

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Estudio de factibilidad para la producción orgánica y comercialización
de Quina (*Cinchona officinalis*) en el cantón Loja.**

Jorge Leonardo Tapia Alvarado

Raúl de la Torre, Ph.D., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresas

Quito, Abril 2013

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Estudio de factibilidad para la producción orgánica y comercialización
de Quina (*Cinchona officinalis*) en el cantón Loja.**

Jorge Leonardo Tapia Alvarado

Raúl de la Torre, Ph. D.
Director de Tesis

Mario Caviedes, Msc. Dr.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Antonio León, Ph. D.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Eduardo Uzcátegui, Ph. D.
Coordinador de Agroempresas

.....

Quito, Abril 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Jorge Leonardo Tapia Alvarado

C. I.: 1104178122

Fecha: Abril, 2013

DEDICATORIA

A mis padres, mis guías y mis inspiradores para culminar mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTOS

A las personas que me ayudaron a realizar este proyecto, Raúl de la Torre mi director de tesis, Eduardo Uzcategui coordinador de Agroempresas y Mario Caviedes. Quienes me guiaron, ayudaron y motivaron a elaborar este trabajo.

RESUMEN

El presente proyecto es un estudio de factibilidad para la producción orgánica y comercialización de quina (*Cinchona officinalis*) en el cantón Loja. El estudio contempla la producción de quina en 35 hectáreas a lo largo de 10 años, con una densidad de siembra de 8.000 plantas por hectárea, donde 4.000 son árboles de quina y 4.000 alisos, proveedores de sombra. De esta manera, se presenta una alternativa de cultivo no tradicional para los bosques nublados del Ecuador. Pese a la importancia histórica y económica que tiene el árbol de quina, actualmente está catalogada como una especie potencialmente amenazada a nivel nacional debido a la sobre explotación por el comercio de su corteza, para extraer principalmente el alcaloide quinina, única cura contra la malaria durante los siglos XVII, XVIII, XIX y mediados del siglo XX. Los datos del estudio de mercado de producciones masivas de quina son muy antiguos. En el estudio de oferta la última gran producción de corteza de quina de Suramérica corresponde a 1938, donde Ecuador exportó 73.481,9 kilogramos de corteza; posteriormente en 1998 existe un registro de exportación de 42.780 kilogramos de corteza de quina con un valor FOB de \$16.555. De la misma manera, el último gran pico demandante de corteza de quina fue entre 1941 y 1945, cuando Estados Unidos importó de Sudamérica 13.607.771,1 kilogramos. El presente estudio recopiló gran parte de la información aún disponible del árbol de quina, lo que permitió elaborar un plan de manejo orgánico de cultivo del árbol quina y elaborar un estudio financiero que demostró que es financieramente viable. Los indicadores financieros resultaron con una tasa interna de retorno del 42%, un valor presente neto de \$1.759.928,30 y una relación beneficio/costo de \$33,64 que demuestran su rentabilidad.

ABSTRACT

This is a feasibility study for organic production and marketing of quinine (*Cinchona officinalis*) in Loja. The study considers the cinchona tree production in 35 hectares over 10 years, with a density of 8.000 plants per hectare, where 4.000 are cinchona trees and other 4.000 are alders shade providers. This project will present an alternative against the traditional crops of Ecuador cloud forests. Despite the historical and economic importance of the cinchona tree, is currently nationally ranked as a species potentially threatened because over-exploitation for trade of its trees bark, mainly to extract the alkaloid quinine, the malaria cure during the seventeenth, eighteenth, nineteenth and mid-twentieth century. Data from market study are very old. In the offer study, the last major production of cinchona bark which corresponds to 1938, where Ecuador exported 73,481.9 bark kilograms, then in 1998 was the most recently exportation of 42,780 kilograms of cinchona bark with an FOB value of \$ 16,555. Similarly, the last major peak of cinchona bark demand was between 1941 and 1945, where the United States imported from South America 13,607,771.1 bark kilograms. This study collected much of the still available information of cinchona tree, this allowing develop a management plan for organic farming cinchona tree and develop a financial study that showed that the project is financially viable. The financial indicators were IRR of 42%, NPV of \$ 1.759.928,30 and a benefit-cost of \$ 33.64 showing profitability.

ÍNDICE

Resumen	6
Abstract	7
1. Introducción.....	12
1.1. Antecedentes	12
1.2. Justificación.....	¡Error! Marcador no definido.12
2. Objetivos	13
2.1. Objetivo general	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. Estudio de mercado	14
3.1. Descripción del producto.....	14
3.2. Importancia histórica	15
3.3. El árbol nacional del Ecuador	28
3.4. Análisis de oferta.....	29
3.5. Análisis de la demanda	33
3.6. Análisis de precios.....	35
3.7. Mecanismo de comercialización	35
3.8. Canales de comercialización	36
3.9. Pasos para poder exportar	38
3.10. Certificaciones de calidad.....	39
3.10.1. Certificación orgánica.....	39
3.10.2. Certificación de origen	40
3.10.3. Fairtrade internacional.....	41
3.11. Biocomercio	42
3.11.1. Principios y criterios del Biocomercio	43
3.11.2. Mercados del Biocomercio	48
3.11.3. Beneficios del Biocomercio	48
4. Estudio técnico	54
4.1. Tamaño	54
4.2. Mano de obra	54
4.3. Localización	54
4.4. Ingeniería del proyecto	56
4.4.1. Recolección y tratamiento de semillas	56
4.4.2. Obtención de plántulas	57
4.4.3. Obtención de injertos	58
4.4.4. Manejo en invernadero	59
4.4.5. Trasplante	60
4.4.6. Riego	61
4.4.7. Poda	61
4.4.8. Fertilización	62
4.4.9. Control fitosanitario	62
4.4.10. Cosecha	62
4.4.11. Manejo postcosecha	67
5. Estudio financiero	70
5.1. Detalle de inversiones	70

5.2. Detalle de la depreciación	71
5.3. Costos fijos	72
5.4. Costos variables	73
5.5. Gastos administrativos	74
5.6. Gastos de venta	74
5.7. Detalle del financiamiento	74
5.8. Ingresos	75
5.9. Flujo de caja	77
5.10. Evaluación financiera	78
5.10.1. Tasa interna de retorno	78
5.10.2. Valor actual neto.....	78
5.10.3. Relación beneficio/costo	78
6. Conclusiones	79
7. Recomendaciones	80
8. Referencias	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Alcaloides de las cortezas de las principales quinas comerciales ecuatorianas del siglo XIX. Medidas en gramos de alcaloide por kilogramo de corteza	24
Tabla 2: Producción mundial de la corteza de quina en kilogramos (1929 -1938).....	30
Tabla 3: Cuadro comparativo de exportaciones de cascarilla en Ecuador	30
Tabla 4: Exportaciones de Cascarilla (volumen, precio y destino)	31
Tabla 5: Exportaciones de Cascarilla amarilla (volumen, precio y destino)	31
Tabla 6: Exportaciones de Cascarilla roja (Volumen, precio y destino)	32
Tabla 7: Destino de las principales exportaciones de Quinina y sus sales en 2008	32
Tabla 8: Importaciones estadounidenses de corteza de quina durante 1943 – 1947	33
Tabla 9: Importaciones ecuatorianas de quinina, 1990 a 1991 y 1991 a 1992	34
Tabla 10: Mercado de las importaciones del 2008 de Quinina y sus sales	34
Tabla 11: Costos de la certificación orgánica en dólares	40
Tabla 12: Biocomercio global en el 2001	48
Tabla 13: Detalle de inversiones en activos	70
Tabla 14: Infraestructura	70
Tabla 15: Herramientas	70
Tabla 16: Equipos	70
Tabla 17: Detalle de la depreciación	71
Tabla 18: Tabla de amortización gradual	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Imagen 1: Árbol de quina (<i>Cinchona officinalis</i>)	14
Imagen 2: Flores de <i>Cinchona officinalis</i>	15
Imagen 3: Fórmula de la quinina	15
Imagen 4: Variabilidad fenotípica de las cortezas de quina	17
Imagen 5: Distribución altitudinal de las especies del género <i>Cinchona sp.</i> en Ecuador	21
Imagen 6: Distribución de las especies del género <i>Cinchona sp.</i> en Ecuador	22
Imagen 7: Distribución natural de todas las especies e híbridos de <i>Cinchona sp.</i> en Sudamérica	23
Imagen 8: Cargando cáscara de quina en el puerto de Guayaquil para ser enviada a EEUU .	36
Imagen 9: Embarque de quina en el malecón de Guayaquil	37
Imagen 10: Estructura del Biocomercio	47
Imagen 11: Requisitos y permisos sector ingredientes naturales para alimentos	52
Imagen 12: Requisitos y permisos sector ingredientes naturales para productos farmacéuticos.....	53
Imagen 13: Frutos de <i>Cinchona officinalis</i>	56
Imagen 14: Plántulas de quina.....	57
Imagen 15: Plántulas de quina bajo manejo de invernadero antes de ser enviadas a Costa Rica	59
Imagen 16: Manejo de invernadero de la <i>Cinchona officinalis</i>	60
Imagen 17: <i>Cinchona officinalis</i> trasplantada en campo.....	61
Imagen 18: Cascarillero ecuatoriano obteniendo cáscara de quina mediante el machete	65
Imagen 19: Cascarilleros cosechando en el bosque	66
Imagen 20: Cascarillero llevando cáscara al centro de acopio	66
Imagen 21: Planos de un horno para secar corteza de quina	67
Imagen 22: Secadero de cascarilla en Java con un sistema de cajones	68
Imagen 23: Trabajadores apilando corteza de quina luego de ser secada	68
Imagen 24: Pesado de sacos de corteza	69

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El árbol de quina (*Cinchona officinalis*), nativo de la provincia de Loja – Ecuador, no ha sido utilizado para su producción comercial. Las plantaciones más recientes datan del siglo XIX, cuando la quinina era extraída como única cura para combatir la malaria en todo el mundo. Durante los años 1932, 1936 y 1937 Ecuador produjo 27.669, 77.110 y 74.389 kilogramos de corteza de quina, respectivamente (Cuvi, 2009). Entre las últimas exportaciones de cascarilla que realizó el Ecuador destacan las siguientes: en 1995 se exportaron 93.795 kilogramos brutos de cascarilla amarilla, con un precio FOB de \$82.599,60 y 110.654 kilogramos de cascarilla roja con un precio FOB de \$31.307; en 1998 se exportaron 37.734 kilogramos brutos de cáscara de quina (sin identificar), con un valor FOB de \$11.055 (Lojan, L. 2003). En 1997, el taller de Etnobotánica y Botánica Económica, calificó a la cinchona como una planta potencialmente amenazada a nivel nacional, debido a la sobreexplotación para su comercio (Buitrón, 1999).

Hoy en día, utilizando buenas prácticas agrícolas y basándose en el crecimiento natural de las pocas especies existentes de cinchona en los bosques nublados de Loja, y también considerando información sobre antiguas plantaciones de quina, se puede lograr una producción orgánica y comercializar la cáscara de quina, con buenos rendimientos, de tal manera que tenga un valor agregado superior.

1.2. Justificación

La quina tiene la posibilidad de ser cultivada con fines comerciales, extrayendo su corteza para obtener el alcaloide quinina, amargante natural utilizado para la producción de agua tónica y principio activo de algunos medicamentos. Además, el cultivo es demandante de mano de obra en las épocas de cosecha, lo mismo que para las labores de raleo, fertilización, deshierba y aplicación de pesticidas. Por esta razón el presente proyecto permite generar fuentes de empleo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Producir quina con enfoque orgánico utilizando buenas prácticas agrícolas.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de oferta y demanda de mercado sobre el alcaloide quinina.
- Implementar un proceso eficiente de producción orgánica y sustentable de quina.
- Estimar la rentabilidad del cultivo de quina manejado orgánicamente.

3. Estudio de mercado

3.1. Descripción del producto

El árbol de quina o cascarilla, del género *Cinchona sp.*, es nativo de los valles andinos de Sudamérica, pertenece a la familia Rubiaceae y se distribuye desde 10° latitud norte hasta 19° latitud sur, encontrándose en alturas que van desde los 700 metros hasta los 2.900 metros sobre el nivel del mar. Los árboles de quina en estado natural constituyen pocas veces bosques por sí mismos, generalmente forman grupos poco compactos esparcidos en medio del bosque, llamados manchas (Campos, 1922). En Ecuador se encuentran más de la mitad de todas las especies del género *Cinchona sp.*, principalmente en provincias como Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay, Morona, Zamora y Loja. La *Cinchona officinalis*, especie de quina utilizada en el presente estudio de factibilidad para la producción de corteza de quina, según estudios realizados en 1999, se llegó a la conclusión de que es una especie endémica de la región sur del Ecuador, específicamente del valle de Loja (Garmendia, 1999).

Imagen 1: Árbol de quina (*Cinchona officinalis*).

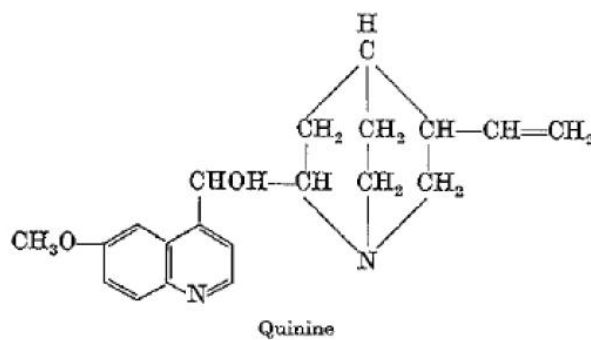


Imagen 2: Flores de *Cinchona officinalis*.



La quina se popularizó mundialmente a partir del siglo XVII por su uso antimalárico y propiedades febrífugas que tiene su corteza. El poder de las quinas para prevenir y curar la malaria se debe a los alcaloides de sus cortezas (los alcaloides son sustancias vegetales usadas por su acción fisiológica específica). Los alcaloides de cinchona más conocidos y estudiados son cuatro: cinchonina, cinchonidina, quinidina y quinina, éste último es el más importante antimalárico. La fórmula de la quinina es $C_{20}H_{24}N_2O_2$ (Garmendia, 1999), y su representación consta en el gráfico 1.

Imagen 3: Fórmula de la quinina



Fuente: Cuvi, 2009.

Aunque la quinina sea la preferida para combatir la malaria, todos los alcaloides pueden ser usados con este fin. La mezcla de los cuatro principales alcaloides de cinchona, anteriormente mencionados, se conoce como totaquina, y fue el medicamento usado casi 200 años antes del aislamiento de la quinina. La totaquina fue retomada temporalmente como medicamento durante la Segunda Guerra Mundial, cuando Estados Unidos solo tuvo acceso a las cortezas poco productivas de América (las de Java estaban en manos de Japón) (Cuvi, 2009).

El mecanismo por el cual los alcaloides de quina previenen y curan la infección por malaria en seres humanos es complejo; a grandes rasgos se podría decir que su poder radica en su capacidad de inhibir el crecimiento y la reproducción de las diversas especies de los letales *Plasmodium*, protozoarios causantes de la malaria. La quinina no cura la enfermedad, pero cura la fiebre y otros síntomas. Además, la quinina también se usa para la distrofia miotónica (debilidad muscular, usualmente en la cara) y problemas musculares asociados con fallas del hígado. Así mismo, la quinidina es utilizada para tratar alteraciones del ritmo cardíaco, por su capacidad de disminuir la excitabilidad y velocidad del impulso nervioso y contracción del músculo cardíaco. Por otro lado, su efecto secundario es el cinchonismo, que incluye síntomas como mareo, problemas de visión, náusea y vómitos. El abuso puede conllevar incluso ceguera y sordera. Entre los usos no medicinales están: preparados para las quemaduras solares, e ingrediente de bebidas alcohólicas y no alcohólicas (Cuvi, 2009).

En 1820, los farmacéuticos franceses Pelletier y Caventou aislaron el alcaloide quinina como principio activo; desde entonces se estableció como la sustancia más amarga reconocible por la lengua humana, teniendo la capacidad de reconocer 0,5 partes por millón de quinina en contacto con la lengua, lo que equivale a que es posible reconocer una molécula de quinina entre 36 millones. El aislamiento de este alcaloide permitió certificar el contenido de quinina de las diferentes especies de *Cinchona sp.* (Amurrio, 2001).

Además la quina posee otros alcaloides utilizados con diferentes fines, los cuales son: quina, quinidina, cinchonina, cinchonidina, quinamina, quinamidina, homoquinina, cinconamina, paytina, homocinchonidina, cuscomidina, cusconina, parisina, aricina, paytaminina, cihomocinchonina, dicinchonina, diquinina, javanina, cincolina (Campos, 1922).

La cantidad en que se encuentran cada uno de ellos en la corteza del árbol de quina varía según la especie, que es la cantidad de las formas anhidras de alcaloides, expresadas como porcentaje del peso en la corteza seca. Algunas cortezas tienen 1-2% de alcaloides totales cristalizables, mientras que otras sobrepasan el 13% alcaloides totales cristalizables y más como la *Cinchona ledgeriana* (Cuvi, 2009). Además existen factores externos que manipulan la concentración de alcaloides totales cristalizables. Según cita Campos (1922), con la elevación de la temperatura aumenta el contenido de quinina y con la elevación de humedad aumenta la quinina y la quinidina. De la misma manera, la localidad, tipo de suelo, edad del árbol, e incluso la época de cosecha varían el porcentaje de alcaloides totales. Es por esto que existen variaciones entre cortezas y la fama de las buenas cortezas estuvo durante dos siglos determinada por su región de procedencia (Cuvi, 2009).

Imagen 4: Variabilidad fenotípica de las cortezas de quina.



Fuente: Delprete y Cortés, The New York Botanical Garden.

Así mismo, la corteza del árbol de quina posee ácidos como: ácido quínico, ácido quinovico y ácido quinotánico; materias colorantes como: rojo de quina (soluble e

insoluble) materia colorante amarilla, grasa, materia verde; sustancias neutras como: almidón, gomas y celulosa; y aceites como: aceite volátil y materia cerosa (Campos, 1922).

A lo largo de los siglos, la *Cinchona sp.* ha recibido cientos de nombres, creando gran confusión a naturalistas, comerciantes, médicos e historiadores. Además, las especies tienen un elevado grado de hibridación con cientos de subespecies y variedades. Como si aún no fuera suficiente, hay especies polimórficas entre las cuales se cuenta la *C. pubescens*, la de mayor distribución, y actualmente plaga en las Islas Galápagos (Cuvi, 2009).

Los comerciantes de siglos pasados clasificaban los árboles de quina por su poder curativo, más que por sus características morfológicas. Incluso, antes de que el sistema taxonómico lineano se impusiera como regla, los españoles clasificaban las quinas según sus efectos curativos, por ejemplo algunos de los nombres fueron: superfina (la de Loja), fina, crespilla blanca, negra, roja, colorada, acanelada, pata de gallinazo, ahumada, estoposa (Cuvi, 2009).

En 1998 el sueco Lennart Andersson concluyó una nueva revisión de los árboles de quina, tras estudiar herbarios antiguos y recientes, finiquitó que en la literatura científica hay 330 nombres específicos de cinchona, pero solo acepta 23 como especies diferentes, las cuales son: *C. pubescens* Vahl, *C. capuli* L. Andersson, *C. barbacoensis* H. Karst, *C. nitida* Ruiz & Pav., *C. antioquiae* L. Andersson, *lancifolia* Mutis, *lacumifolia* Pav. ex Lindl, *C. macrocalyx* Pav. ex DC., *C. mutissi* Lamb., *C. pitayensis* (Wedd.) Wedd., *C. parabólica* Pav. in Howard, *C. rugosa* Pav. in Howard, *C. hirsute* Ruiz & Pav., *C. krauseana* L. Andersson, *C. serobiculata* Humb. & Bonpl., *C. glandulifera* Ruiz & Pav., *C. villosa* Pav. ex Lindl, *C. micracantha* Ruiz & Pav., *C. pyrifolia* L. Andersson, *C. calisaya* Wedd., *C. asperifolia* Wedd., *C. officinalis* L. y *C. fruticosa* L. Andersson (Cuvi, 2009).

La mayor parte de la corteza de cinchona fué y continúa siendo producida por los árboles del tipo Ledger de calisaya cultivados en Java. Mientras los árboles de la especie succirubra (*C. pubescens*) crecen más rápidamente y se adaptan a una extensión mucho más grande, respecto al terreno y clima, y en general, son de mucho más fácil cultivo, su corteza usualmente rinde sólo del 1 al 3% de sulfato de quinina, comparado con el

promedio de más del 6% obtenida de la corteza de árboles tipo Ledgers en Java (Popenoe, 1941).

Las cinchonas, especialmente aquellas del tipo Ledger, requieren condiciones de clima muy apropiadas y más, particularmente, del terreno. Deben tener tierras sueltas, desmenuzables, ricas de materias orgánicas. También debe haber abundante humedad durante la mayor parte del año y no soportan vientos fuertes. Para que ésta dé un alto rendimiento de quinina, debe cultivarse en altitudes considerables, probablemente no más bajas de 3.000 o 3.500 pies (914 o 1.067 metros). Como los tipos calisayas son más delicados que las succirubras, se ha notado cierta tendencia a la extinción de las verdaderas calisayas (Popenoe, 1941).

En 1945 en Ecuador se han analizado más de 1.000 ejemplares de corteza de cinchona, abarcando las principales especies: *Cinchona pubescens* Vahl, *Cinchona officianalis* L, y *Cinchona pitayense*; además de un sin número de especies de cinchona sin identificar y que no poseían valor comercial (Martin y Gándara, 1945).

La *Cinchona pubescens* contiene principalmente cinchonina, ocasionalmente quinina y cinchonidina; es la especie más común en Ecuador ya que se han identificado algunos tipos y variedades como:

- El tipo Bofuda: se encuentra en la vertiente occidental de los Andes, desde el sur de Colombia hasta el centro de Ecuador, en elevaciones de 5.000 a 8.000 pies (1.524 a 2.438 metros). Sin embargo, ha sido poco explotada ya que en sus alcaloides hay poca quinina
- El tipo Rosada: ocurre en Ecuador meridional a cada lado de la cordillera de los Andes, a elevaciones entre 4.000 y 8.000 pies (1219 y 2438 metros). Esta corteza ha sido explotada para fabricar totaquina.
- El tipo Serrana: crece en elevaciones entre 8.500 y 10.000 pies (2.591 y 3.048 metros) en la pendiente oeste de los Andes en Ecuador Central; esta contiene más del 3% de cinchonina y se cosecha así no tenga mucha quinina.
- El tipo Roja: de tipo comercial debido a su alto contenido de quinina, razón por la cual ha sido cultivada en pequeñas plantaciones; se desarrolla en la cordillera occidental de los Andes en elevaciones entre 2.500 y 4.000 pies (762 y 1219 metros) (Martin y Gándara, 1945).

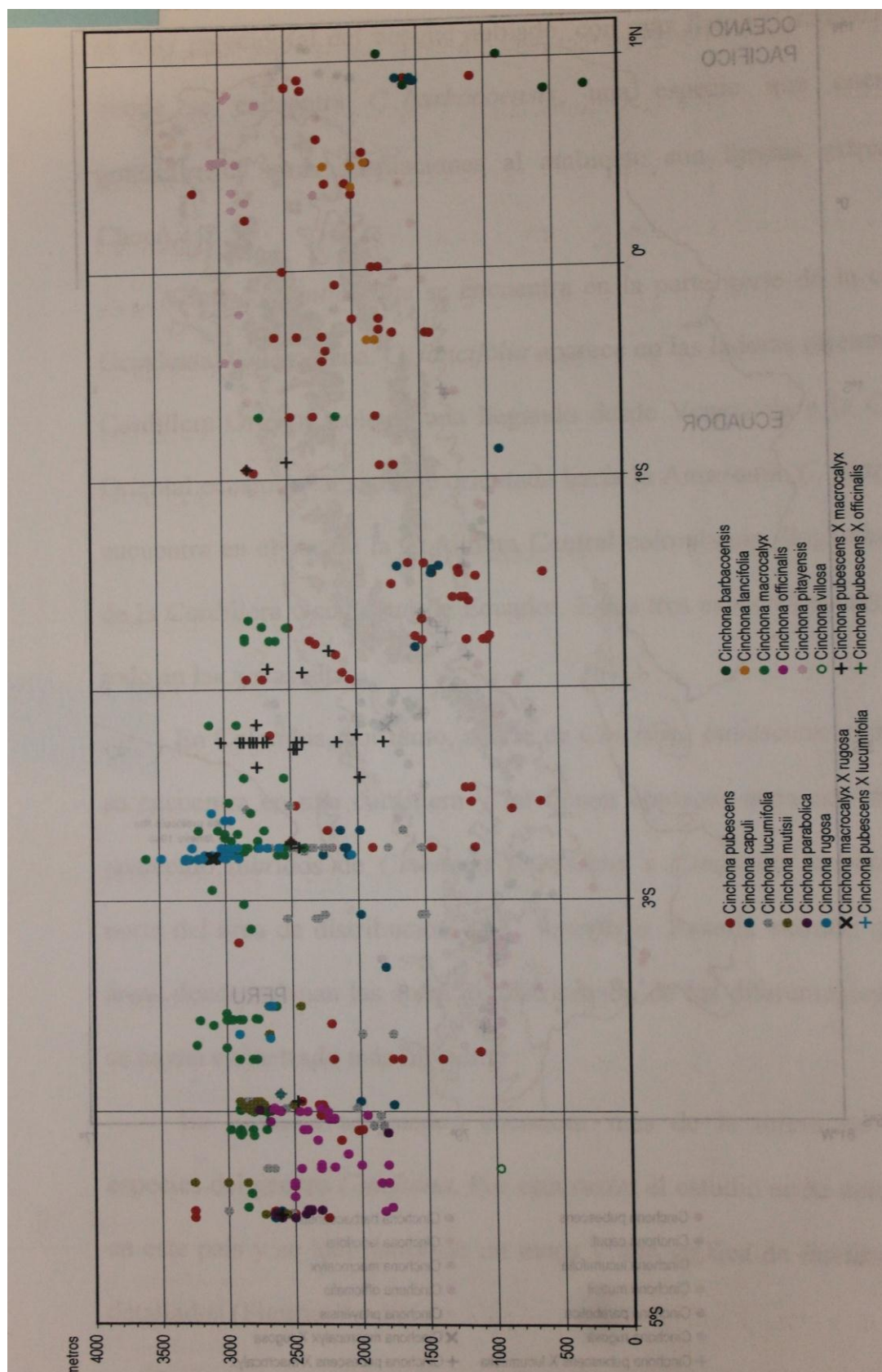
La *Cinchona pitayensis* se da en el sur de Colombia y norte de Ecuador en elevaciones entre 8.500 y 10.500 pies (2.591 y 3.200 metros) al este y occidente de la

cordillera de los Andes. Al igual que la *Cinchona pubescens* produce principalmente cinchonina, como segundo alcaloide quinina y en menor proporción chonidina. Su apariencia es como la del tipo Serrana (Martin y Gándara, 1945).

La *Cinchona officinalis* se da principalmente en la zona sur del Ecuador al este y occidente de la cordillera de los Andes en elevaciones entre 4.000 y 9.000 pies (1.219 y 2.743 metros). Se han encontrado diferentes tipos:

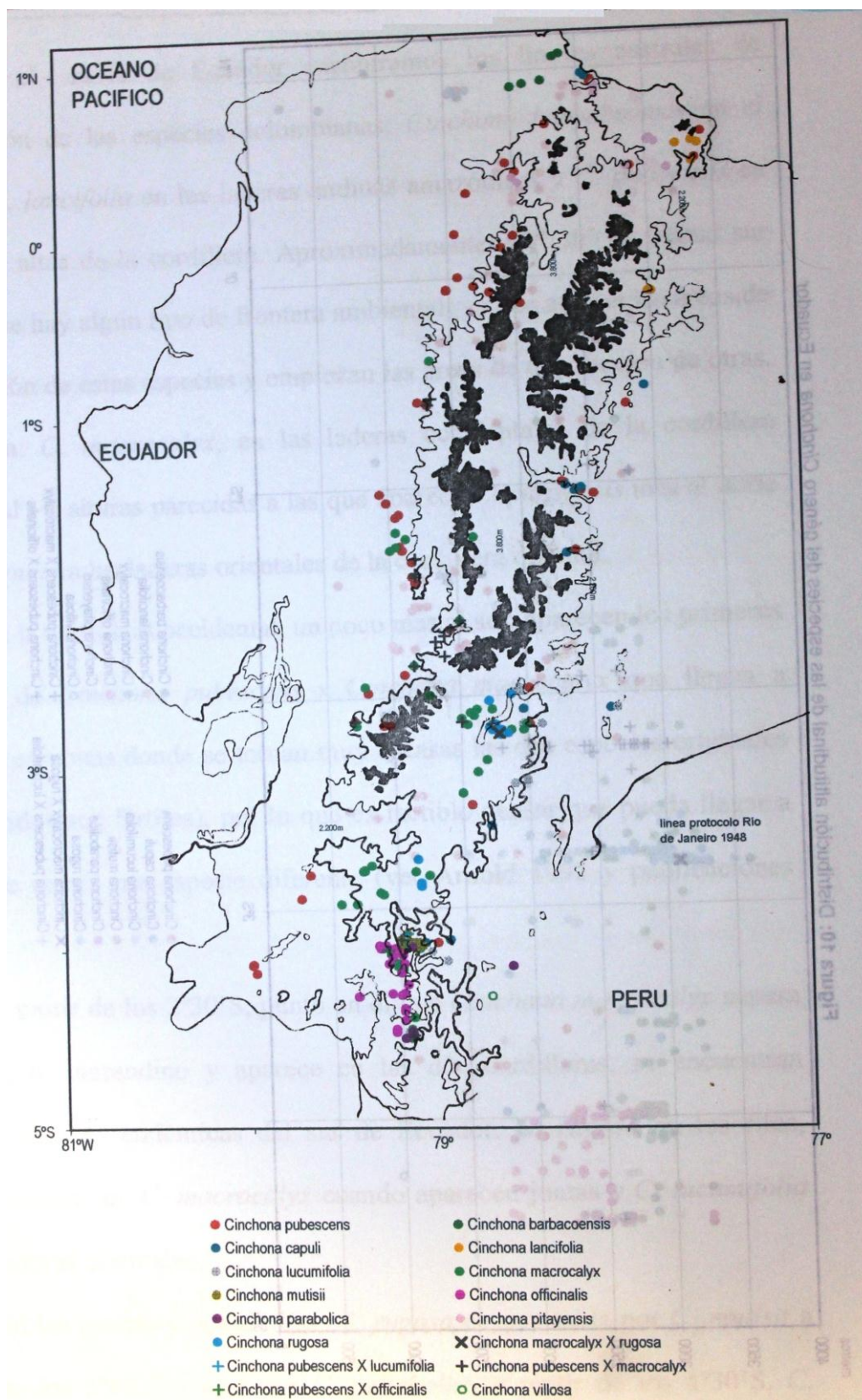
- Hoja de Lucma: contiene en promedio partes iguales de cinchonina y cinchonidina, con quinina como el menor alcaloide; su corteza posee rara vez posee más del 3% de alcaloides cristalizados.
- Uritusinga: se explotó desde 1640 en Loja en los bosques de la selva a una elevación entre 7.000 y 9.000 pies (2.134 y 2.743 metros). Se caracteriza por poseer un bajo contenido de alcaloides, pero bastante quinina.
- Costrona Fina: físicamente es diferente a la Uritusinga; sin embargo, la composición de su corteza es similar. Se desarrolla en los bosques selváticos amazónicos en elevaciones entre 7.000 y 8.500 pies (2.134 y 2.591 metros) (Martin y Gándara, 1945).

Imagen 5: Distribución altitudinal de las especies del género *Cinchona* sp. en Ecuador



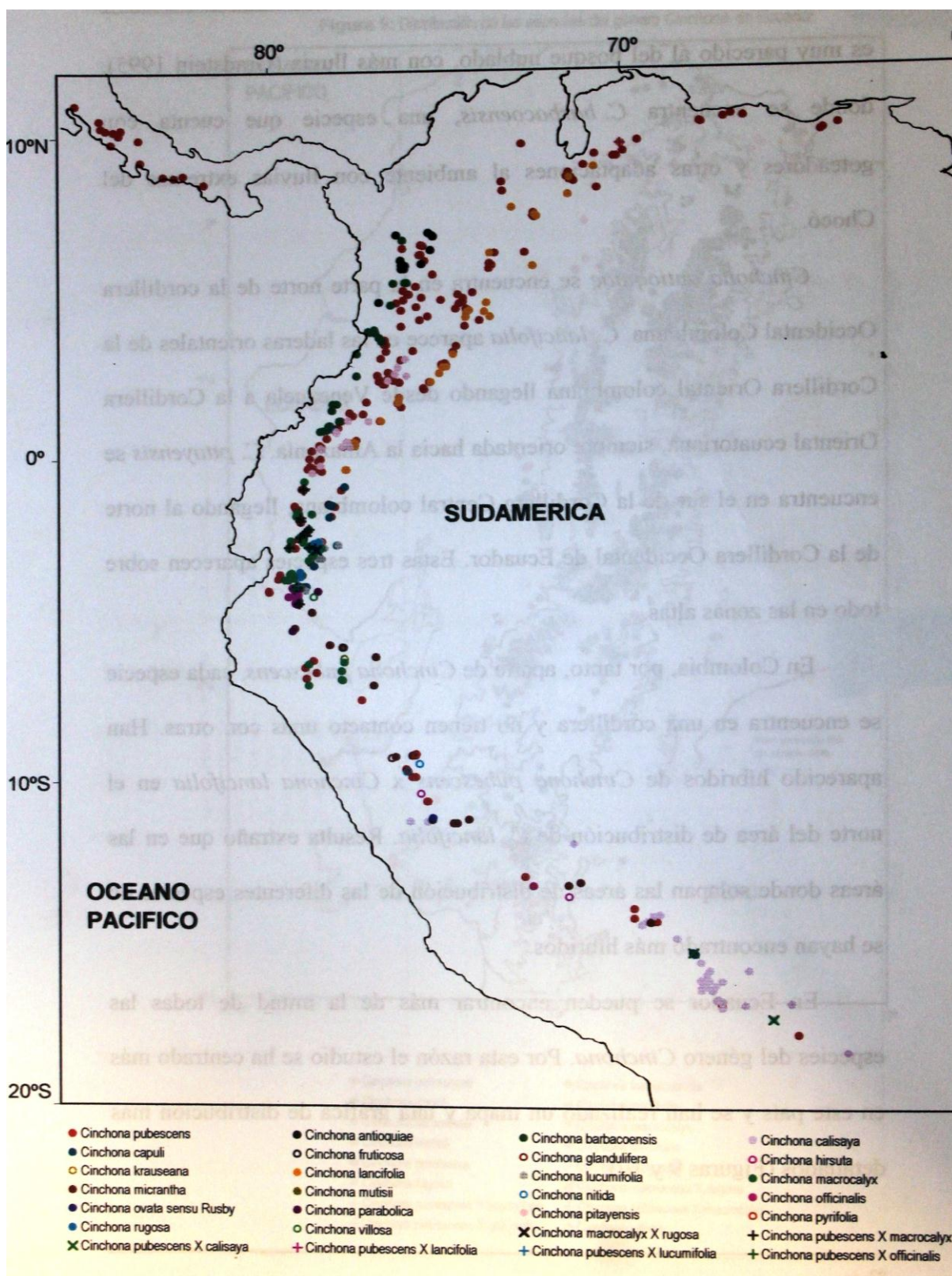
Fuente: Garmendia, 1999.

Imagen 6: Distribución de las especies del género *Cinchona sp.* en Ecuador



Fuente: Garmendia, 1999.

Imagen 7: Distribución natural de todas las especies e híbridos de *Cinchona Sp.* en Sudamérica.



Fuente: Garmendia, 1999.

Tabla 1: Alcaloides de las cortezas de las principales quinas comerciales ecuatorianas del siglo XIX. Medidas en gramos de alcaloide por kilogramo de corteza.

Nombre comercial	Procedencia	Sulfato de Quina	Sulfato de Cinchonina	Otros	Especie
Quinquina calisaya	Bolivia/Arica	30 – 32	6 – 8		<i>C. calisaya</i>
Q. calisaya encanutada con epidermis	Bolivia/Arica	15 – 20	8 – 10		<i>C. calisaya</i>
Q. Carabaya plana sin epidermis	Carabaya/Arequipa/Arica	12 – 18	4 – 5		<i>C. calisaya</i>
Q. roja de Cuzco.	Santa Ana/Arica	-	-		?
Q. Huánuco plana sin epidermis	Huánuco/Callao	6	12		<i>C. nítida</i>
Q. amarillo pálido Huánuco	Valparaiso	6	10		<i>C. pubescens</i>
Q. amarillo pálido Huánuco con epidermis	Huánuco	2	8 – 10		<i>C. pubescens</i>
Q. Jaén cenicienta pálida	Jaén	10	4	Aricina	?
Quina rojo vivo	Quito	20 – 25	10	Quinidina	<i>C. pubescens</i>
Quina rojo pálido	Quito	15 – 18	5 – 6		?
Quina gris fina de Loxa (negrilla)	Loja/Guayaquil/Payta	2	10		<i>C. macrocalyx</i>
Quina gris fina condaminea	Loja/Guayaquil	8	6		<i>C. officinalis</i>
Q. amarilla Guayaquil	Guayaquil	3 – 4	30		<i>Ladenbergia oblongifolia</i>
Q. calisaya Santa Fé	Popayán	30 – 32	3 – 4		<i>C. lancifolia</i>
Q. amarilla anaranjada encanutada	Nueva Granada	18	4 – 5		<i>C. lancifolia</i>
Q. Pitayo	Popayán	30 – 32	3 – 4		<i>C. pitayensis</i>
Q. Cartagena leñosa	Nueva Granada/Cartagena	20	-		?
Q. amarillo anaranjada Mutis	Nueva Granada/Cartagena	15 – 16	8 – 10		<i>C. lancifolia</i>
Q. roja Mutis	Nueva granada (escasa)	12 – 14	6 – 7	quinidina	<i>L. onlongifolia</i>
Q. amarilla Mutis	Nueva Granada/Cartagena	12 – 14	5 – 6	quinidina	<i>C. pubescens</i>
Q. Cartagena rosada	Ocaña/Cartagena	18	4		?
Q. Maracaibo	Maracaibo	2 – 3	10 – 12		?
Q. amarilla Cuzco	Santa Ana	0,06	-		<i>C. pubescens</i>
Q. morena Cuzco	Cuzco	0,03	-		?
Q. gris encanutada	Quito/Guayaquil	0,06	-		?
Q. isla de Lagos (Africa)	Costa africana	-	0,06		?
Q. rojo pálido (N. Granada)	Ocaña	0,18	0,02		?
Q. blanca (N. Granada)	Nueva Granada	0,06	0,12		<i>L. macrocarpa</i>

Fuente: Garmendia, 1999.

En 1940 se logró sintetizar una nueva droga antipalúdica, la cloroquina, la cual reemplazó la quinina. Debido al uso generalizado de nuevas drogas sintéticas como preventivo y remedio contra la malaria, varias cepas de *P. falciparum* comenzaron a presentar resistencia en diferentes regiones del mundo. El Perú también ha sufrido el fenómeno de resistencia del género *Plasmodium* a los antimaláricos. En el caso de la malaria causada por *Plasmodium falciparum*, desde el inicio de esta última década ha reemergido y se ha redistribuido por diversos escenarios epidemiológicos, desarrollando diversos niveles de fármaco resistencia (ProManu, 2009).

De allí que sea preciso encontrar, en la naturaleza, otros compuestos que posean también actividad antipalúdica. En ese sentido con un mayor número de moléculas alternativas contra la malaria, se podrá combatir con misma eficacia a esta enfermedad (ProManu, 2009).

3.2. Importancia histórica

Son muchos los relatos históricos sobre el descubrimiento de la quina. Entre las crónicas más aceptadas se atribuye el hallazgo a un nativo suramericano, quien atormentado por los malestares de la fiebre bebe agua de un lago en el que se sumergían raíces de árboles de quina. Algunos días después, el nativo convalece por completo, descubriéndose así las propiedades del árbol. Sin embargo, Humboldt, quien residió en Loja, menciona que los indios nativos ignoraban las propiedades de la cascarilla, e incluso preferían morir a probar medicina desconocida. El mismo hecho fue observado por Spruce en 1861; cuenta que fue imposible convencer a los cascarilleros del Ecuador que su corteza roja era útil para otro objeto que el de teñir vestidos, e incluso en Guayaquil, existía una repulsión general para el empleo de la quina (Campos, 1922).

La historia más difundida en el mundo a través de los siglos data a 1638, cuando aún España y Portugal tenían dominio en el continente suramericano. En Perú deliraba con ardiente fiebre una virreina, la esposa del cuarto virrey D. Luis Jerónimo Fernández de Cabrera y Bibadilla, cuarto conde de Chinchón. La condesa Ana estaba desahuciada por el médico que la atendía, los accesos de la fiebre obstinada se repetían y todos los recursos de la medicina eran ineficaces para aliviarla. La noticia llegó a oídos de D. Juan López Cannazares, corregidor de Loja, quien conocía las virtudes de la corteza ya que él fue

atacado de fuerte fiebre que lo puso al borde de la muerte, en aquella ocasión la providencia le deparó a su cabecera a un Indio de Malacotas que le enseñó el medio de curarse utilizando la corteza de quina, que los indígenas la conocían con el nombre de corteza de quina-quina que en el idioma nativo malacota significa corteza-corteza. De esta manera, el corregidor conociendo lo sucedido, envió en una caja corteza de quina pulverizada a D. Juan de Vega, médico de la corte, con la recomendación de que aquello era la salvación para la condesa. Algunos días después la condesa sanó por completo (Campos, 1922).

Tiempo después, la Condesa fue la primera persona en introducir la corteza a Europa, de aquí el nombre “el polvo de la Condesa”, con el cual durante mucho tiempo fue designado el polvo de la corteza de quina. Poco tiempo después, los Jesuitas residentes en España, conocedores de lo que eran los polvos de la Condesa, aprovecharon de sus misiones en el continente americano para importar corteza y venderla como “Polvo de los Jesuitas”. La corteza de quina aparece por primera vez en la Farmacopea de Londres en 1677 con el nombre de *Cortex Peruanus* (Campos, 1922). De esta manera, en el siglo XVII se introduce la Quina o Cascarilla (*Cinchona sp*) para tratar el paludismo (malaria), utilizándose la corteza y constituyéndose en el primer fármaco-terapéutico que aportaba América a la Farmacopea Universal (Buitrón, 1999).

No obstante, investigaciones realizadas en 1941, prueban la falsedad del relato más difundido a lo largo de la historia de la quina, el cual dice que no existió tal curación de la condesa, ni los polvos circularon entre los pobres de Lima. Pero la leyenda desempeñó el propósito de quien hábilmente la inventó: legitimar el uso de los polvos de quina entre la nobleza, y con ello aumentar su demanda. Por esta razón, persiste la discusión sobre la identidad de la primera persona que llevó los polvos a Europa. De igual manera, es polémico si los indígenas conocían o no las propiedades antipiréticas y antimaláricas de la corteza del árbol cinchona antes de la colonia, asunto relacionado a su vez con la polémica casi zanjada sobre si hubo o no malaria en la América precolombina (ya que en realidad, se considera que esta llegó en grandes magnitudes sobre todo con los esclavos africanos) (Cuvi, 2009).

Por otro lado, según cita Acosta (1989), algunas investigaciones han demostrado que las virtudes de la quina o cascarilla fueron conocidas con alguna anterioridad, porque ya en 1633 el padre Caloncha, escribió en la “Crónica Moralizadora de la Orden de San

Agustín” lo siguiente: “Dase un árbol que llaman de calenturas en tierra de Loja, con cuyas cortezas de color de canela hechas polvo y dadas en bebida en peso de dos reales, quita las calenturas y tercianas; han hecho en Loja efectos milagrosos”.

Lo que sí se mantiene firme en la historia es que Loja mantuvo un monopolio de producción y exportación de corteza de quina hasta la segunda mitad del siglo XVIII, principalmente porque gozaba de buena fama, en gran parte por la corteza de la condesa. En 1820, cuando se aisló la quinina y se pudo conocer con exactitud la cantidad de alcaloides en cada corteza, se empezó a preferir la *Cinchona calisaya* boliviana, con más quinina. En la segunda guerra mundial, cuando las islas de Java estuvieron en poderío de Japón, Estados Unidos fue el principal comprador de corteza de quina de Sudamérica. En esta fecha Loja, al igual que otras zonas productoras de corteza de quina acabaron con los últimos bosques existentes de especies de cinchona, por esta razón en la actualidad no es fácil encontrar este árbol (Cuvi, 2009).

El botánico ecuatoriano Reinaldo Espinosa recordó esa década de 1940 así:

“Las cinchonas han sido objeto de una explotación sin previsiones para el futuro y tal punto, que ahora no es fácil dar con porciones apreciables de ellas, si es que no se penetra en lugares casi inaccesibles, y aun en éstos, la explotación ha llegado venciendo todo género de dificultades. Loja, la patria de las cascarillas, ya no posee cantidades explotables de este precioso árbol sino en los bosques del sur de la provincia y próximos a la cordillera occidental. Lo que se había restituido de explotaciones del siglo pasado (observado por mí en Agosto y Septiembre de 1938), ha desaparecido en la explotación intensa que tuvo lugar durante la última guerra” (Cuvi, 2009).

Las primeras investigaciones botánicas importantes sobre el árbol de la quina las realizó el astrónomo francés Carlos María de la Condamine en 1736. Quien fue enviado al Perú en unión de Bouger y Godin para medir un grado de meridiano cerca de Quito, el sabio aprovechó su presencia en el país para buscar y estudiar la planta que producía la Quina. Junto con el botánico José de Jussie, visitó la sierra de Cajanuma cerca de Loja, donde describió y dibujó la primera planta de Quina: *Cinchona officinalis* (Campos, 1922).

En 1742 Carlos Linneo se basó en el trabajo de La Condamine para describir la quina en su libro *Genera Plantarum*, el árbol que produce tan afamada corteza, y en homenaje y reconocimiento a los inestimables servicios prestados por la condesa de Chinchón a la humanidad por la introducción de la corteza a Europa, dedicó el género a su memoria,

llamándolo cinchona (Campos, 1922). Linneo suprimió la “h” al no ser necesaria para imitar la fonética castellana de Chinchón en italiano, idioma en el cual “el sonido ch antes de la i se da por la letra c” (Cuvi, 2009).

En un inicio solo se conocieron 2 tipos de cinchonas, de las cuales en ilustraciones posteriores y a base de un estudio detenido se diferenciaron más especies. Una de estas es *Cinchona pubescens Vahl* y la otra que en aquella época abasteció de más quinina al mundo, la *C. officinalis L.*, también conocida como Cinchona tipo calisaya o *C. calisaya Wedd* (Popenoe, 1941).

3.3 El árbol nacional del Ecuador

La cinchona es uno de los principales productos forestales con que ha contado Ecuador para incrementar su economía. El Ecuador, país originario e histórico de la cinchona, brindó al mundo uno de los más importantes medicamentos, aunque su negocio llegó cuando se establecieron las grandes plantaciones en las Indias Orientales, que le arrebataron mercado y llegaron a abastecer cerca del 95% la producción mundial. Sin embargo, históricamente fue desde la provincia de Loja que salieron las primeras noticias de las virtudes medicinales de la quina, contra “los frios” o paludismo y contra las diferentes fiebres malignas para la humanidad (Acosta, 1989).

Existen además otras razones por las cuales se considera que la quina debería ser el árbol nacional del Ecuador, por ejemplo la primera denominación y descripción botánica de la cascarilla la hizo el padre de la Botánica moderna, Carlos Linné, en 1742, con muestras de ramas colectadas en Loja por el geodésico francés La Condamine. De tal manera que la primera especie se llamó *Cinchona officinalis L.* Además, la primera separación química de la quinina la hicieron Pelletier y Caventón a partir de cortezas enviadas desde la provincia de Bolívar (*Cinchona succirubra*). Las grandes plantaciones de Java y otros países de las Indias Orientales, se debe al aporte genético de nuestra cascarilla. Así mismo, por más de dos siglos los bosques del Ecuador proveyeron la suficiente corteza de cascarilla al mundo y a las industrias de Europa y América, contribuyendo de esta manera a la salvación de la humanidad, contra las malarias y las fiebres, llamándosele por esto el “árbol de la vida” o “la planta salvadora de la humanidad”. Conjuntamente, la cascarilla o cinchona representa a las tres regiones naturales del Ecuador, pues habita en

las estribaciones occidentales y orientales de las dos cordilleras de los Andes (Acosta, 1989), incluso actualmente se encuentra en Galápagos a manera de plaga.

3.4. Análisis de oferta

En el siglo XIX la demanda de quinina se abastecía con la tala de árboles de quina de Sudamérica. En 1753 en Ecuador se extraía principalmente en Chimborazo la *Chinchona succirura* y en Loja la *Chinchona officinalis* (BMJ Publishing Group, 1924). Sin embargo, para el siglo XX la demanda creció de tal manera que holandeses e ingleses decidieron establecer sus propias plantaciones en islas que estaban bajo su dominio y que reunían condiciones ambientales similares a las de los valles andinos de Sudamérica. Fueron los esfuerzos de Charles Ledger, un inglés que vivía en Bolivia, quien obtuvo y mandó a Europa en el año de 1865, semillas de un tipo superior de cinchona, con lo cual se hizo posible el desenvolvimiento de una industria extensiva en Java, siendo en la actualidad el lugar de origen de la mayor parte de quinina que se produce en el mundo (Popenoe, 1941). Además, fue la agricultura científica colonial holandesa, sumada al bajo costo de mano de obra, lo que originó plantaciones que todavía hoy producen la mayoría del suministro mundial, seguidas de lejos por las de Zaire, Tanzania, Kenya, Ruanda, Sri Lanka, Bolivia, Colombia, Costa Rica e India (Cuvi, 2009).

En 1889 Java exportó 2 millones de kilogramos de cortezas y 77.060 kilogramos de sulfato de quinina; en 1907 la producción alcanzó más de 800.000 kilogramos de cortezas y 488.354 kilogramos de sulfato de quinina (Campos, 1922). De esta manera para el siglo XX se estableció un monopolio de la producción de corteza de quina, situado en las islas de Java pertenecientes a Holanda, con cerca del 90 – 95% de la producción mundial (Cuvi, 2009).

Tabla 2: Producción mundial de la corteza de quina en kilogramos (1929 -1938).

País	1929	1932	1936	1937	1938
Latinoamérica					
Bolivia	137.438,5	181.436,9	890.855,4	967.058,9	884.505,1
Perú	7.257,5	84.368,2	66.224,5	101.151,1	83.914,6
Ecuador		27.669,1	77.110,7	73.481,9	
Colombia		1.814,4	12.246,9	53.977,5	907,2
Subtotal	210.466,9	295.288,6	1.046.437,6	1.195.669,5	969.326,9
Indias Holandesas	11.890.016,8	10.147.768,5	10.008.062,1	10.562.805,5	11.187.855,8
India Británica	57.152,6	757.045,7	800.136,9	946.193,7	899.927,3
Subtotal	12.157.636,3	11.200.102,8	11.854.636,6	12.704.668,7	13.057.110
Total	12.368.103,2	11.495.391,4	12.901.074,2	13.900.338,2	14.026.436,9

Fuente: Cuvi, 2009 (Conversión de libras a kilogramos realizada por el autor).

Actualmente, los datos de exportación, así como las divisas generadas por plantas silvestres no pueden considerarse reales por la ausencia de control y registros (Buitrón, 1999).

Los únicos datos existentes en la bibliografía revisada sobre el comercio de plantas medicinales en los últimos años son aquellos extraídos de los archivos del Banco Central, para los años 1983 a 1992. Estos datos únicamente representan el valor CIF en 1983 y el valor FOB en 1992, así como el volumen en kilos brutos (Buitrón, 1999). (Ver tablas 3, 4, 5 y 6).

Tabla 3: Cuadro comparativo de exportaciones de cascarilla en Ecuador

Año	1992		1995		1996		1997		1998	
	valor FOB US\$	Peso kilos brutos	valor FOB US\$	Peso kilos brutos	valor FOB US\$	Peso kilos brutos	valor FOB US\$	Peso kilos brutos	valor FOB US\$	Peso kilos brutos
Cascarilla o quina	1.000	5.000	2.460	25.200	0	0	7.982,5	21.660	11.055	37.734
Cascarilla amarilla	54.200	54.400	82.599,6	93.795	15.690	17.138	15.750	37.830	5.500	5.046
Cascarilla roja	13.300	41.900	31.307	110.654	23.946	79.793	23.850	84.828	0	0

Fuente: Buitrón, 1999.

Tabla 4: Exportaciones de Cascarilla (volumen, precio y destino)

Año	Kilos brutos	Valor FOB US\$	País de destino
1995	20.200,00	2.460,00	Argentina
1997	6.055,00	2.400,00	Estados Unidos
	15.605,00	5.582,50	Francia
1998	11.101,00	3.300,00	Alemania
	4.550,00	1.350,00	España
	7.450,00	2.055,00	Estados Unidos
	14.633,00	4.350,00	Jamaica

Fuente: Buitrón, 1999.

La cascarilla (*Cinchona pubescens*) se extrae silvestremente y no hay datos conocidos sobre su cultivo, se nota irregularidad en el precio, mientras el volumen aparentemente se mantiene constante. Es difícil analizar por ausencia de información en diferentes años. Estados Unidos y Francia son los mayores importadores (Buitron, 1999).

Tabla 5: Exportaciones de Cascarilla amarilla (volumen, precio y destino)

Año	Kilos brutos	Valor FOB US\$	País de destino
1995	10.091,00	4.000,00	Bélgica
	64.285,00	60.879,00	Estados Unidos
	19.419,00	14.520,60	Francia
1996	5.046,00	5.500,00	España
	2.000,00	800,00	Estados Unidos
	10.092,00	9.390,00	Francia
1997	37.326,00	14.100,00	Francia
	504,00	250,00	Italia
1998	5.046,00	5.500,00	Jamaica

Fuente: Buitrón, 1999.

La cascarilla amarilla (especie sin determinar), mantiene el precio relativamente estable desde 1992 con una baja en 1997; tomando en cuenta que no se tienen datos de 1993 y 1994, es más alto en relación a la cascarilla anterior. El volumen presenta un rango irregular. Estados Unidos y Francia, también son los mayores importadores (Buitrón, 1999).

Tabla 6: Exportaciones de Cascarilla Roja (Volumen, precio y destino)

Años	Kilos Brutos	Valor FOB US\$	País de destino
1995	35.320,00	11.480,00	Alemania
	11.908,00	3.766,00	Estados Unidos
	27.096,00	9.101,00	Francia
	16.146,00	4.800,00	Italia
	10.092,00	3.000,00	Jamaica
1996	50.458,00	15.000,00	Alemania
	2.000,00	600,00	Estados Unidos
	3.027,00	900,00	Francia
	22.705,00	6.750,00	Italia
	1.513,00		Perú
1997	24.220,00	10.500,00	Alemania
	9.082,00	3.600,00	Estados Unidos
	7.032,00	2.100,00	Francia
	25.734,00	7.650,00	Italia

Fuente: Buitrón, 1999.

La cascarilla roja, conocida también como *Cinchona pubescens*, aún sin registros en 1993, 1994 y 1998, ha mantenido un precio estable por kilo, manteniendo casi la misma irregularidad que la cascarilla amarilla en cuanto a volumen exportado. Alemania es el mayor importador (Buitrón, 1999).

Tabla 7: Destino de las principales exportaciones de Quinina y sus sales en 2008.

País	Exportaciones US \$	Evolución de las exportaciones
Alemania	600.000	-51.6%
República del Congo	332.000	-54.1%
Indonesia	196.000	-80.6%

Fuente: Smart Export, 2008.

Según estudios de la FAO sobre productos forestales no madereros en América Latina, en Sudamérica, la corteza de quinina tiene una producción mundial aproximadamente de 8.000 a 10.000 toneladas anuales, donde Brasil, Bolivia y Colombia figuran entre los productores más importantes de América del sur (Ríos, 2001).

Actualmente, la cinchona está entre las especies más utilizadas y comercializadas, amenazadas, explotadas silvestremente y que tiene potencial económico (Buitrón, 1999).

3.5. Análisis de la demanda

Entre los principales países demandantes de corteza de quina estaba Estados Unidos, entre 1941 y 1945 Estados Unidos importó de Sudamérica 30 millones de libras (13.607.771,1 kilogramos) de corteza seca y 700.000 onzas (19.845 kilogramos) de alcaloides pesados. Colombia fue el mayor proveedor seguido de Ecuador, Perú y Bolivia, significando un ingreso para el Ecuador de \$680 mil (Cuvi, 2009).

Debido a la gran demanda en los tiempos de guerra, Estados Unidos y sus aliados decidieron cultivar chinchona en América Central; sin embargo, estas plantaciones eran jóvenes para ser cosechadas, razón por la cual no se suplía la demanda de corteza de chinchona. Es por eso que se inició una búsqueda en Sudamérica donde cientos de toneladas de corteza de chinchona fueron recolectadas de áreas inexploradas previamente en la selva tropical de países como Bolivia, Ecuador, Norte de Colombia y Venezuela, en elevaciones entre 150 a 10.000 pies (46 a 3.048 metros) de altura (Martin y Gándara, 1945).

Tabla 8: Importaciones estadounidenses de corteza de quina durante 1943 – 1947.

Año	Corteza (Kg)
1943	3.205.622,55
1944	8.824.900,83
1945	5.286.328,77
1946	684.023,191
1947	827.984,337
Total	18.828.859,7

Fuente: Cuvi, 2009.

En 1944, la quinina se logró sintetizar por R. B. Woodward (premio Nobel de Química 1965) y W. E. Doering. Sin embargo, fue años más tarde cuando se constató que existía la quinina sintética. A partir de este descubrimiento se empezó a comercializar la quinina sintética, ya que resultaba mucho más barato producirla que exportar la quinina natural (Amurrio, 2003). Esto significó la caída de las plantaciones de quina en todo el mundo.

Como parte del análisis de la demanda de quinina en el Ecuador, se puede citar según datos del Banco Central del Ecuador. Ecuador importó 0.41 toneladas de quinina de 1990 a 1992, por un total de \$43.090 (ver tabla 9).

Tabla 9: Importaciones ecuatorianas de quinina, 1990 a 1991 y 1991 a 1992.

SUBPARTIDA NANDINA	DESCRIPCION	TONELADAS	FOB US \$	CIF US \$	% / TOTAL FOB – US \$
1990 a 1991					
2939210000	QUININA Y SUS SALES	0,02	3,70	3,85	100,00
Total		0,02	3,70	3,85	100,00
1991 a 1992					
2939210000	QUININA Y SUS SALES	0,06	10,78	11,27	100,00
Total		0,06	10,78	11,27	100,00
Total general		0,41	40,82	43,09	100,00

Fuente: Estadísticas del Banco Central del Ecuador, 2012.

Actualmente los principales importadores de quinina son India, Ghana, Venezuela, Filipinas y Mozambique (ver tabla 10).

Tabla 10: Mercado de las importaciones del 2008 de Quinina y sus sales.

País	Importaciones US \$	Evolución de las importaciones
India	1.298.000	-49,0%
Ghana	52.000	190,1%
Venezuela	9.660	6,8%
Filipinas	1.246	+∞
Mozambique	844	+∞

Fuente: Smart Export, 2008.

En cuanto a la demanda de quinina para el uso farmacéutico, se puede señalar que la corteza de quina molida se utiliza como principio activo de las píldoras Ferruginosas Sanatorium Comp.; de la misma manera se utiliza el sulfato de quinina como principio activo de los medicamentos Brota Rectal Adultos Sup., Brota Rectal Niños Sup. y Grageas Gemelas Gragea (Vademécum, 2012).

3.6. Análisis de precios

Actualmente no existe en venta la corteza de quina, razón por la cual resulta imposible recoger información de precios.

En cuanto a los productos forestales no madereros y de plantas nativas y/o derivados de los mismos no existe ningún control de calidad, ninguna ley de protección contra la sobre explotación por lo que los precios de los mismos son bajos (Buitrón, 1999).

3.7. Mecanismo de comercialización

La recolección, uso y comercio de las plantas nativas ecuatorianas no están regulados específicamente, sino dentro del campo de los recursos naturales. El acceso, investigación, recolección, uso y comercio de plantas medicinales en el país no está estipulada específicamente bajo ninguna ley, reglamento o normativa. Sin embargo, como recurso de la vida silvestre y recurso genético, en general, está dentro de la Ley Forestal, de áreas protegidas y de vida silvestre (ley 74, 1981), la ley de biodiversidad (ley no. 3, 1996), ambas en proceso de reformulación; el régimen común sobre acceso a los recursos genéticos bajo el marco de acuerdo de Cartagena (Junac) a través de la Decisión 391 (1996) y la ley de facilitación de las exportaciones (ley 147, 1994), que rigen en el país. Las entidades responsables eran varias, en el área de salud estaban el Ministerio de Salud y las Comisarias de la Salud principalmente; en cuanto a los recursos naturales estaban los Ministerios de Medio Ambiente y de Agricultura; y en el comercio, intervenía el Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca (Buitrón, 1999).

Además, en el Ecuador hay falta de conocimiento, información, comunicación, integración y aplicación, particularidades que no permiten ejercer un manejo y control adecuado desde la recolección de material, hasta el consumo y comercio de plantas nativas. Así mismo, no se toma en cuenta la dimensión real de estas actividades. Además, no existen incentivos, infraestructura, ni personal suficiente capacitado para las investigaciones y controles necesarios, ya que aunque existen numerosos estudios etnobotánicos, no hay información sobre el comercio de plantas medicinales. Es por esto que no existen datos reales y/o confiables sobre esta área del comercio (Buitrón, 1999).

La corteza de quina se comercializa en kilogramos de peso seco de la misma. La principal competencia de la quinina natural, es la quinina sintética, la cual es mucho más barata. Sin embargo, para los mercados de productos delicados y/o orgánicos, como el agua tónica fina o de calidad que utiliza la quinina como amargante, la quinina natural extraída del árbol de quina es la mejor opción.

El envase más apropiado para la comercialización de la corteza de quina es una bolsa sellada al vacío, de tal manera que se elimine por completo la humedad.

3.8. Canales de comercialización

En el siglo XIX y XX, la corteza que se recogía en los alrededores de Loja se exportaba por el puerto de Paita, ubicado en Perú. Mientras que la corteza recolectada en los alrededores del Chimborazo se exportaba por el puerto de Guayaquil (Campos, 1922).

Imagen 8: Cargando cáscara de quina en el puerto de Guayaquil para ser enviada a Estados Unidos.



Fuente: Cuvi, 2009.

Imagen 9: Enmbarque de quina en el malecón de Guayaquil.



Fuente: Cuvi, 2009.

Las rutas o trayectorias del comercio de la quina iban desde Loja a Catacocha, luego a Celica y a Tumbes, Piura, o de Malacatos a Tumbes, para luego en balsa ser conducidas hasta Guayaquil, donde se almacenaban en el puerto de Guayaquil o el de Paita para el Callao de Lima o al puerto de Cartagena hasta su embarque. Su principal destino era el puerto de Cádiz o El Ferrol en España pasando por el Cabo de Hornos. Las muestras enviadas debían ser rigurosamente revisadas tanto en el país de origen como de destino para determinar su validez y si continuaban o se suprimían los envíos (Buitrón, 1999).

Desde 1778 dejó de ser el Puerto de Cádiz el único habilitado para el comercio y se abrieron otros puertos como: Alicante, Barcelona, Cartagena, La Coruña, Gijón, Málaga, Santander y San Sebastián. La mayoría de destinos de las quinas era muy heterogénea. Sin embargo, la mayoría de mercancías se conducían directamente desde Cádiz a Madrid. La Quina que llegaba en malas condiciones se seguía comercializando local o internacionalmente con el pretexto de ser utilizada para tintes, sin embargo, se seguía

utilizando como medicina y se abusaba de su comercio a pesar de las órdenes de ser arrojada al mar o quemarla (Buitrón, 1999).

Actualmente, la mayoría de plantas comercializadas salen directamente del bosque de las regiones de la amazonia y la sierra, y se distribuyen hacia Pastaza, Puyo, Tena, Sucumbíos, Ambato y Riobamba. Desde allí salen a los principales mercados y puertos. En los mercados de las provincias del callejón interandino se han registrado 70 especies de plantas medicinales, en Riobamba hasta 175, donde cerca del 50% de las plantas expandidas son de origen silvestre y corresponden a plantas nativas de los Andes Suramericanos. Así mismo, Ambato es una de las ciudades de mayor acopio y distribución de plantas nativas y/o derivados de las mismas con fines comerciales provenientes de las tres regiones del país (Buitrón, 1999).

Las recolecciones las realizan directamente los consumidores, en el caso de poblaciones rurales o indígenas, para consumo diario, o en el caso de comercialización a pedido de los intermediarios, proveedores y acopiadores, o bien, bajo pedido de investigadores (Buitrón, 1999).

Para este proyecto, el canal de comercialización será por movilización terrestre desde la zona de producción (Loja), hasta Guayaquil, utilizando el puerto para la exportación marítima de la corteza de quina, bajo la cláusula de comercio internacional FOB.

3.9. Pasos para poder exportar

Hasta el año de 1992 consta en el Banco Central del Ecuador registrado el producto de quinina y sus sales bajo la subpartida Nandina 2939210000. Sin embargo, actualmente el comercio de plantas nativas y/o derivados de las mismas con fines comerciales no es monitoreado y menos aún controlado. Los datos oficiales y disponibles sobre el comercio de plantas medicinales y sus productos derivados no reflejan la realidad de esta actividad y minimizan su importancia económica a nivel local e internacional (Buitrón, 1999).

Los datos oficiales de importación y exportación se basan en el arancel común de importaciones a nivel global y se registran como “los demás” dentro de productos no

tradicionales, cuya partida arancelaria tiene el número 1211909000; así se designa dentro de esta categoría a plantas, partes de plantas, semillas y frutos utilizados en medicina y perfumería, lo que representa gran pérdida de información para el país, la cual debería ser clasificada, ya que se estima que el mercado mundial de fármacos de origen vegetal es de aproximadamente 35 mil millones de dólares anuales (Buitrón, 1999).

Requisitos para exportar productos orgánicos

1. Solicitar el registro de operador. Agrocalidad lleva el registro de los siguientes operadores:
 - Registro de operador orgánico (productor)
 - Registro de operador orgánico (procesadora, comercializador)
 - Registro de recolector silvestre
 - Registro de inspector
 - Registro de agencia certificadora
2. Aprobar el registro con Agrocalidad, según la información detallada en el formulario de registro. La aprobación se realiza en un plazo de 30 días según la ley.
3. Obtener certificación mediante un proceso de inspección y aprobación del establecimiento (productor, procesador, comercializador) por parte de una de las 5 certificadoras autorizadas por Agrocalidad en el país;
BCS OKO – GARANTIE CÍA LTDA., CONTROL UNIÓN PERÚ S.A.C.,
Certificadora Ecuatoriana de Estándares Ceresecuador CÍA. LTDA., ECOCERT
ECUADOR S.A. y Quality Certification Services (QCS) Ecuador.

3.10. Certificaciones de calidad

3.10.1. Certificación orgánica

La unidad de programas específicos-certificación orgánica mediante la aplicación de la normativa nacional registra, controla y supervisa a los operadores de la cadena de producción orgánica agropecuaria en el Ecuador, con el objetivo de garantizar su categoría como productores, procesadores y/o comercializadores de productos orgánicos certificados y además observar el desempeño técnico y administrativo de las agencias de certificación de productos orgánicos y sus inspectores. Y de esta manera, generar la confianza de los consumidores de los mercados nacionales e internacionales (Pro Ecuador, 2012).

Los requisitos para el registro de productores, procesadores y/o comercializadores Orgánicos son los siguientes:

1. Solicitud de registro escrita dirigida al Director Ejecutivo de AGROCALIDAD.
2. Expediente del operador orgánico
3. El tiempo estimado de trámite, de acuerdo a lo establecido en el manual de procedimientos que AGROCALIDAD tiene un plazo de 30 días hábiles de aceptación o negación de la inclusión en el registro.
4. Comprobante personalizado de pago, de acuerdo a lo establecido en el tarifario vigente de AGROCALIDAD.

El valor que se canceló para este proyecto es de \$50, equivalente de 20 a 100 hectáreas, con una periodicidad de 2 años (Pro Ecuador, 2012).

El costo de la certificación orgánica es de 2.000 dólares por año para un productor mediano (11 - 50 hectáreas), desglosado de la siguiente manera:

Tabla 11: Costos de la certificación orgánica en dólares.

Costo por día de inspección	Costo de revisión documental	Verificaciones internacionales adicionales
321,00	535,00	150,00 por cada una
Sub Total		1.156,00
Viáticos del inspector orgánico		844,00

Fuente: Quality Certification Service, 2013.

En este proyecto se aplicó para certificación en el mercado Americano, Europeo y Canadiense, por lo que el costo de verificaciones adicionales accedió a 300,00 dólares.

3.10.2 Certificación de origen

El Certificado de origen es un documento que acredita que las mercancías a ser despachadas son originarias de un determinado país o territorio. Con el término origen se determina el país o territorio donde ha sido fabricado el producto o donde ha sufrido la última transformación sustancial. En Ecuador este certificado es emitido por el Ministerio

de Industrias y Productividad (MIPRO) y por las Cámaras de Comercio, Industrias o Producción, para países de destino en la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), Comunidad Andina de Naciones (CAN) y MERCOSUR (Pro Ecuador, 2012).

El trámite a seguir consiste en:

Primero hay que registrar el producto en el Sistema de Identificación Previa a la Certificación de Origen en el sitio web del MIPRO, consignando los datos generales del exportador y de las subpartidas que se exportan.

Segundo, existe una visita de verificación en la empresa productora si se trata de la primera exportación o si existe perfil de riesgo que puede motivar observaciones de las aduanas de destino.

Tercero consiste en la elaboración del informe técnico por parte del funcionario delegado para la verificación, que concluye si la mercancía a exportar, cumple o no las reglas de origen según el mercado de exportación.

Posteriormente se comunica el resultado al usuario, el cual debe cancelar el valor del certificado de origen (\$10.00), y llenar los datos del certificado de origen.

Finalmente el funcionario habilitado revisa el contenido del certificado de origen, verifica la información con otros documentos como la factura, luego procede a legalizar el certificado de origen, a través de la firma y sello que se encuentra registrado en las Aduanas de los países de destino. El certificado de origen tiene una vigencia de 180 días, por lo que se debe renovar 2 veces al año (Pro Ecuador, 2012).

3.10.3. “Fairtrade International”

“Fairtrade International” es una organización independiente, no gubernamental, sin fines de lucro que promueve el desarrollo sostenible y la mitigación de la pobreza y establece los criterios “Fairtrade”.

La organización FLO-CERT es la responsable de la auditoría y la certificación de cumplimiento con los estándares de Comercio Justo.

Los costos de certificación dependen del número de miembros, trabajadores y centros de producción. Para este proyecto se tomó la tarifa de pequeño productor, que consiste en cuotas anuales entre 2.000 y 3.000 euros, la certificación de este sello puede durar entre 1 a 6 años (Standards Maps, 2013).

3.11. Biocomercio

La biodiversidad y los recursos naturales constituyen elementos estratégicos para el desarrollo de los países, especialmente para los más pobres, en la mayoría de los cuales, paradójicamente, se concentra la mayor biodiversidad del planeta. En países desarrollados, los consumidores tienden a consumir productos derivados de la biodiversidad comúnmente llamados naturales, tradicionales o amigables con el medio ambiente. Esto ha abierto una puerta al comercio de bienes y servicios de la biodiversidad, los cuales empiezan a ser reconocidos como una singular fuente de ingresos y progreso para los países con un vasto patrimonio natural (Wust, 2005).

El Biocomercio o Biotrade es el conjunto de actividades de recolección y/o producción, procesamiento, comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa, bajo los criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica (UNCTAD, 2007).

El término Biocomercio fue utilizado por primera vez en 1996 en el marco de la Iniciativa Biocomercio de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo, durante la tercera Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo emprendió la Iniciativa Biocomercio con el objetivo de estimular el comercio y las inversiones en recursos biológicos para impulsar el desarrollo sostenible, de acuerdo con los tres objetivos del convenio sobre la diversidad:

1. La conservación de la biodiversidad
2. El uso sostenible de sus componentes
3. La participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos (UNCTAD, 2007).

El Ecuador como signatario del Convenio sobre la Diversidad Biológica, adoptó la propuesta de la Iniciativa Biocomercio como parte de su política pública ambiental. El marco conceptual de la Iniciativa Biocomercio tiene como base fundamental los Principios y Criterios de Biocomercio, un esquema de enunciados que sirven como guía para las intervenciones de la iniciativa y de sus programas regionales y nacionales, así como para el trabajo de las empresas y/u organizaciones que producen y comercializan productos y servicios derivados de Biocomercio (UNCTAD, 2007).

3.11.1. Principios y criterios de Biocomercio:

1. Conservación de la diversidad biológica: este principio busca que las organizaciones productoras, transformadoras o comercializadoras de productos de biocomercio, contribuyan al mantenimiento de la diversidad biológica en todas sus escalas (UNCTAD, 2007), mediante los siguientes criterios:

- Mantenimiento de las características de los ecosistemas y hábitats naturales de las especies aprovechadas.
- Mantenimiento de variabilidad genética de flora, fauna y microorganismos (para uso y conservación).
- Mantenimiento de los procesos ecológicos.
- Las actividades deben enmarcarse en planes de manejo, sean en áreas protegidas o no, en coordinación con las autoridades competentes y actores involucrados (UNCTAD, 2007).

2. Uso sostenible de la biodiversidad: este principio apoya la implementación del segundo objetivo del Convenio de Diversidad Biológica. Con este principio se busca que los productos del biocomercio se obtengan bajo sistemas que permitan y demuestren la sostenibilidad del recurso utilizado y del ecosistema involucrado. El objetivo es que el aprovechamiento de una especie o ecosistema no supere la capacidad de regeneración y/o productividad del recurso o ecosistema utilizado. Las organizaciones deberían definir instrumentos para la aplicación de buenas prácticas de manejo y monitoreo para orientar, diseñar y mejorar los procesos productivos (UNCTAD, 2007), bajo los siguientes criterios:

- La utilización de la biodiversidad debería basarse en un documento de gestión sostenible, que incluya elementos como una tasa de

aprovechamiento menor a la tasa de regeneración, sistemas de monitoreo (estado poblacional) e índices de rendimiento.

- El aprovechamiento de la agro-biodiversidad debería incluir prácticas agrícolas que contribuyan a la conservación de la biodiversidad
- Cumplimiento de estándares técnicos para el desarrollo de iniciativas de servicios ambientales
- Generación de información y documentación de las experiencias de la organización como aporte al conocimiento sobre la biodiversidad (UNCTAD, 2007).

3. Distribución justa y equitativa de beneficios derivados del uso de recursos de la biodiversidad: este Principio apoya al tercer objetivo del Convenio de Diversidad Biológica, así como también a sus demás requisitos referidos a la distribución equitativa de beneficios. El tercer objetivo del Convenio se refiere al acceso y a la distribución de los beneficios en el marco de los recursos genéticos, exigiendo que se cuente, por ejemplo, con un consentimiento informado previo y con términos mutuamente acordados entre las partes. Cuando las actividades de Biocomercio involucran la comercialización de recursos genéticos, este principio apoya estos objetivos y requisitos. Sin embargo, la distribución equitativa de beneficios es también pertinente en el contexto de otros objetivos y principios del Convenio, tales como uso sostenible y reconocimiento del conocimiento tradicional (UNCTAD, 2007), siguiendo los siguientes criterios:

- Interacción e inclusión en el marco de las actividades de Biocomercio de la mayor cantidad posible de los actores de la cadena de valor
- La generación de valor debe tener lugar a lo largo de la cadena, bajo condiciones de transparencia, aportando así todos los actores al posicionamiento de productos de valor agregado en los mercados
- Información y conocimiento de los mercados

4. Sostenibilidad económica (de gestión, productiva, financiera y de mercado): la competitividad en el ámbito del Biocomercio debería resultar en que los productos manejados sosteniblemente logren posicionarse en los mercados específicos y mantenerse en ellos por el tiempo suficiente para generar los beneficios esperados (UNCTAD, 2007), bajo los siguientes criterios:

- Existencia de potencial de mercados.
- Rentabilidad financiera
- Generación de empleo y mejora de calidad de vida
- Prevención de eventuales impactos negativos sobre prácticas productivas y culturales locales que puedan, por ejemplo afectar la diversificación y la seguridad alimentaria

5. Respeto de los derechos de los actores involucrados en el Biocomercio: La generación de capital social es uno de los pilares del desarrollo sostenible, por esta razón el respeto de los derechos de los actores que de una u otra manera interactúan con la organización y la generación de desarrollo local son fundamentales en la gestión de una organización de Biocomercio (UNCTAD, 2007), bajo los siguientes criterios:

- Respeto a los derechos humanos, generacionales y de género
- Respeto a los derechos de propiedad intelectual
- Respeto a los derechos de comunidades locales y pueblos indígenas (territorio, cultura, conocimiento y prácticas)
- Mantenimiento y rescate de conocimientos y prácticas tradicionales
- Seguridad laboral y adecuadas condiciones de trabajo (UNCTAD, 2007).

6. Cumplimiento de legislación nacional e internacional: El cumplimiento con toda legislación y regulación relevante es fundamental para la legitimación de las organizaciones y el acceso de sus productos a los mercados (UNCTAD, 2007), según los siguientes criterios:

- Conocimiento y cumplimiento de la legislación nacional y local aplicable para el uso de la biodiversidad y el comercio de sus productos y servicios derivados (manejo de vida silvestre, legislación laboral, fitosanitaria, comercial y estudio de impacto ambiental).
- Conocimiento y cumplimiento de legislación internacional aplicable para el uso de la biodiversidad y el comercio de sus productos y servicios derivados.

7. Claridad sobre la tenencia de la tierra, el uso y acceso a los recursos naturales y a los conocimientos: Tener claridad sobre sus derechos es fundamental para el manejo

responsable de una organización. Solamente así podrá la organización realizar las inversiones a largo plazo necesarias e implementar las medidas de manejo vinculadas a asegurar la sostenibilidad. Al mismo tiempo esta claridad permite establecer las responsabilidades de cada actor en el manejo de las especies (UNCTAD, 2007), bajo los siguientes criterios:

- Tenencia de la tierra de acuerdo con la normativa correspondiente
- El acceso a los recursos biológicos y genéticos para su uso sostenible con consentimiento informado previo y con base a condiciones mutuamente acordadas
- El acceso al conocimiento tradicional se realiza con consentimiento informado previo (UNCTAD, 2007).

El Biocomercio además se implementa mediante tres enfoques principales:

- 1) Enfoque de cadena de valor
- 2) Enfoque ecosistémico
- 3) Enfoque de manejo adaptativo (UNCTAD, 2007).

Las iniciativas o empresas Biocomercio, son aquellas basadas en el comercio de productos o servicios provenientes de la biodiversidad nativa y que cumplen criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica. Los beneficiarios del Biocomercio son los sectores público y privado, comunidades locales e indígenas, empresas, incluyendo ONGs y otras instituciones y actores de las cadenas productivas, que trabajan por el uso sostenible de la biodiversidad (UNCTAD, 2007).

Complementariamente a los enfoques implícitos en los principios y criterios, la iniciativa BioTrade y los programas nacionales implementan los principios y criterios a través de los siguientes enfoques:

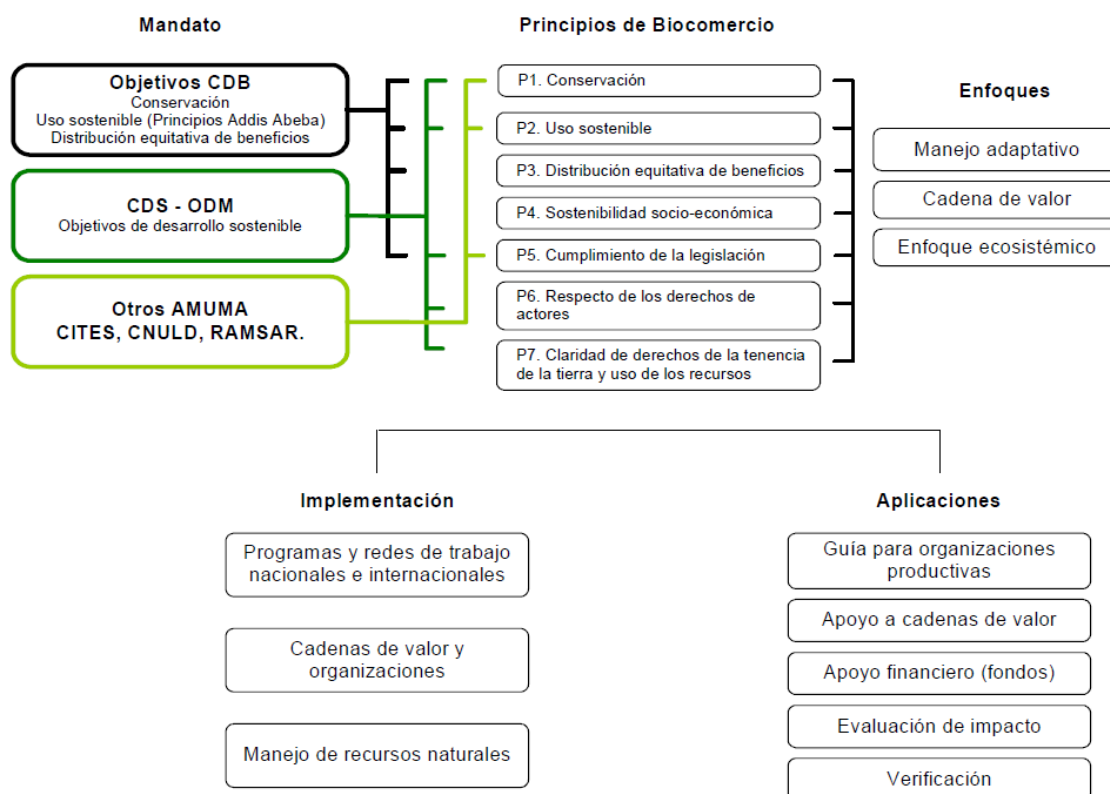
- Enfoque de cadena de valor: En el contexto de la Iniciativa BioTrade y el Programa de Facilitación de Biocomercio, el fortalecimiento de cadenas de valor es utilizado como un mecanismo para facilitar la articulación entre actores de una cadena productiva; la implementación de buenas prácticas relacionadas con el uso sostenible y la conservación de la biodiversidad; y la distribución equitativa de beneficios ambientales, sociales y económicos entre los participantes de la cadena (UNCTAD, 2007).

- **Enfoque de manejo adaptativo (gestión adaptable):** El manejo adaptativo es un enfoque que contribuye a la implementación de prácticas sostenibles, la identificación de impactos sobre especies y ecosistemas y el mejoramiento continuo de las prácticas productivas y de manejo llevadas a cabo por las organizaciones de Biocomercio (UNCTAD, 2007).

Por ejemplo, el Programa de Facilitación de Biocomercio está apoyando la elaboración de planes de manejo para la implementación de este enfoque por organizaciones, proveedores y autoridades (UNCTAD, 2007).

- **Enfoque ecosistémico:** La implementación de este enfoque requiere una visión integrada de aspectos sociales y ecológicos así como las interacciones y procesos que los sistemas productivos involucran. En la práctica, la planeación de los procesos productivos relacionados con las organizaciones de Biocomercio debería ser desarrollada siguiendo el enfoque ecosistémico con el objetivo de cumplir con las responsabilidades sociales y ambientales de acuerdo con el impacto generado sobre las especies, los hábitats, los ecosistemas y las comunidades locales (UNCTAD, 2007).

Imagen 10: Estructura del Biocomercio



Fuente: UNCTAD, 2007.

3.11.2. Mercados del Biocomercio

El Biocomercio se desarrolla en distintos sectores como por ejemplo: producción forestal no maderable, zootecnia, acuicultura, maricultura, agricultura sostenible, ecoturismo, turismo científico, etnoturismo y turismo rural (Wust, 2005).

El mercado internacional de los productos provenientes del uso de los recursos biológicos tiene un gran potencial para ser desarrollado. En año 2001 se estimó que el biocomercio global anual ascendió a \$ 915 mil millones aproximadamente (Wust, 2005), tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: Biocomercio global en el 2001.

Productos	Monto en miles de dólares
Cosméticos y uso personal	3.000
Productos farmacéuticos	150.000
Plantas medicinales	40.000
Productos agrícolas	450.000
Productos para protección agrícola	3.000
Productos ornamentales y otros	19.000
Ecoturismo	250.000
Total	915.000

Fuente: Wust, 2005.

3.10.3. Beneficios del Biocomercio

La Iniciativa “BioTrade” busca mejorar las capacidades de los países en desarrollo para producir bienes y servicios con alto valor agregado, tanto para mercados nacionales como internacionales. Es un programa que ayuda a los países en desarrollo y sus organizaciones asociadas a crear un ambiente que permita el desarrollo y fortalecimiento de sectores relacionados con la biodiversidad, estableciendo acuerdos de participación con actores claves, promoviendo empresas sustentables y aportando insumos para la formulación de políticas. Para ello “BioTrade” apoya el establecimiento de Programas Nacionales de Biocomercio (INBio, 2012).

Políticas y normas

- Apoyo al diseño e implementación de políticas y normas que faciliten el funcionamiento del programa nacional
- Promoción de medidas administrativas que favorezcan la utilización sostenible de recursos de la biodiversidad
- Desarrollo de gestiones de orden político al nivel nacional, regional e internacional, que faciliten el desempeño del programa nacional y su punto focal técnico (Wust, 2005).

Apoyo a cadenas productivas

- Facilitación y apoyo al desarrollo de estrategias para el fortalecimiento de cadenas de valor de productos de Biocomercio
- Apoyo a cadenas productivas en la implementación de prácticas de conservación y uso sostenible (Wust, 2005).

Desarrollo empresarial

- Asesoría a comunidades, organizaciones y pequeñas y medianas empresas en la elaboración de planes de bionegocios, planes de exportación, aspectos legales, entre otros.
- Asesoría y apoyo para el desarrollo de planes de implementación de sistemas de gestión de calidad y buenas prácticas de conservación y uso sostenible
- Desarrollo de alianzas que promuevan servicios de apoyo para el desarrollo de iniciativas de biocomercio con la facilitación de acceso a sistemas de financiamiento (Wust, 2005).

Conservación y uso sostenible de la biodiversidad

- Apoyo en el diseño e implementación de planes de manejo al nivel de la empresa o de las especies. Trabajo con autoridades ambientales en la implementación de normatividad y buenas prácticas (Wust, 2005).

Mercado

- Generación, análisis y diseminación de información de mercados de la biodiversidad.
- Facilitación de intercambios comerciales (contactos comerciales, participación en ferias) (Wust, 2005).
- Entre las principales entidades de financiamiento para el biocomercio está la Corporación Andina de Fomento (CAF), la cual es una institución financiera multilateral que apoya el desarrollo sostenible de sus países accionistas y la integración regional. Atiende a los sectores público y privado, suministrando productos y servicios financieros múltiples a una amplia cartera de clientes, constituida por los gobiernos de los Estados accionistas, instituciones financieras y empresas públicas y privadas (Wust, 2005).

Actualmente están en marcha Programas Nacionales de Biocomercio en países como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Estos programas son dirigidos por puntos focales nacionales con experiencia en el área de desarrollo sostenible. Normalmente en cada país se cuenta con un punto focal político, generalmente el Ministerio de Medio Ambiente y con un punto focal técnico, que puede apoyar con normas y decisiones políticas para facilitar e impulsar el desarrollo del Biocomercio, y es encargada de ejecutar el Programa. Además cada país tiene una propia entidad encargada de desarrollar programas de biocomercio, en Ecuador es la CORPEI junto con EcoCiencia (INBio, 2012).

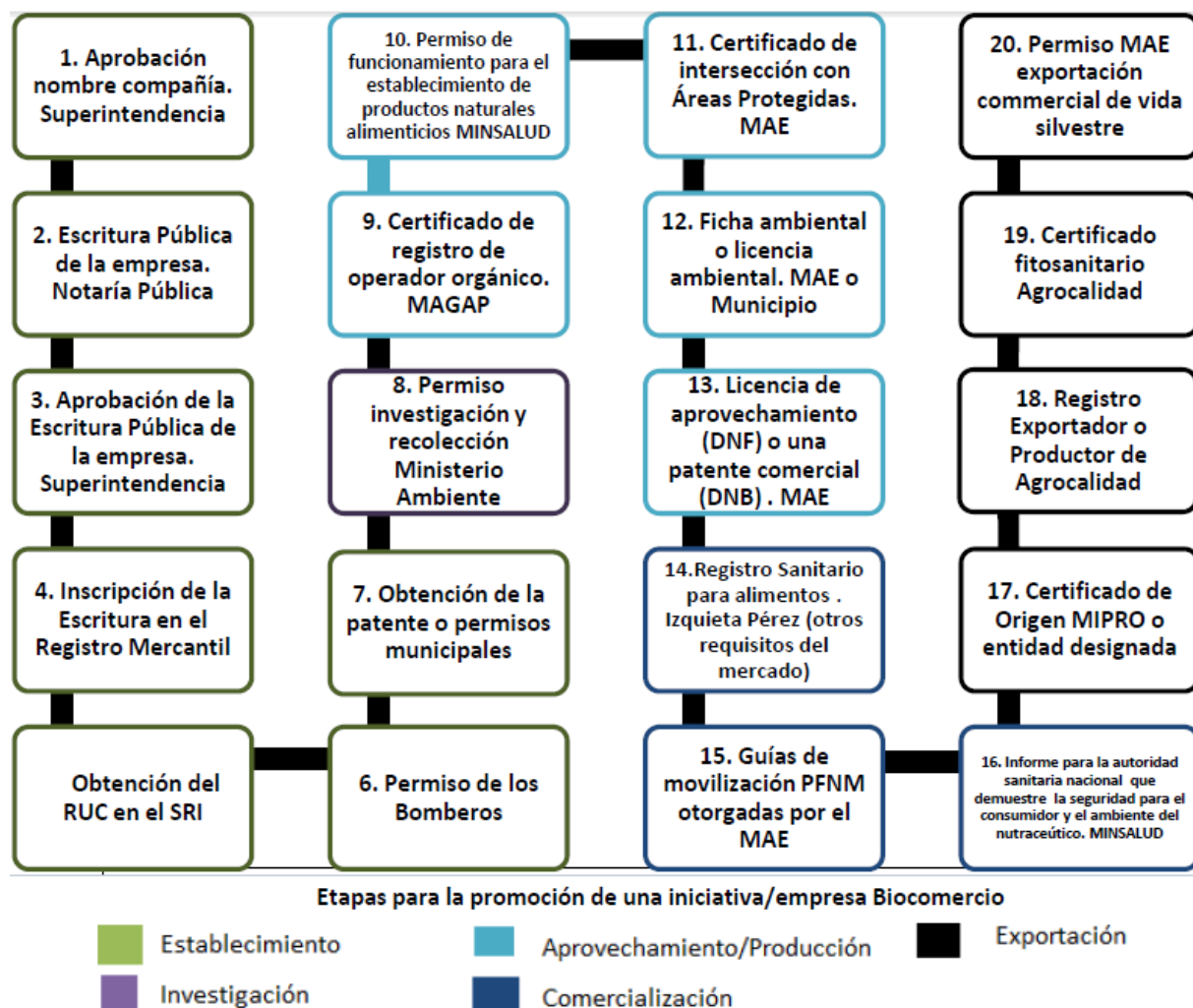
A nivel internacional se cuenta con el Programa de Facilitación del Biocomercio. Desarrollado conjuntamente entre la UNCTAD y el Centro de Comercio Internacional (UNCTAD/OMC - CCI), en estrecha colaboración con el Centro Holandés para la Promoción de las Importaciones de países en desarrollo (CBI), el Programa Suizo para la Promoción de Importaciones de países en desarrollo (SIPPO) y socios de BIOCOCOMERCIO en países en vías de desarrollo. El BTFP apoya a países en desarrollo para acceder a nuevos mercados con sus productos naturales, de modo que puedan diversificar su base productiva de manera sostenible (INBio, 2012).

La Iniciativa “BioTrade” de la UNCTAD colabora en la Latinoamérica con otros socios como el Programa Bolsa Amazonia en Belem, Brasil con quienes trabajan en la región amazónica de los otros países andinos. Además “BioTrade” coopera con las Secretarías de los Acuerdos Multilaterales sobre Medio Ambiente, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES) y la Convención sobre Humedales, en temas pertinentes al uso sustentable de recursos biológicos (INBio, 2012).

Para el desarrollo de sus actividades “BioTrade”/UNCTAD cuenta con recursos que los propios países beneficiarios aportan y el apoyo de organizaciones y países donantes (INBio, 2012).

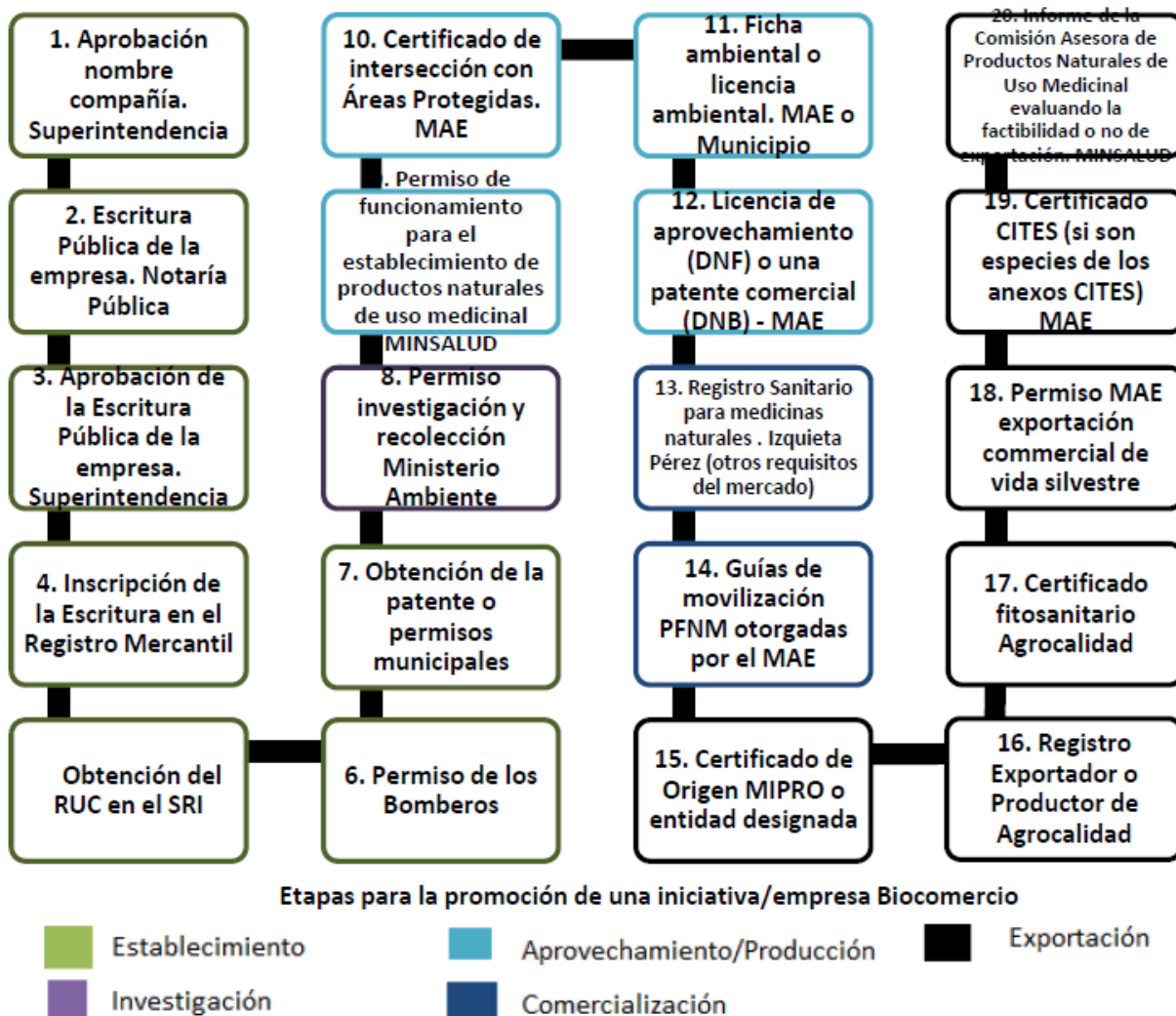
Un ejemplo de Biocomercio en Ecuador es la Asociación de Productores de Plantas Medicinales “Jambi Kiwa” en Chimborazo. La cual es una pequeña empresa alternativa de campesinos que se dedica a transformar y comercializar plantas medicinales y aromáticas. Durante los últimos 5 años y en diferentes momentos la empresa ha recibido apoyo económico de las siguientes instituciones: el Centro Canadiense de Estudios y Cooperación Internacional (CECI), CSI Alma Quebec / ACDI – Canadá y la Diócesis de Riobamba que han colaborado permanentemente con asesoría técnica, apoyo financiero e infraestructura. Desde el año pasado, Jambi Kiwa recibe una importante ayuda técnica y financiera por parte de GTZ – Alemania y la Fundación Comart de Canadá. Similarmente, CORPEI apoya activamente a este proyecto con el Programa de Promoción de Exportaciones y la Iniciativa Biocomercio Sostenible – Ecuador. La solidaridad nacional e internacional ha sido fundamental para el avance de este proyecto (Wust, 2005).

Imagen 11: Requisitos y permisos sector ingredientes naturales para alimentos.



Fuente: Biocomercio sostenible Ecuador, 2012

Imagen 12: Requisitos y permisos sector ingredientes naturales para productos farmacéuticos.



Fuente: Biocomercio sostenible Ecuador, 2012

4. Estudio Técnico

4.1. Tamaño

El proyecto contempla el establecimiento de una plantación de 35 hectáreas, con una densidad de siembra de 8.000 plantas por hectárea, distanciadas a 1 x 1.25 metros, de las cuales 4.000 serán plantas de quina y 4.000 alisos, proveedores de sombra. Se anticipa la construcción de dos invernaderos de 250 metros cuadrados.

Acosta Solís cita plantaciones en la provincia de Bolívar, en las cuales la quina está asociada con otros cultivos tropicales, como: caña de azúcar, plátano, yuca y café. Generalmente los cañaverales y platanales, sirven como sombra de las jóvenes plantaciones de cascarilla, generalmente hasta cuando las plantas tienen de uno a dos años. También es muy frecuente conversar los cultivos asociados hasta la cosecha, de tal manera que los propietarios cosechan cortezas de cinchona, caña y plátano al mismo tiempo y el mismo terreno (Acosta, 1989).

4.2. Mano de obra

En cuanto a la mano de obra, se necesitará un empleado a tiempo completo en el invernadero, y posteriormente cuatro empleados a tiempo completo para la plantación. Para las aplicaciones de fertilizantes, pesticidas, deshierbas, podas etc., se contratará jornaleros, ya que estos requerimientos son estacionales y/o anuales.

4.3. Localización

El árbol de la quina requiere de climas cálidos, húmedos, con precipitaciones abundantes y persistentes, en un rango de 2.000 a 3.500 milímetros distribuidos por todo el año y nubosidad casi todo el año. Pese a que la *Cinchona officinalis* crece entre los 1.000 y 3.500 metros sobre el nivel del mar, se deben evitar las regiones con períodos secos prolongados y zonas montañosas muy altas por las heladas nocturnas. Los árboles de tipo Ledgers se cultivan en Java principalmente entre los 1.067 y 1.828 metros de elevación, considerando que las elevaciones más adecuadas son entre 1.220 y 1.676 metros. Popenoe (1941) indica que en lugares más bajos de 1.500 pies (457 metros) la producción de la corteza es inútil para propósitos manufactureros, debido a la pequeña cantidad de quinina que contienen los árboles.

La quina soporta temperaturas bajas de hasta 6.5 °C y altas de hasta 25 °C. Los suelos más adecuados para las plantaciones comerciales de quina, son aquellos de origen volcánico intemperizado y bajo una jungla virgen. Mientras más joven sea el suelo será mejor para el cultivo. La quina tiene gran demanda de calcio. El pH óptimo varía de 4.6 a 6.5 (Pappa, 2004).

La *Cinchona officinalis*, es una especie endémica de la región sur del Ecuador específicamente del valle de Loja (Garmendia, 1999). Por este motivo se escogió como un lugar ideal para una plantación de quina (*Cinchona officinalis*) la hacienda “El Madrigal del Podocarpus” con una extensión 306 hectáreas, ubicada en la micro-cuenca San Simón, al Sur oriente de la ciudad de Loja a 7 kilómetros del centro poblado, perteneciente a la parroquia San Sebastián del Cantón y provincia de Loja. (Aguirre, 2004).

En cuanto a su suelo, éste pertenece a la serie Zamora (rocas metamórficas del Paleozoico) y al orden de los entisoles; tiene una profundidad efectiva de 45 centímetros pues hasta ese punto llegan las raíces. En el perfil, el contenido de arcilla aumenta con la profundidad en forma alternada. La humedad equivalente disminuye y tiene un rango de 20,94 – 30,30 %. La mayor porosidad se encuentra en el horizonte superficial con un 44 %. El contenido de nitrógeno en el horizonte superficial es muy alto, 160 microgramos por mililitro y en los interiores es muy bajo. El fósforo disponible a su vez disminuye con la profundidad, pero en forma alterna, con valores de 37 microgramos por mililitro, 8 microgramos por mililitro y 34 microgramos por mililitro, es decir, existen en cantidades medio a muy bajo. El contenido de potasio va de medio a bajo, con 180 microgramos por mililitro para el primer horizonte y 85 microgramos por mililitro para el más profundo. Como se puede observar el perfil es pobre en elementos nutrientes por lo que se limita el desarrollo de los cultivos agrícolas. La capacidad de intercambio catiónico de la arcilla es de 14,6 mili-equivalentes por cada 100 gramos para el primer horizonte, 4,01 miliequivalentes por cada 100 gramos de calcio y 0,04 miliequivalentes por cada 100 gramos de magnesio; en el segundo horizonte hay una capacidad de intercambio catiónico de 4 miliequivalentes por cada 100 gramos, con 0,76 y 0,58 miliequivalentes por cada 100 gramos de calcio y magnesio respectivamente. El tercer horizonte tiene una capacidad de intercambio catiónico de 3 miliequivalentes por cada 100 gramos, con 0,76 miliequivalentes por cada 100 gramos de calcio y 0,60 miliequivalentes por cada 100 gramos de magnesio cambiables. Durante el año la temperatura varía entre los 12 y 18°C, y

la precipitación entre los 1.000 y 1.500 milímetros, considerado un clima temperado lluvioso. En cuanto a su caudal principal de agua, el río San Simón, tiene una fluctuación de caudal que va desde los 296.76 litros por segundo a los 2600 metros sobre el nivel del mar hasta los 408 litros por segundo 2168 metros sobre el nivel del mar (Aguirre, 2004).

4.4. Ingeniería del proyecto

4.4.1. Recolección y tratamiento de semillas

Las semillas de cinchona son cosechadas con las cápsulas contendoras de las mismas. Posteriormente se las coloca en un cuarto seco para que maduren, hasta que estas cápsulas se abren y se saca la semilla que está lista para sembrar (Popenoe, 1941).

Las semillas son extremadamente sensibles a la humedad, de allí existe la necesidad de almacenarlas en frascos herméticamente corchados hasta el momento de la siembra. Las semillas retienen su vitalidad durante varios meses. Si se guardan un año es de esperarse que más de la mitad no germinen. Varios autores aseguran que las semillas pierden enteramente su viabilidad al final del segundo año. Basta indicar que deben sembrarse tan pronto como sea posible después de haberlas cosechado (Popenoe, 1941).

Imagen 13: Frutos de *Cinchona officinalis*



4.4.2. Obtención de las plántulas

Las plántulas de quina fueron obtenidas de semillas cultivadas en semilleros. Los principios básicos para la propagación de cinchonas por semillas son los siguientes: las semillas necesitan muy poca luz mientras están germinando y debe mantenerse una humedad uniforme. Si se deja secar el sustrato después de haber comenzado a hincharse las semillas, éstas mueren. Al germinar las semillas son propensas a morir por marchitez (dumping off); para contrarrestarlo se debe tener un ajuste delicado de luz y ventilación. En algunos casos se usa un poco de mezcla Bórdeles. La cantidad de luz se debe ir incrementando gradualmente y sin exponer las plantas directamente a los rayos del sol (Popenoe, 1941).

Imagen 14: Plántulas de quina



Las semillas se esparcen uniformemente sobre la superficie de los tabloncillos, en una proporción aproximada de 2.4 a 3.6 gramos por metro cuadrado. Al sobrepasarse esta proporción, la germinación puede ser buena, pero las plantitas serán demasiado grandes y aumentará el peligro de perderlas debido al dumping off. Se obtienen buenos resultados al escarbar la superficie de la tierra suavemente con un rastrillo fino, después de sembrar, cubriendo las semillas muy ligeramente. El riego debe hacerse con cuidado, bajo ninguna circunstancia dejar secar los semilleros, ni tampoco mantenerlos demasiado húmedos. Si estos se empanan, entonces la semilla se deteriora. Bajo estas condiciones la germinación tiene lugar a las tres o cuatro semanas (Popenoe, 1941).

Cuando las plantas han llegado a 2 o 3 pulgadas (5 o 7,6 centímetros) de alto, se encuentran listas para ser trasplantadas a los almácigos. Inicialmente las plantas requieren

protección contra la luz directa del sol, pero gradualmente se van haciendo resistentes conforme van creciendo, hasta que se habitúan al sol por completo, encontrándose en este estado preparadas para ser trasplantadas al campo (Popenoe, 1941).

4.4.3. Obtención de injertos

Afortunadamente los árboles del género cinchona no son difíciles de propagar por injerto. Lo esencial es utilizar patrones de la especie *C. pubescens* o *C. succirubra*, los cuales deben estar en condiciones de vigoroso desarrollo con tallos de media pulgada a tres cuartos de pulgada (1,2 a 1,8 centímetros) (Popenoe, 1941). Acosta Solís cita óptimos resultados obtenidos en Java a partir del injerto con la *Cinchona succirubra* como patrón y *Cinchona ledgeriana* como injerto (Acosta, 1989).

A pesar de la cuidadosa selección de semilla durante varias generaciones, los árboles tipo Ledgers no son enteramente uniformes en las características de desarrollo, ni en contenido de quinina. Esta es una de las principales razones para la propagación de cinchona por medio de injerto en patrones de *C. succirubra* (Popenoe, 1941).

Otra razón es la debilidad en el desarrollo del tipo Ledger y su malogro en terrenos pobres cuando se producen en sus propias raíces. El injerto en las raíces de Succirubra imparte mayor vigor a los árboles Ledgers; pero, por otro lado, el total del rendimiento de quinina es reducido, debido a que la corteza en la raíz de Succirubra contiene menos quinina que la de los Ledgers. De esta manera, lo ideal y práctico es el hecho de cultivar Ledgers de alto rendimiento, en sus propias raíces y en buena tierra (Popenoe, 1941).

4.4.4. Manejo en invernadero

En esta etapa las plantas son mantenidas por un año hasta cuando hayan alcanzado 50 centímetros de altura aproximadamente (Loján, 2003), y tengan más posibilidades de sobrevivir en el campo. El invernadero debe simular las condiciones de crecimiento natural de la quina por lo que es necesario proveer sombra lo cual se lo puede hacer de la siguiente manera:

- El polietileno del invernadero debe ser de bloqueo UV y difuso lechoso; en el techo se pueden pintar franjas de 20 centímetros de ancho de color azul alternadas con franjas del polietileno sin pintar de 40 centímetros de ancho.
- Además se puede implementar sarán de 50% de sombra.

El sustrato a utilizar debe ser desmoronable, fértil y bien drenado, con una espesa cubierta de materia orgánica que permita buena aireación y una elevada capacidad retentiva de humedad. Debe tener un pH de 4.6 a 6.5 (Pappa, 2004).

Imagen 15: Plántulas de quina bajo manejo en invernadero antes de ser enviadas a Costa Rica.



Fuente: Cuvi, 2009.

Imagen 16: Manejo de invernadero de la *Cinchona officinalis*.



4.4.5. Trasplante

La plantación se puede llevar a cabo en cualquier época del año, pero generalmente se hace en la temporada seca puesto que así hay menos problemas de pudrición. Los hoyos para la siembra se hacen a 60 centímetros de ancho x 60 centímetros de largo x 60 centímetros de profundidad, aproximadamente, y se llenan parcialmente con el mejor suelo superficial disponible. Es recomendable hacer el hoyado con bastante anticipación al trasplante de los árboles para permitir que el sol y la lluvia beneficien el suelo (Pappa, 2004).

La distancia de siembra recomendable es de 1.3 x 1.3 metros, resultando 5.929 plantas por hectárea aproximadamente (Loján, 2003). También es recomendable una distancia de siembra de 1 x 1.25 metros resultando una población de 8.000 plantas por hectárea aproximadamente (Pappa, 2004). La razón de una distancia de siembra corta es la de generar competencia entre plantas, y por ende, un crecimiento más rápido. En este

proyecto se realizó la siembra con una distancia de 1 x 1.25 metros, donde 4.000 serán plantas de quina y 4.000 alisos, proveedores de sombra.

El terreno plano no es necesario para el cultivo. Un experimento realizado en una falda, empinada, tan inclinada como cualquier otra en donde se cultiva café en la misma finca, resultó muy exitoso. Sin embargo, un buen drenaje es esencial, y esto se facilita por la inclinación del terreno (Popenoe, 1941).

Imagen 17: *Cinchona officinalis* trasplantada en campo.



4.4.6. Riego

Se requiere una fuerte y bien distribuida lluvia durante todo el año. El mínimo anual de 100 pulgadas (254 milímetros) de lluvia, es necesario para el mejor desarrollo del árbol (Popenoe, 1941).

4.4.7. Podas

Los árboles de quina requieren de podas eventuales ya que tienden a crecer en forma de arbusto. Se eliminan todas las ramas hasta una altura de 2 metros para permitir que los tallos desarrollen la gruesa corteza continua y esencial de altos rendimientos. Algunas veces es necesaria la poda en plantaciones viejas con el fin de estimular el desarrollo de los brotes nuevos en las partes más bajas de los árboles (Pappa, 2004).

4.4.8. Fertilización

La quina tiene un alto requerimiento de calcio (Loján, 2003). Sin embargo, no se tiene conocimiento exacto de sus requerimientos nutricionales.

4.4.9. Control fitosanitario

El cultivo de quina es susceptible a la incidencia de las siguientes enfermedades: pudrición blanca de la raíz (*Armillaria sp.*), pudrición gris (negra de la raíz) (*Rosellinia arcuata Petch.*), pudrición roja de la raíz (*Ganoderma pseudoferreum*), heleopeltis (*Heleopeltis antonii var. Bradyi Waterh*) las cuales se pueden controlar rotando los fungicidas orgánicos Alite y Cosan. En cuanto a plagas, el cultivo de quina es susceptible a: araña roja (*Tetranychus telarius L.*), gallinas ciegas, las cuales pueden controlarse por la aplicación de Neem X; y gusanos medidores, mayates, barrenadores (*Pachypeltis vittiscutis*) los cuales se pueden controlar con Dipel (Pappa, 2004).

4.4.10. Cosecha

La cosecha se realiza a los 4 años de haber iniciado la plantación con raleos selectivos de los árboles más pequeños y así se evita la aglomeración. La cosecha se realiza cada año hasta dejar el 25% de la densidad original. La cosecha final tiene lugar entre el octavo y el décimo segundo año; a dichas edades la quina alcanza el máximo contenido de quinina en su corteza (Loján, 2003).

Entre los métodos de cosecha se citan los siguientes:

1.- Enmusgamiento: El autor de este método es M. Mac Ivor, responsable de introducción y aclimatación de plantas de quina en las Indias Británicas. Ivor notó que las cortezas de los árboles están cubiertas de vegetación criptogámica, a partir de esta observación le surgió la idea de cubrir con musgo las cortezas de los árboles de cinchona cultivados en Otakamund, e imitar de ese modo las condiciones en que se encuentran las quininas en estado silvestre. En este procedimiento, el operador toma un árbol de ocho años aproximadamente y hace incisión horizontal lo más alto que puede, luego en cada una de sus extremidades hace otras dos incisiones verticales hasta la base del tronco. Posteriormente con un cuchillo separa la corteza de la madera al nivel de la incisión superior, y, poco a poco con los dedos hasta la base del árbol, cortándola en ese punto. De este modo se obtiene una banda larga de corteza. Suponiendo que el árbol tenga 27 pulgadas (67 centímetros) de circunferencia se desprenden 9 bandas de 1 pulgada y media (3.8 centímetros) y se conservan otras 9 del mismo tamaño. Finalmente, se rodea con musgo el tronco entero y se lo sostiene con ayuda de algunas fibras. De esta manera se puede preservar árboles expuestos al exterior. De esto resulta una cicatrización rápida y un aumento de la quinina en las partes nuevas (Campos, 1922).

Después de 6 a 12 meses, las bandas de corteza que habían quedado intactas y adheridas en el tronco son arrancadas y el espacio desnudo se cubre con cuidado de musgo; 12 meses después se ha formado en el lugar de las primeras bandas quitadas una nueva corteza más gruesa que la corteza natural de la misma edad. Se quita esta corteza renovada y se enmusga de nuevo; 6 a 12 meses después es tiempo de quitar las bandas vecinas, las que se han producido en lugar de la corteza que al principio había quedado adherida y así alternativamente. De esta manera se han obtenido cortezas cinco veces renovadas en la misma planta (Campos, 1922).

Por este proceso se pueden sacar de un tronco de quina tres clases de cortezas

- a. La corteza natural que no ha sufrido tratamiento
- b. La corteza primitiva cubierta de musgo por cierto tiempo
- c. La corteza renovada bajo el musgo (Campos, 1922).

En la *Cinchona succirubra* se obtuvo los siguientes resultados:

Corteza natural: 9.28% alcaloides 1.16 quinina

Corteza enmusgada: 11.27% alcaloides 1.36 quinina

Corteza renovada: 11.10% alcaloides 1.60 quinina (Campos, 1922).

Según el mismo autor, el aumento de quinina llega a su máximo después del primer tratamiento y no progresa de un modo continuo. Además, el autor recomienda el procedimiento en *C. cirruba* y en *C. officinalis*, siempre que no exista abundancia de insectos en el lugar (Campos, 1922).

2.- Derribamiento: Este método consiste en cortar el árbol a una pequeña distancia del suelo, y proteger los retoños que brotan al pie de cada árbol. Por este método se cortan 2 clases de corteza de tronco y de rama. Este método es conveniente para especies de rápido crecimiento como la *Chinchona pubescens* (Campos, 1922).

3.- Arrancamiento: Este proceso consiste en desenraizar los árboles. El rendimiento en cortezas secas es naturalmente mayor. Las raíces adultas producen mayor cantidad de cortezas que las jóvenes. Además, las cortezas de las raíces son las más ricas en alcaloides, con una relación de 6 a 8 % más que las cortezas del tronco y ramas. El arrancamiento es preferible siempre que el enmusgamiento no sea posible (Campos, 1922).

Este último es el método de cosecha más utilizado, donde para cosechar se corta el árbol con un hacha un poco arriba de la raíz, teniendo cuidado de no perder nada (Campos, 1922). Se cosecha toda la planta, incluyendo la raíz y las ramas, dividiendo toda la planta en trozos para luego separar la corteza por golpes o cuchillas (Lojan, 2003). Resulta más fácil separar la epidermis golpeándola con un pequeño mazo de madera o con el dorso del hacha (Campos, 1922).

En cuanto al transporte de la corteza, antiguamente se realizaba a costal en la espalda del cascarillero. Se conoce por el nombre de cascarilleros a los hombres que cortan el árbol y extraen la corteza de los bosques. En la antigüedad, los cortadores no buscaban la corteza por cuenta propia, la mayoría de las veces se alistaban al servicio de algún comerciante o de una pequeña compañía (Campos, 1922).

Imagen 18: Cascarillero ecuatoriano obteniendo la cáscara de quina con la ayuda del machete.



Fuente: Acosta, 1944.

Un árbol maduro de 10 años produce 200 gramos de quinina, por lo que se esperaría una cosecha total de 300 kilogramos por hectárea de quinina (Loján, 2003).

Imagen 19: Cascarilleros cosechando en el bosque.



Fuente: Cuvi, 2009.

Imagen 20: Cascarillero llevando cáscara al centro de acopio

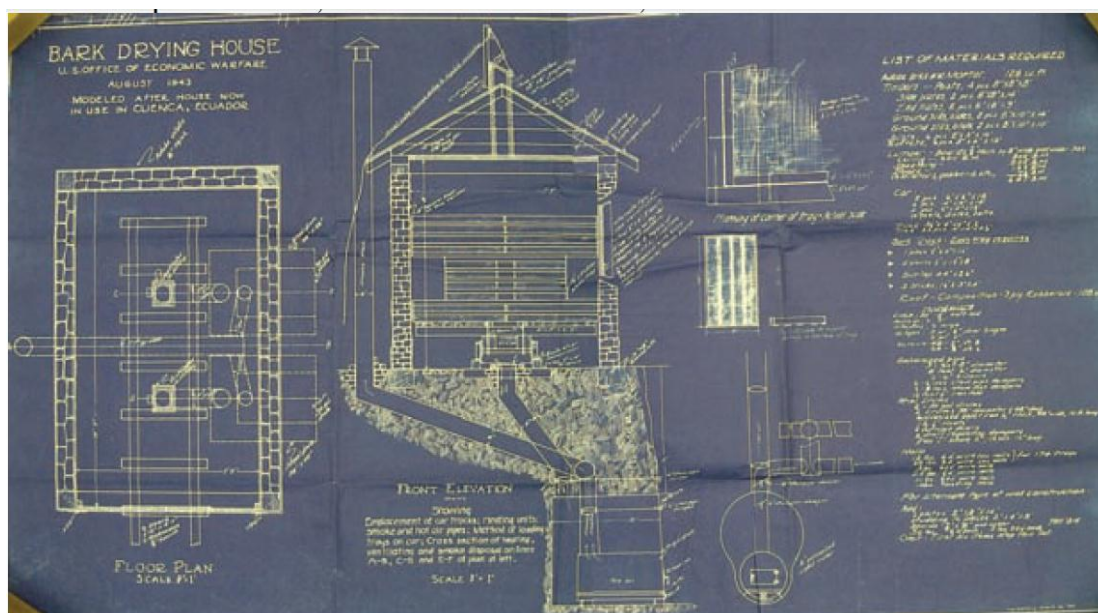


Fuente: Rainey, 1946.

4.4.11. Manejo postcosecha

El primer paso del manejo postcosecha de la corteza de quina es el secado, ya que la mayor pérdida de alcaloides en postcosecha es ocasionada por la fermentación. El secado se lo puede hacer al aire libre. Sin embargo, este proceso de secado tiene algunos problemas como pérdidas del 8 al 45% de los alcaloides ocasionada por el sol. Además, el sitio ideal de una plantación es en valles andinos, generalmente a 2.000 metros sobre el nivel del mar o más, donde predomina la nubosidad durante todo el año, lo que dificulta el secado al sol la mayor parte del año. La manera más eficaz es el secado artificial bajo techo utilizando hornos a 70 grados centígrados; el secado se detiene cuando la corteza contiene 10% de humedad, lo cual puede ocurrir después de 12 a 24 horas de iniciado el secado (Cuvi, 2009).

Imagen 21: Planos de un horno para secar corteza de quina.



Fuente: Cuvi, 2009.

Imagen 22: Secadero de cascarilla en Java, con un sistema de cajones.



Fuente: Rainey, 1946.

Imagen 23: Trabajadores apilando corteza de quina luego de ser secada



Fuente: Cuvi, 2009.

Imagen 24: Pesado de sacos de corteza.



Fuente: Cuvi, 2009.

5. Estudio financiero

5.1. Tabla 13: Detalle de inversiones en activos.

Rubro	Unidad	Costo unitario	Total
Terreno	35 ha	2.000,00	70.000,00
Infraestructura (Construcciones)	1.450 m ²		42.500,00
Herramientas	90		910,00
Equipos	16		2.785,00
Vehículo (Camioneta)	1	30.000,00	30.000,00
Total			146.195,00

Tabla 14: Infraestructura

Infraestructura	Unidad	Costo unitario	Total
Postcosecha	1000 m ²	15,00	15.000,00
Invernadero	250 m ²	15,00	7.500,00
Bodega	50 m ²	100,00	5.000,00
Oficina y vivienda	100 m ²	150,00	15.000,00
Total			42.500,00

Fuente: Bioaceros, 2012.

Tabla 15: Herramientas

Herramientas	Unidad	Costo unitario	Total
Carretilla	10	15,00	150,00
Azadón	20	5,00	100,00
Pala	20	5,00	100,00
Cuchilla	20	3,00	60,00
Barreno espiral	20	25,00	500,00
Total			910,00

Fuente: HANSA, 2012.

Tabla 16: Equipos

Equipos	Unidad	Costo unitario	Total
Data logger humedad	1	80,00	80,00
Data logger luminosidad	1	100,00	100,00
Data logger temperatura	1	105,00	105,00
Moto sierra 757 P	10	150,00	1.500,00
Computadora	2	500,00	1.000,00
Total			2.785,00

Fuente: Vía Industrial, 2012.

Para efectos del flujo de caja se ha considerado en la proyección de gastos e ingresos un aumento anual de 6%.

5.2. Tabla 17: Detalle de la depreciación

Rubro	Valor	% depreciación	Vida útil	Depreciación anual
Infraestructura	42.500,00	5,00	20	2.125,00
Herramientas	910,00	20,00	5	182,00
Equipos	2.785,00	33,33	3	928,24
Vehículo	30.000,00	20,00	5	6.000,00
Total				9.235,24

5.3. Costos fijos

	Unidad	Cantid.	Costo/unida.	Años									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mantenimiento de plantas en invernadero													
Personal permanente	Personal	1	318,00/mes	5.195,35	5.507,07	5.837,50	6.187,75	6.559,01	6.952,56	7.369,71	7.811,89	8.280,60	8.777,44
Mantenimiento de plantación													
Personal permanente	Personal	4	318,00/mes		5.507,07 (1)	5.837,50 (1)	12.375,50 (2)	13.118,02 (2)	20.857,68 (3)	22.109,13 (3)	31.247,56 (4)	33.122,40 (4)	35.109,76 (4)
Mantenimiento vehículo		1	100,00	100,00	106,00	112,36	119,10	126,25	133,82	141,85	150,36	159,38	168,94
Diesel vehículo	Galones	240	1,10	264,00	279,84	296,63	314,43	333,30	353,30	374,50	396,94	420,76	446,01
Guardianía	Personal	1	413,40/mes	6.658,55	7.058,06	7.481,54	7.930,43	8.406,26	8.910,64	9.445,28	10.012,00	10.612,72	11.249,48
Contador temporal	Personal	1	100,00	100,00	106,00	112,36	119,10	126,25	133,82	141,85	150,36	159,38	168,94
Certificación orgánica		1	2.000,00	2.000,00	2.120,00	2.247,20	2.382,03	2.524,95	2.676,45	2.837,04	3.007,26	3.187,70	3.378,96
Certificado de origen		1	20,00	20,00	21,20	22,47	23,82	25,25	26,76	28,37	30,07	31,87	33,78
Sello "Fairtrade"		1	2.600,00	2.600,00	2.756,00	2.921,36	3.096,64	3.282,44	3.479,39	3.688,15	3.909,44	4.144,01	4.392,65
Total				16.937,90	23.461,24	24.868,92	32.548,80	34.501,73	43.524,42	46.135,88	56.715,88	60.118,82	63.725,96

El sueldo anual del personal permanente incluye las aportaciones al IESS patronal (11.15%) e IESS fondo de reserva (8.33%)

5.4. Costos variables

	Unidad	Cant.	Costo/unida.	Años									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Preparación del suelo													
Limpieza del terreno	Jornal	100	12,00			1.348,32	1.429,21	1.543,55	1.636,16	1.734,33	1.838,39	1.948,70	2.065,62
Hoyos	Jornal	100	12,00			1.348,32	1.429,21	1.543,55	1.636,16	1.734,33	1.838,39	1.948,70	2.065,62
Establecimiento de sombra													
Siembra de Aliso	Jornal	100	12,00	1.200,00									
Mantenimiento													
Control malezas	Jornal	100	12,00		1.348,32	2.858,44	4.544,85	6.423,40	8.511,00	10.825,98	13.388,13	16.218,80	19.340,92
Podas	Jornal	100	12,00		1.348,32	2.858,44	4.544,85	6.423,40	8.511,00	10.825,98	13.388,13	16.218,80	19.340,92
Aplicación de fertilizante	Jornal	40	12,00		539,33	1.143,38	1.817,97	2.569,40	3.404,45	4.330,44	5.355,28	6.487,52	7.727,40
Aplicación de pesticidas		40	12,00		539,33	1.143,38	1.817,97	2.569,40	3.404,45	4.330,44	5.355,28	6.487,52	7.727,40
Insumos y plantas													
Plántulas quina	Plantas	20,000	1,00	20.000,00	21.200,00	22.472,00	23.820,32	25.249,54	26.764,51	28.370,38	30.072,60	31.876,96	33.789,58
Plántulas aliso	Plantas	15,000	0,50	7.500,00	7.950,00	8.427,00	8.932,62	9.468,58	10.036,69	10.638,89	11.277,22	11.953,85	12.671,08
Fertilizantes													
Gallinaza	Kg	9000	1,60		1.617,98	3.430,12	5.453,88	7.708,16	10.213,35	12.991,38	16.065,98	19.462,80	23.209,39
Biol	Litros	5000	2,00		11.236,00	23.820,32	37.874,31	53.529,04	70.926,00	90.217,86	111.569,43	135.158,40	161.176,39
Biol invernadero	Litros	5000	2,00	5.000,00	5.300,00	5.618,00	5.955,08	6.312,38	6.691,12	7.092,59	7.518,15	7.969,24	8.447,39
Humus de lombriz	Kg	5000	4,00	20.000,00	21.200,00	22.472,00	23.820,32	25.249,54	26.764,51	28.370,38	30.072,60	31.876,96	33.789,58
Insecticidas													
Neem X	Litros	300	24,80	7.440,00	15.772,80	25.078,74	35.444,64	46.964,15	59.738,4	73.876,46	89.496,08	106.724,07	125.697,20
Dipel	Litros	100	15,00	1.500,00	3.180,00	5.056,20	7.146,08	9.468,55	12.043,98	14.894,46	18.043,60	21.517,02	25.342,30
Fungicidas													
Alite	Kg	200	4,20	840,00	1.780,80	2.831,46	4.001,80	5.302,40	6.744,66	8.340,92	10.104,40	12.049,47	14.191,60
Cosan	Kg	300	2,00	600,00	1.272,00	2.022,48	2.858,44	3.787,45	5.090,34	6.295,03	7.626,00	9.093,78	10.710,50
Análisis													
Análisis de suelo		10	35,00	35,00	37,10	39,33	41,69	44,19	46,84	49,65	52,63	55,79	59,14
Análisis de agua		1	35,00	35,00	37,10	39,33	41,69	44,19	46,84	49,65	52,63	55,79	59,14
Cosecha													
Cosecha manual	Jornal	100	12,00				1.348,32	1.429,22	1.514,95	1.605,85	1.702,20	1.804,33	1.912,59
Postcosecha													
Postcosecha manual	Jornal	50	12,00				714,61	757,49	848,39	899,29	952,65	1.009,81	1.070,40
			Total	64.150,00	94.359,08	105.580,20	173.037,86	206.830,65	264.480,12	317.474,29	375.769,77	439.918,31	501.946,77

Los costos variables como los insecticidas y fungicidas se utilizan durante los 10 años del cultivo, debido a esto la tabla incrementa su cantidad y por lo tanto su costo acorde al año de cultivo, más la inflación anual.

5.5. Gastos administrativos

	Unidad	Cantidad	Costo/unida.	Años									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Administrador	Personal	1	1.200,00	18.723,12	19.846,51	21.037,30	22.299,54	23.637,51	25.055,76	26.559,11	28.152,66	29.841,82	31.632,33
Internet		12	35,00	420,00	445,20	471,91	500,22	530,23	562,04	595,76	631,51	669,40	709,56
Agua/electricidad		12	30,00	360,00	381,60	404,50	428,77	454,50	481,77	510,68	541,32	573,80	608,23
Total				19.503,12	20.673,31	21.913,71	23.228,53	24.622,24	26.099,57	27.705,55	29.325,49	31.085,02	32.950,12

El sueldo anual del administrador incluye las aportaciones al IESS patronal (11.15%), IESS fondo de reserva (8.33%) y decimocuarto.

5.6. Gastos de venta

	Unidad	Cantidad	Costo/unida.	Años									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Suministro vehículo		1	100,00	100,00	106,00	112,36	119,10	126,25	133,82	141,85	150,36	159,38	168,94
Publicidad		1	4.000,00	4.000,00	4.240,00	4.494,40	4.764,06	5.049,90	5.352,89	5.674,06	6.314,50	6.693,37	7.094,97
Viajes		6	2.000,00	2.000,00	2.120,00	2.247,20	2.382,03	2.524,95	2.676,48	2.837,06	3.007,28	3.187,72	3.378,98
Total				6.000,00	6.466,00	6.853,96	7.265,19	7.701,10	8.163,19	8.652,97	9.472,14	10.040,47	10.642,89

5.7. Detalle de financiamiento

Inversión inicial = \$ 146.195,00

Capital de trabajo = \$ 53.295,51

Inversión total = \$ 199.490,51

Préstamo bancario = \$ 139.643,36 (70%) Aporte propio = \$ 59.847,15 (30%)

5.8. Ingresos

Cosecha en kg	Edad de plantas									
	Años									
	1er	2do	3er	4to	5to	6to	7mo	8vo	9no	10mo
Primer trasplante				4.200	6.300	8.400	10.500	12.600	14.700	16.800
Segundo trasplante					4.200	6.300	8.400	10.500	12.600	14.700
Tercer trasplante						4.200	6.300	8.400	10.500	12.600
Cuarto trasplante							4.200	6.300	8.400	10.500
Quinto trasplante								4.200	6.300	8.400
Sexto trasplante									4.200	6.300
Séptimo trasplante										4.200
Costo unitario				40,00	42,40	44,94	47,64	50,50	53,53	56,74
Total en dólares				168.000,00	445.200,00	849.366,00	1.400.616,00	2.121.000,00	3.035.151,00	4.170.390,00

EL total de ingresos en los 10 años es de \$ 12.199.723,00.

Precio de corteza de quina: \$ 40,00 /kg

Cosecha: de un árbol maduro (10 años) se obtiene 6 kilogramos de corteza (Loján, 2003). Basados en este dato:

Un árbol de 4 años produce 1,5 kilogramos de corteza.

Un árbol de 5 años produce 2,25 kilogramos de corteza.

Un árbol de 6 años produce 3 kilogramos de corteza.

Un árbol de 7 años produce 3,75 kilogramos de corteza.

Un árbol de 8 años produce 4,5 kilogramos de corteza.

Un árbol de 9 años produce 5,25 kilogramos de corteza.

Un árbol de 10 años produce 6 kilogramos de corteza.

Cada cosecha incluye 2.800 árboles.

Tabla 18: Tabla de amortización gradual.

Tabla de amortización (10 años)				
	Saldo deudor	Cuota anual	Interés	Amortización de capital
1	139.643,36	23.711,64	15.360,77	8.350,87
2	131.292,49	23.711,64	14.442,17	9.269,47
3	122.023,02	23.711,64	13.422,53	10.289,11
4	111.733,91	23.711,64	12.290,73	11.420,91
5	100.313,00	23.711,64	11.024,43	12.677,21
6	87.635,79	23.711,64	9.639,94	14.071,70
7	73.564,09	23.711,64	8.092,05	15.619,60
8	57.944,50	23.711,64	6.373,89	17.337,75
9	40.606,75	23.711,64	4.466,74	19.244,90
10	21.361,85	23.711,64	2.349,80	21.361,84

5.9. Flujo de caja

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		0,00	0,00	0,00	168.000,00	445.200,00	849.366,00	1.400.616,00	2.121.000,00	3.035.151,00	4.170.390,00
Costos variables		-64.150,00	-94.359,08	-105.580,20	-173.037,86	-206.830,65	-264.480,12	-317.474,29	-375.769,77	-439.918,31	-501.946,77
Costos fijos		-16.937,90	-23.461,24	-24.868,92	-32.548,80	-34.501,73	-43.524,42	-46.135,88	-56.715,88	-60.118,82	-63.725,96
Gastos administrativos		-19.503,12	-20.673,31	-21.913,71	-23.228,53	-24.622,24	-26.099,57	-27.705,55	-29.325,49	-31.085,02	-32.950,12
Gastos venta		-6.000,00	-6.466,00	-6.853,96	-7.265,19	-7.701,10	-8.163,19	-8.652,97	-9.472,14	-10.040,47	-10.642,89
Interés préstamo		-15.360,77	-14.442,17	-13.422,53	-12.290,73	-11.024,43	-9.639,94	-8.092,05	-6.373,89	-4.466,74	-2.349,80
Depreciación		-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24	-9.235,24
Utilidad antes impuesto		-131.186,13	-168.637,04	-181.874,56	-89.606,35	151.284,61	488.223,52	983.320,02	1.634.107,59	2.480.286,40	3.549.539,22
Impuesto		-	-	-	-	39.934,11	154.862,73	328.146,51	555.922,16	852.084,74	1.226.323,23
Utilidad neta		-131.186,13	-168.637,04	-181.874,56	-89.606,35	111.350,50	333.360,79	655.173,51	1.078.185,43	1.628.201,66	2.323.215,99
Depreciación		9.038,55	9.038,55	9.038,55	9.038,55	9.038,55	9.038,55	9.038,55	9.038,55	9.038,55	9.038,55
Inversión inicial	-146.195,00										
Inversión capital trabajo	-53.295,51										
Préstamo	139.643,36										
Amortización deuda		-8.350,87	-9.269,47	-10.289,11	-11.420,91	-12.677,21	-14.071,70	-15.619,60	-17.337,75	-19.244,90	-21.361,84
Flujo de caja	-59.847,15	-130.498,45	-168.867,96	-183.125,12	-91.988,71	107.711,84	328.327,64	648.592,46	1.069.886,23	1.617.995,31	2.310.892,70

Debido a que el flujo de caja de los primeros 4 años es negativo, se requerirá préstamos a corto plazo para suplir estos déficits.

5.10. Evaluación financiera

Mediante el estudio de evaluación financiera se demuestra la factibilidad y viabilidad del proyecto.

5.10.1. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno o TIR, es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Esta tasa iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. En este proyecto la TIR fue de 42%, superando la tasa de interés referencial de 11% anual.

5.10.2. Valor actual neto

El valor actual neto o VAN, es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. En este proyecto el valor actual neto es de \$ 1.759.928,30. De esta manera se ratifica la factibilidad del proyecto.

5.10.3. Relación beneficio/costo

La relación beneficio/costo toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada dólar que se invirtió en el proyecto. En este proyecto la relación beneficio costo fue de \$33,64. Lo que significa que por cada dólar invertido se gana \$33,64 más el dólar que se invirtió inicialmente.

6. Conclusiones

- Pese a ser un árbol potencialmente amenazado, la quina (*Cinchona officinalis*) tiene la posibilidad de ser repoblado y de establecer plantaciones con fines comerciales.
- En 35 hectáreas de terreno se puede cultivar 140.000 plantas de quina, estimándose una cosecha gradual del 98% de árboles, de la que se puede extraer un total de 235.200 kilogramos de corteza de quina, que equivale a \$ 12.679.611,00.
- Mediante el estudio de evaluación financiera se concluye que cultivar quina orgánica si es rentable en escala comercial, ya que con 140.000 plantas cultivadas en 35 hectáreas, se obtiene una tasa interna de retorno de 42 %, un valor actual neto de \$ 1.759.928,30 y una relación de beneficio/costo de \$33,64.
- En cuanto a la demanda de quinina natural, existen mercados de medicina natural y homeopática que aún demandan de quinina natural, por lo que el nicho de mercado no está limitado a la extracción del amargante para la producción de agua tónica de calidad, pudiendo ampliarse el mercado de quinina.

7. Recomendaciones

- Pese a que la corteza que se extrae de la planta de quina es el recurso con más valor, se recomienda explorar las posibilidades de obtener ingresos adicionales a partir de otros recursos como la madera de los árboles de mayor edad y las hojas para la producción de té, como cita Buitrón (1999); los indígenas amazónicos mascan hojas desde tiempos inmemoriales como recurso vigorizante. Además existe la posibilidad de vender plantas jóvenes para programas de reforestación.
- Es importante, en consecuencia, investigar sobre otros usos y aplicaciones de la planta de quina, incluyendo identificación de fitoquímicos y el estudio de los efectos sobre la salud humana.
- El costo de los fertilizantes equivale al 61,68% y el de los pesticidas el 18,51% del total anual de los costos variables. Se recomienda hacer un estudio de producción de abono propio y bioplaguicidas que se utilizan en el proyecto, ya que de esta manera se disminuiría considerablemente los costos variables y por ende los costos de producción, aumentando el margen de utilidad.
- Al ser la *Cinchona officinalis* una planta nativa y endémica de Loja - Ecuador, se puede acceder a los beneficios del tratado de Biocomercio de las Naciones Unidas para su cultivo y comercialización.
- La cinchona ha perdido importancia a través de los años; para que siga manteniendo su importancia como el “árbol de la vida” o “la planta salvadora de la humanidad”, el gobierno y sus organismos competentes deberían diseñar planes de repoblación y a la creación de su propia explotación forestal y su química industrial.
- En el caso de que la quinina sea utilizada para el consumo humano, se recomienda investigar métodos de extracción orgánica de la quinina, y de esta manera mantener la cadena orgánica desde el cultivo hasta el consumidor.

8. Bibliografía

1. Acosta, M. 1944. Historia de las expediciones cinchoneras en el Ecuador. Flora 4. No 13 – 14. P 119 – 214.
2. Acosta, M. 1989. La cinchona o quina plata nacional del Ecuador. Rev. Acad. Colomb. Cien. 17 (65) : 306 - 311
3. Aguirre, N. 2004. Plan de manejo de la micro cuenca “San Ssimón”. Loja. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Nacional de Loja.
4. Amurrio, D. 2001 La quinina, Historia y síntesis. Departamento de Servicios de Laboratorio. Universidad Católica Boliviana San Pablo. Historia de las Ciencias. Col.1 No. 3. Cochabamba. Bolivia.
5. Banco Central del Ecuador. 2012. Estadísticas de importación de quinina. Quito.
6. Biocomercio sostenible Ecuador, 2012. Flujograma de requisitos y permisos para iniciativas de Biocomercio. Quito.
7. Bioaceros. 2012. Construcción de invernadero. Quito.
8. BMJ Publishing Group. 1924. Cinchona Bark And Its Alkaloids. The British Medical Journal, Vol. 1, No. 3310. P. 1023-1024
9. Buitron, X. 1999. Ecuador, Uso y Comercio de Plantas Medicinales. Cambridge. TRAFFIC International.
10. Campos, M. 1922. Las quinas y su aclimatación en México conferencia leída en la Biblioteca de la Secretaría de Agricultura y Fomento el día 30 de junio de 1921. México. Secretaría de Agricultura y Fomento. Imprenta de la Dirección de Estudios Biológicos.
11. Cuvi, N. 2009. Ciencia e imperialismo en América Latina: La misión de Chinchona y las estaciones agrícolas cooperativas (1940 – 1945). Universidad Autónoma de Barcelona. España.
12. Delprete, P y Rocio Cortés. 1998. Cinchona Linnaeus. Rubiaceae of the New World. The New York Botanical Garden.

13. Garmendia, A. 1999. El árbol de la quina (*Cinchona spp.*): Distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura. Madrid. Universidad Complutense de Madrid.
14. HANSA. 2012. Herramientas para agrónomos. Quito
15. INBio, 2012. Biocomercio. Costa Rica.
16. Loján, L. 2003. El verdor de los andes ecuatorianos. Cascarilla. FAO. Pg. 30.
17. Martin, W y J. A. Gándara. 1945. Alkaloid Content of Ecuadoran and Other American Cinchona Barks. Chicago Journal. Universidad de Chicago. Botanical Gazette, Vol. 107, No. 2. P. 184-199
18. Pappa, F. 2004. Cultivo de Quina. Anacafe. Guatemala.
19. Popenoe, W. 1941. Cultivo de la quina (*Cinchona*) en Guatemala. Guatemala. Dirección general de agricultura.
20. Pro Ecuador, 2012. Quito.
21. ProManu. 2009. Investigación participativa sobre las especies de Cinchonas, otras antimaláricas y biocidas en comunidades nativas de la reserva de biosfera del Manu.
22. Quality Certification Service. 2013. Certificación orgánica. Quito.
23. Rainey, F. 1946. Quinine hunters in Ecuador. National Geographic Magazine 89. No 3. P. 355
24. Ríos, M. 2001. Estudios nacionales sobre productos no madereros en América Latina, compilación y análisis sobre los productos forestales no madereros (PFNM) en el Perú. FAO. Santiago – Chile.
25. Smart Export. Países exportadores e importadores de quina. 2012.
26. Standards Maps, 2013. Sellos Privados.
27. UNCTAD, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. 2007. Iniciativa BioTrade principios y criterios de Biocomercio. Nueva York. Naciones Unidas.
28. Vademécum de Farmacología. 2012. Quinina y sus sales. España.

29. Vía Industrial. 2012. Herramientas para agrónomos. Quito
30. Vía Rural. 2012. Datta looger. Quito.
31. Wust, W. 2005. Biocomercio en la subregión andina, oportunidades para el desarrollo. Lima. Gráfica Biblos S.A.