimiento y bodega*.

Para los demás productos requeridos se confirma la coincidencia del producto, la calidad y las cantidades con la orden de compra y realizada la inspección, se documenta todo el proceso de ingreso de materias primas e insumos, en el formato correspondiente. Anexo 4.

En el caso en que la materia prima sea devuelta o desechada, se deberá llenar un formato de devolución, indicando la o las causas. Para registrar el material desechado será necesario otro formato. Anexo 5.

7.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE RECEPCIÓN

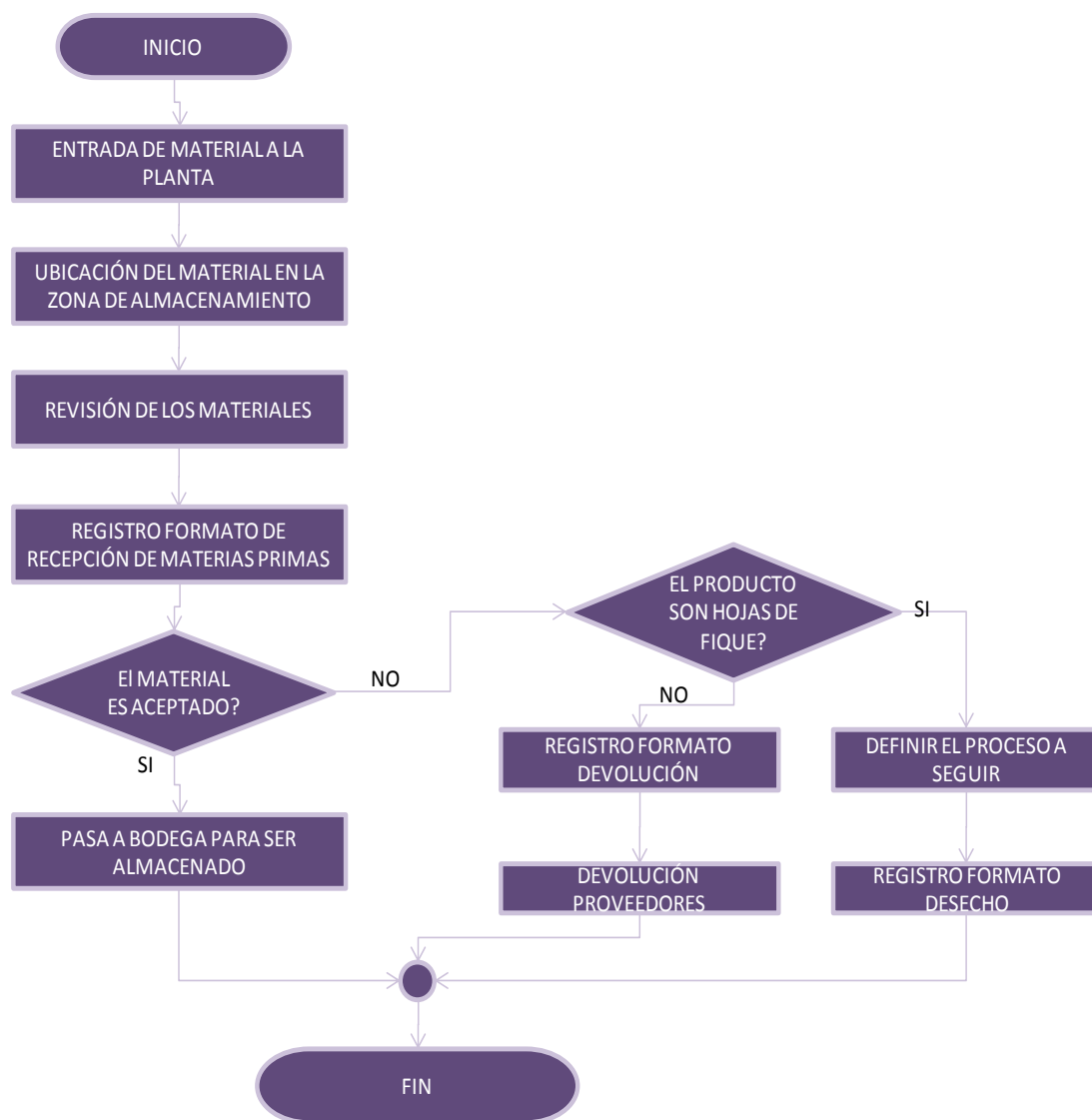


Ilustración 8: Diagrama de flujo Proceso de recepción

7.3.PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

7.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Después de que el material es recibido y reportado ante el Jefe de Planta. Se debe clasificar entre sustancias tóxicas, hojas de fique y sustancias no peligrosas.

Si son hojas de fique y estas no entran inmediatamente al proceso de producción. Deben ser puestas en un cuarto frío para que las hojas conserven sus características. La temperatura que los expertos recomiendan para almacenar el fique es entre 2°C y 7°C. Las hojas dentro del cuarto frío se van almacenar a granel.






Las sustancias tóxicas y las sustancias que no lo son se van a almacenar de acuerdo a las normas técnicas vigentes en aspectos como el etiquetado de las sustancias peligrosas, el registro de las sustancias, los procedimientos, normas de seguridad (NTC 1692, NTC 4702)


El Método de almacenamiento que se propone utilizar es compacto sobre estanterías donde las sustancias tóxicas se deben poner el nivel más bajo posible con el respectivo etiquetado.

La política de almacenamiento que adopte la planta deberá considerar los siguientes aspectos atendiendo la normatividad vigente:

- Recepción, despacho y transporte interno de sustancias y residuos químicos.
- Etiquetado de sustancias y residuos
- Planificación del almacenamiento y condiciones de ventilación.
- Separación de sustancias, según su peligrosidad potencial.
- Higiene personal y equipo de seguridad del personal.
- Manejo de residuos.
- Capacitación del personal
- Orden, aseo y mantenimiento de la bodega.
- Medidas de control ambiental y seguridad.

En el siguiente cuadro se consignan las sustancias químicas utilizadas para el proceso de extracción de la Hecogenina con sus características y condiciones de almacenamiento requeridas:

| SUSTANCIA | CARACTERÍSTICAS | CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO |
|---|--|--|
| ACIDO SULFÚRICO  | <p>Es un líquido corrosivo, reacción con agua altamente exotérmica.</p> | <p>Manipulación: no lo inhale, use indumentaria y guantes de protección. No fumar Almacenamiento: Manténgase el recipiente bien cerrado, en lugar ventilado y libre de humedad</p> |
| ETANOL  | <p>Líquido incoloro, altamente inflamable. Presión de vapor: ~259 hPa (20°C). Sustancia ligeramente hidropolucionante.</p> | <p>Manipulación: Evite cargas electrostáticas, evite acumulación de vapores, exento de clasificación de tóxicos, use indumentaria y guantes de protección. No fumar. En caso de inflamación extinguir el fuego con agua o CO2. Almacenamiento: Manténgase el recipiente bien cerrado, en lugar ventilado, alejado de fuentes de ignición y calor, almacénese a una temperatura entre 15°C y 25°C.</p> |
| CARBONATO DE SODIO  | <p>Irritante, de baja toxicidad, No combustible.</p> | <p>Manipulación: Exento de clasificación de tóxicos, use indumentaria y guantes de protección. Almacenamiento: Manténgase el recipiente bien cerrado, en lugar seco y ventilado, alejado de solventes, no tiene restricciones de temperatura. No use luces con metales pesados.</p> |
| ACETONA  | <p>Altamente inflamable e irritante. Fórmula química C₃H₆O, límite de explosión: 2.6 – 13 vol. %, Presión de vapor: ~233 hPa (20°C).</p> | <p>Manipulación: Evite cargas electrostáticas, evite acumulación de vapores, no lo inhale, use indumentaria y guantes de protección y gafas de seguridad. No fumar Almacenamiento: Manténgase el recipiente bien cerrado, en lugar ventilado, alejado de fuentes de ignición y calor a una temperatura entre 15°C y 25°C</p> |
| METANOL  | <p>Líquido incoloro, altamente inflamable: Presión de vapor: ~128 hPa (20°C). y altamente tóxico: nivel de</p> | <p>Manipulación: Evite cargas electrostáticas, evite acumulación de vapores, no lo inhale, use indumentaria y guantes de protección. No fumar</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | toxicidad 3. Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, ingestión o contacto por la piel. | Almacenamiento: Manténgase el recipiente bien cerrado, en lugar ventilado, alejado de fuentes de ignición y calor a una temperatura entre 15°C y 25°C |
| HIDRÓXIDO DE SODIO  | Muy corrosivo. Provoca quemaduras graves. Tóxico muy fuerte clase 2. Sustancia ligeramente hidropolucionante. | Manipulación: use guantes y protección para cara. En caso de fuego extinguir con agua o CO2. No presenta mayores requerimientos. Almacenamiento: Manténgase el recipiente bien cerrado que no contengan Al o Zn, en lugar ventilado, alejado de ácidos. No tiene restricciones de temperatura. |

Cuadro 7: Condiciones de almacenamiento de las principales sustancias utilizadas para el proceso de extracción de Hecogenina

El manejo del almacenamiento de las hojas de fique es mucho más sencillo y está enfocado a mantener el material en óptimas condiciones, por lo que deben ser colocadas en un lugar fresco, libre de humedad y ser procesadas lo más pronto posible.

7.3.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

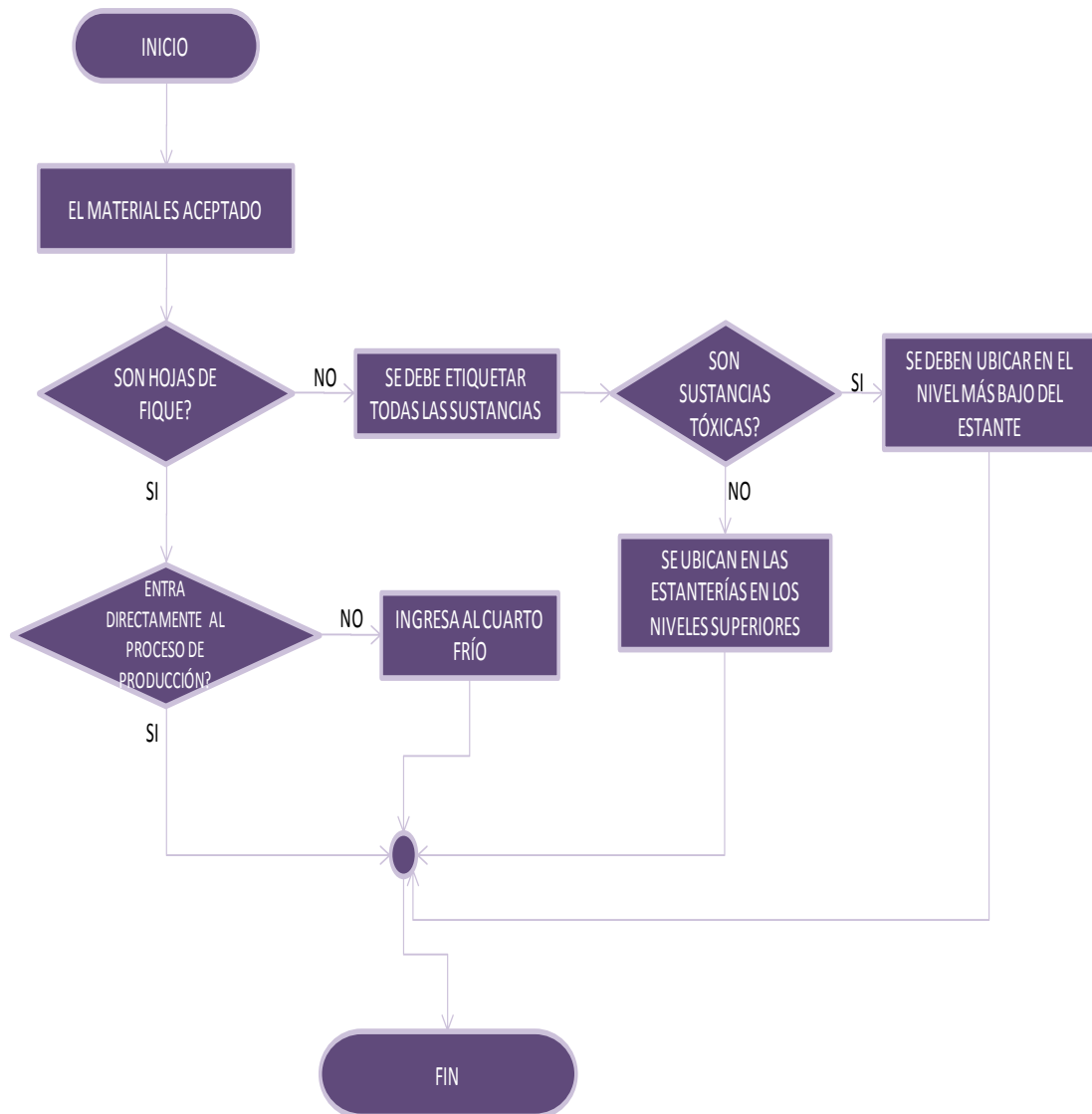


Ilustración 9: Diagrama De Flujo Del Proceso de Almacenamiento

7.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LOGÍSTICA INTERNA

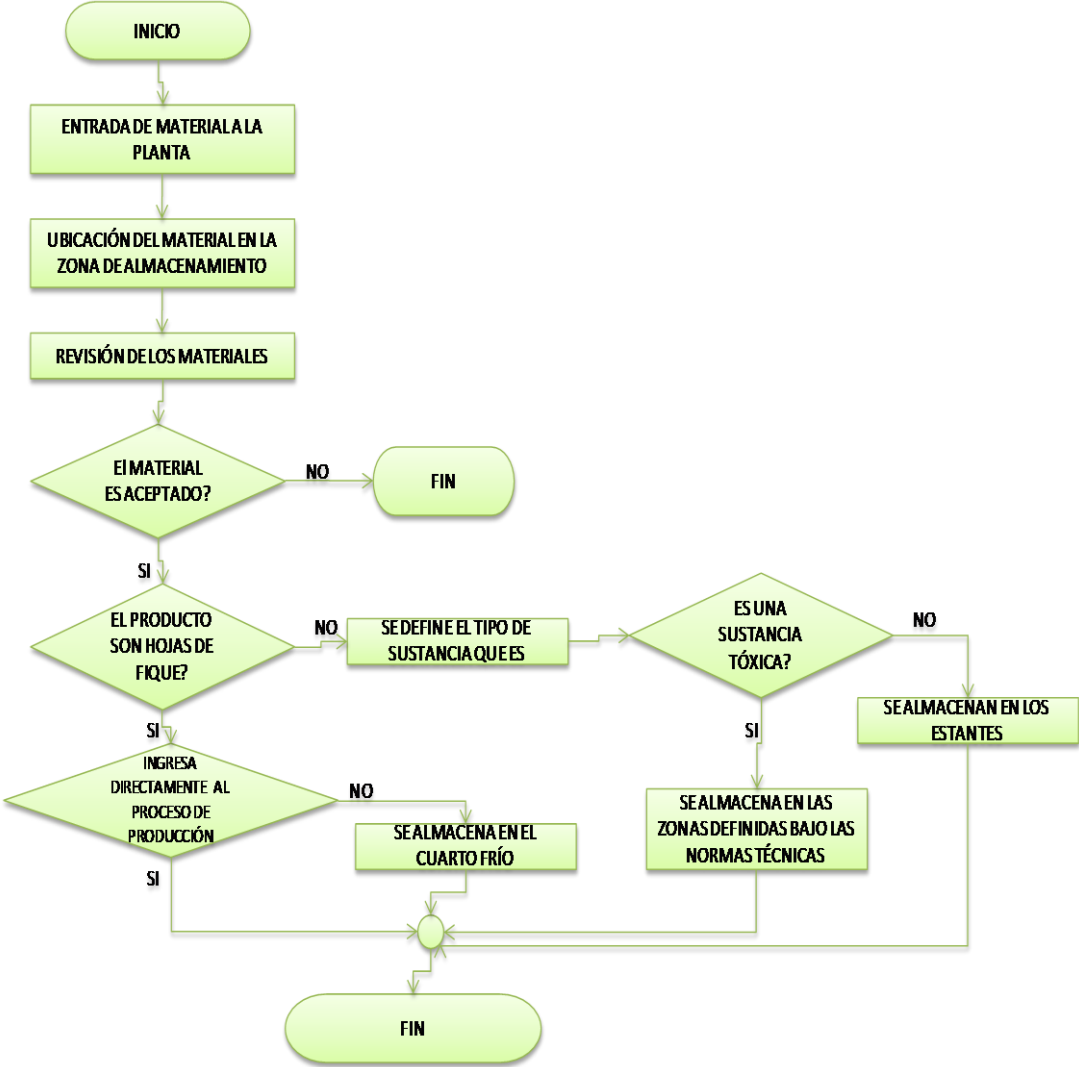


Ilustración 10: Diagrama de flujo del Proceso de Logística Interna

8. DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

8.1. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.

Para determinación de la capacidad de producción de la planta, los factores más importantes a tener en cuenta son: la demanda, la disponibilidad de insumos, y la localización entre otras.

8.1.1. FACTORES QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

| FACTORES | DESCRIPCIÓN | APLICACIÓN |
|--|---|---|
| Demanda actual y futura del mercado | Tamaño menor que la demanda actual y esperada en el mercado | La demanda mundial es de aproximadamente 9000 ton/año. Y solo se ofrecen 4000 ton/año. |
| Tecnología y equipos | La tecnología da la pauta de la producción mínima. Para escoger tecnología de punta se debe analizar la calidad, para escoger la tecnología dependiendo de la cualificación de la mano de obra se debe analizar el Recurso Humano | Para la obtención de la hecogenina se necesita la mayor precisión de los equipos lo más recomendado es utilizar tecnología de punta ya que esta aumenta la productividad del proceso. |
| Suministros e Insumos | Se debe escoger muy bien los proveedores para que la capacidad de producción no se vea afectada | Para contar con el aprovisionamiento en el capítulo de localización se determino la mayor cercanía posible al principal proveedor. |

Cuadro 8: Factores Que Determinan La Capacidad de Producción

8.1.2. CAPACIDAD DE LA PRODUCCIÓN SEGÚN LA DISPONIBILIDAD LAS HOJAS DE FIQUE.

Dado que la demanda de hecogenina en el mundo no presenta ninguna restricción, entonces la capacidad de la planta estará determinada por la disponibilidad de material. De acuerdo con la producción del Departamento de Boyacá en el 2008 que fue aproximadamente de 486 hectáreas⁵¹, la capacidad quedaría expresada de la siguiente manera:

| MUNICIPIO | # PLANTAS | HECTÁREAS PLANTADAS | HECTÁREAS PARA EL ESTUDIO | TONELADAS DE FIQUE | CANTIDAD DE JUGO DE FIQUE (L.) | CANTIDAD DE HECOGENINA RESULTANTE (g) |
|------------------|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| GARAGOA | 90.060 | 112,6 | 90,1 | 91,0 | 59.927 | 16.300 |
| CHINAVITA | 69.058 | 86,3 | 69,1 | 69,7 | 45.952 | 12.499 |
| TINJACÁ | 54.159 | 67,7 | 54,2 | 54,7 | 36.038 | 9.802 |
| PACHAVITA | 21.005 | 26,3 | 21,0 | 21,2 | 13.977 | 3.802 |
| SOATA | 20.890 | 26,1 | 20,9 | 21,1 | 13.900 | 3.781 |
| TOTAL | 255.172 | 319,0 | 255,2 | 257,7 | 169.794 | 46.184 |

Tabla 10: Capacidad De Producción De Hecogenina En Boyacá

Los datos de la tabla 10, muestran que el Departamento de Boyacá tendría una capacidad de producción diseñada de 46.184 g. (0,0462 Ton) de hecogenina al año; éstos corresponden a los cálculos realizados, tomando como referencia la información consignada en apartes anteriores del documento sobre:

- Rendimiento del cultivo por hectárea: 1.01 ton/has.
- Promedio de plantas sembradas por hectárea: 800 plantas
- Densidad del jugo de fique 1,02 kg/L
- Contenido promedio declarado de hecogenina en el jugo 0,272 gr/ L.

La base para la producción tomada es del 80%.

En consideración a que el faltante mundial de hecogenina (5000 Ton/año) y a que la producción calculada para Boyacá es de 0,0462 Ton/año, se puede afirmar que habría un exceso de capacidad negativa del 99,99907% (desarrollo en la tabla 11), por lo tanto la producción de Boyacá no alcanzaría a suplir ni en un 1% de la demanda mundial.

| DEMANDA INSATISFECHA ANUAL (TON) | CAPACIDAD DISEÑADA (TON) | EXCEDENTE DE CAPACIDAD NEGATIVA = (1-b/a)*100(%) |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| 5000 | 0,0462 | 99,99907 |

Tabla 11: Excedente De Capacidad Negativa

⁵¹ CRUZ H. DANIEL, CADENA AGROINDUSTRIAL DEL FIQUE, 2008.
http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2008519105246_BULLETS_CADEFIQUE_2008.pdf

8.2.RECURSOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para el desempeño exitoso de la planta, es indispensable definir los recursos necesarios y suficientes como: Mano de obra, Maquinaria, Herramienta, Equipos, Materiales e instalaciones.

8.2.1. MAQUINARÍA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

De acuerdo con las etapas del proceso de extracción de hecogenina a partir del jugo de fique, los equipos básicos requeridos son los siguientes:

- MÁQUINA DESFIBRADORA:

El producto resultante de la máquina es la fibra larga y por un canal sale el jugo con el bagazo. Una máquina de alimentación continua puede procesar una hoja de fique aproximadamente en un minuto, pero en la actualidad existen maquinas en las que se puede procesar la hoja en un promedio de 5 minutos, ya que el manejo de ésta máquina es diferente.



Ilustración 11: Máquina Desfibradora De Alimentación Continua.

- Especificaciones:
 - La máquina es portátil
 - Motor a gasolina con una potencia de 1 HP
 - Alimentación continua
- TANQUES FERMENTADORES:

Los tanques se utilizan para someter al jugo al proceso de autólisis para separar el sobrenadante y de bombeo para enviar el producto resultante a la etapa siguiente.

FERMENTADOR

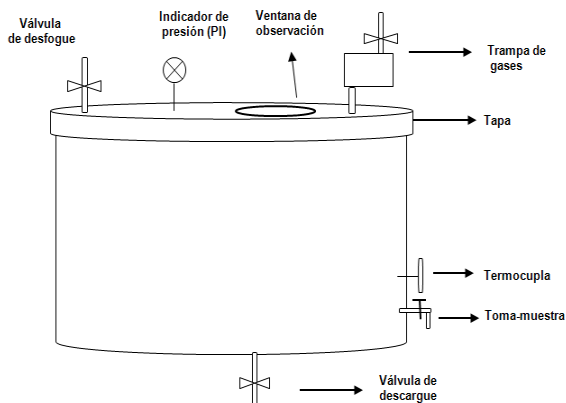


Ilustración 12: Tanque Fermentador

- Especificaciones:
 - El tanque debe ser hermético
 - Material de construcción: Acero inoxidable
 - Volumen de 200 lit.
 - Termocupla: con pantalla, hasta 150° Centígrados .
 - Indicador de Presión. Con tablero de aceite y lectura de hasta 120psi
- REACTOR DE HIDRÓLISIS
El reactor de hidrólisis con la ayuda del ácido sulfúrico, rompe las moléculas para separar los azúcares de los demás componentes presentes en la mezcla

REACTOR DE HIDRÓLISIS

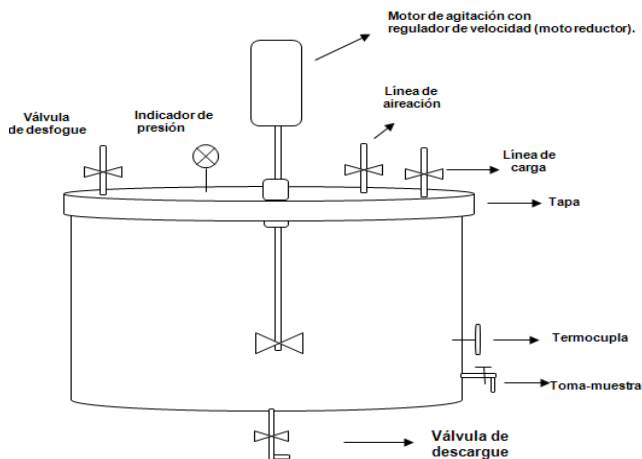


Ilustración 13: Reactor de hidrólisis

- Especificaciones:
 - Debe ser hermético

- Material: Acero inoxidable
- Volumen de 200 lit.
- Termocupla: con pantalla, lectura de hasta 150° Centígrados
- Indicador de presión: Con tablero de aceite y lectura de hasta 100psi
- Motor de agitación eléctrico: Con regulador de velocidad hasta 1000 rpm (Eléctrico)
- Calentamiento: Resistencia eléctrica con calentamiento controlado de la temperatura, incrementos de 5° C. hasta 120 °C. en tablero digital

- TANQUE SEPARADOR

El tanque separador básicamente busca separar los alcoholes del resto de azúcares, los demás azúcares continúan en el proceso de obtención de la hecogenina

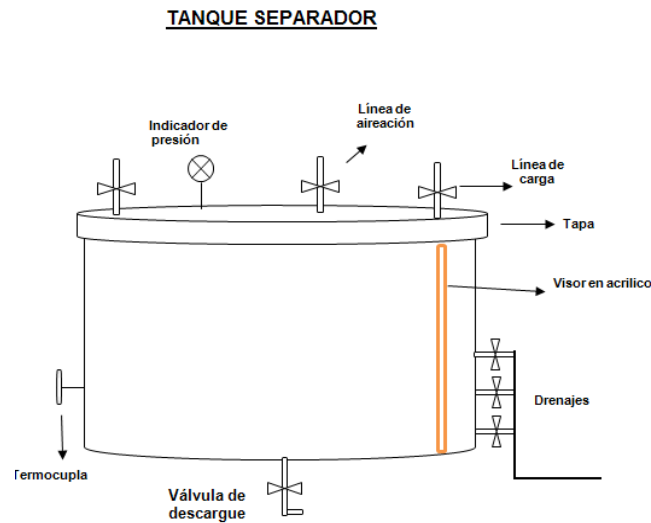


Ilustración 14: Tanque Separador

- Especificaciones
 - Debe ser hermético
 - Material: Acero Inoxidable
 - Volumen de 150 lit.
 - Termocupla: con pantalla, lectura de hasta 150° Centígrados
 - Indicador de presión: Con tablero de aceite y lectura de hasta 100psi
 - Visor: Vertical en acrílico

- SISTEMA DE SEPARACIÓN Y/O RECRISTALIZACIÓN

En el proceso de recristalización es el que ayuda a obtener la hecogenina en forma de cristales lista para su comercialización

SISTEMA DE SEPARACION Y/O RECRISTALIZACIÓN

1) EMBUDO DE SEPARACIÓN

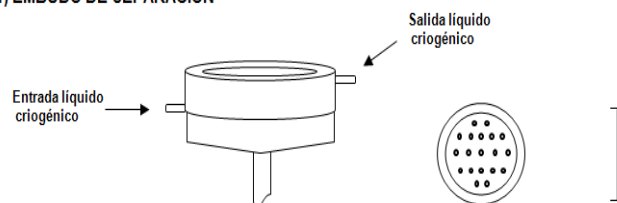


Ilustración 15: Sistema Separación Y/O Recristalización. Embudo De Separación

EMBUDO DE SEPARACIÓN:

- Especificaciones
 - Material: Acero Inoxidable
 - Diámetro: Diámetro externo: 20 cm. Diámetro interno: 18 cm.

RECRISTALIZACIÓN

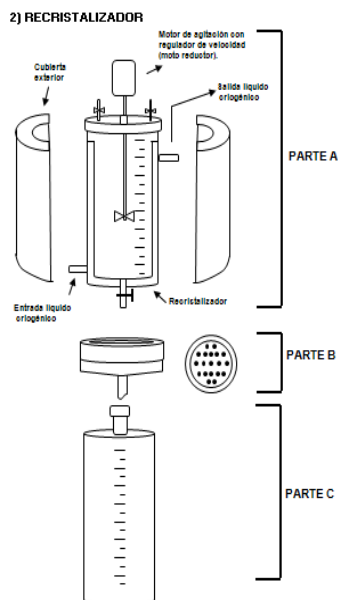


Ilustración 16: Sistema De Separación Y/O Recristalización

PARTE A:

- Especificaciones:
 - Material: Vidrio, con chaqueta para el enfriamiento, la cubierta exterior en acero inoxidable, con capa de interna en material aislante
 - Motor de agitación: con regulador de hasta 1000 rpm
 - Volumen: 5 a 10 lit.
 - Diámetro interno: 15 cm, Alto: 30 cm.

PARTE B:

- Especificaciones:
 - Material: Acero Inoxidable
 - Diámetro: Diámetro Interno: 18 cm. Diámetro externo: 20 cm.

PARTE C:

- Especificaciones:
 - Volumen de 5 a 10 lit.

- SISTEMA DE FILTRACIÓN

El sistema de filtración es utilizado en varias etapas del proceso y por lo tanto sus filtros cambian a medida que avanza el proceso. En la primera parte del proceso es necesaria para separar el jugo del bagazo del fique, después del proceso de hidrólisis es necesario volver a filtrar para terminar de eliminar los sólidos restantes.

- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Es necesario un sistema de compostaje para el tratamiento de los desechos sólidos, para los desechos líquidos se requiere un sistema anaeróbico.

- OTROS EQUIPOS

Bombas de 1 HP, equipos de laboratorios para verificar la calidad de los procesos y trabajos de investigación conexos y equipos de seguridad industrial.

8.2.2. CONFIGURACIÓN PROPUESTA DE LA PLANTA

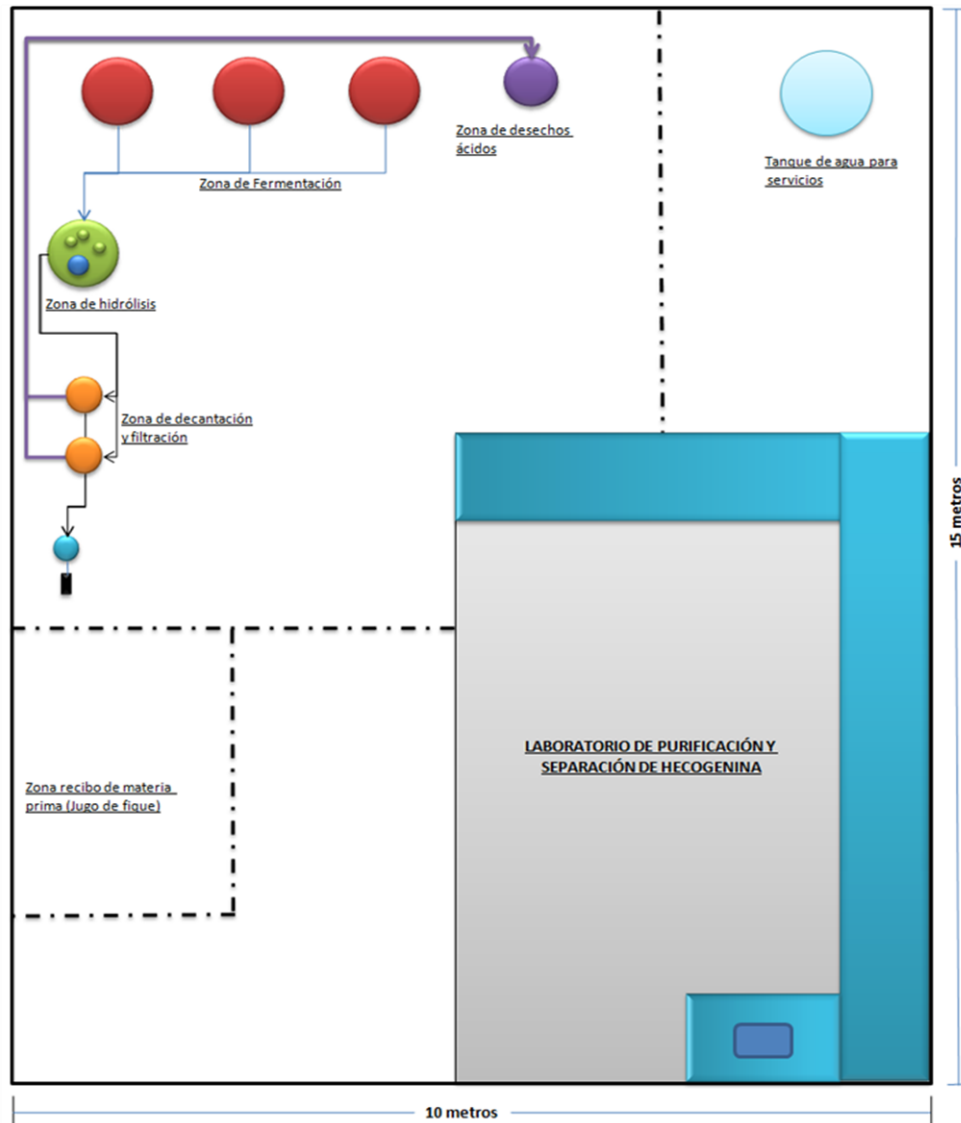


Ilustración 17: Diseño Planta de Producción y Bodega Diseñado Por Wilson Rozo Investigador UPTC

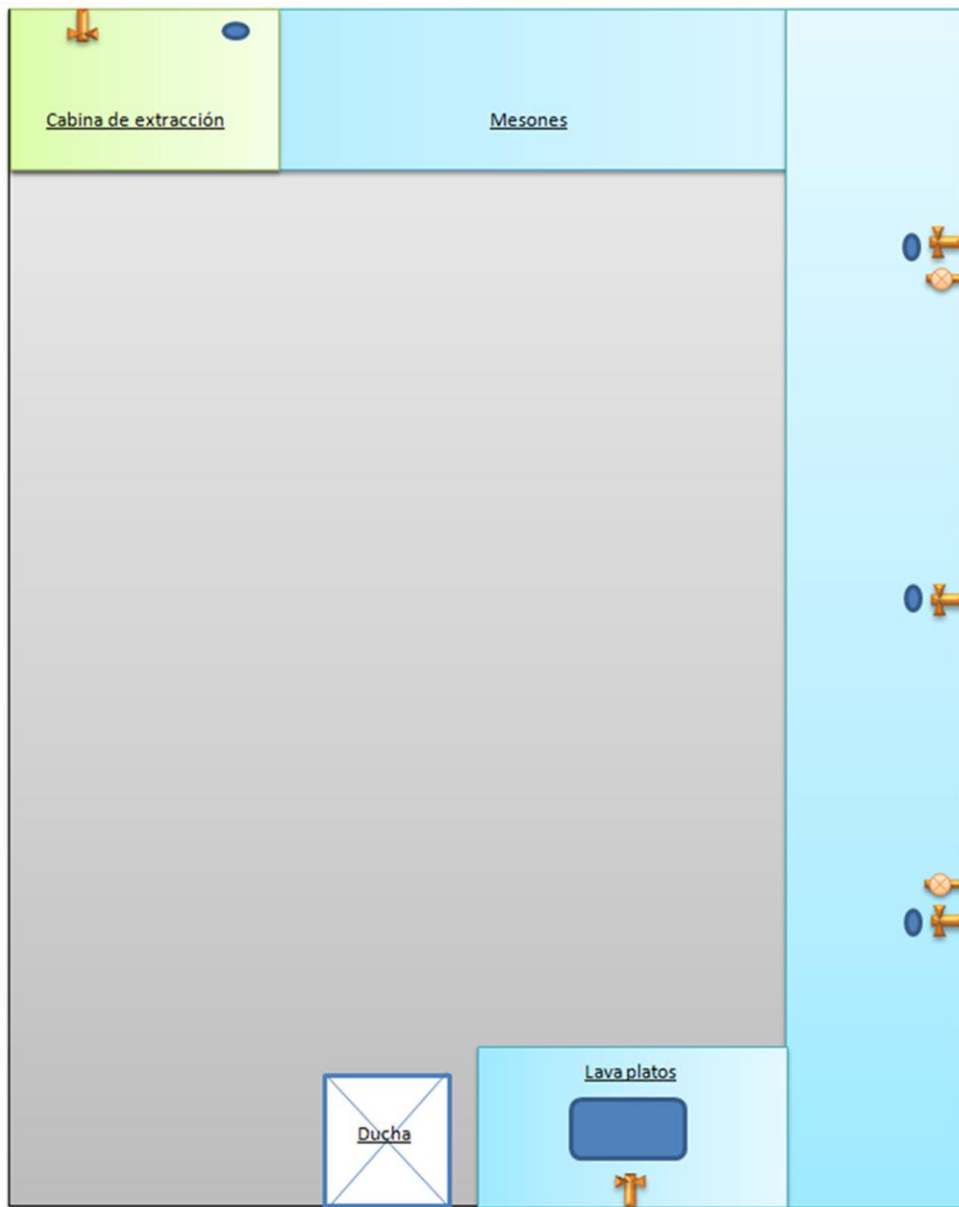


Ilustración 18: Diseño Laboratorio de Purificación y Extracción. Diseñado Por Wilson Rozo Investigador UPTC

8.2.3. MATERIALES

Para la producción de la hecogenina básicamente se necesitan los siguientes insumos, los cuales fueron determinados, mediante un proceso tecnológico desarrollado en primera instancia a nivel de laboratorio:

| INSUMO | CARACTERÍSTICAS |
|---------------------------|--|
| HOJAS DE FIQUE | Insumo principal, de las variedades: Uña de águila, tunoso y borde de oro: Las hojas se desfibran o despulpan y se extrae el jugo, cuyas propiedades se encuentran en el aparte 4.1.2 |
| ACIDO SULFÚRICO | Es un líquido corrosivo, incoloro, soluble en agua. Fórmula química H_2SO_4 , Masa molecular: 98.08 g/mol, Densidad: 1,85 kg/l., Punto de ebullición: 330°C., Punto de fusión: -15°C, Presión de vapor: ~0.001hPa (20°C) |
| ETANOL | Líquido incoloro, altamente inflamable. Fórmula química C_2H_6O , Masa molecular: 46.07 g/mol, Densidad: 0,81 kg/l., pH: 7.0, temperatura de ignición: 425°C, Punto de ebullición: 78°C., Punto de fusión: -117°C, Presión de vapor: ~259 hPa (20°C). |
| CARBONATO DE SODIO | Sólido cristalino, irritante de baja toxicidad. Fórmula Química: Na_2CO_3 , soluble en agua, pH: 10.14 |
| METANOL | Líquido incoloro, altamente inflamable y tóxico. Fórmula química CH_3OH , Masa molecular: 32.04 g/mol, Densidad: 0,79 kg/l., Olor característico, soluble en agua y etanol, límite de explosión: 7.3 – 31 vol. %, Punto de ebullición: 64.5°C., Punto de fusión: -98.8°C, Presión de vapor: ~128 hPa (20°C). |
| HIDRÓXIDO DE SODIO | Sólido blanco, muy higroscópico, muy corrosivo. Fórmula química $NaOH$, Masa molecular: 40.00 g/mol, Densidad: 2,13 kg/l., soluble en agua, Punto de ebullición: 1390°C., Punto de fusión: 324°C, Presión de vapor: ~0 hPa (20°C). |

Cuadro 9: Características de los principales insumos utilizados en la extracción de Hecogenina

8.2.4. DIAGRAMA DE PROCESO

El diagrama de flujo de proceso de producción de hecogenina se presenta a continuación fue elaborado por el grupo de investigación en Síntesis Química de la Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia.

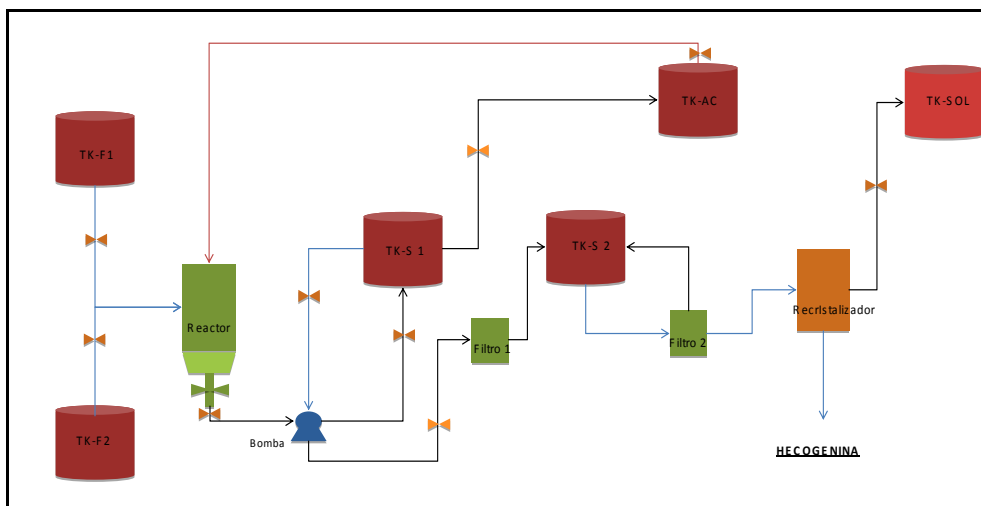


Ilustración 19: Diagrama De Proceso

Fuente. Dr. Wilson Rozo N. Director Grupo Investigación Síntesis Química UPTC

TK – F1 y TK – F2: Tanques Fermentadores

TK - S1 y TK – S2: Tanques separadores

TK – sol: Tanque para residuos.

8.2.5. CUANTIFICACIÓN MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

- MANO DE OBRA**

| CARGO | NÚMERO | FUNCIÓN PRINCIPAL |
|---------------------------------------|--------|---|
| Jefe de Planta | 1 | Planear, coordinar, supervisar y evaluar las actividades de las tres áreas de la planta con el fin de soportar volúmenes de venta y márgenes de utilidad, que aseguren su competitividad |
| Coordinador de Producción | 1 | Conducir y coordinar las actividades para la operación óptima de la planta. |
| Asesor Técnico | 1 | Asesorar al jefe de planta y a los coordinadores de Producción y de Mantenimiento y Bodega en puntos críticos del proceso. |
| Coordinador de mantenimiento y bodega | 1 | Aplicar de protocolos de bodegaje de material en todas sus fases. Garantizar el abastecimiento de materias primas y materiales para el proceso general y el mantenimiento de la Planta |
| Director de Laboratorio | 1 | Planear, organizar, coordinar, dirigir y controlar todos los procesos de laboratorio como control de calidad, |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| | | optimización de protocolos, manejo adecuado de residuos peligrosos e investigaciones anexas al proceso para la innovación y transferencia de tecnología que genere nuevos productos o procedimientos. |
| Técnico Laboratorio | 4 | Desarrollar los protocolos de análisis y control de calidad de productos y residuos de la planta. |
| Operario | 2 | Cumplir con las tareas operativa de producción asignadas por el jefe inmediato |
| Oficios Varios | 1 | Cumplir con las tareas asignadas por el Jefe inmediato |

Cuadro 10: Cuantificación Mano de Obra

- **MAQUINARÍA**

| MÁQUINA | CANTIDAD REQUERIDA |
|--|---------------------------|
| Máquina Desfibradora | 1 |
| Tanques Fermentadores | 3 |
| Reactor de Hidrólisis | 2 |
| Tanque Separador | 1 |
| Sistema de Separación y/o Recristalización | 1 |
| Sistema de Filtración | 1 |
| Sistema de Tratamiento de Residuos | 1 |

Tabla 12: Cantidad de Máquinas Para el Proceso de Producción

8.3.PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso productivo para la obtención de hecogenina a partir del jugo de fique, ha sido objeto de estudio de diversos investigadores de Cuba, México, España, Brasil y Chile principalmente. En Colombia, inicialmente fue propuesto por ROSABEL SEGURA y su equipo de investigadores de la Universidad Nacional de Colombia y posteriormente por grupos de investigación de varias universidades como Universidad Industrial De Santander, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad de Antioquia y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, entre otras.

Las variaciones presentadas entre uno y otro proceso propuesto, radican básicamente en el tipo de solventes utilizados para la cristalización y purificación de la Hecogenina, pero las etapas fundamentales para el proceso de extracción son las mismas: autólisis, hidrólisis, neutralización, extracción, separación y purificación, las cuales serán las consideradas para el presente estudio.

De acuerdo con las informaciones primarias aportadas por la Secretaría de Fomento Departamental de Boyacá, son escasas las desfibradoras con que cuentan los figueros del departamento, y las que hay son de tecnología artesanal o muy rústicas. El proceso comienza con el desfibrado de la hoja y la recolección del jugo.

8.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

El jugo debe recolectarse en bandejas plásticas y limpias dispuestas solo para tal fin, para evitar así contaminación con otros productos. De allí es conducido y depositado en los

tanques fermentadores con el fin de obtener la parte sólida, denominada "**lama**" este proceso dura entre 4 y 10 días y se denomina AUTOLISIS.

En esta etapa ocurre un proceso de fermentación espontánea debido a la acción de enzimas y levaduras presentes en el jugo; los indicadores visibles de que el proceso de autólisis ha tenido lugar son: variación de la tonalidad de verde a pardo, se intensifica el olor y se produce gasificación (burbujeo) intensa, en las primeras etapas la cual disminuye hacia el final, por la acción de las saponinas, el jugo pierde homogeneidad y aparece la lama y se incrementa la acidez.

Luego el jugo es decantado para separar la lama del líquido sobrenadante, posteriormente es llevada al reactor de hidrólisis en donde se adiciona ácido sulfúrico con una concentración de 4 N., a punto de ebullición en una proporción de 1:1 en volumen con relación a la cantidad de jugo, y se mantiene por 7 horas. Este proceso se denomina HIDRÓLISIS. Allí, se rompen las saponinas presentes y se liberan las sapogeninas y los azúcares que conforman la molécula.

Terminado el proceso de hidrólisis, se obtiene un sólido conocido con el nombre de **Torta**. Para reducir la acidez, la torta se lava con agua, en volumen que corresponda al 50% de la cantidad inicial de jugo tratada y se neutraliza con Carbonato de sodio al 6%, hasta lograr un pH entre 7 y 9. La cantidad de Carbonato requerido se calcula alrededor del 8% de la torta. Proceso denominado NEUTRALIZACIÓN.

Se realizan dos lavados sucesivos a la torta neutralizada y se filtran los cristales precipitados durante el lavado. Los cristales son tratados con Hidróxido de sodio y etanol en caliente, en una concentración entre 0.5 y 0.3 N (Normal) y luego filtrados en caliente, para realizar la EXTRACCIÓN de las sapogeninas presentes en la torta.

El proceso de SEPARACIÓN Y PURIFICACIÓN, se realiza sobre las sapogeninas crudas que contienen tigogenina y hecogenina, las cuales se separan por cromatografía, que para volúmenes grandes resulta más recomendable la de columna por obtenerse mayor rendimiento (AGUDELO y MUÑOZ, 2007). La hecogenina obtenida después de la separación por cromatografía en columna se purifica usando como solvente acetona o metanol por su polaridad y facilidad de evaporación, debido al punto de ebullición relativamente bajo de ambos solventes.

8.3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES PROCESO DE PRODUCCIÓN HECOGENINA

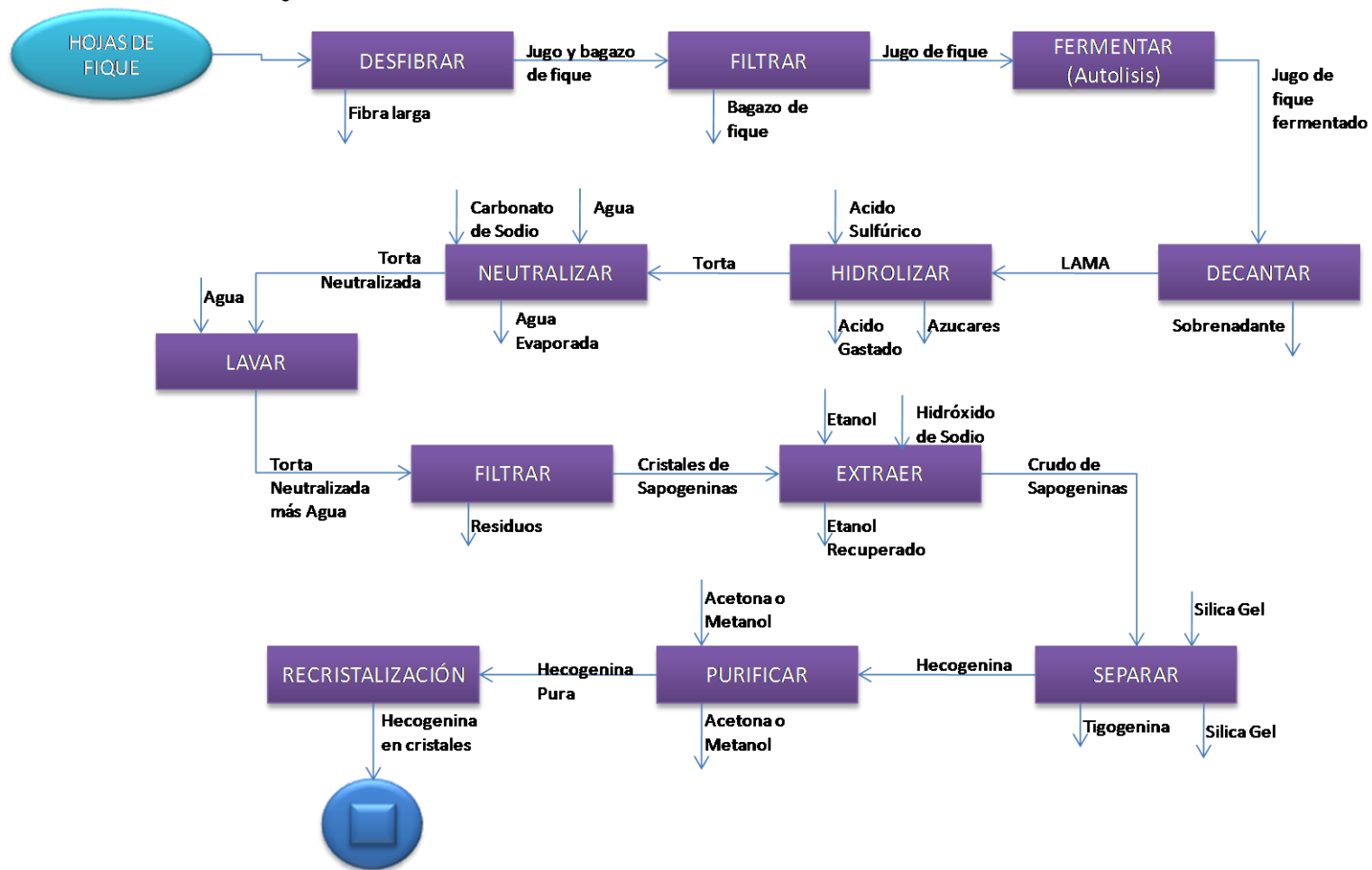


Ilustración 20: Diagrama de Bloques Proceso de Producción Hecogenina

8.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Tabla 13: Diagrama de flujo de Proceso

| Diagrama de flujo de Proceso | | | | | | | Resumen | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|---|---|---|---|--------------|------------|-----------|-----------|--------|--|
| | | | | | | | Propuesto | | | | | |
| | | | | | | | Simb. | No | Tiempo(s) | Dist. (m) | | |
| | | | | | | | ○ | 14 | 203 | 0 | | |
| □ | 4 | 2,8 | 0 | | | | | | | | | |
| ▽ | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| ⇒ | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| Total | 18 | 205,8 | 0 | | | | | | | | | |
| Observaciones: El tiempo se expresa en horas | | | | | | | | | | | | |
| No | Actividad | ○ | □ | ▽ | ⇒ | D | Tiempo Horas | Distanc .m | Eliminar | Combinar | Cambio | Observación |
| 1 | Desfibrar las hojas de fique | x | | | | | 24,0 | | | | | |
| 2 | Filtrar el jugo de fique y el bagazo | x | | | | | 3,0 | | | | | |
| 3 | Revisar el jugo de fique | | x | | | | 0,5 | | | | | Revisar que el jugo obtenido no contenga fibra corta |
| 4 | Fermentar el Jugo de fique | x | | | | | 144,0 | | | | | |
| 5 | Decantar el jugo de Fique Fermentado | x | | | | | 3,0 | | | | | |
| 6 | Hidrolizar la Lama | x | | | | | 7,0 | | | | | |
| 7 | Neutralizar | x | | | | | 2,0 | | | | | |
| 8 | Revisar el pH de la Lama | | x | | | | 0,3 | | | | | El Ph debe ser igual a 7 |
| 9 | Lavar | x | | | | | 1,0 | | | | | |
| 10 | Filtrar | x | | | | | 1,0 | | | | | |
| 12 | Pesar la Torta resultante | | x | | | | 1,5 | | | | | |
| 13 | Extracción de las sapogeninas crudas | x | | | | | 4,0 | | | | | |
| 14 | Separación de las sapogeninas crudas | x | | | | | 4,0 | | | | | |
| 15 | Purificación | x | | | | | 3,0 | | | | | |
| 16 | Recristalización | x | | | | | 4,0 | | | | | |
| 17 | Pesar la hecogenina | | x | | | | 0,5 | | | | | |
| 18 | Empaque Hecogenina | x | | | | | 1,0 | | | | | |
| | TOTAL | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 205,80 | 0 | | | | |

8.3.4. BALANCE DE MATERIA

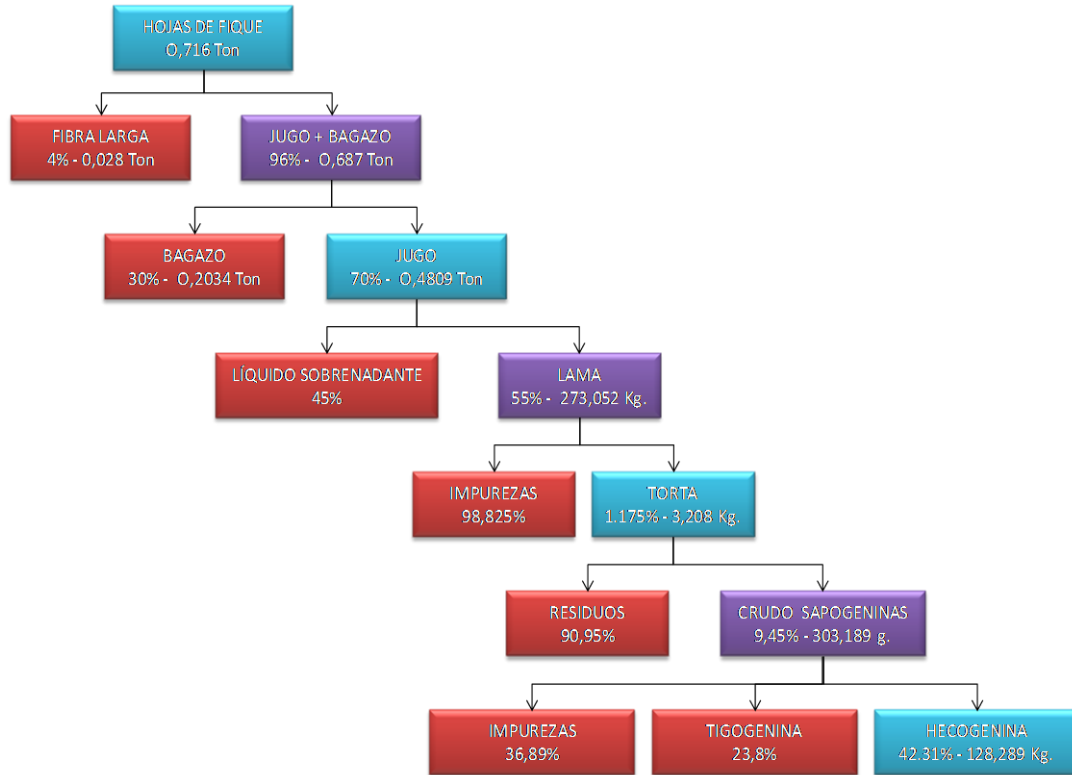


Ilustración 21: Datos Iniciales Balance de Materia

En el Anexo 6, se encuentran Datos adicionales que fueron utilizados en el Balance de Materia

- FASE 1

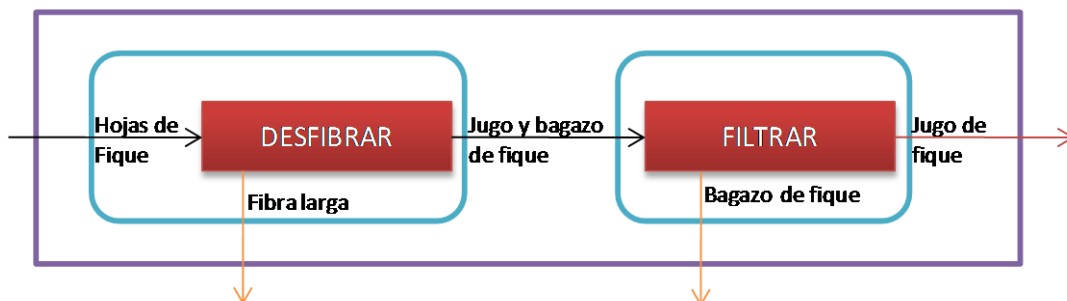


Ilustración 22: Fase 1 proceso de producción: Desfibrar, Filtrar

| DESFIBRAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|-----------|-------------------------------|--------------|------------------------------|-------|
| | HOJAS DE FIQUE (# plantas) | 567 | Bagazo y Jugo de fique (Ton) | 0,687 |
| | Hectáreas Utilizadas | 0,709 | Fibra fique (Ton) | 0,029 |
| | Peso Hojas Fique (ton) | 0,716 | | |

| FILTRAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|---------|------------------------------|-------|-----------------------|-------|
| | Bagazo y Jugo de fique (Ton) | 0,687 | Bagazo de fique (Ton) | 0,206 |
| | | | Jugo de Fique (Ton.) | 0,481 |
| | | | Jugo de Fique (l) | 471,7 |

- FASE 2:

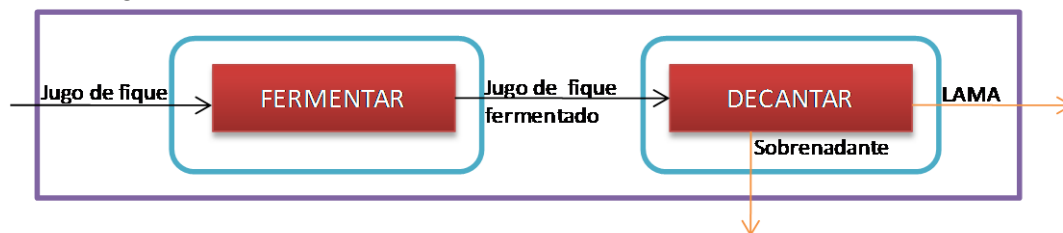


Ilustración 23: Fase 2 proceso de producción Fermentar, Decantar

| FERMENTAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|-----------|---------------------|-------|--------------------------|-------|
| | Jugo de fique (Ton) | 0,481 | Jugo de Fique Fermentado | 0,481 |

| DECANTAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|----------|-------------------------------|-------|--------------------|---------|
| | Jugo De Fique Fermentado (kg) | 481,1 | Lama (Kg.) | 273,052 |
| | | | Sobrenadante (Kg.) | 208,1 |

- FASE 3

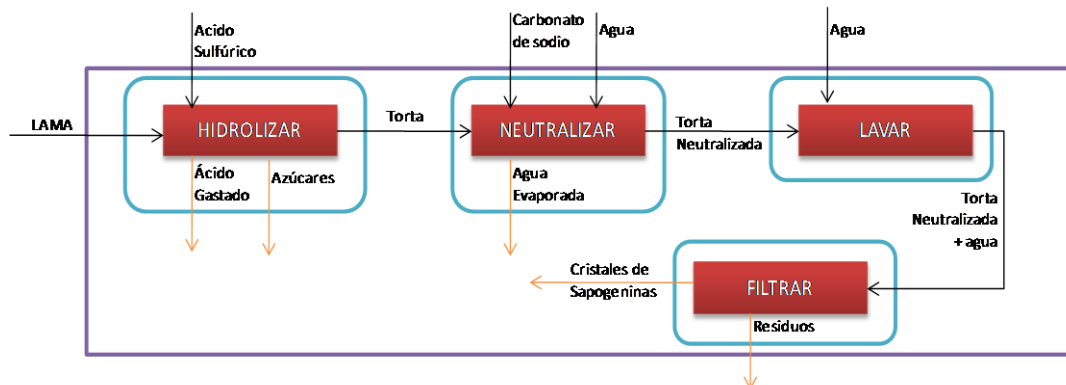


Ilustración 24: Fase 3 proceso de producción: Hidrolisis, Neutralizar, filtrar, Lavar y Secar

| HIDROLISIS | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|------------|--|---------|-------------------------------|--------------|
| | Lama (Kg.) | 254,0 | Torta (Kg.) | 3,208 |
| | Ácido sulfúrico H ₂ SO ₄ (Kg.) (4 N) | 313,118 | Ácido Sulfúrico Gastado (Kg.) | 125,246 |
| | | | Impurezas (Kg.) | 457,716 |

| NEUTRALIZAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|-------------|--|--------------|---------------------------------|-------------|
| | Torta (Kg.) | 3,208 | Torta Neutralizada (Kg.) | 3,29 |
| | Carbonato de Sodio Na ₂ CO ₃ (Kg.) | 0,257 | Impurezas (Kg.) | 1,867 |
| | Agua (Kg.) | 1,604 | | |

| LAVAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|-------|---------------------------------|-------------|--|--------------|
| | Torta Neutralizada (Kg.) | 3,29 | Torta Neutralizada + Agua (Kg.) | 4,935 |
| | Agua (Kg.) | 1,65 | | |

| FILTRAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|---------|--|--------------|--------------------------------------|----------------|
| | Torta Neutralizada + Agua (Kg.) | 4,935 | Cristales de Sapogeninas (g.) | 294,169 |
| | | | Residuos (g.) | 4640,831 |

• FASE 4.

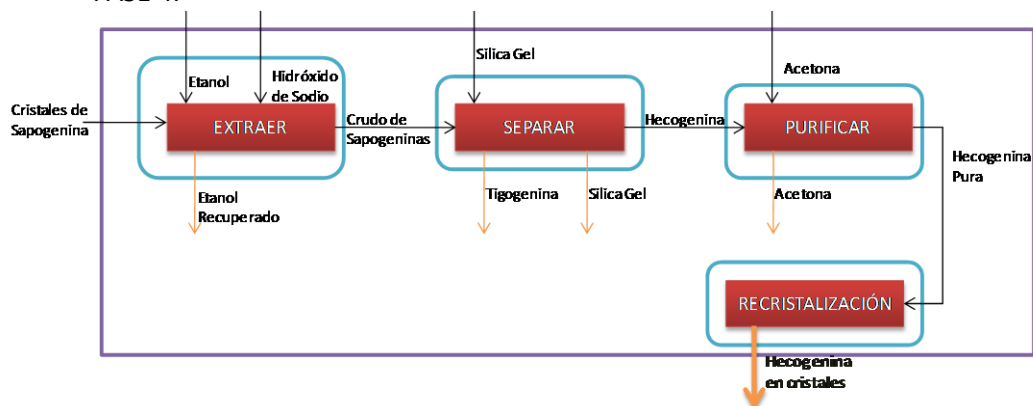


Ilustración 25: Fase 4 proceso de producción, Extraer, Purificar, Separar, Recristalizar

| EXTRAER | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|-------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------|---------|
| | Cristales de Sapogeninas (g.) | 352,3 | Crudo de Sapogeninas (g.) | 303,189 |
| Etanol (g.) | 95,47 | Etanol Recuperado (g.) | 91 | |
| Hidróxido de Sodio (g.) | 24,25 | Impurezas (g.) | 77,83 | |

| SEPARAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|-----------------|---------------------------|-----------------|------------|---------|
| | Crudo de Sapogeninas (g.) | 303,189 | Hecogenina | 132,241 |
| Sílica gel (g.) | 50 | Tigogenina (g.) | 72,15 | |
| | | Impurezas | 98,798 | |
| | | Sílica Gel | 50 | |

| PURIFICAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|--------------|-----------------|---------------|----------------------|-------|
| | Hecogenina (g.) | 132,241 | Hecogenina Pura (g.) | 128,2 |
| Metanol (g.) | 6,735 | Residuos (g.) | 10,776 | |

| RECRISTALIZAR | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|---------------|----------------------|-------|------------------------------|-----|
| | Hecogenina Pura (g.) | 128,2 | Hecogenina en Cristales (g.) | 128 |

8.4. INVENTARIO

- **DEMANDA**

Con base en la información reportada en el aparte 2, a nivel mundial existe un déficit de 5000 ton/ año de hecogenina, lo que indica que ésta no sería una limitante para el volumen de producción; por otra parte, de acuerdo con el estimado en el presente estudio relativo a la capacidad de la planta, se tendría la oportunidad de participar con el 0,000943% del mercado, con relación al faltante de la demanda mundial, la participación enunciada está calculada con base a la capacidad diseñada.

Y estimando un crecimiento de la participación en un 4,74%, que fue el crecimiento de las exportaciones⁵² de la industria Farmacéutica entre el 2006 y 2007, durante los 5 primeros años como resultado la demanda de los próximos 5 años se resumen en la tabla 14

| Año | Demanda (Ton.) |
|-----|----------------|
| 0 | 0,0462 |
| 1 | 0,0484 |
| 2 | 0,0507 |
| 3 | 0,0531 |
| 4 | 0,0556 |
| 5 | 0,0582 |

Tabla 14: Demanda Hecogenina de los 5 primeros años

Y con la producción del 5 año se tendría una participación del 0,0012% y un crecimiento del 20,7% con respecto a la participación del año 0.

- **MODELO CONTROL DE INVENTARIOS**

Para proponer un modelo de inventarios para este tipo de producto y teniendo en cuenta que no existe una planta funcionando, lo más apropiado para caracterizar este tópico dentro de la cadena de valor, sería adoptar el modelo EOQ, (economic order quantity), ya que por sus características hace que sea el más idóneo para empezar el proyecto. Aunque por el tipo de producto y la necesidad de este en el mercado mundial es necesario establecer un nivel de seguridad para no tener un problema de desabastecimiento al momento de exportar el producto final.

- **NIVEL DE SERVICIO:**

El nivel de servicio se define como la probabilidad de tener disponible el producto, como el objetivo único es la producción de hecogenina, el nivel de servicio se definiría como

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \frac{\text{Número de unidades agotadas anualmente}}{\text{Demanda anual Total}}$$

Ecuación 1: Nivel de Servicio

⁵² fuente: Sector Farmacéutico, <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/manufacturas/farmaceutico.html>

Si la demanda anual se proyecta como el 0,1% del déficit de la demanda entonces esto quiere decir que:

Demanda anual total = 5000 ton * 0,0001 = 0,5 Ton

Y el número de unidades agotadas con respecto a la capacidad diseñada sería = 0,45348

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \frac{0,45348}{0,5}$$

Ecuación 2: Nivel De Servicio Desarrollo 1

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - 0,90696 = 0,093$$

Ecuación 3: Nivel de Servicio Desarrollo 2

Esto significa que no se cuenta con el suficiente stock para cumplir con la orden, por lo tanto se debe considerar atacar un segmento más limitado del mercado, con el fin de evitar el incumplimiento de los pedidos. O se debe tener especial cuidado en las negociaciones con los clientes potenciales, especificando cuales son las capacidades de producción.

9. PROCESO DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

9.1. PROCESO DE DISTRIBUCIÓN

9.1.1. ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO FINAL

Luego de que la hecogenina en cristales sale del proceso de producción se debe poner en un recipiente denominado Desecador donde en la parte inferior contiene cloruro de Sodio (Ilustración 26). La función principal de este envase es mantener a la Hecogenina totalmente seca y así impedir que la humedad baje la calidad del producto



Ilustración 26: Desecador

Fuente: <http://www.auxilab.es/imagenes/vidrio/10262xxx.jpg>

Las características principales de desecador utilizado son:

- ✓ Material: Vidrio
- ✓ Dimensiones:
 - Diámetro interno: 10 cm
 - Diámetro externo: 14 cm
 - Altura: 18 cm
- ✓ Capacidad: 1 litro
- ✓ Material del disco separador entre el material almacenado y el material deshidratante: Porcelana

Luego el desecador es puesto en la bodega, en las estanterías que estarán destinadas a ese propósito.

Para realizar seguimiento a la cantidad almacenada en la bodega se deberá diligenciar un formato que se encuentra en el Anexo 7

9.1.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO FINAL



9.1.2. CANAL DE DISTRIBUCIÓN

El Canal de Distribución es un canal Directo, puesto que el producto elaborado es materia prima para la elaboración de otros productos. El canal directo consiste en que lo que se produce se vende directamente a quien lo consume que son las industrias farmacéuticas.

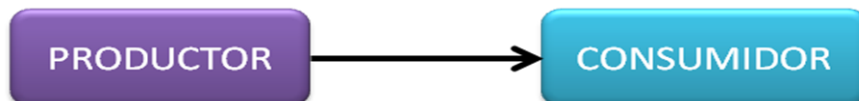


Ilustración 27: Canal directo de Distribución

La Distribución del producto se llevara a cabo en varias etapas como lo son:



Ilustración 28: Distribución de la Hecogenina

Para el proceso de exportación, la documentación requerida primero se envía por fax a los agentes aduaneros y junto a la mercancía va la documentación en físico

EMBALAJE HECOGENINA

- **Envase:** Desecador capacidad máxima 1 lit. (explicado en el numeral 9.1.1)
- **Embalaje Secundario:** Cajas de cartón de pellets de icopor Tamaño: 20 cm de ancho, 20 cm de alto y 20 cm de profundidad

Por la producción mensual de la planta se estima que solo se va ha hacer un envío al mes a las diferentes plantas. Por lo tanto y como en el numeral 9.2 se enviara el material a 5 plantas a nivel mundial por lo tanto solamente se necesitaran 5 desecadores mensuales.

La forma de transporte a zona franca y el envío a los clientes se explica en el siguiente numeral.

9.1.3. MÉTODO DE TRANSPORTE

Existen varios tipos de transporte entre los cuales cabe destacar el terrestre, el aéreo, el marítimo y el intermodal.

El transporte terrestre juega un rol muy importante al momento de exportar cualquier tipo de producto. Los camiones son el medio más representativo de este tipo de transporte, ya que por medio de ellos se pueden unir regiones. El Transporte aéreo es el responsable del 34% del comercio mundial, con respecto al valor comercializado, ya que la carga que se lleva es de alto valor, mientras que el transporte marítimo se encarga de transportar la mayoría del volumen comercializado y el tiempo de transporte es mucho más largo que el aéreo.

El transporte intermodal es la combinación de varios métodos de transporte para realizar el envío, lo más importante de esta forma de transporte es la coordinación entre ellos.

El método de transporte que puede ser empleado al tema de estudio es el intermodal, se plantea la combinación del terrestre y el aéreo, debido a que la planta se localizará en el municipio de Paipa y los clientes principales se encuentran en Europa y Estados Unidos. Este municipio no cuenta con infraestructura aeroportuaria suficiente, lo que obliga un desplazamiento terrestre del producto hacia la Ciudad de Bogotá.

El transporte terrestre corresponde al desplazamiento desde Paipa hasta Bogotá D. C. (184 Km.), y el aéreo desde Bogotá a China, Europa y Estados Unidos.

9.1.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE HECOGENINA



Ilustración 29: Diagrama De Proceso De Distribución De Hecogenina

9.2.COMERCIALIZACIÓN

9.2.1. PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE CORTISONA, HIDROCORTISONA, PREDNISONA Y PREDNISOLONA.

La Cortisona, Hidrocortisona, Prednisona y Prednisolona son hormonas fabricadas industrialmente para el tratamiento de enfermedades de índole reumático, renal e inmunológico, entre otras. Los principales países exportadores⁵³ de estas hormonas son:

⁵³ Fuente: Informes estadísticos de comercio mundial/ informe general productos – País. ICEX

| PAÍSES | \$ MILES DE USD (APROX.) |
|----------------|--------------------------|
| CHINA | 81.000 |
| ESTADOS UNIDOS | 30.000 |
| ITALIA | 28.000 |
| BÉLGICA | 12.000 |
| ALEMANIA | 10.000 |

Tabla 15: Principales Exportadores De Cortisona, Hidrocortisona, Prednisona, Prednisolona En Miles De USD

El informe completo de donde se tomo la información se encuentra en el Anexo 7.

9.2.2. PRINCIPALES INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS

Las 20 empresas más importantes dentro del sector de la industria farmacéutica se encuentran resumidas en la tabla 19 según Forbes.com, con el ranking dentro de las empresas más poderosas del mundo

| Empresa | País (Holding) | Ventas (\$ bil USD) | Utilidades (\$ bil USD) | Valor (\$ bil USD) | Valor en el mercado (\$ bil USD) |
|--------------------------|----------------|---------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Johnson & Johnson | Estados Unidos | 63.75 | 12.95 | 84.91 | 138.29 |
| Pfizer | Estados Unidos | 48.30 | 8.10 | 111.15 | 83.03 |
| Roche Holding | Suiza | 42.75 | 8.41 | 69.77 | 98.47 |
| Novartis | Suiza | 42.01 | 8.30 | 73.22 | 82.97 |
| Sanofi-Aventis | Francia | 38.40 | 5.36 | 96.01 | 67.84 |
| GlaxoSmithKline | Reino Unido | 35.55 | 6.72 | 52.67 | 79.06 |
| Astrazeneca | Reino Unido | 31.60 | 6.10 | 45.55 | 46.28 |
| Abbott Laboratories | Estados Unidos | 29.53 | 4.88 | 42.42 | 73.16 |
| Merck & Co | Estados Unidos | 23.85 | 7.81 | 47.20 | 51.01 |
| Wyeth | Estados Unidos | 22.83 | 4.42 | 44.03 | 54.35 |
| Bristol-Myers Squibb | Estados Unidos | 20.60 | 5.25 | 29.55 | 36.44 |
| Amgen | Estados Unidos | 15.00 | 4.20 | 36.44 | 50.59 |
| Takeda Pharmaceutical | Japón | 13.78 | 3.56 | 28.58 | 33.24 |
| Schering-Plough | Estados Unidos | 18.50 | 1.90 | 28.12 | 28.28 |
| Cardinal Health | Estados Unidos | 95.28 | 1.24 | 25.01 | 11.69 |
| McKesson | Estados Unidos | 106.64 | 0.85 | 25.30 | 11.23 |
| Teva Pharmaceutical Inds | Israel | 10.36 | 0.59 | 32.76 | 40.67 |
| Astellas Pharma | Japón | 9.75 | 1.78 | 14.06 | 16.95 |
| Merck | Alemania | 10.53 | 0.51 | 21.08 | 16.42 |
| Novo Nordisk | Dinamarca | 8.51 | 1.80 | 9.13 | 29.76 |

Tabla 16: Las 20 Empresas Más Importantes del Sector Farmacéutico. Fuente Forbes.com

De acuerdo con las entrevistas que se realizaron las empresas más interesadas en el producto son:

- GlaxoSmithKline

- Merck & Co.

En los países que están expuestos en el numeral anterior.

9.2.3. PROCEDIMIENTO PARA LA EXPORTACIÓN

- FRENTE A LAS AUTORIDADES



Ilustración 30: Trámites de Exportación frente a las Autoridades
Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá

- DOCUMENTOS QUE SOPORTAN LA EXPORTACIÓN



Ilustración 31: Documentos que Soportan La Exportación
Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá

- **DESPACHO MERCANCÍA**

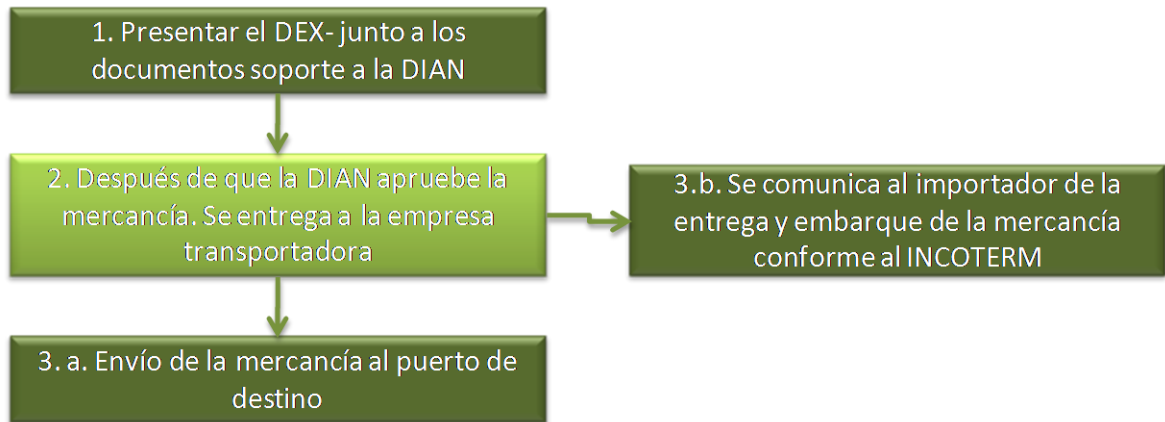


Ilustración 32: Proceso de Despacho Mercancía
Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá

9.2.4. ASPECTOS IMPORTANTES PARA LA LOGÍSTICA EN CADA PAÍS⁵⁴

9.2.4.1. CHINA

ENVÍOS COMERCIALES

- Dos (2) facturas comerciales, firmadas por el expedidor declarando separadamente el valor FOB y el valor CIF. (No se requiere para efectos personales si son declarados como tal en la AWB)
- Licencia de Importación para bienes con valor declarado por encima de USD 25.00
- Factura Consular visada por el consulado chino para todos los envíos con valores superiores a los USD 250.00

Restricciones para plantas y material para plantas:

- Certificado de salud

9.2.4.2. ESTADOS UNIDOS

ENVÍO COMERCIAL:

- Documento de transporte, sea este el conocimiento de embarque (B/L), la guía aérea (AWB) o certificado del portador, (nombramiento del consignatario para objetivos de aduana) como comprobante del derecho que tiene el consignatario para que pueda realizar la entrada a destino o internación.
- Factura comercial (con tres copias), emitido por el vendedor, este debe reflejar el valor por unidad y total, y la descripción de la mercancía.
- Manifiesto de Carga o Ingreso, formulario de aduana 7533 o Despacho Inmediato formulario de aduana 3461.
- Listas de bienes (Packing List), si es pertinente y otros documentos necesarios para determinar si la mercancía puede ser admitida. (Nota: efectivo 02-Jul-98, el límite de Entrada Informal aumentó de USD 1250 a USD 2000. Este cambio no afecta entradas que requieren una Entrada Formal, sin tener en cuenta el valor.)

⁵⁴ Fuente PROEXPORT: Perfil Logística por País

9.2.4.3. ITALIA

ENVÍOS COMERCIALES:

Para los envíos comerciales, son imprescindibles:

- Factura comercial.
- Licencia de importación para commodities originarias en países que no son de la Unión Europea dependiendo de los acuerdos comerciales.
- Eur1 o Eur2 que son certificados de bienes de determinados países que no son de la Unión Europea dependiendo de los acuerdos comerciales.
- Certificados de origen visados por el consulado local. El certificado de origen no es requerido cuando el origen de la mercancía puede ser determinado con la documentación comercial normal y por el examen físico de la mercancía.

9.2.4.4. BÉLGICA

ENVÍOS COMERCIALES

- 3 Facturas Comerciales, las cuales deben contener una explicación detallada de los bienes, calidad o grado, precios unitarios, valor total y una especificación del término de negociación sea este CIF, FOB u otro.
- Licencia de importación para animales vertebrados, abejas y productos no creados para el consumo humano (NHC)
- Certificado de origen en algunos casos, obligatorio para fertilizantes, ropa y textiles, lavadoras, sombrillas, equipo de rayos X y equipos electrónicos para uso médico, juguetes, entre otros.

Restricciones de Mercancías por Courier

El envío de mercancías a Bélgica a través de Courier internacional está restringido por peso y tamaño, se necesitará de un manejo especializado si difieren del establecido. Los límites que se deben tener en cuenta son:

Tamaño

- Longitud: 120 cm (47 pulgadas).
- Ancho 80 cm (31 pulgadas).
- Altura 120 cm (47 pulgadas).

Peso

- Máximo Peso por envío 99,999 Kg (220,458 libras).
- Máximo peso por pieza 99,999 kg (220,458 libras).

9.2.4.5. ALEMANIA

ENVÍOS COMERCIALES

- Dos (2) facturas comerciales firmadas por el transportista, y que contengan el número de licencia de importación.
- Licencia de importación: La importación de bienes en Alemania está sujeta a: el Procedimiento de Declaración de la importación liberada, o el Procedimiento de Licencia Individual para bienes que se encuentran por debajo del monto restringido.
- Certificado de origen: Duplicado de la Cámara de Comercio del país de origen.

Envío de muestras

- Dos (2) facturas Pro Forma firmadas por el transportista.
- Monto del envío para productos generales no puede superar los 255.65 euros, y para productos de agricultura es hasta 51.13 euros.

RESTRICCIONES DE MERCANCÍAS POR COURIER

El envío de mercancías a Alemania a través de Courier internacional está restringido por peso y tamaño, se necesitará de un manejo especializado si difieren del establecido. Los límites que se deben tener en cuenta son:

Tamaño

- Longitud: 120 cm (47 pulgadas).
- Ancho 80 cm (31 pulgadas).
- Altura 120 cm (47 pulgadas).

Peso

- Máximo Peso por envío 99,999 Kg (220,458 libras).
- Máximo peso por pieza 99,999 kg (220,458 libras).

9.3. COSTOS DE TRANSPORTE PRODUCTO FINAL

Por la cantidad enviada mensualmente, el producto va hacer exportado por un Courier. Las cotizaciones se realizaron en Fedex.com y se encuentran en el Anexo 10.

En la tabla 17 se resumen los costos del transporte hasta las plantas de la empresa GlaxoSmithKline en los 5 países. Para la cotización se tuvo un promedio de 0.8 kg

| CIUDAD | \$ DÓLARES |
|--------------------------|-------------------|
| Hamburgo (Alemania) | \$636.89 |
| Verona (Italia) | \$636.89 |
| Rixensart (Bélgica) | \$636.89 |
| Bristol (Estados Unidos) | \$476.55 |
| Suzhou (China) | \$651.72 |

Tabla 17: Costo de Transporte desde Tunja a las diferentes Ciudades.

9.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

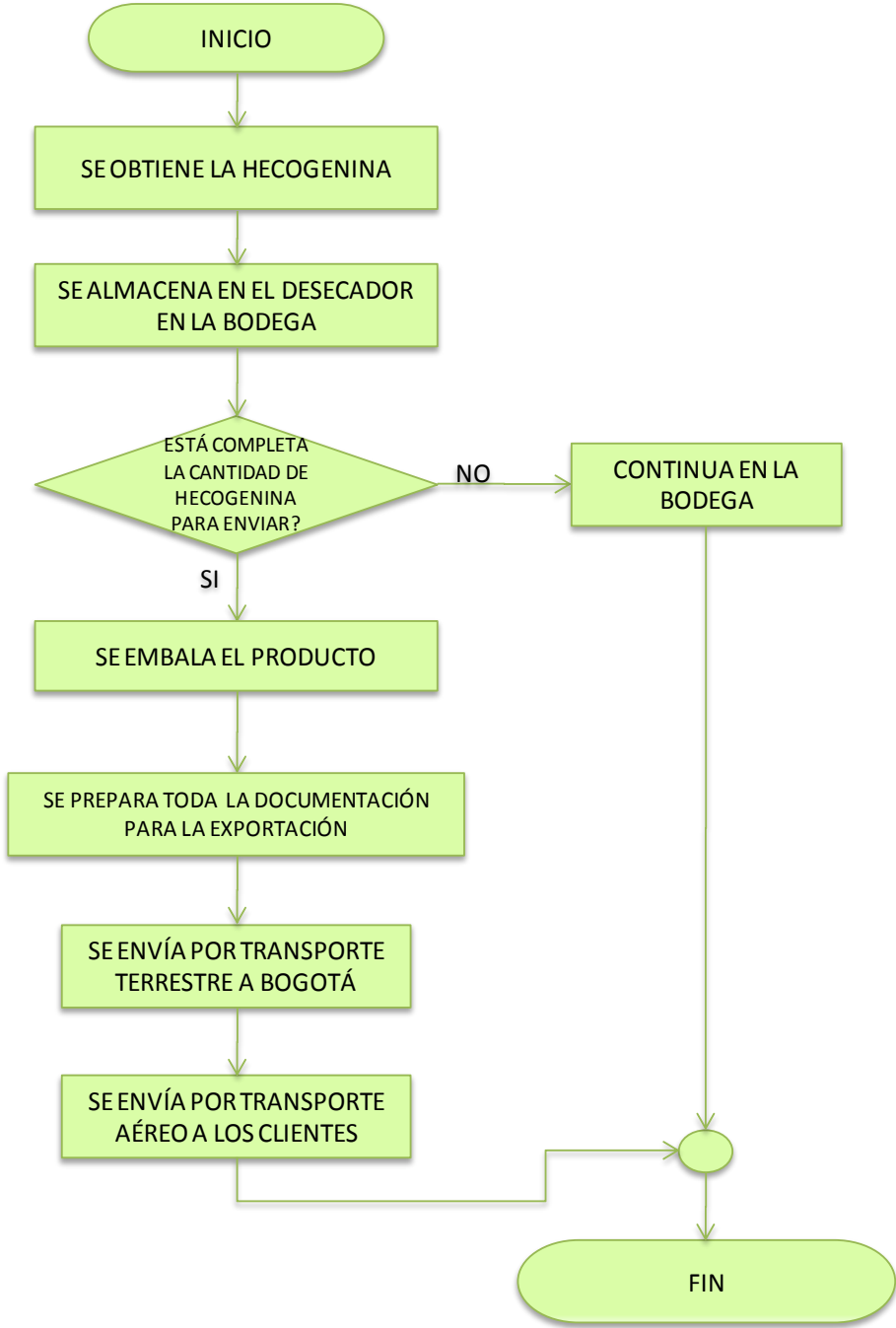


Ilustración 33: Diagrama de Flujo Del Proceso De Distribución Y Comercialización

10. ACTIVIDADES DE APOYO CADENA DE VALOR

Las actividades de apoyo dentro de una cadena de valor, desempeñan un rol muy importante ya que estas como su nombre lo indica dan el apoyo necesario para que las actividades primarias (abastecimiento, producción, distribución, marketing y ventas y el servicio post venta) se puedan llevar a cabo de manera exitosa.

Dentro de las actividades de apoyo encontramos:

- Infraestructura de la empresa:
- Desarrollo Tecnológico
- Recursos Humanos
- Compras.

10.1. INFRAESTRUCTURA

La Planta para su administración está estructurada en tres áreas básicas gerenciadas y coordinadas desde una DIRECCIÓN GENERAL, las cuales son: ÁREA DE PRODUCCIÓN, ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD Y ÁREA ADMINISTRATIVA.

Desde la DIRECCIÓN GENERAL se planean, coordinan y supervisan las actividades de las tres áreas de la planta, con el fin de asegurar volúmenes de venta y márgenes de utilidad, que aseguren su competitividad. Se asignan responsabilidades y se establecen los indicadores de gestión, se evalúa el desempeño y se propone un plan de acción correctivo.

En coordinación con el área de control de calidad, se estructura el plan de aseguramiento de la calidad del producto obtenido, se supervisa su desarrollo, se evalúa y retroalimenta a través del plan de mejoramiento a que haya lugar. Además, se planean, estructuran, priorizan y supervisan los proyectos de innovación tecnológica de productos y procesos a que haya lugar.

Con el área de producción, se planea, organiza y pone en marcha el proceso de producción de Hecogenina, incluyendo el plan de aseguramiento de la calidad del proceso. Se evalúa e identifican los puntos críticos y se implementa el plan de mejoramiento.

Con el área administrativa, se planea el sistema de gestión de la información y registro contable de toda la planta, se realiza el presupuesto y se supervisa su gestión. Se planean y establecen los mecanismos de contratación de personal y se vela por el ambiente laboral de la Planta.

Por último, se direccionan y gestionan nuevas oportunidades de mercado para la Hecogenina producida y se vela por el desarrollo y proyección de la Planta.

10.2. DESARROLLO TECNOLÓGICO

Boyacá es un Departamento que posee grandes riquezas derivadas de sus recursos naturales, con énfasis en el renglón agrícola, sin embargo debido a diferentes factores, este se encuentra poco industrializado.

La Gobernación del Departamento, a través de su Secretaría de Fomento, ha venido apoyando el fortalecimiento de las cadenas productivas entre las que se encuentra el Fique, donde actores importantes como la Universidad, la comunidad y el estado pueden aunar esfuerzos para lograr competitividad de la cadena a través de un desarrollo tecnológico cada vez más avanzado.

La puesta en marcha de una planta de Hecogenina en el Departamento, consolidada desde la investigación y el conocimiento aportado por las universidades, permitirá a la región integrarse al mercado tecnológico del País.

Es importante considerar que la estructura de la planta de extracción de Hecogenina, integra un área de investigación, fundamental para el desarrollo de proyectos de innovación de productos, a partir de los residuos generados en cada una de las etapas del proceso. Es el caso del bagazo generado después del desfibrado y la extracción del jugo, el cual tiene un gran potencial desde el punto de vista de generación de energía y de extracción o preparación de productos de gran interés industrial especialmente, farmacológico.

De otra parte, los proyectos de innovación de procesos serán un aspecto obligado del área de investigación por cuanto, la puesta en marcha de la planta exige superar puntos críticos del proceso que solo se evidencian cuando éstos tienen lugar, es decir al pasar de la teoría a la práctica. Con ellos se podrán estandarizar procedimientos, innovar con insumos que permitan mayor rendimiento del producto y mejor calidad, teniendo en cuenta que el producto atenderá la demanda de un mercado altamente exigente como es la industria farmacéutica que exige estándares de altísima calidad.

A lo largo del proceso de extracción de la Hecogenina, se generan algunos residuos potencialmente contaminantes, por lo que se requiere del diseño y puesta en marcha de un plan de manejo ambiental y el uso eficiente y racional de la energía, a través de proyectos que brinden soluciones amigables con el ambiente.

10.3. RECURSOS HUMANOS

Unos de los eslabones de la cadena de valor es la definición del recurso humano necesario para el óptimo funcionamiento de la planta.

En la siguiente ilustración se observa los cargos que son necesarios para el funcionamiento de la planta, las descripciones de estos cargos se encuentran en el Anexo 11.

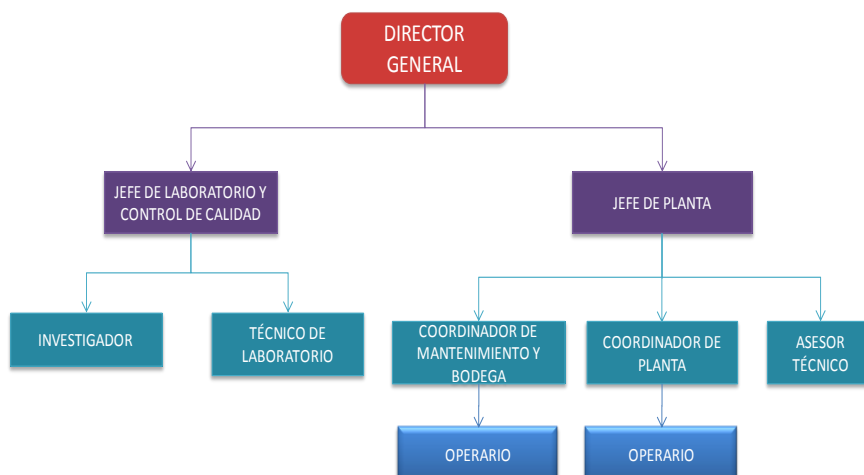


Ilustración 34: Organigrama. Fuente Autora.

10.4. COMPRAS

El proceso de compras tiene como resultado las adquisiciones de materias primas, suministros, entre otras. Las principales actividades que se encuentran en este eslabón son:

- ✂ Selección y Calificación de Proveedores
- ✂ Evaluar Desempeño de Proveedores
- ✂ Negociación de contratos

El desarrollo de ésta actividad de apoyo se ve directamente involucrada con el flujo de material de bienes dentro de las actividades primarias.

Selección y Calificación de Proveedores.

Para la selección de proveedores lo primero a tener en cuenta es la importancia del proveedor. Como ya se enunció en la sección 7.1 los proveedores se van a clasificar entre Proveedores Estratégicos y Proveedores Normales.

Dentro de los Proveedores se encuentran 3 proveedores que son importantes para el funcionamiento de la planta.

- ✂ Hojas de Fique
- ✂ Insumos Químicos
- ✂ Empresas De Servicios Públicos

Para la Selección de Proveedores de las hojas de fique se va tener en cuenta los siguientes aspectos.

- ✂ Área plantada de Fique
- ✂ Variedad Plantada de Fique
- ✂ Periodicidad de Recolección de las hojas

- ↳ Precio por tonelada

Para la Selección de los Proveedores de los Insumos Químicos los aspectos

- ↳ Precio del Producto
- ↳ Lead-time de entrega del producto
- ↳ Posicionamiento en el mercado del proveedor
- ↳ Reconocimiento de la marca del producto
- ↳ Certificaciones de Calidad (INVIMA, ISO 9000 E ISO 14000)

Los proveedores servicios públicos en Paipa son:

- Energía : Empresa de Energía de Boyacá (EBSA)
- Acueducto: La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios Red Vital Paipa S. A E.S.P
- Gas: Gas Natural

Para los proveedores Normales el proceso de selección se base principalmente en la relación costo calidad, en base a las cotizaciones enviadas por las empresas del sector al que pertenecen.

Evaluación del Desempeño de los Proveedores

La medición de la efectividad del desempeño de proveedores se puede realizar mediante la implementación de indicadores de gestión definidos en el cuadro 12.

| NOMBRE DEL INDICADOR | DESCRIPCIÓN | FÓRMULA |
|---|---|--|
| ENTREGAS PERFECTAMENTE RECIBIDAS | % De pedidos que no cumplen con las especificaciones exigidas en la orden de compra emitida. El indicador se debe hacer por cada proveedor suscrito a la planta | $\frac{\text{Pedidos Rechazados}}{\text{Total Ordenes Emitidas}} \times 100$ |
| NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE PROVEEDORES | % Cumplimiento de la entregas de mercancías de acuerdo a los tiempos establecidos para el recibo | $\frac{\text{Pedidos Entregados Fuera de Tiempo}}{\text{Total De Pedidos}} \times 100$ |

Cuadro 11: Indicadores de Gestión Proveedores

- Negociación de Contratos:

Para realizar operaciones comerciales bajo la figura del contrato es necesario que el equipo directivo de la planta, después de un análisis técnico y financiero elija la opción más conveniente.

11. CADENA DE VALOR PARA LA PRODUCCIÓN DE HECOGENINA

En la siguiente ilustración se condensan los aspectos más importantes que integran la cadena de valor diseñada: actividades primarias y las actividades de apoyo.

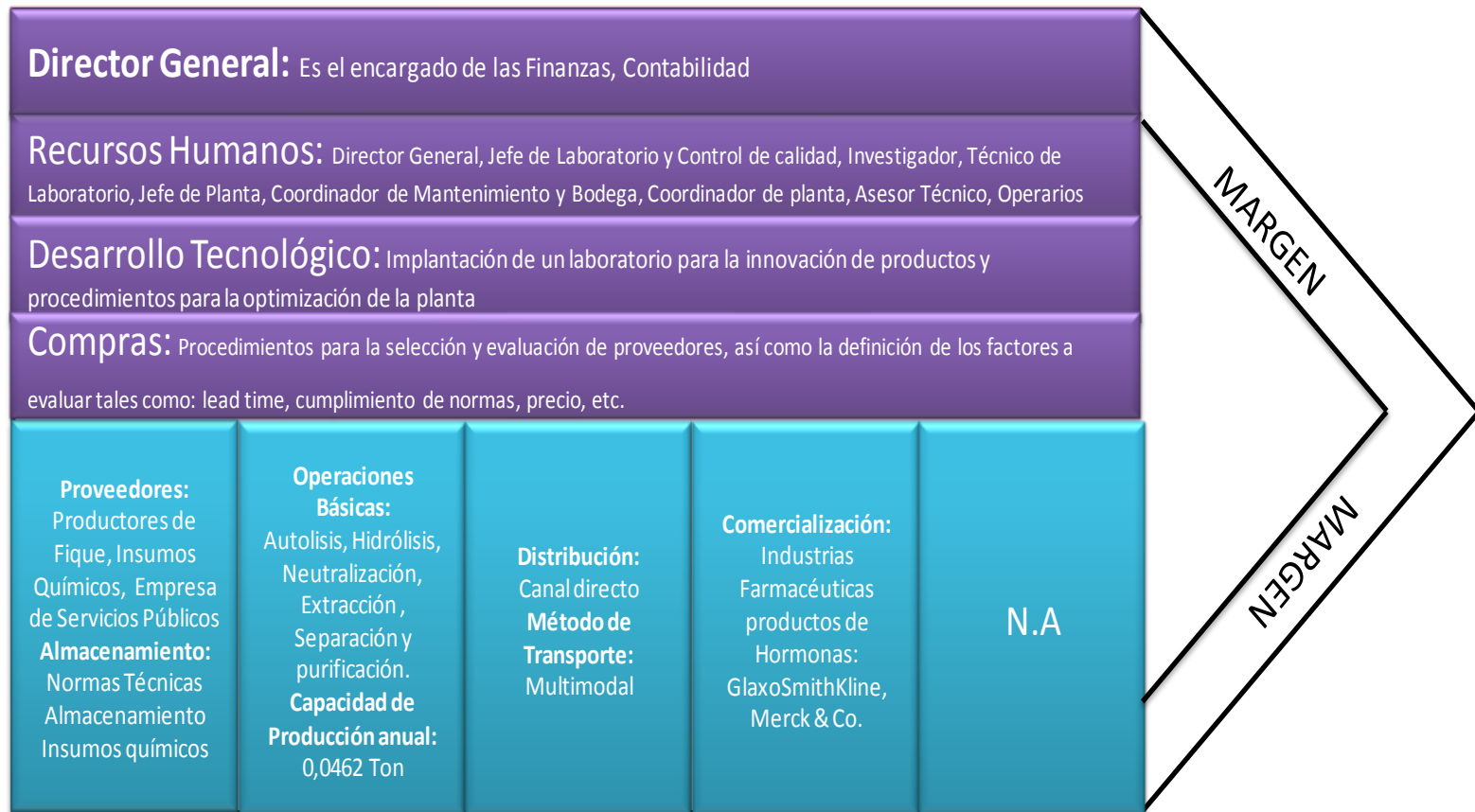


Ilustración 35: Cadena De Valor Para La Producción de Hecogenina

12. EVALUACIÓN FINANCIERA

La Evaluación financiera es una herramienta que ayuda a soportar la toma de decisiones. Entre los indicadores más usados para determinar la viabilidad financiera están la Tasa de Retorno Interna (TIR), Valor Presente Neto (VPN) y el Periodo de Recuperación de la Inversión.

- TIR: Dado que el valor del dinero cambia con el tiempo, La tasa de Retorno Interna representa la medida porcentual de los beneficios que presenta la inversión a un proyecto.
- VPN: El Valor Presente Neto mide en valor monetario de hoy, la ganancia o la perdida después de haber realizado la inversión tomando un intervalo de tiempo. Cuando el valor del VPN es mayor que 0 entonces se está generando valor, si es igual a 0 no está generando ganancia, mientras que si el VPN es negativo es que la inversión no resulto como se esperaba.
- PRI: El periodo de Recuperación de la Inversión se define como el tiempo necesario para se recupere la inversión.

12.1. FLUJO DE CAJA

El Flujo de Caja que se presenta a continuación se proyectó a 5 años. Las cifras se encuentran en pesos colombianos. En el Anexo 12 se encuentra la información que fue tenida en cuenta para la realización del flujo de caja.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingresos Operacionales | 0 | 16.262.666.018 | 16.262.666.018 | 16.262.666.018 | 16.262.666.018 | 16.262.666.018 |
| (-) Costos | 0 | 1.157.127.922 | 1.157.127.922 | 1.157.127.922 | 1.157.127.922 | 1.157.127.922 |
| Mano de obra | 0 | 200.400.000 | 200.400.000 | 200.400.000 | 200.400.000 | 200.400.000 |
| Materia Prima (insumos) | 0 | 921.727.922 | 921.727.922 | 921.727.922 | 921.727.922 | 921.727.922 |
| Depreciación | 0 | 35.000.000 | 35.000.000 | 35.000.000 | 35.000.000 | 35.000.000 |
| Amortización a Diferidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| UTILIDAD BRUTA | 0 | 15.105.538.096 | 15.105.538.096 | 15.105.538.096 | 15.105.538.096 | 15.105.538.096 |
| (-) Gastos Administración y Ventas | 0 | 300.000.000 | 300.000.000 | 300.000.000 | 300.000.000 | 300.000.000 |
| UTILIDAD OPERACIONAL | 0 | 14.805.538.096 | 14.805.538.096 | 14.805.538.096 | 14.805.538.096 | 14.805.538.096 |
| (-) Impuestos | 0 | 5.181.938.334 | 5.181.938.334 | 5.181.938.334 | 5.181.938.334 | 5.181.938.334 |
| UTILIDAD NETA | 0 | 9.623.599.762 | 9.623.599.762 | 9.623.599.762 | 9.623.599.762 | 9.623.599.762 |
| (+) DEPRECIACIÓN | 0 | 35.000.000 | 35.000.000 | 35.000.000 | 35.000.000 | 35.000.000 |
| (-) Compras activos fijos (inversiones) | 350.000.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FLUJO DE CAJA | -350.000.000 | 9.658.599.762 | 9.658.599.762 | 9.658.599.762 | 9.658.599.762 | 9.658.599.762 |

Tabla 18: Flujo De Caja Proyectado

12.2. INDICADORES DE DECISIÓN

12.2.1.VPN

Con el flujo de Caja presentado en el numeral anterior y la aplicación de la fórmula de VPN el Resultado es

$$VPN = 34.065.484.343$$

Con el flujo de Caja presentado en el numeral anterior, con una tasa de oportunidad de la DTF + 7 puntos, la aplicación de la fórmula TIR el Resultado es

$$TIR = 2759,60\%$$

12.2.2.PRI

El periodo de Recuperación de la inversión es menor a un año, puesto que en el flujo de caja presentado se muestra que en el periodo 1 es significativamente mayor a la inversión realizada en el instante cero

13. CONCLUSIONES

- En Boyacá, dada su topografía y los requerimientos para el cultivo del fique, éste se encuentra altamente difundido, principalmente en los Municipios de: Garagoa, Chinavita, Tinjacá, Pachavita y Soatá, los cuales en su mayoría, no son tecnificados, son dispersos y descuidados, lo que representa una debilidad del eslabón de la cadena del fique en esta región del país.
- Las variedades de fique que se cultivan en Boyacá son principalmente Uña de Águila, y Borde de Oro (llamado también Espada o Cenizo), las cuales son las que presentan el más alto contenido de sapogeninas en sus jugos y por ende el mayor rendimiento de Hecogenina.
- La Secretaría de Fomento del Departamento y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, con el Grupo de Investigación BIOPLASMA, desde el 2007, vienen implementando la intensificación del cultivo del fique, mediante la entrega a las familias fiqueras de plantas de óptimas condiciones fitosanitarias, desarrolladas por procedimientos biotecnológicos, principalmente de las variedades *Furcraea Macrophylla*, *F. Cabuya* y *F. Castilla*, la capacitación y sensibilización para el manejo cultural de estas especies.
- La metodología para la extracción de Hecogenina en Boyacá, se ha desarrollado y optimizado a nivel de laboratorio, pero en la actualidad no se dispone de una planta de producción.
- Los criterios de localización de la Planta de extracción de Hecogenina fueron analizados mediante la Ley de Pareto, resultando como el criterio más influyente los proveedores de materia prima (Hoja de fique), seguido de: infraestructura vial, normas ambientales, calidad de mano de obra, comunidad anfitriona y proximidad a los clientes.
- A partir de la aplicación de algoritmos de localización (centro de gravedad), considerando las variables: costos de transporte, distancias y el volumen de materia prima a transportar; tomando como punto de partida el Municipio de Tinjacá, se determinó que la mejor ubicación de la planta de extracción de Hecogenina es el Municipio de Paipa
- Con relación a los proveedores de la planta, se definieron como estratégicos: los productores de fique, las industrias de insumos químicos y las Empresas de Servicios Públicos de agua, energía y gas. Como proveedores normales: los suministros de oficina, la Empresa de Servicio Público de telefonía y las empresas de mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas.
- El proceso de recepción, almacenamiento y manejo de materias primas para la operación de la planta, se definió teniendo como base los criterios de calidad y seguridad industrial y los protocolos exigidos en la normas técnicas sobre clasificación, etiquetado, rotulado, almacenamiento, preparación y hojas de seguridad para cada procedimiento como: NTC 1692, NTC 4435, NTC 4702, NTC 4532, el decreto 2269 de 1993 y la resolución 03742 de 2001, entre otras.
- La capacidad de producción de la planta se determinó teniendo en cuenta los factores: demanda actual y futura del mercado de Hecogenina, tecnología y equipos necesarios y

los suministros e insumos requeridos en el proceso, encontrándose que el factor determinante es la disponibilidad de la hoja de fique.

- En consideración a que el cálculo de producción de Hecogenina proyectada para Boyacá es de 0,0462 Ton/año, y a que el faltante mundial declarado de hecogenina es de 5000 Ton/año, se puede afirmar que la producción de Boyacá, no alcanzaría a suplir ni en un 1% de la demanda mundial de este precursor farmacológico.
- Una gran limitante para el escalamiento a nivel industrial de la extracción de este tipo de productos es el alto requerimiento de materia prima (hoja de fique) Vrs. La baja disponibilidad actual en Boyacá, sumada a las exigencias de calidad de las industrias farmacéuticas.
- Analizados los resultados del balance de materia, se encontró que se generan gran cantidad de residuos de los que un porcentaje es reutilizado (40% H_2SO_4 y el 95,33% de C_2H_5OH) en el proceso y una cantidad importante del restante puede ser transformado en otros productos útiles.
- El organigrama sugerido para la planta está integrado por un cuerpo directivo, un grupo de coordinación y un grupo operativo de apoyo, organizados en tres áreas de trabajo: Área de Investigación y Control de Calidad, Área de Producción y Área Administrativa, para un total de 13 cargos.
- El método de transporte más adecuado para la comercialización de Hecogenina es el intermodal: terrestre y aéreo, debido a que la planta se localizará en el municipio de Paipa y los clientes principales se encuentran en Europa y Estados Unidos. Este municipio no cuenta con infraestructura aeroportuaria suficiente, lo que obliga un desplazamiento terrestre del producto hacia la Ciudad de Bogotá.
- Los clientes para el producto (Hecogenina), son las industrias farmacéuticas productoras principalmente de medicamentos a base de hormonas como la Cortisona, Hidrocortisona, Prednisona y Prednisolona, dentro de las cuales GlaxoSmithKline y Merck & Co., se constituyen en unas de las más interesadas.
- Las diferencias fundamentales para la comercialización de la Hecogenina hacia Europa, no radica en el costo de transporte, sino en las reglamentaciones particulares de cada nación, las cuales deben cuidadosamente estudiarse para hacer la mejor elección en tratos comerciales.
- Al analizar conjuntamente los indicadores de decisión de la evaluación financiera, el proyecto de una planta productora de hecogenina en el Departamento de Boyacá es rentable con una tasa significativamente superior a la tasa de oportunidad del mercado.
- Con un Valor Presente Neto igual a \$37.856.891.975, el proyecto no solo es viable financieramente, si no que se está generando valor a la inversión que se realizaría.

14. RECOMENDACIONES

- Continuar intensificando la implementación de un mayor número de cultivos tecnificados del fique, en regiones potencialmente aptas del Departamento, con el fin de lograr un abastecimiento sostenible de la materia prima para la producción de Hecogenina.
- Continuar investigando sobre la utilización de los residuos como: las hojas que no cumplan los estándares de calidad para el proceso de producción de hecogenina, en producción de abono, biogás u obtención de otros subproductos, y el aprovechamiento de residuos generados en algunas etapas del proceso, para mitigar los costos de producción.
- Continuar investigando nuevas fuentes vegetales de Hecogenina, que puedan ser tratadas utilizando la misma tecnología, instalaciones y protocolos diseñados para el fique.
- Debido a la naturaleza del producto obtenido y a su utilidad última, se requiere un control de calidad con altísimos estándares, por lo que se sugiere como tarea prioritaria, certificar el laboratorio y los procesos de control de calidad.
- El impacto social que puede generar la Planta a la comunidad anfitriona es muy importante, por lo que es recomendable tener en cuenta la fuerza laboral preferiblemente de la región, tanto a nivel profesional, como técnica y operativa.

15. GLOSARIO

- ACTIVIDADES DE APOYO DE LA CADENA DE VALOR: Son las actividades que sustentan a las actividades primarias.
- ACTIVIDADES PRIMARIAS DE LA CADENA DE VALOR: Son las Actividades que están directamente involucradas con la realización física del producto y la distribución al usuario Final
- ACUERDO DE PREFERENCIA UNIÓN EUROPEA: **Ley de Preferencias Arancelarias Andinas de la Comunidad** por un período de cuatro años revisables cada dos años para Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y posteriormente Venezuela, utilizando los mismos argumentos tomados en cuenta por los Estados Unidos para establecer la **ATPA**
- ATPDEA: Ley de Preferencias Arancelarias Andinas de Estados Unidos.
- CADENA DE VALOR: Es un modelo teórico que describe como se desarrollan las actividades de una empresa. Siguiendo el modelo de una cadena.
- CORTISONA: Hormona esteroidea producida naturalmente en la glándula suprarrenal. También puede producirse en el laboratorio. La cortisona reduce la hinchazón y puede suprimir las respuestas inmunitarias.
- FIQUE: El Fique (*Furcraea* spp.), es una planta grande, de tallo erguido, su altura varía entre 2 y 7 m, densamente poblado de hojas de color verde, usada principalmente para la extracción de fibra larga con fines artesanales y de empaques.
- FLUJO DE CAJA: Es una herramienta que posibilita anticipar los saldos en dinero de una empresa a partir de los ingresos y egresos proyectados para un período determinado.
- HECOGENINA: Es una sapogenina esteroidea, utilizada como precursor farmacológico para la síntesis de hormonas como la cortisona.
- HIDROCORTISONA: Medicamento usado para aliviar los síntomas de cierta escasez de hormonas y para debilitar la respuesta inmunitaria.
- LAMA: Parte Solida del Jugo de Fique después de ser Fermentado.
- LEY DE PARETO: También conocida como la ley del 80/20 donde se establece que el 20% de las Causales producen el 80% de los Efectos.
- PREDNISOLONA: Medicamento que disminuye la inflamación y suprime las respuestas inmunitarias. También puede destruir células de la leucemia y el linfoma. La prednisona se usa para tratar muchas afecciones, como ciertas enfermedades de la piel, alergias, concentraciones bajas de ciertas hormonas suprarrenales y anemia (recuento bajo de glóbulos rojos). También se utiliza para tratar los síntomas de varios tipos de leucemia y linfoma. La prednisona es un tipo de glucocorticoide terapéutico.
- PREDNISONA: Medicamento que disminuye la inflamación y suprime las respuestas inmunitarias. También puede destruir células de la leucemia y el linfoma. La prednisona se usa para tratar muchas afecciones, como ciertas enfermedades de la piel, alergias, concentraciones bajas de ciertas hormonas suprarrenales y anemia (recuento bajo de glóbulos rojos). También se utiliza para tratar los síntomas de varios tipos de leucemia y linfoma. La prednisona es un tipo de glucocorticoide terapéutico.

- PRI: El periodo de Recuperación de la Inversión se define como el tiempo necesario para se recupere la inversión.
- PRINCIPIO ACTIVO: Es la sustancia medicinal propiamente dicha que compone esencialmente un medicamento y que se describe con la denominación común internacional recomendada por la Organización Mundial de la Salud como nombre o denominación común usual o científica del medicamento.
- PRODUCTOS FITOTERAPÉUTICOS: Son los productos derivados de plantas y / o sus mezclas en forma de extractos, liofilizados, destilados, tinturas, cocimientos o cualquier preparación galénica que tienen: utilidad terapéutica y una forma farmacéutica definida.
- SAPOGENINAS: Es una molécula de las saponinas generalmente usadas para producir hormonas sintéticas.
- SAPONINAS: Son glicosidos vegetales que se caracterizan por producir espuma cuando se mezclan y agitan con el agua, lo que ha valido con la condición de jabones naturales.
- TIGOGENINA: es un compuesto conocido útil en el tratamiento de la hipocolesterolemia.
- TIR: La tasa de Retorno Interna representa la medida porcentual de los beneficios que presenta la inversión a un proyecto.
- VPN: El Valor Presente Neto mide en valor monetario de hoy, la ganancia o la pérdida después de haber realizado la inversión tomando un intervalo de tiempo.

16. BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO Y BAYONA. Extracción, purificación y determinación de posibles sapogeninas esteroidales presentes en el *Solanum Sycophanta*. Proyecto de grado. Medellín: Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de Procesos. 2005.

ACOSTA SOLÍS, Marco A. La Cabuya Contra La Erosión Del Suelo, Revista Nacional del Agricultura, Vol. 56, No. 8, Colombia, 1961, pp. 22-26

Acuerdo para el Fomento de la Producción y la Competitividad del Subsector Fiquero, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias -CORPOICA-, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA-, Colombia, 2004

Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad, Documento regional, Boyacá, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, junio 2007, Págs. 14, 22 y 35.

AGUDELO MERCHAN, Yuri Yohana y MUÑOZ MUÑOZ, Camila Andrea. Extracción e Identificación de Hecogenina a partir del extracto acuoso, subproducto generado en el procesamiento del desfibrado de las hojas de Fique de la especie *Motua*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas. Carrera Química de Alimentos. Tunja. 2007.

ÁLVAREZ CARVALHO, Paula Andrea; GUTIÉRREZ GIL, Jorge y MUÑOZ RUEDA, Eliana Liceo. Evaluación de esteroides a partir del jugo de fique por fermentación con *Cunninghamella* spp. Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. Medellín: Facultad de Ingeniería Química. 2001. 34, 150 p.

ARROYAVE, Paola C. y VELÁSQUEZ, David E. Aprovechamiento integral de *Furcraea microphylla* Backer. Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de Procesos, Medellín. 2001. 250 p.

BARBOSA ANGEL, EDWIN SAMIR, Evaluación de la calidad del jugo de fique en la obtención de hecogenina y análisis fitoquímico del extracto heptánico del jugo hidrolizado de *Furcraea macrophylla*, variedad Negra común Tesis (Químico) -- Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Química, 2002.

BARBOSA ANGEL, EDWIN SAMIR, Obtención de sapogeninas crudas y carbohidratos a partir de jugo de fique a nivel de plantas piloto. Contenido de hecogenina y tigogenina en el jugo de las variedades cenizo y tunoso común. Tesis Magister en Ciencias - Química -- Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Química, 2006. Págs. 3-7.

BIRBAL SINGH, TEJ K. BHAT AND BHUPINDER SINGH. Potential Therapeutic Applications of Some Anti-nutritional Plant Secondary Metabolites. *J. Agric. Food Chem.*, 51 (19), 5579 - 5597, 2003. 10.1021/jf021150r S0021-8561(02)01150-0. año 2003

BUTLER, G.W. y BAILEY, R.W. Eds. *Chemistry and biochemistry of Herbage*. London: Acad Press 2007; vol. 1

CADEFIQUE. *Guía Ambiental del Subsector Fiquero, Segunda Edición, Cadena Productiva Nacional del fique* –, Enero 2006. Pág. 21

CALVER, GD. Adsorption of bile salts by soya bean flow, wheat bran, lucerne sawdust and lignin. The effect of saponins and other plant constituents. *Br J Nutr* 1998; 47:45-52.

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ, *Logística y Distribución Física Internacional: Clave en las operaciones de Comercio Exterior*.

CAMPOS JIMMER y MÉNDEZ JORGE, *Identificación, análisis y evaluación de riesgos en la cadena de abastecimiento de Elster Coltavira S.A para la prevención de faltante de materias primas en góndola*. Tesis de grado. Especialización en Sistemas de control organizacional y de gestión. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, Bogota D.C. 2007.

CARCE Nariño - Sector Fique, 2008

CARRILLO Helio y TORO SUÁREZ, Inés. *Condiciones agroecológicas del fique en el municipio de San Bernardo (Nariño)*. MADR & Corpoica, Tibaitatá (Mosquera - Cundinamarca): 2004.

CASTELLANOS LEÓN, ANGY PAOLA, *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de Hecogenina en Colombia*. Tesis (Administrador de Empresas) -- Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas. Carrera de Administración de Empresas, 2002. Págs. 120, 126 y 133.

COMPAÑÍA DE EMPAQUES S.A. *Documento de Trabajo Interno, Tema Ambiental Planta Industrial*. Medellín, 2005 (Inédito).

COMPAÑÍA DE EMPAQUES S.A., ARD/CAPP, ISAGEN, USAID. *PlaniFIQUEmos Nuestras Actividades: Julio 2005 - Junio 2006*. Medellín, 2005.

COMPAÑÍA DE EMPAQUES S.A., *Corporación Autónoma Regional de Antioquia-CORANTIOQUIA, Alcaldía de Barbosa, Comité de Fiqueros de Barbosa*. *Manual de Buenas Prácticas para el Cultivo y el Beneficio del Fique*. Medellín: 2004(a).

Congreso De La República de Colombia. Ley 55 de 1993. Por Medio de la cual se aprueba el “Convenio Número 170 y la Recomendación Número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo”, adoptados por la 77ª Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990. Bogotá 1993.

Consolidación de la cadena productiva de fique en el municipio de Pueblo Rico
Departamento de Risaralda, Fundación Codesarrollo, Agosto 2006

CORPOICA. Plan Nacional Estratégico de Investigación, Desarrollo Tecnológico y
Transferencia del Fique (*Furcraea macrophylla*). Bogotá, (septiembre 30) 2004.

CORPOICA. Problemática del Subsector Fiquero: Presentación de Toro S., I. al Consejo
Nacional de CADEFIQUE, (Junio 14) 2005(c).

CRUZ H., Daniel STN CADEFIQUE, CADENA AGROINDUSTRIAL DEL FIQUE, 2008.

CUÉLLAR A. Química de los fármacos naturales. Universidad de La Habana. La Habana, 1983.

DANE. Cuentas Nacionales trimestrales

Ibiden. Encuesta Anual Manufacturera (EAM) 2005. Tasa de cambio promedio 2005:
2.320,77 pesos por dólar.

Ibiden. DIAN-DANE.

<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/DesarrolloEmpresarial/Competitividad/Estad%C3%ADsticas/tabid/234/Default.aspx>

DE FRAUME Melida. La Etnobotánica Y Sus Relaciones Con La Fitoterapia. Instituto De
Estudios Ambientales IDEA Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales 1995, Pág 10.

DELVASTO ARJONA, Silvio. Programa de Investigación Aprovechamiento Integral del Fique,
Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Departamento de Materiales Cali: 2002.

EMPRESA COOPERATIVA DE FIBRAS NATURALES DE SANTANDER -ECOFIBRAS LTDA.,
COOHILADOS DEL FONCE LTDA. & SECRETARÍA DE AGRICULTURA DE SANTANDER. Hablemos
de Fique en Santander y Colombia: Manual para el Cultivo. 42 p. Curití, 2005.

Exprimiendo fique, María Claudia Rojas R. UN Periódico – Bogotá. 2004, Fuente: Advance
Scientific and Chemical Inc. 2006

GARCÍA-MENDOZA, A. y GALVÁN, R. (1995). Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae
en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, Núm. 56: 7-24.

GÓMEZ ECHEVERRI, Mónica María y VANEGAS GÓMEZ, Emerson León. Evaluación de la
producción de esteroides a partir del jugo de fique con *Cunninghamella* spp. Universidad
Pontificia Bolivariana de Medellín. Facultad de Ingeniería Química. 2001

HITT, Michael A. Strategic management: competitiveness and globalization: concepts and
cases, Ed. 7, ed. 2007, pág. 89, 90, 91

Informes estadísticos de comercio mundial/ informe general productos – País. ICEX.

JIMÉNEZ S. Paz, Introducción del Sistema Productivo, www.eui.upm.es/~wdoe/operaciones.ppt

Instituto Colombiano de Normas Técnicas Y Certificación (Icontec). Transporte De Mercancías Peligrosas: Clasificación, Marcado Y Rotulado. Bogota: Icontec, 1998, 17 p.: Il. (NTC 1692).

Ibiden, (Icontec). Embalajes y Envases para Transporte de Mercancías Peligrosas. Bogotá: Icontec, 1999, Il. NTC 4702 (1-9).

Ibiden, (Icontec) Transporte de Mercancías Peligrosas: Hojas de Seguridad para Materiales. Preparación. Bogotá: Icontec, 1998, 139 p.: Il. (Ntc 4435).

LA CADENA DEL FIQUE EN COLOMBIA UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA 1991-2005, Agrocadenas, Bogotá, Colombia. 2006.

LEÓN LÓPEZ LUIS GUILLERMO, Diseño de la estructura de canales de distribución, la estrategia de la cadena de abastecimiento y su respectivo plan de acción para la empresa Castor Data Ltda. Tesis de Grado Ingeniería Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C. 2003

LOKEN, Bjarte. Patente US3895999 Process for obtaining a crude sapogenin from agave leaves. 1974. Milan, Italia.

MACHADO, Leandro et al. Sapogeninas esteroidales: Materia prima para la fabricación de hormonas esteroidales. En: Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. Convenio Andrés Bello- CAB. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo- CYTED. Ministerio de Educación y Cultura de España. Santafé de Bogotá, 2000.

MADRID & CORPOICA. Informe Final: Tecnificación del Cultivo e Industrialización del Jugo del Fique (*Furcraea macrophylla*). Convenio 062- 02. Bogotá D.C., 2004.

Ministerio De Transporte. Subdirección Operativa De Transporte Automotor. Grupo De Estudios de Carga. Manual de Transporte de Mercancías Peligrosas. Bogotá, 124 p.

OCHOA BOTERO, Juan Carlos. Uso del licor de plantas agavaceas como aditivo en morteros y hormigones. Tesis Doctoral UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil Valencia (España), 2009

OTERO B. R., El cultivo del henequén (*Agave fourcroydes*, Lem) como planta textil y su aprovechamiento integral. 1993.

PROEXPORT: Normas de Origen País Alemania. 2009

Ibidem. Normas de Origen País Estados Unidos

Ibidem. Perfil Logística por País

Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Oficina de Industria y Ambiente (Unep / Ieo). Almacenamiento de Materiales Peligrosos. Guía Técnica para Depósitos de Materiales Peligrosos. Paris, 1990. 80 P. II. Reporte Técnico No. 13.

Proyecto Proceso De Descontaminación Por Contaminación De Lavado De Fibras Naturales Y Aguas Residuales En La Zona De Carga Hídrica Del Río Mogoticos, Fuente Abastecedora Del Acueducto De San Gil, Empresa Cooperativa de Fibras Naturales de Santander –ECOFIBRAS–, Fondo para la Acción Ambiental -FPPA- Corporación Autónoma Regional de Santander -CAS-, Colombia, 2004.

RAMÍREZ CARMONA M. *CIBIOT* le saca el jugo a los desechos del fique Colombia, Síntesis Bolivariana ISSN: 2011-866X, 2008 vol:1 fasc: 335 págs.: 11 – 11.

RUBBER, N. V. 1960 Cultivación Mij Ámsterdam. Informe al MINSAP. México. Dirección de Desarrollo, 11p.

Secretaría De Desarrollo Agropecuario Y Fomento Económico. Comité Cadena Productiva Del Fique. Departamento Del Cauca.2002

Sector Farmacéutico,

<http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/manufacturas/farmaceutico.html>

SEGURA DE CORREA, R., TORO SUÁREZ, Inés y Barbosa, Edwin. Azúcares constituyentes del hidrolizado del jugo de fique (*Furcraea macrophylla*), variedades Uña de Águila y Negra Común. MADR, Corpoica & Universidad Nacional de Colombia (Fac. de Ciencias, Dpto. de Química, Laboratorio Productos Naturales Vegetales). Bogotá D.C.: 2004b.

ANEXOS

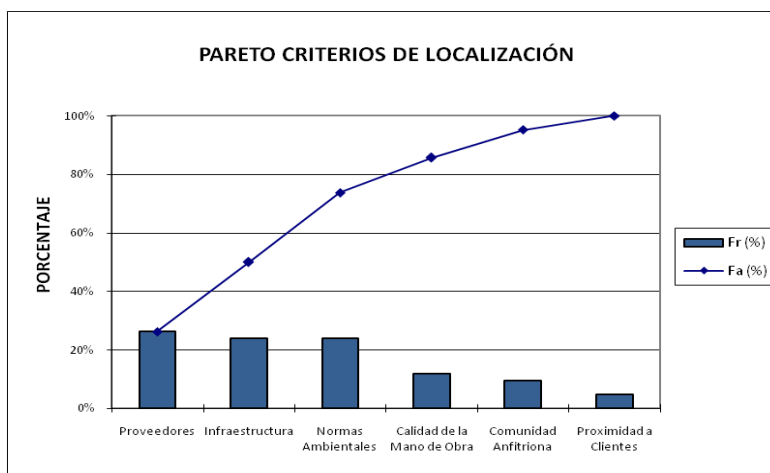
ANEXO 1: EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN

Para la evaluación de los criterios de localización se utilizó la herramienta de la Ley de Pareto de forma cualitativa a continuación se muestra el desarrollo de la herramienta.

Diagrama de Pareto Criterios de Localización

| Causal | Calificación Cualitativa | Calificación Cuantitativa |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Proximidad a Clientes | C | 1 |
| Infraestructura | A | 5 |
| Calidad de la Mano de Obra | BB | 2,5 |
| Proveedores | AA | 5,5 |
| Normas Ambientales | A | 5 |
| Comunidad Anfitriona | B | 2 |

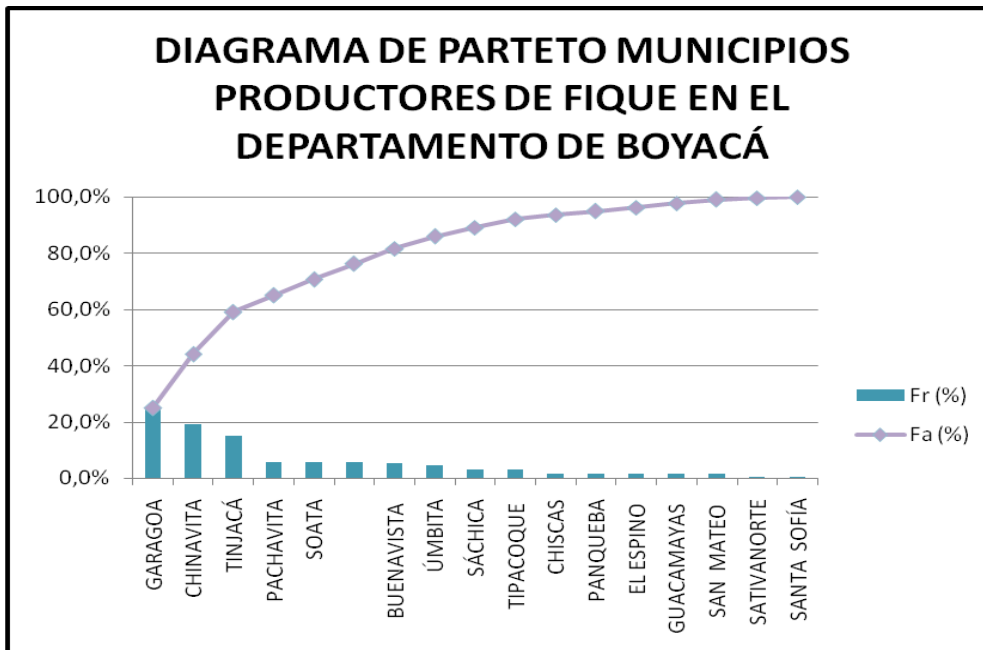
| Causal | Puntaje | Fr (%) | Fa (%) | PC | PC + Fa |
|-----------------------|-------------|-------------|--------|--------|---------|
| Proveedores | 5,5 | 26,2% | 26,2% | 16,7% | 42,9% |
| Infraestructura | 5 | 23,8% | 50% | 33,3% | 83,3% |
| Normas Ambientales | 5 | 23,8% | 73,8% | 50,0% | 123,8% |
| Calidad Mano de Obra | 2,5 | 11,9% | 85,7% | 66,7% | 152,4% |
| Comunidad Anfitriona | 2 | 9,5% | 95,2% | 83,3% | 178,6% |
| Proximidad a Clientes | 1 | 4,8% | 100,0% | 100,0% | 200,0% |
| Total | 21,5 | 100% | | | |



ANEXO 2: DIAGRAMA DE PARETO MUNICIPIOS PRODUCTORES DE FIQUE DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

La cantidad de Plantas fueron tomadas del capítulo 5 sección 3.

| MUNICIPIOS | CANTIDAD DE PLANTAS | Fr (%) | Fa (%) | PC (%) | PC + Fa |
|---------------------|---------------------|---------------|--------|--------|---------|
| GARAGOA | 90.060 | 25,0% | 25,0% | 5,9% | 30,8% |
| CHINAVITA | 69.058 | 19,1% | 44,1% | 11,8% | 55,8% |
| TINJACÁ | 54.159 | 15,0% | 59,1% | 17,6% | 76,7% |
| PACHAVITA | 21.005 | 5,8% | 64,9% | 23,5% | 88,4% |
| SOATA | 20.890 | 5,8% | 70,7% | 29,4% | 100,1% |
| SAN PABLO DE BORBUR | 20.110 | 5,6% | 76,3% | 35,3% | 111,6% |
| BUENAVISTA | 19.205 | 5,3% | 81,6% | 41,2% | 122,8% |
| ÚMBITA | 15.950 | 4,4% | 86,0% | 47,1% | 133,1% |
| SÁCHICA | 11.488 | 3,2% | 89,2% | 52,9% | 142,1% |
| TIPACOQUE | 10.800 | 3,0% | 92,2% | 58,8% | 151,0% |
| CHISCAS | 5.000 | 1,4% | 93,6% | 64,7% | 158,3% |
| PANQUEBA | 5.000 | 1,4% | 94,9% | 70,6% | 165,5% |
| EL ESPINO | 5.000 | 1,4% | 96,3% | 76,5% | 172,8% |
| GUACAMAYAS | 5.000 | 1,4% | 97,7% | 82,4% | 180,1% |
| SAN MATEO | 5.000 | 1,4% | 99,1% | 88,2% | 187,3% |
| SATIVANORTE | 1.980 | 0,5% | 99,7% | 94,1% | 193,8% |
| SANTA SOFÍA | 1.250 | 0,3% | 100,0% | 100,0% | 200,0% |
| TOTAL | 360.955 | 100,0% | | | |



ANEXO 3: LOCALIZACIÓN PROPUESTA

| MUNICIPIOS | # PLANTAS | # PLANTAS POR HECTÁREA | HECTÁREAS PLANTADAS | HECTÁREAS PARA EL ESTUDIO | TONELADAS PARA EL ESTUDIO |
|--------------|----------------|------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| GARAGOA | 90.060 | 800,00 | 112,6 | 90,1 | 91,0 |
| CHINAVITA | 69.058 | 800,00 | 86,3 | 69,1 | 69,7 |
| TINJACÁ | 54.159 | 800,00 | 67,7 | 54,2 | 54,7 |
| PACHAVITA | 21.005 | 800,00 | 26,3 | 21,0 | 21,2 |
| SOATA | 20.890 | 800,00 | 26,1 | 20,9 | 21,1 |
| TOTAL | 255.172 | | 319,0 | 255,2 | 257,7 |

Para obtener el Volumen en toneladas que serían transportados a la planta se va a tomar como referencia el 80% de la producción total de fique en el departamento de Boyacá. El número de plantas por hectárea fue suministrado por la encargada de Agrocadenas Boyacá la Señora Claudia Boda.

DESARROLLO DEL ALGORITMO CENTRO DE GRAVEDAD

| DATOS INICIALES | | | | | |
|-----------------|---------------|------------------|-------------------------|--------|--------|
| MUNICIPIOS | VOLUMEN (Ton) | TARIFA (\$/Ton.) | Distancia Desde Tinjacá | X | Y |
| GARAGOA | 91,0 | \$ 173 | 131 | 94,23 | -91 |
| CHINAVITA | 69,7 | \$ 173 | 117 | 75,2 | -89,62 |
| TINJACÁ | 54,7 | \$ 173 | 0 | 0 | 0 |
| PACHAVITA | 21,2 | \$ 173 | 126 | 90,63 | -87,52 |
| SOATA | 21,1 | \$ 173 | 210 | 172,02 | 120 |

| CENTRO DE GRAVEDAD INICIAL | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|------------------|---------------|-----------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| | V*T*X | V*T*Y | V*T | Distancia | Costo | C. X | C. Y | V*T/Distancia |
| GARAGOA | 1.480.642 | 1.429.889 | 15.713 | 167 | 2.621.572 | 8.875 | 8.570 | 94 |
| CHINAVITA | 906.068 | 1.079.811 | 12.049 | 165 | 1.982.497 | 5.507 | 6.563 | 73 |
| TINJACÁ | 0 | 0 | 9.449 | 107 | 1.012.843 | 0 | 0 | 88 |
| PACHAVITA | 332.142 | 320.744 | 3.665 | 163 | 597.482 | 2.037 | 1.967 | 22 |
| SOATA | 626.969 | 439.010 | 3.645 | 106 | 385.149 | 5.933 | 4.154 | 34 |
| TOTAL | 3.345.821 | 3.269.454 | 43.643 | | 6.599.544 | 22.352 | 21.255 | 309 |

$$X_o = \frac{\sum(V_i * T_i * X_i)}{\sum(V_i * T_i)} \quad 77$$

$$Y_0 = \frac{\sum(V_i * T_i * Y_i)}{\sum(V_i * T_i)} = 75$$

| ITERACIÓN 1 | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|--------|--------|-----------------|
| | Distancia 1 | Costo 1 | C. X 1 | C. Y 1 | V*T/Distancia 1 |
| GARAGOA | 161 | 2.534.054 | 9.181 | 8.866 | 97 |
| CHINAVITA | 158 | 1.908.792 | 5.719 | 6.816 | 76 |
| TINJACÁ | 100 | 943.088 | 0 | 0 | 95 |
| PACHAVITA | 157 | 576.710 | 2.111 | 2.038 | 23 |
| SOATA | 112 | 409.272 | 5.583 | 3.910 | 32 |
| TOTAL | | 6.371.916 | 22.595 | 21.630 | 324 |

$$X_1 = \frac{\sum((V_i * T_i * X_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)} = 72,3$$

$$Y_1 = \frac{\sum((V_i * T_i * Y_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)} = 68,8$$

| ITERACIÓN 2 | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|--------|--------|-----------------|
| MUNICIPIOS | Distancia 2 | Costo 2 | C. X 2 | C. Y 2 | V*T/Distancia 2 |
| GARAGOA | 160 | 2.508.829 | 9.273 | 8.956 | 98 |
| CHINAVITA | 156 | 1.885.548 | 5.790 | 6.900 | 77 |
| TINJACÁ | 97 | 912.486 | 0 | 0 | 98 |
| PACHAVITA | 156 | 570.625 | 2.133 | 2.060 | 24 |
| SOATA | 115 | 420.945 | 5.429 | 3.801 | 32 |
| TOTAL | | 6.298.432 | 22.625 | 21.717 | 328 |

$$X_2 = \frac{\sum((V_i * T_i * X_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)} = 69,8$$

$$Y_2 = \frac{\sum((V_i * T_i * Y_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)} = 66,8$$

| ITERACIÓN 3 | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|--------|--------|-----------------|
| MUNICIPIOS | Distancia 3 | Costo 3 | C. X 3 | C. Y 3 | V*T/Distancia 3 |
| GARAGOA | 159 | 2.500.988 | 9.302 | 8.984 | 99 |
| CHINAVITA | 156 | 1.878.231 | 5.812 | 6.927 | 77 |
| TINJACÁ | 96 | 902.501 | 0 | 0 | 99 |
| PACHAVITA | 155 | 568.730 | 2.140 | 2.067 | 24 |
| SOATA | 117 | 424.774 | 5.380 | 3.767 | 31 |
| TOTAL | | 6.275.223 | 22.635 | 21.744 | 330 |

$$X_3 = \frac{\sum((V_i * T_i * X_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)} = 68,9$$

$$Y_3 = \frac{\sum((V_i * T_i * Y_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)} = 66,1$$

| ITERACIÓN 4 | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|
| MUNICIPIOS | Distancia 4 | Costo 4 | C. X 4 | C. Y 4 | V*T/Distancia 4 |
| GARAGOA | 159 | 2.498.371 | 9.312 | 8.993 | 99 |
| CHINAVITA | 156 | 1.875.791 | 5.820 | 6.936 | 77 |
| TINJACÁ | 95 | 899.187 | 0 | 0 | 99 |
| PACHAVITA | 155 | 568.098 | 2.143 | 2.069 | 24 |
| SOATA | 117 | 426.042 | 5.364 | 3.756 | 31 |
| TOTAL | | 6.267.489 | 22.63 | 21.75 | 330 |
| | | | 9 | 4 | |

| | | |
|-------|--|------|
| X_4 | $(=)\sum((V_i * T_i * X_i) / D_i) / (\sum((V_i * T_i) / d_i))$ | 68,6 |
| Y_4 | $(=)\sum((V_i * T_i * Y_i) / D_i) / (\sum((V_i * T_i) / d_i))$ | 65,9 |

| ITERACIÓN 5 | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|
| MUNICIPIOS | Distancia 5 | Costo 5 | C. X 5 | C. Y 5 | V*T/Distancia 5 |
| GARAGOA | 159 | 2.497.500 | 9.315 | 8.996 | 99 |
| CHINAVITA | 156 | 1.874.980 | 5.822 | 6.939 | 77 |
| TINJACÁ | 95 | 898.086 | 0 | 0 | 99 |
| PACHAVITA | 155 | 567.887 | 2.143 | 2.070 | 24 |
| SOATA | 117 | 426.464 | 5.358 | 3.752 | 31 |
| TOTAL | | 6.264.917 | 22.640 | 21.757 | 331 |

| | | |
|-------|--|-------|
| X_5 | $(=)\sum((V_i * T_i * X_i) / D_i) / (\sum((V_i * T_i) / d_i))$ | 68,53 |
| Y_5 | $(=)\sum((V_i * T_i * Y_i) / D_i) / (\sum((V_i * T_i) / d_i))$ | 65,85 |

| ITERACIÓN 6 | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|
| MUNICIPIOS | Distancia 6 | Costo 6 | C. X 6 | C. Y 6 | V*T/Distancia 6 |
| GARAGOA | 159 | 2.497.210 | 9.317 | 8.997 | 99 |
| CHINAVITA | 156 | 1.874.710 | 5.823 | 6.940 | 77 |
| TINJACÁ | 95 | 897.719 | 0 | 0 | 99 |
| PACHAVITA | 155 | 567.817 | 2.144 | 2.070 | 24 |
| SOATA | 117 | 426.604 | 5.357 | 3.751 | 31 |
| TOTAL | | 6.264.061 | 22.640 | 21.758 | 331 |

| | | |
|-------|--|-------|
| X_6 | $(=)\sum((V_i * T_i * X_i) / D_i) / (\sum((V_i * T_i) / d_i))$ | 68,50 |
| Y_6 | $(=)\sum((V_i * T_i * Y_i) / D_i) / (\sum((V_i * T_i) / d_i))$ | 65,83 |

| ITERACIÓN 7 | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|--------|--------|---------------|
| MUNICIPIOS | Distancia 7 | Costo 7 | C. X | C. Y | V*T/Distancia |
| GARAGOA | 159 | 2.497.114 | 9.317 | 8.998 | 99 |
| CHINAVITA | 156 | 1.874.620 | 5.824 | 6.940 | 77 |
| TINJACÁ | 95 | 897.597 | 0 | 0 | 99 |
| PACHAVITA | 155 | 567.794 | 2.144 | 2.070 | 24 |
| SOATA | 117 | 426.651 | 5.356 | 3.750 | 31 |
| TOTAL | | 6.263.776 | 22.640 | 21.758 | 331 |

| | | |
|-------|---|-------|
| X_7 | $(=) \frac{\sum((V_i * T_i * X_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)}$ | 68,49 |
| Y_7 | $(=) \frac{\sum((V_i * T_i * Y_i) / D_i)}{\sum((V_i * T_i) / d_i)}$ | 65,82 |

ANEXO 4: FORMATO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES

| FECHA DE INGRESO | PRODUCTO | CANTIDAD | OBSERVACIONES | FIRMA |
|------------------|----------|----------|---------------|-------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

- FECHA DE INGRESO: Es la fecha en la que ingreso el material a la planta
- PRODUCTO: En este campo se estipula el producto que ingreso si fueron las hojas de fiques, o un insumo químico.
- CANTIDAD: Se especifica cual fue la cantidad que ingreso en su unidad de medida
- OBSERVACIONES: Se escribe las observaciones que haya a lugar.
- FIRMA: la persona quien recibió el material es quien debe firmar la planilla.

ANEXO 5: FORMATO DEVOLUCIÓN Y FORMATO DESECHO

FORMATO DEVOLUCIÓN

| FECHA INGRESO | DE | PRODUCTO | FECHA DEVOLUCIÓN | CANTIDAD DEVUELTA | MOTIVO DEVOLUCIÓN | FIRMA |
|------------------|----|----------|---------------------|----------------------|----------------------|-------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

- **FECHA DE INGRESO:** Es la fecha en la que ingreso el material a la planta
- **PRODUCTO:** En este campo se estipula el producto que ingreso si fueron las hojas de fiques, o un insumo químico.
- **FECHA DEVOLUCIÓN:** Fecha en la que se realiza la devolución al proveedor del material
- **CANTIDAD DEVUELTA:** Se especifica cual fue la cantidad que fue devuelta en su unidad de medida
- **MOTIVO DEVOLUCIÓN:** Se especifica cual fue la razón de la devolución.
- **FIRMA:** firma la persona responsable del área.

FORMATO DESECHO (únicamente para las hojas de fique)

| FECHA DE INGRESO | CANTIDAD DESECHADA | PROCESO EN EL QUE VA A SER UTILIZADO EL FIQUE | MOTIVO DEL DESECHO | DEL FIRMA |
|------------------|--------------------|---|--------------------|-----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

- FECHA DE INGRESO: Es la fecha en la que ingreso las hojas de fique a la planta
- CANTIDAD DESECHADA: Es la cantidad de hojas de fique no van a ser tenidas en cuenta para la producción de hecogenina
- PROCESO EN EL QUE VA A SER UTILIZADO EL FIQUE: Se nombra el proceso que en el que se va a utilizar la hoja.
- MOTIVO DEL DESECHO: Se especifica cual fue la razón por la que las hojas no pueden ser utilizadas para la extracción de la hecogenina.
- FIRMA: firma la persona responsable del área.

ANEXO 6: DATOS BALANCE DE MATERIA

| DATOS ADICIONALES | |
|--|--------|
| Plantas promedio por hectárea | 800 |
| Rendimiento ton/ has | 1,01 |
| % De la hoja de fique que es Fibra | 4% |
| % De la hoja de fique que es Jugo y bagazo | 96% |
| % mezcla que corresponde a bagazo | 30% |
| % mezcla que corresponde a Jugo | 70% |
| Densidad del Jugo de fique(kg./l) | 1,02 |
| % de jugo de fique fermentado que es Lama | 55% |
| % de jugo de fique fermentado que es sobrenadante | 44% |
| Densidad Lama(g/ml) | 1,053 |
| En el proceso de hidrolisis el ácido gastado equivale al 40% del que se adiciona | 40% |
| Densidad H2SO4 | 1,08 |
| Eficiencia proceso de extracción(solvente Recuperado) | 95,33% |
| % de Tigogenina presente en Sapogeninas | 23,8% |
| % Hecogenina presente en las Sapogeninas | 42,31% |

ANEXO 7: FORMATO DEL PRODUCTO TERMINADO QUE SE ENCUENTRA EN BODEGA

| FECHA DE INGRESO | CANTIDAD INGRESADA | LUGAR ALMACENAMIENTO | DE FIRMA |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

- **FECHA DE INGRESO:** Es la fecha en la que ingreso el producto terminado a la bodega
- **CANTIDAD INGRESADA:** Se especifica cual fue la cantidad de producto final que fue ingresada en a la bodega en gramos
- **FIRMA:** firma la persona responsable del área.

ANEXO 7: INFORMES ESTADÍSTICOS DE COMERCIO MUNDIAL / INFORME GENERAL PRODUCTO- PAÍS, PRODUCTO CORTISONA, HIDROCORTISONA, PREDNISONA (DEHIDROCORTISONA) Y PREDNISOLONA (DEHIDROHIDROCORTISONA).

ICEX

Informes estadísticos de comercio mundial /Informe General Productos-País

Producto/s: * 293721

País: Colombia

Informe solicitado para el periodo: 2005 - 2008

Contenido:

- Comercio Mundial
- Importación Mundial
- Exportación Mundial

Fuente: Informe elaborado por el ICEX a partir de los datos de la División de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas.
Notas:

- Todos los datos incluidos en el presente informe vienen expresados en Miles de USD.
- La fuente de referencia para obtener la evolución del comercio mundial son las exportaciones que cada país declara a la ONU.

Importante.

Para la elaboración de los informes estadísticos de comercio mundial el sistema utiliza la última información facilitada por la División de Estadística de las Naciones Unidas, Organismo que recaba los datos de los diferentes países. Es muy importante que revise [la relación de países declarantes por año](#), pues podría ocurrir que países importantes en el comercio de su producto no hubieran declarado sus datos para alguno de los años reflejados en el informe, lo que puede desvirtuarlo.

NOMENCLATURA.

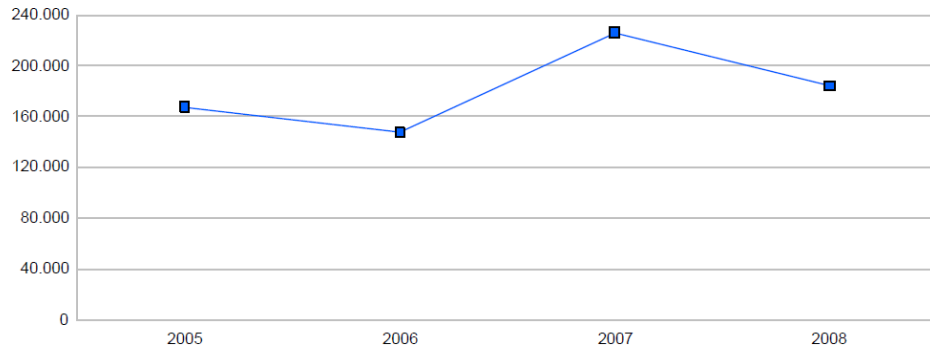
M-Importación
X-Exportación
Importadores-Países importadores
Exportadores-Países exportadores



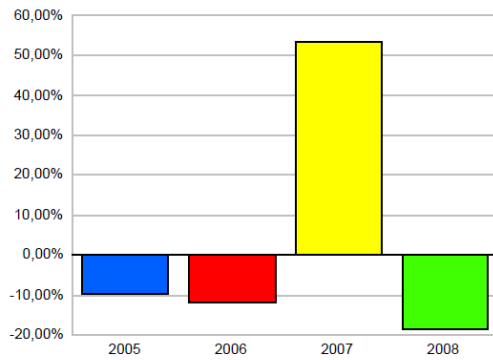
* La descripción de los productos seleccionados para el informe se especifica en la página 11.

Comercio mundial

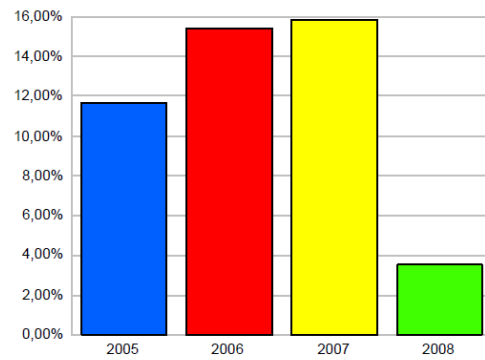
Evolución comercio mundial (X+M) de los productos seleccionados ,2005-2008



Cuota de variación interanual de los productos seleccionados

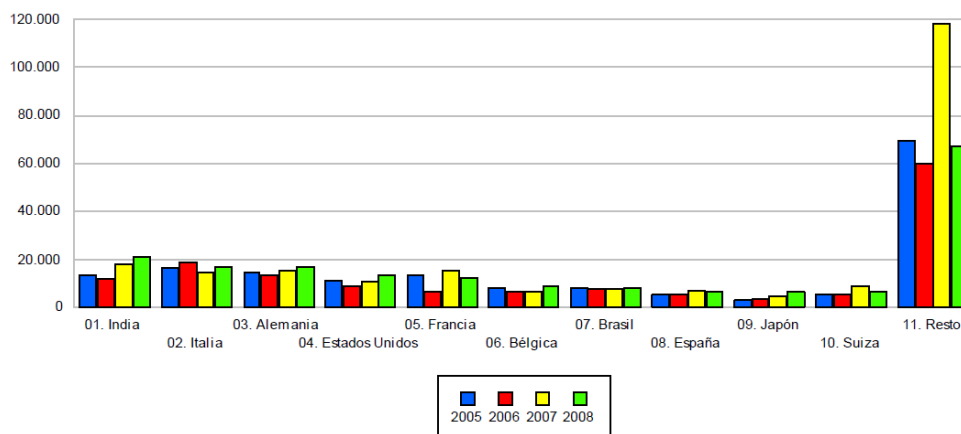


Cuota de variación interanual de comercio mundial



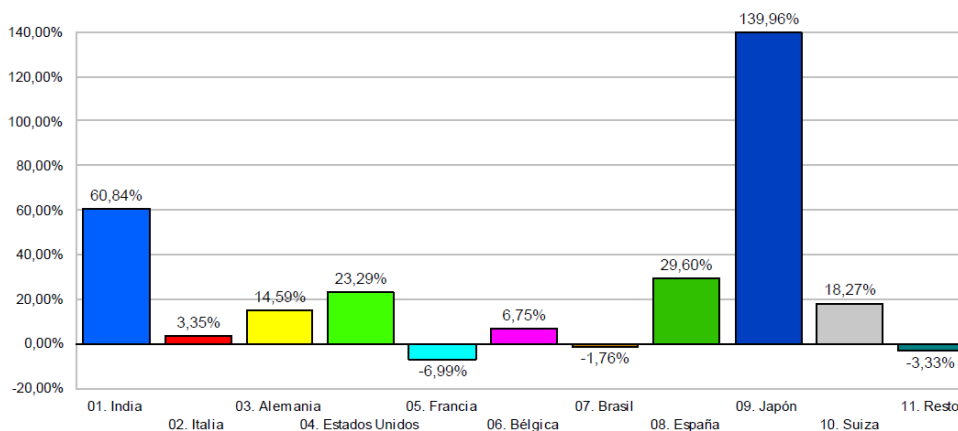
Importación mundial

Evolución principales clientes* de los productos seleccionados en valor. Periodo 2005 - 2008



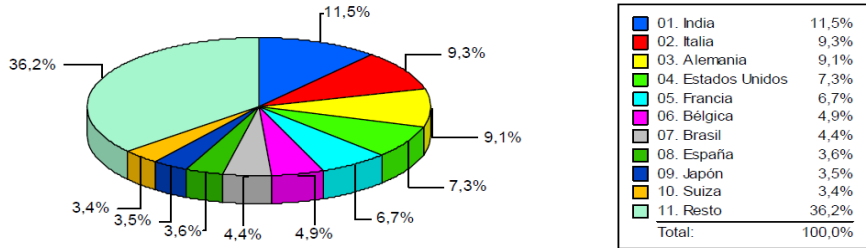
* Ordenados por su volumen de importación en 2008

Crecimiento* de las importaciones de los productos seleccionados de los principales países clientes

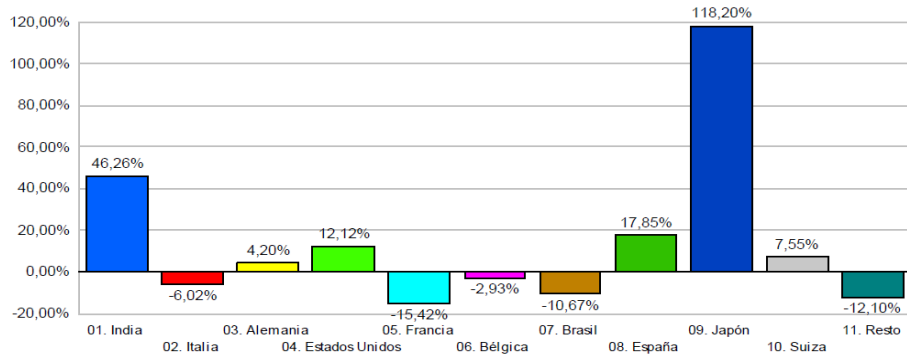


* $(M \text{ Producto en } 2008 - M \text{ Producto en } 2005 / M \text{ Producto en } 2005) \times 100$

Importación mundial
Cuota mundial principales clientes, en 2008



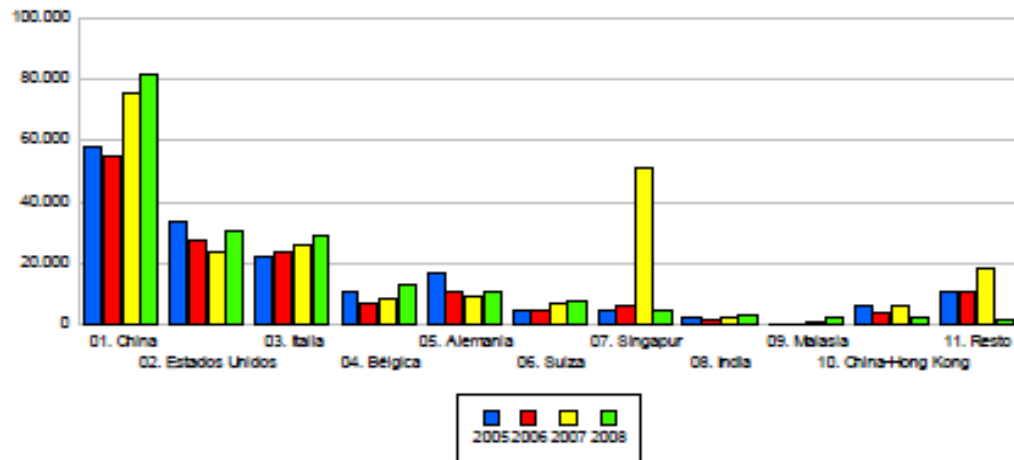
Evolución del peso relativo de los principales clientes*, en 2005 - 2008



* Calculado como: ((MPais/MMundo) en 2008 - (MPais/MMundo) en 2005) / ((MPais/MMundo) en 2005)

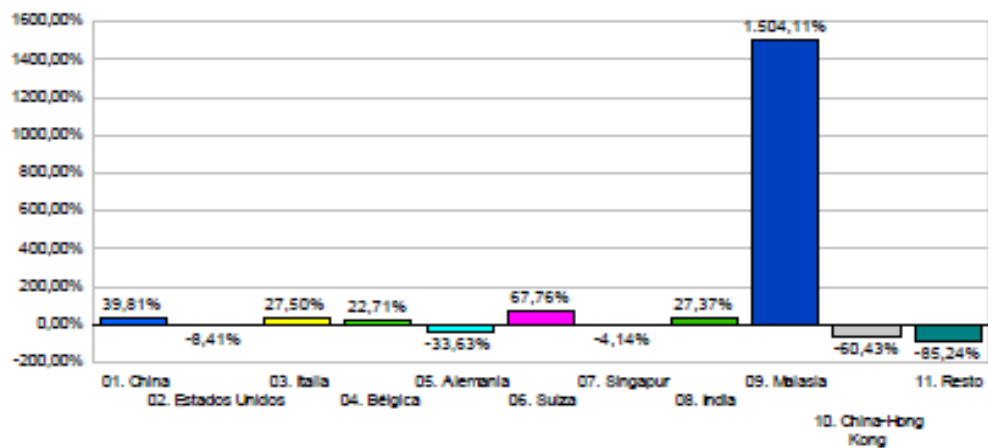
Exportación mundial

Evolución principales exportadores* en valor. Periodo 2005 - 2008



* Ordenados por su volumen de exportación en 2008

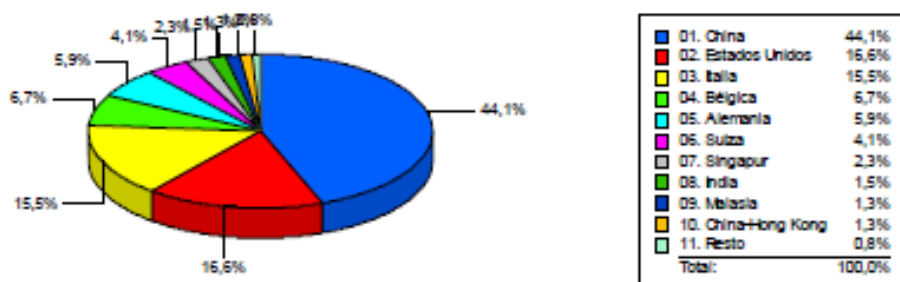
Evolución crecimiento* principales exportadores. Periodo 2006 - 2008



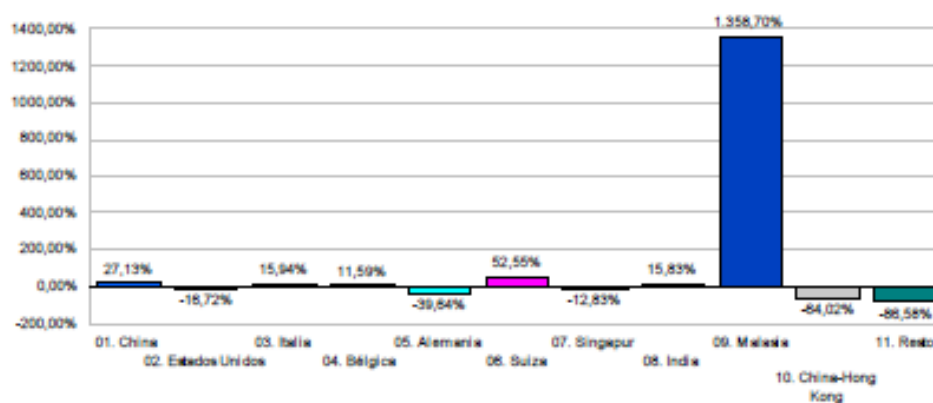
* $(M \text{ Producto en } 2008 - M \text{ Producto en } 2006) / M \text{ Producto en } 2006 \times 100$

Exportación mundial

Cuota Mundial Principales Proveedores, en 2008



Evolución del peso relativo de los principales proveedores*, en 2005 - 2008



* Calculado como: $\frac{[Pais/Mundo]_{2008} - [Pais/Mundo]_{2005}}{[Pais/Mundo]_{2005}}$

| | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| Algeria | Albania | Albania | Anguila | Argentina | Armenia |
| Andorra | Australia | Azerbaijan | Bahamas | Barbados | Belgia |
| Bahamas | Belarus | Bosnia Herzegovina | Bolivia | Brazil | Bulgaria |
| Burkina Faso | Burkina Faso | Canada | China | China Hong Kong | Chile |
| Colombia | Costa Rica | Costa Rica | Chile | Dominica | Ecuador |
| Egipto | El Salvador | Estados Unidos | Eslovenia | Eslovenia | Estados Unidos |
| Eslovenia | Egipto | Filipinas | Francia | Francia | Gambia |
| Georgia | Ghana | Grecia | Grecia | Guatemala | Gambia (Conakry) |
| India | Indonesia | Irlanda | Irlanda | Israel | Gambia |
| Jamaica | Japón | Jordania | Kazajistán | Kenya | Letonia |
| Lituania | Luxemburgo | México | Madagascar | Malasia | Malawi |
| Maldivas | Mali | Mali | Maldivas | Maldivas | México |
| Moldavia | Mozambique | Namibia | Niger | Nigeria | Nicaragua |
| Nueva Caledonia | Nueva Zelanda | Omán | Países Bajos | Paraguay | Paraguay |
| Paraguay | Perú | Polonia | Polonia | Portugal | Qatar |
| Reino Unido | República Checa | Ruanda | Rumania | Rusia | S. Vicente y las Grenadinas |
| Samoa | Santa Lucía | Santa Lucía y Príncipe | Serbia | Seychelles | Singapur |
| St. Lusia | Sudán | Suecia | Suda | Suriname | Tailandia |
| Tailandia y Tailandia | Tailandia | Tailandia y Camboya | Tailandia | Uruguay | Uganda |
| Uruguay | Venezuela | Yemen | Zambia | | |

| | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Alemania | Arabia Saudita | Argelia | Argentina | Armenia | Arabia |
| Australia | Austria | Azerbaiján | Bahamas | Bahrín | Bangladés |
| Barbados | Bélgica | Belice | Barbados | Bolivia | Bosnia Herzegovina |
| Bahar | Bulgaria | Burundi | Cabo Verde | Brasil | Chile |
| China | China-Hong Kong | Chile | Colombia | Corea del Sur | Cuba de Matfi |
| Cuba Rica | Costa Rica | Camerun | Dominica | Ecuador | El Salvador |
| Estados Unidos Unidos | Eslovenia | Eslovenia | España | Estados Unidos | Eslovenia |
| Eslovaquia | Fiji | Filipinas | Finlandia | Francia | Georgia |
| Ghana | Grecia | Grecia | Groenlandia | Guatemala | Guinea (Conakry) |
| Guyana | Honduras | Hungría | India | Irlanda | Islandia |
| Israel | Italia | Jamaica | Japón | Jordania | Kazajstán |
| Kirguistán | Kuwait | Letonia | Líbano | Liberia | Luxemburgo |
| México | Malasia | Madagascar | Malasia | Malawi | Maldivas |
| Mali | Malta | Maldivas | Maldivas | Mayotte | México |
| Moldavia | Mongolia | Morocco | Mozambique | Namibia | Nicaragua |
| Níger | Nigeria | Noruega | Nueva Caledonia | Nueva Zelanda | Omán |
| Países Bajos | Paraguay | Paraguay | Paraguay | Perú | Polonia |
| Portugal | Qatar | Reino Unido | República Checa | Rusia | Romania |
| Rusia | El Valle de Occidente | Saudi Arabia | Senegal | Santa Lucía | Santo Tomé y Príncipe |
| Senegal | Serbia | Singapur | Sri Lanka | Sudáfrica | Suecia |
| Sudafrica | Suiza | Tailandia | Tailandia | Territorios Franceses | Togo |
| Taipei | Trinidad y Tobago | Túnez | Turquía | Uganda | Uruguay |
| Venezuela | Vietnam | Yemen | Zambia | Zimbabue | |

Productos:

293721-CORTISONA, HIDROCORTISONA, PREDNISONA (DEHIDROCORTISONA) Y PREDNISOLONA (DEHIDROHIDROCORTISONA).

Representatividad

| Producto | % Total selección exportación | % Total selección importación |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| 293721 | 100,00 | 100,00 |

ANEXO 8: ¿QUÉ HACER PARA EXPORTAR?

Guía de la Cámara de Comercio de Villavicencio.

¿QUÉ HACER PARA EXPORTAR?

1. UBICACIÓN DE LA POSICIÓN ARANCELARIA:

El usuario debe localizar la posición arancelaria de su producto, para tal efecto, en el Centro de

Información Empresarial ZEIKY, podrá tener acceso al arancel de aduanas, y recibir ayuda informal en la búsqueda de la posición (el usuario debe tener claro que solamente la DIAN esta autorizada a determinar posiciones arancelarias-Decreto 2685/99 Art. 236 y Resolución 4240/00 Art. 154 al 157 de la DIAN).

2. ESTUDIO DE MERCADO Y LOCALIZACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL:

La exportación requiere inicialmente de una selección de mercados, donde se puede determinar las características específicas del país o región a donde se quiere exportar, la identificación de los posibles canales de distribución, el precio de la exportación de su producto, los hábitos y las preferencias de los consumidores en el exterior, los requisitos de ingreso, vistos buenos, impuestos, preferencias arancelarias y demás factores que coincidan sobre el proceso de venta en el exterior, para este fin se cuenta con herramientas como el sistema de Inteligencia de mercados de la pagina web de PROEXPORT.

3. REGISTRO COMO EXPORTADOR:

El Gobierno Nacional ha expedido el Decreto 2788 del 31 de agosto de 2004 de Minhacienda, por el cual se reglamenta el Registro Único Tributario (RUT), el cual se constituye como el nuevo y único mecanismo para identificar, ubicar y clasificar a los sujetos de obligaciones administradas y controladas por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, DIAN.

Teniendo en cuenta que el Registro Único Tributario sustituyo e incorporo, entre otros, el Registro

Nacional de Exportadores de Bienes y Servicios, es importante que los interesados observen estrictamente las disposiciones establecidas para el efecto tanto en el Decreto 2788 como en la resolución 8346 ambos de 2004.

Esto último se sustenta en la Circular Externa 062 de Mincomercio, deroga las circulares 020 y 031 del 19 y 25 de febrero de 2000, y la 050 del 30 de Octubre de 2003, del Ministerio de Comercio Industria y Turismo.

4. PROCEDIMIENTO ANTE EL MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO

4.1 Registro de Productores Nacionales, Oferta Exportable y Solicitud de determinación de Origen: En caso de que el comprador en el exterior exija el certificado de origen, para obtener una preferencia arancelaria, el exportador debe bajar de la pagina de Mincomercio la forma 010 0 010^a (para Artesanías), con su correspondiente instructivo, el cual tiene vigencia de (2) años a partir de su aprobación, diligéncielo y preséntelo en original y una copia, con Certificado de Cámara de Comercio y copia del nuevo RUT, en la ventanilla de correspondencia de MINCOMERCIO.

4.2 Solicitud de Criterios de Origen: Luego de tener aprobado la Solicitud de su producto y si requiere Certificado de Origen consigne \$10.000 en la cuenta empresarial No. 01099215-4 en BANCAFE a nombre del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Según el país al que vaya a exportar, tenga en cuenta los siguientes códigos para la consignación:

- Código 250 SGP: Países de la Unión Europea, Europa Oriental, Japón y Canadá
- Código 251 ATPA: Estados Unidos
- Código 252 Certificado Origen para exportación de textiles Unión Europea
- Código 255 Comunidad Andina y ALADI (países de Latinoamérica, excepto Argentina, Brasil, Uruguay)
- Código 256 Grupo de los Tres: Únicamente México
- Código 257 Panamá
- Código 259 Cuba
- Código 260 Terceros Países
- Código 271 CARICOM
- Código 273 CAN-MERCOSUR

Una vez tenga la confirmación de pedido del exterior, elabore la factura comercial, diligencie el

Certificado de origen y preséntelo al Mincomercio, acompañado de copia o fotocopia de la Factura comercial.

5. PROCEDIMIENTOS DE VISTOS BUENOS:

Algunos productos requieren de vistos buenos y/o permisos previos para la autorización de la exportación y que deben ser tramitados antes de presentar la declaración de exportación (DEX) ante la DIAN, tales como el ICA (Sanidad animal y vegetal), MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y

DESARROLLO TERRITORIAL (Preservación Fauna y flora silvestre), INVIMA (Medicamentos, alimentos, Productos cosméticos), DAMA (Madera), INCODER (Entidad que reúne al Incora, el Inpa, el Inat y el DRI), INGEOMINAS (Piedras preciosas y Esmeraldas), Ministerio de Cultura (Arte, Cultura y Arqueología), etc. Otros productos están sujetos a cuotas como el azúcar y la Panela a Estados Unidos, banano y atún a la Unión Europea. (A partir de enero de 2005 no es necesaria la Visa Textil para USA y Puerto Rico. Ver Circular Externa No. 047 de 2004 Mincomercio).

6. PROCEDIMIENTOS CAMBIARIOS (REINTEGRO DE DIVISAS):

Toda exportación genera la obligación de reintegrar las divisas a través de los intermediarios cambiarios (Bancos Comerciales y demás entidades financieras) por tanto los exportadores deben efectuar la venta de las divisas a estos intermediarios, para lo cual se debe reclamar y diligenciar ante dicha entidad el formulario Declaración de Cambio No. 2.

7. PROCEDIMIENTOS ADUANEROS PARA DESPACHO ANTE LA DIAN:

Una vez tenga lista la mercancía verifique los términos de negociación (INCOTERMS) y si es el caso contrate un Agente de Carga (Vía aérea) o Agente Marítimo para la contratación del Transporte

Internacional, compre el formulario “Declaración de Exportación” (DEX) en la DIAN, diligéncielo y trámitelo directamente si su exportación tiene un valor inferior a USD 1.000, de lo contrario debe realizar este procedimiento a través de una Sociedad de Intermediación Aduanera (SIA), que este autorizada por la DIAN para realizar este proceso. La Declaración de Exportación debe presentarse ante la Administración de Aduanas por donde se va a despachar la mercancía, anexando entre otros los siguientes documentos:

1. Factura Comercial
2. Lista de Empaque (si se requiere)
3. Registros Sanitarios o Vistos Buenos (si lo requiere el producto)
4. Documento de Transporte
5. Otros documentos exigidos para el producto a exportar

Una vez presentados estos documentos e incorporados al sistema informativo aduanero, este determina si requiere inspección física o documental, la cual se hace en las bodegas de la aerolínea, en el puerto de salida o en el lugar habilitado por la DIAN, terminada esta diligencia y si todo esta bien la mercancía puede ser embarcada y despachada al exterior.

8. MEDIOS DE PAGO:

Es importante tener en cuenta la forma en que su cliente pagara la exportación. Para esto existen los instrumentos de pago internacional, como las cartas de crédito, letras avaladas, garantías Stanby, entre otras, que le brindan seguridad en la transacción.

Lo invitamos a que contacte a su asesor de BANCOLDEX en el ZEIKY, para que de manera conjunta estructuraremos cada uno de sus negocios de acuerdo con sus necesidades.

EXPORTACIÓN DE MUESTRAS SIN VALOR COMERCIAL

Todo producto que se exporte por esta modalidad debe cumplir con las normas sanitarias o vistos buenos pertinentes, en caso de requerirse, y para ello debe cumplir con los siguientes requisitos:

-Elaboración de Factura Comercial o Factura Pro forma, indicando el valor para efectos aduaneros y cantidad.

-Certificado de origen si es exigido por el comprador en el exterior

-Diligenciamiento a través del sistema electrónico de la DIAN de la Declaración Simplificada de

Exportación (Cód. 610) en la oficina de la DIAN por donde se va a despachar la mercancía.

NOTA: Existen algunos productos que no se pueden exportar por este régimen, que se pueden consultar en el estatuto aduanero (Decreto 2685/99). Cada exportador tiene un cupo de U\$10.000 anuales bajo esta modalidad.

ANEXO 9: FORMULARIO 02. MINISTERIO DE COMERCIO



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
República de Colombia

FORMULARIO 02

REGISTRO DE PRODUCTORES NACIONALES OFERTA EXPORTABLE Y DETERMINACIÓN DE ORIGEN

0.1 REGISTRO ENICIAL _____

0.2 RENOVACIÓN: _____

| 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------|-----------------------|---------------------|------------|-----------|------------------|
| 1.1 RAZÓN SOCIAL: _____ | | | | 1.2 NIT: _____ | | | | |
| 1.3 DIRECCIÓN OFICINA PRINCIPAL: _____ | | | | CIUDAD: _____ | | A.A. _____ | | |
| TELÉFONOS: _____ | | FAX: _____ | | CORREO-E: _____ | | | | |
| 1.4 DIRECCIÓN PLANTA PRODUCCIÓN: _____ | | | | CIUDAD: _____ | | | | |
| 1.5 REPRESENTANTE LEGAL: _____ | | | | CARGO: _____ | | | | |
| 2. PRODUCTO A REGISTRAR (DILIGENCIAR UN FORMULARIO PARA CADA PRODUCTO) | | | | | | | | |
| 2.1 SUBPARTIDA ARANCELARIA (10 dígitos): _____ | | | | | | | | |
| 2.2 NOMBRE COMERCIAL: _____ | | | | | | | | |
| 2.3 NOMBRE TÉCNICO: _____ | | | | | | | | |
| 2.4 UNIDAD COMERCIAL: _____ | | | | | | | | |
| 3. UTILIZACIÓN INSTRUMENTOS DE PROMOCIÓN | | | | | | | | |
| 3.1 PLAN VALLEJO _____ | | 3.2 AITEK _____ | | 3.3 ZONA BLANCA _____ | | | | |
| 4. (*) MATERIALES EXTRANJEROS (IMPORTADOS DIRECTAMENTE O ADQUIRIDOS EN EL MERCADO NACIONAL) | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCIÓN (Nombre Técnico) | Subpartida Arancelaria (10 dígitos) | PAIS ORIGEN | PAIS PROCEDENCIA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | VALOR FOB | VALOR EN FÁBRICA |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 4.11. VALOR TOTAL POR UNIDAD DE PRODUCTO (COL \$): | | | | | | | | |
| 5. (*) MATERIALES NACIONALES | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCIÓN (Nombre Técnico) | Subpartida Arancelaria (10 dígitos) | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | VALOR EN PLANTA | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 5.11. VALOR TOTAL POR UNIDAD DE PRODUCTO (COL \$): | | | | | | | | |
| 6. COSTOS Y VALOR EN FÁBRICA PRODUCTO TERMINADO | | | | | | | | |
| 6.1 TOTAL COSTOS MATERIAS PRIMAS NACIONALES/U. COMERCIAL (Valor castilla No 6.1.1) | | | | | | \$ _____ | | |
| 6.2 OTROS COSTOS DIRECTOS DE FÁBRICA/U. COMERCIAL (No incluye valores pólizas) | | | | | | \$ _____ | | |
| 6.3 VALOR EN FÁBRICA / U. COMERCIAL (Mayor a su valor castilla No 6.1 + 6.2 + 6.11) | | | | | | \$ _____ | | |
| 6.4 VALOR NETO DE EXPORTACIÓN/U. COMERCIAL: | | | | | | \$ _____ | | |


| |
|--|
| 7. (*) PROCESO DE PRODUCCIÓN (COMPLETA DESCRIPCIÓN POR ETAPAS) |
| |
| 8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO |
| |
| 9. USOS Y/O APLICACIONES DEL PRODUCTO |
| |
| 10. (*) VALOR AGREGADO NACIONAL (VAN) |
| <p>A. NACIONAL: _____ % B. ALABO Y GRUPO ANDINO: _____ % C. EL USA: _____ % D. CANADA: _____ % E. MEDIO: _____ %</p> <p>Declaro bajo la gravedad de juramento la veracidad de la información consignada. Para el trámite simplificado de renovación, declaro que se ha conservado sin modificación dentro de un margen de +/- 2% la composición porcentual del valor CIF de los materiales importados frente al valor en planta de los materiales nacionales, la composición porcentual de la estructura de costos y no se ha variado el origen de las materias primas informadas en el registro que se renueva. Autorizo al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a utilizar la información no confidencial contenida en el presente Registro para la elaboración de estadísticas o para su consulta.</p> |
| <p>11. FIRMA REPRESENTANTE LEGAL: _____ FECHA: dd / mm / aaaa</p> |
| <p>12. ANOTACIONES DEL FUNCIONARIO REVISOR (Espacio reservado para el Incomercio)</p> |

(*) Obligación consorcial.

ANEXO 10: COTIZACIONES TRANSPORTE POR FEDEX.COM

- ALEMANIA

Colombia [Página Inicial](#) | [English](#) | [Centro de información](#) | [Servicio al cliente](#)



[Servicios de envío](#) | [Servicios / Herramientas](#)

[Envíos >](#) | [Rastreo >](#) | [Manejo de su cuenta >](#) | [Herramientas de aduana >](#)

Obtener tarifas y tiempos de tránsito

[?](#) [Ayuda](#) ▼

Utilice esta sencilla herramienta para obtener una estimación de la tarifa y determinar la fecha y la hora de entrega esperada para su envío.

* Denota campo obligatorio

[Borrar todos los campos](#)

1. Enviar de / a

[?](#) [Ayuda](#) [+](#) [Editar](#)

De: Tunja, Colombia | Para: Hamburg, 20095, Alemania en 2 octubre, 2009.

2. Detalles del paquete y del envío

[?](#) [Ayuda](#) [+](#) [Editar](#)

Datos del paquete: 1 paquete, .8 kg, FedEx Box , 107000.00 USD.

3. Descripción del producto / mercancía

[?](#) [Ayuda](#) [+](#) [Editar](#)

Datos del producto: Químicos, No Peligrosos

4. Tarifas y tiempos de tránsito


[?](#) [Ayuda](#)

Las cantidades se muestran en USD

| Seleccionar | Fecha / hora de entrega | Servicio | Tarifas |
|-----------------------|-------------------------|---|------------------------|
| <input type="radio"/> | | FedEx International Priority [®] | 641.16 |
| <input type="radio"/> | | FedEx International Economy [®] | 636.89 |

- ITALIA

Colombia Página Inicial | English | Centro de información | Servicio al cliente



Servicios de envío Servicios / Herramientas

[Envíos >](#) [Rastreo >](#) [Manejo de su cuenta >](#) [Herramientas de aduana >](#)

Obtener tarifas y tiempos de tránsito

[? Ayuda](#)

Utilice esta sencilla herramienta para obtener una estimación de la tarifa y determinar la fecha y la hora de entrega esperada para su envío.

* Denota campo obligatorio [Borrar todos los campos](#)

1. Enviar de / a [? Ayuda](#) [✚ Editar](#)

De: Tunja, Colombia | Para: Verona, 37100, Italia en 2 octubre, 2009.

2. Detalles del paquete y del envío [? Ayuda](#) [✚ Editar](#)

Datos del paquete: 1 paquete, ,8 kg, FedEx Box , 107000.00 USD.

3. Descripción del producto / mercancía [? Ayuda](#) [✚ Editar](#)

Datos del producto: Químicos, No Peligrosos

4. Tarifas y tiempos de tránsito [? Ayuda](#)


Las cantidades se muestran en USD

| Seleccionar | Fecha / hora de entrega | Servicio | Tarifas |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|
| <input type="radio"/> | | FedEx International Priority® | 641.16 |
| <input type="radio"/> | | FedEx International Economy® | 636.89 |

Más información sobre sus resultados:

- La ciudad de origen o destino introducida se encuentra fuera del área principal de recogida / entrega de FedEx. El tiempo de tránsito suministrado podría incluir el tiempo adicional necesario para recoger o entregar su envío de / a esta área.

- BÉLGICA



Colombia [Página Inicial](#) | [English](#) | [Centro de información](#) | [Servicio al cliente](#)

Buscar

Servicios de envío Servicios / Herramientas

Envíos ▶ Rastreo ▶ Manejo de su cuenta ▶ Herramientas de aduana ▶

Obtener tarifas y tiempos de tránsito

[?](#) Ayuda ▼

Utilice esta sencilla herramienta para obtener una estimación de la tarifa y determinar la fecha y la hora de entrega esperada para su envío.

* Denota campo obligatorio

[Borrar todos los campos](#)

1. Enviar de / a

[?](#) Ayuda [+](#) Editar

De: Tunja, Colombia | Para: Hamburg, 20095, Alemania en 2 octubre, 2009.

2. Detalles del paquete y del envío

[?](#) Ayuda [+](#) Editar

Datos del paquete: 1 paquete, .8 kg, FedEx Box , 107000.00 USD.

3. Descripción del producto / mercancía

[?](#) Ayuda [+](#) Editar

Datos del producto: Químicos, No Peligrosos


4. Tarifas y tiempos de tránsito

[?](#) Ayuda

Las cantidades se muestran en USD

| Seleccionar | Fecha / hora de entrega | Servicio | Tarifas |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|
| <input type="radio"/> | | FedEx International Priority® | 641.16 |
| <input type="radio"/> | | FedEx International Economy® | 636.89 |

- ESTADOS UNIDOS



Colombia Página Inicial | English | Centro de información | Servicio al cliente

Buscar Ir

Servicios de envío | Servicios / Herramientas

Envíos ▾ | Rastreo ▾ | Manejo de su cuenta ▾ | Herramientas de aduana ▾

Obtener tarifas y tiempos de tránsito

[?](#) Ayuda ▾

Utilice esta sencilla herramienta para obtener una estimación de la tarifa y determinar la fecha y la hora de entrega esperada para su envío.

* Denota campo obligatorio

[Borrar todos los campos](#)

1. Enviar de / a

[?](#) Ayuda

De: Tunja, Colombia | Para: Bristol, 37620, Estados Unidos en 2 octubre, 2009.

2. Detalles del paquete y del envío

[?](#) Ayuda

Datos del paquete: 1 paquete, .8 kg, FedEx Box , 107000.00 USD.

3. Descripción del producto / mercancía

[?](#) Ayuda

Datos del producto: Químicos, No Peligrosos

4. Tarifas y tiempos de tránsito

[?](#) Ayuda


Las cantidades se muestran en USD

| Seleccionar | Fecha / hora de entrega | Servicio | Tarifas |
|-----------------------|---|-------------------------------|------------------------|
| <input type="radio"/> | La información del tiempo de tránsito no se encuentra disponible para este servicio de Entrega en sábado. Puede contactar con el Servicio de Atención al Cliente de FedEx local (en EE.UU. y Canadá, marque 1.800.GoFedEx 1.800.463.3339) para obtener más información. | FedEx International Priority® | 620.27 |
| <input type="radio"/> | | FedEx International Priority® | 607.08 |
| <input type="radio"/> | | FedEx International Economy® | 476.55 |

Más información sobre sus resultados:

- La ciudad de origen o destino introducida se encuentra fuera del área principal de recogida / entrega de FedEx. El tiempo de tránsito suministrado podría incluir el tiempo adicional necesario para recoger o entregar su envío de / a esta área.
- El valor total declarado para la aduana que se ha introducido supera el límite para los servicios internacionales de FedEx. Para obtener información adicional, incluyendo otros servicios que podrían estar disponibles, por favor contacte con el [Servicio de Atención al Cliente](#).

- CHINA



Colombia Página Inicial | English | Centro de información | Servicio al cliente

Buscar Ir

Servicios de envío Servicios / Herramientas

Envíos ▶ Rastreo ▶ Manejo de su cuenta ▶ Herramientas de aduana ▶

Obtener tarifas y tiempos de tránsito

[?](#) Ayuda ▼

Utilice esta sencilla herramienta para obtener una estimación de la tarifa y determinar la fecha y la hora de entrega esperada para su envío.

* Denota campo obligatorio

[Borrar todos los campos](#)

1. Enviar de / a

[?](#) Ayuda

De: Tunja, Colombia | Para: Suzhou, 215002, China en 2 octubre, 2009.

2. Detalles del paquete y del envío

[?](#) Ayuda

Datos del paquete: 1 paquete, .8 kg, FedEx Box , 107000.00 USD.

3. Descripción del producto / mercancía

[?](#) Ayuda

Datos del producto: Químicos, No Peligrosos

4. Tarifas y tiempos de tránsito

[?](#) Ayuda

Las cantidades se muestran en USD

| Seleccionar | Fecha / hora de entrega | Servicio | Tarifas |
|-----------------------|---|---|------------------------|
| <input type="radio"/> | La información del tiempo de tránsito no se encuentra disponible para este servicio de Entrega en sábado. Puede contactar con el Servicio de Atención al Cliente de FedEx local (en EE.UU. y Canadá, marque 1.800.GoFedEx 1.800.463.3339) para obtener más información. | FedEx International Priority [®] | 669.96 |
| <input type="radio"/> | | FedEx International Priority [®] | 656.77 |
| <input type="radio"/> | | FedEx International Economy [®] | 651.72 |

| Descripción de Cargo | | | | Fecha de elaboración: | | | |
|---|--------------------------|--|--|-----------------------|-----------------|--|--|
| B D á s t i o c s o s | Nombre del cargo | | Jefe de Laboratorio y Control de Calidad | | | | |
| | Misión del cargo | Planear, organizar, coordinar, dirigir y controlar todos los procesos de laboratorio como control de calidad, optimización de protocolos, manejo adecuado de residuos peligrosos e investigaciones anexas al proceso para la innovación y transferencia de tecnología que genere nuevos productos etc. | | | | | |
| | Dimensiones del cargo | Sub - Dirección | | | | | |
| ÁREAS DE RESPONSABILIDAD/ FUNCIONES | | | | | | | |
| F u n c i o n e s | Importancia | Funciones y responsabilidades | Resultados finales esperados | Tiempo de ejecución | % total trabajo | Criterio de medición | |
| | 1 | Planear y dirigir los procesos de control de calidad de productos | Aseguramiento de la calidad de los productos para el cliente | Permanente | 50,00% | Aceptación del producto por el cliente | |
| | 2 | Planear y dirigir los proyectos de investigación sobre procesos de utilización de material vegetal que no cumple estándares de calidad y la fabricación de nuevos productos. | Lograr el desarrollo de los proyectos sobre innovación y proyección de la planta dentro de los márgenes de tiempo y costo previstos. | Permanente | 45,00% | Productos de investigación e Implementación de resultados | |
| | 3 | Definir el Protocolo de almacenamiento de sustancias químicas necesaria para el proceso de producción y para las investigaciones anexas y para el manejo | Responder a estándares de calidad Gubernamentales. | Al inicio del montaje | 0,50% | Almacenamiento adecuado de sustancias | |
| | 4 | Supervisar el etiquetado y clasificación de sustancias químicas y residuos. | Responder a estándares de calidad del Gubernamentales | Según necesidades | 1,50% | Etiquetado adecuado de sustancias | |
| | 5 | Capacitar el personal en el llenado de hojas de seguridad de sustancias, manipulación segura, normas de seguridad y prevención de accidentes con sustancias químicas | Contribuir a la seguridad industrial y prevención de accidentes. | Según necesidades | 1,50% | Conocimiento de normas de seguridad del personal y cero accidentalidad.. | |
| | 6 | Otras que asigne el Director general | Apoyo a la Dirección General | Según necesidades | 1,50% | Evaluación de desempeño | |
| Perfil | | | | | | | |
| Conocimientos | Formación | | | | | | |
| | Formación básica | Químico o Ingeniero Químico | | | | | |
| | Formación complementaria | Gestión de la calidad ambiental y de Laboratorios | | | | | |
| | Conocimientos en idiomas | Inglés | Habla | Lee | | | |
| | Otros conocimientos | | | | | | |
| Experiencia | Experiencia | 1 año en dirección de laboratorios y control de calidad | | | | | |
| | Proyectos / Procesos | Formulación, dirección y gestión de proyectos de impacto tecnológico | | | | | |
| | Liderazgo | Manejo de personal | | | | | |
| COMPETENCIAS CRITICAS | | | | | | | |
| Naturaleza del Trabajo | Esfuerzo físico | De pie o sentado | | | | | |
| | Tipo de trabajo | Variado y creativo | | | | | |
| | Condiciones ambientales | Ambiente peligroso de laboratorio | | | | | |
| | Campo de actividad | Laboratorio | | | | | |
| Sistemas de Calidad y Medio Ambiente | | | | | | | |
| Responsabilidades | | | | | | | |
| CARGO | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | Elabora | | Revisa | | Aprueba | |
| Nombre | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | |

| Técnico de Laboratorio | | Fecha de elaboración: | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|---------------------|-----------------|---|
| B D á s t i c o s o s | Nombre del cargo | | Técnico de Laboratorio | | | |
| | Misión del cargo | Realizar el control de calidad de productos y desactivación de residuos de la planta. | | | | |
| | Dimensiones del cargo | Sub-ordinación | | | | |
| AREAS DE RESPONSABILIDAD/ FUNCIONES | | | | | | |
| F u n c i o n e s | Importancia | Funciones y responsabilidades | Resultados finales esperados | Tiempo de ejecución | % total trabajo | Criterio de medición |
| | 1 | Desarrollar los protocolos de análisis y control de calidad de productos | Obtener resultados confiables de control de calidad de productos | Diario | 70% | % Análisis de Control de calidad confiables |
| | 2 | Desactivar los residuos generados durante el proceso de producción | Evitar contaminación ambiental por residuos | semanal | 10% | % residuos desactivados |
| | 3 | Enviar la información pertinente a la división de información y registro. | Disponer de información confiable para toma de decisiones | Diario | 12% | % de información actualizada y enviada |
| | 4 | Otras que asigne el Jefe inmediato | Atender imprevistos | según necesidad | 3% | Evaluación de desempeño |
| Perfil | | | | | | |
| Conocimientos | Formación | | | | | |
| | Formación básica | Técnico de laboratorio, Químico (Tesisista) sin experiencia profesional | | | | |
| | Formación complementaria | No requiere | | | | |
| | Conocimientos en idiomas | | | | | |
| | Otros conocimientos | | | | | |
| Experiencia | Experiencia | No requiere | | | | |
| | Proyectos / Procesos | Deseable en proyectos de investigación | | | | |
| | Liderazgo | No requiere | | | | |
| COMPETENCIAS CRITICAS | | | | | | |
| Naturaleza del Trabajo | Esfuerzo físico | De pie o sentado | | | | |
| | Tipo de trabajo | Repetitivo | | | | |
| | Condiciones ambientales | Ambiente peligroso de laboratorio | | | | |
| | Campo de actividad | Laboratorio | | | | |
| | Sistemas de Calidad y Medio Ambiente | | | | | |
| | Responsabilidades | | | | | |
| | CARGO | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | Elabora | Revisa | Aprueba | | |
| Nombre | | | | | | |
| Firma | | | | | | |
| Fecha | | | | | | |

| Descripción de Cargo | | | | Fecha de elaboración: | | | |
|---|--------------------------|--|---|-----------------------|-----------------|---|--|
| B D á s t i o c s o s | Nombre del cargo | | | Investigadores | | | |
| | Misión del cargo | Desarrollar proyectos de investigación de innovación tecnológica para la optimización en la producción y/o para la generación de nuevos productos. | | | | | |
| | Dimensiones del cargo | Apoyo | | | | | |
| AREAS DE RESPONSABILIDAD/ FUNCIONES | | | | | | | |
| F u n c i o n e s | Importancia | Funciones y responsabilidades | Resultados finales esperados | Tiempo de ejecución | % total trabajo | Criterio de medición | |
| | 1 | Formular, presentar y desarrollar proyectos de investigación de desarrollo tecnológico sobre nuevos productos | Desarrollo de nuevos productos que aporten al crecimiento de la Planta | Permanente | 25% | Nº de productos nuevos desarrollados | |
| | 2 | Formular, presentar y desarrollar proyectos de investigación de desarrollo tecnológico sobre nuevos procesos | Desarrollo de nuevos procesos que aumenten la productividad de la Planta | Permanente | 25% | Nº de nuevos procesos desarrollados | |
| | 3 | Formular, presentar y desarrollar proyectos de investigación de desarrollo tecnológico sobre manejo de residuos y seguridad ambiental | Rimplementación de un buen plan de manejo ambiental según estándares legales. | Permanente | 25% | Nº de proyectos desarrollados | |
| | 4 | Estandarización de protocolos de procesos de control de calidad y desactivación de residuos | Apoyar a los técnicos de laboratorio en el logro de un buen control de calidad de productos y manejo de residuos. | Según demanda | 15% | % de protocolos estandarizados | |
| | 5 | Apoyo al área de producción en la solución de problemas y propuestas de proyección e innovación | Disminución de puntos críticos del proceso de producción | Según demanda | 10% | % de problemas solucionados con apoyo de la investigación | |
| Perfil | | | | | | | |
| m i e n t o s | Formación | | | | | | |
| | Formación básica | Químico o Ingeniero Químico (Jóven Investigador) | | | | | |
| | Formación complementaria | Investigación Científica - Formulación de proyectos | | | | | |
| | Conocimientos en idiomas | Inglés | | | | | |
| | | Lee | Escucha | | | | |
| Otros conocimientos | | | | | | | |
| Experiencia | Experiencia | Formulación y ejecución de proyectos | | | | | |
| | Proyectos / Procesos | | | | | | |
| | Liderazgo | | | | | | |
| COMPETENCIAS CRITICAS | | | | | | | |
| Naturaleza del Trabajo | Esfuerzo físico | De pie o sentado | | | | | |
| | Tipo de trabajo | Repetitivo | | | | | |
| | Condiciones ambientales | Ambiente peligroso de laboratorio | | | | | |
| | Campo de actividad | Laboratorio | | | | | |
| Sistemas de Calidad y Medio Ambiente | | | | | | | |
| Responsabilidades | | | | | | | |
| CARGO | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | Elabora | | Revisa | | Aprueba | |
| Nombre | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | |

| Descripción de Cargo | | | Fecha de elaboración: | | | |
|---|--------------------------|--|--|---------------------|-----------------|--|
| B á d s a i t c o o s | Nombre del cargo | | Coordinador de Producción | | | |
| | Misión del cargo | Conducir y coordinar las actividades para la operación óptima de la planta. | | | | |
| | Dimensiones del cargo | Coordinación | | | | |
| AREAS DE RESPONSABILIDAD/ FUNCIONES | | | | | | |
| F u n c i o n e s | Importancia | Funciones y responsabilidades | Resultados finales esperados | Tiempo de ejecución | % total trabajo | Criterio de medición |
| | 1 | Coordinar el proceso de producción atendiendo las directrices del Jefe de Planta. | Asegurar el correcto funcionamiento de la planta | Permanente | 40% | % actividades coordinadas |
| | 2 | Supervisar que las instalaciones, maquinaria y equipos estén funcionando adecuadamente. | Evitar interrupciones en el proceso de producción | Permanente | 20% | % instalaciones, maquinaria y equipos funcionando en condiciones adecuadas |
| | 3 | Mantener los sistemas de emergencia en condiciones adecuadas | Minimizar o controlar los siniestros en causa de ocurrencia de estos | Permanente | 2% | % Sistemas de emergencia en condiciones adecuadas |
| | 4 | Establecer y controlar el cumplimiento de las labores y normas de seguridad industrial de los operarios a su cargo | Minimizar la ocurrencia de riesgos profesionales | Permanente | 20% | % operarios que cumplen labores y normas de seguridad. |
| | 5 | Llenar los formatos y planillas de control del proceso. | Control actualizado para seguimiento, evaluación y retroalimentación del proceso | Permanente | 3% | % formatos diligenciados |
| | 6 | Enviar la información sobre el proceso de producción a la división de información y registro. | Control actualizado para seguimiento, evaluación y retroalimentación del proceso | Permanente | 5% | % de información actualizada y enviada |
| | 7 | Informar al Jefe de planta sobre cualquier novedad o anomalía del proceso de producción. | Solucionar dificultades que se presenten | Según necesidades | 3% | % de novedades informadas |
| | 8 | Ser el interlocutor entre los operarios y el Jefe de la planta. | Mantener un buen ambiente laboral | Permanente | 2% | % de actividades de interlocución |
| | 9 | Las demás que asignen sus superiores | Cubrir imprevistos | Según necesidades | 5% | % trabajos realizados según los asignados |
| Perfil | | | | | | |
| Formación | | | | | | |
| Conocimientos | Formación básica | Técnico en procesos de producción | | | | |
| | Formación complementaria | | | | | |
| | Conocimientos en idiomas | | | | | |
| | Otros conocimientos | | | | | |
| Experiencia | Experiencia | 1 año en procesos de producción | | | | |
| | Proyectos / Procesos | | | | | |
| | Liderazgo | | | | | |
| COMPETENCIAS | | | | | | |
| Naturaleza del Trabajo | Esfuerzo físico | El trabajo requiere gran parte del tiempo estar de pie y levantar cargas | | | | |
| | Tipo de trabajo | Variado | | | | |
| | Condiciones ambientales | En contacto con sustancias químicas potencialmente peligrosas | | | | |
| | Campo de actividad | Planta | | | | |
| Sistemas de Calidad y Medio Ambiente | | | | | | |
| Responsabilidades | | | | | | |
| | CARGO | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | Elabora | Revisa | Aprueba | | | |
| Nombre | | | | | | |
| Firma | | | | | | |
| Fecha | | | | | | |

| Descripción de Cargo | | Fecha de elaboración: | | | | |
|--|--------------------------|---|---|---------------------|-----------------|--------------------------------|
| B D á s t i o c o s | Nombre del cargo | Operario | | | | |
| | Misión del cargo | Cumplir con las tareas asignadas por el jefe inmediato como soporte a los procesos de producción de la Planta | | | | |
| | Dimensiones del cargo | Coordinación | | | | |
| AREAS DE RESPONSABILIDAD/ FUNCIONES | | | | | | |
| F u n c i o n e s | Importancia | Funciones y responsabilidades | Resultados finales esperados | Tiempo de ejecución | % total trabajo | Criterio de medición |
| | 1 | Cumplir los planes diseñados por el Jefe inmediato | Apoyar al desarrollo eficiente de los procesos de producción | Permanente | 20,00% | % de tareas desarrolladas. |
| | 2 | Informar permanentemente cualquier novedad o al finalizar todo procedimiento al jefe inmediato | Colaborar a los Jefes de Planta y Laboratorio en el adecuado desarrollo y redireccionamiento de procesos. | Permanente | 20,00% | % información entregada |
| | 3 | Mantener limpio su puesto de trabajo | Evitar contaminación y accidentes laborales. | Permanente | 20,00% | Evaluación del desempeño. |
| | 4 | Cumplir las normas de seguridad industrial indicadas | Minimizar el riesgo laboral. | Permanente | 20,00% | %normas de seguridad cumplidas |
| | 5 | Colaborar oportuna y proactivamente en los procesos operativos de la planta. | Asegurar la calidad de los procesos. | Permanente | 20,00% | Evaluación del desempeño. |
| Perfil | | | | | | |
| Conocimien tos | Formación | | | | | |
| | Formación básica | Básica primaria | | | | |
| | Formación complementaria | | | | | |
| | Conocimientos en idiomas | No requiere | | | | |
| | Otros conocimientos | | | | | |
| Experiencia | Experiencia | Un año en actividades relacionadas con servicios generales. | | | | |
| | Liderazgo | Buenas relaciones interpersonales | | | | |
| Competencias | | | | | | |
| Naturaleza del Trabajo | Esfuerzo físico | El trabajo requiere gran parte del tiempo estar de pie y/o levantar cargas | | | | |
| | Tipo de trabajo | Variado | | | | |
| | Condiciones ambientales | En contacto con sustancias maquinarias potencialmente peligrosas | | | | |
| | Campo de actividad | Planta | | | | |
| Sistemas de Calidad y Medio Ambiente | | | | | | |
| Responsabilidades | | | | | | |
| CARGO | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Nombre | Elabora | Revisa | | | Aprueba | |
| Firma | | | | | | |
| Fecha | | | | | | |

ANEXO 12: INFORMACIÓN EVALUACIÓN FINANCIERA

A continuación se muestra la información que se tuvo en cuenta para la realización del flujo de caja proyectado

INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial comprende la compra de las instalaciones, la compra de todas las maquinas y herramientas para la producción y la compra e instalación de los cuartos fríos.

Las instalaciones de la planta en la ciudad de Paipa cuestan alrededor de 200 millones, la compra e instalación de cuartos fríos 100 millones

De acuerdo con la información suministrada por el investigador Wilson Rozo para la puesta en marcha de una planta con la capacidad de producción mencionada en el capítulo 8 se necesita una inversión de 50 millones discriminada de la siguiente manera:

| Equipos y/o Materiales | Justificación | TOTAL |
|---|---|---------------------|
| Sistema de reacción e hidrólisis. | Desarrollo de la metodología de extracción. | 20.000.000 |
| Dispositivo de purificación y filtrado. | Desarrollo del proceso de purificación. | 10.000.000 |
| Sistema de separación y recristalización. | Separación y recristalización de la hecogenina previamente purificada. | 10.000.000 |
| Puesta en marcha de la planta y estandarización del proceso. | Estandarización de variables de proceso para la obtención y separación de la hecogenina a partir del jugo de fique. | 10.000.000 |
| TOTAL | | \$50.000.000 |

Valor inversión Inicial: 350.000.000

COSTOS DE PRODUCCIÓN

- **Costos de Materiales**

Los Costos de los materiales fue información suministrada por el equipo de investigadores de la UPTC.

| MATERIAL | UNIDAD DE COMPRA | COSTO UNIDAD | CONSUMO DIARIO | COSTO MATERIAL DIARIO | COSTO MATERIAL MENSUAL | COSTO MATERIAL ANUAL |
|--------------------|------------------|--------------|----------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| Hojas De Fique | kilo | \$ 1.300 | 716 | \$ 930.800 | \$ 27.924.000 | \$ 335.088.000 |
| Acido sulfúrico | Litro | \$ 53.014 | 30,48 | \$ 1.615.863 | \$ 48.475.901 | \$ 581.710.812 |
| Hidróxido de sodio | Kilo | \$ 35.000 | 0,02 | \$ 849 | \$ 25.463 | \$ 305.550 |
| Agua | Litro | \$ 3 | 260,0 | \$ 862 | \$ 25.858 | \$ 310.291 |
| Etanol | Litro | \$ 40.341 | 0,12 | \$ 4.881 | \$ 146.439 | \$ 1.757.268 |
| Sílica Gel | Kilo | \$108.000 | 0,05 | \$ 5.400 | \$ 162.000 | \$ 1.944.000 |
| Metanol | Litro | \$ 34.000 | 0,05 | \$ 1.700 | \$ 51.000 | \$ 612.000 |
| Total | | | | \$ 2.560.355 | \$76.810.660 | \$921.727.922 |

- **Mano de Obra**

| CARGO | NÚMERO | SALARIO | SALARIO TOTAL MENSUAL | SALARIO TOTAL ANUAL |
|---------------------------------------|--------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Jefe de Planta | 1 | \$ 3.000.000 | \$ 3.000.000 | \$ 36.000.000 |
| Coordinador de Producción | 1 | \$ 2.500.000 | \$ 2.500.000 | \$ 30.000.000 |
| Asesor Técnico | 1 | \$ 2.500.000 | \$ 2.500.000 | \$ 30.000.000 |
| Coordinador de mantenimiento y bodega | 1 | \$ 2.000.000 | \$ 2.000.000 | \$ 24.000.000 |
| Técnico Laboratorio | 4 | \$ 1.300.000 | \$ 5.200.000 | \$ 62.400.000 |
| Operario | 2 | \$ 500.000 | \$ 1.000.000 | \$ 12.000.000 |
| Oficios Varios | 1 | \$ 500.000 | \$ 500.000 | \$ 6.000.000 |
| TOTAL | | | | \$ 200.400.000 |

- **Gastos de Administración y Ventas**

Los gastos de administración y ventas se estiman en 300 millones anuales.

PRECIO HECOGENINA

La hecogenina en el mercado mundial tiene un precio de USD 189.45 cada gramo. Para efectos de cálculos del Flujo de Caja la TRM tomada es de \$1857.21 correspondiente al día 9 de octubre de 2009.

DEPRECIACIÓN MÁQUINAS:

El Método utilizado para la Depreciación fue en línea recta a diez años.