



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSGRADO

TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
CIENCIAS AMBIENTALES

Valoración económica ambiental del agroecosistema cacao
(*Theobroma cacao* L.) var. Arriba en la Provincia de
Cotopaxi-Ecuador

SERGIO LEONARDO PINO PERALTA

TUMBES, PERÚ
2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
CIENCIAS AMBIENTALES**

**Valoración económica ambiental del agroecosistema cacao
(*Theobroma cacao* L.) var. Arriba en la Provincia de
Cotopaxi-Ecuador**

SERGIO LEONARDO PINO PERALTA

**TUMBES, PERÚ
2018**

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, SERGIO LEONARDO PINO PERALTA, declaro que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona, excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro, finalmente, que la redacción de esta tesis es producto de mi propio trabajo con la dirección y apoyo de mis asesores de tesis y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.

Mg. Sergio Leonardo Pino Peralta

ACTA DE REVISIÓN Y DEFENSA DE TESIS

RESPONSABLES

Mg. SERGIO PINO PERALTA

EJECUTOR

Dr. RAMÓN GARCÍA SEMINARIO

ASESOR

JURADO DICTAMINADOR

Dr. Víctor R. Boza Mechato

PRESIDENTE

Dr. Leocadio Malca Acuña

MIEMBRO

Dr. Oscar F. Sandoval Rodríguez

MIEMBRO

Dr. Adán Alvarado Bernuy

MIEMBRO

Dr. Javier López Céspedes

MIEMBRO

CONTENIDO

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teórico-científicas	7
2.3 Definición de términos básicos	10
3. MATERIAL Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de ejecución.....	15
3.2. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	24
4. RESULTADOS	25
4.1. Costos de mantenimiento, ingresos y utilidad de cacao	25
4.2. Evaluación financiera	28
4.3. Costo de reparación del daño ambiental en el suelo	31
5. DISCUSIÓN.....	36
6. CONCLUSIONES	43
7. RECOMENDACIONES.....	44
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
9. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos directos de cacao Arriba, Moraspungo-Ecuador, 2018	26
Tabla 2. Costos directos de cacao CCN51, Moraspungo-Ecuador, 2018	26
Tabla 3. Ingresos monetarios y Utilidad (USD) por ha par dos variedades de cacao en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.	28
Tabla 4. Coeficientes de evaluación financiera de las variedades cacao Arriba y CCN51	29
Tabla 5. Flujo efectivo en la variedad cacao Arriba en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.	30
Tabla 6. Flujo efectivo en la variedad cacao CCN51 en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.	30
Tabla 7. Análisis físico-químico del suelo (2011 – 2018) en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.	32
Tabla 8. Costo de reparación del daño ambiental en el recurso suelo, 2018 en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.....	35
Tabla 9. Requerimientos promedios de nutrientes absorbidos por la planta de cacao (1100 plantas/ha).....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación satelital de la UOPAM	15
Figura 2. Costo de recuperación del recurso natural afectado.....	22
Figura 3. Costos directos de dos variedades de cacao en Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018	27
Figura 4. Ubicación geográfica de la UOPAM.....	48
Figura 5. Toma de muestra de suelos en la localidad Estero Hondo. 17 M 0690133, UTM 9874708, Precisión 4 metros, Altura 160 msnm. Año 2011	55
Figura 6. Investigador – productor de cacao, Localidad Catazacón, 17 M 0691709, UTM 9867637, Precisión 5 metros, Altura 220 msnm. Año 2011	55
Figura 7. Toma de muestras de suelo. Localidad: Estero Hondo, 17 M 0690133, UTM 9874708, Precisión 4 metros, Altura 160 msnm, 2018	56
Figura 8. Toma de muestras de suelo. Localidad: Catazacón 17 M 0691709 UTM 9867637 Precisión 5 metros, Altura 220 msnm. Año 2018	56

RESUMEN

El Ecuador es reconocido a nivel mundial por ser el mayor oferente de cacao fino de aroma (variedad arriba), cuya materia prima es muy demandada por la industria chocolatera, especialmente por países europeos, quienes la utilizan en la elaboración de los más finos chocolates “dark”. El avance sostenido de la variedad CCN51 en la zona de esta investigación, está ocasionando problemas ambientales por el uso de agroquímicos para el control de enfermedades y plagas, deterioro de la flora y fauna, así como del suelo y fuentes de agua. La metodología para estimar el daño ambiental en esta región fue de tipo longitudinal, mediante un modelo matemático que permitió calcular el costo de reparación del suelo entre los años 2011 y 2018. Desde la perspectiva financiera, es evidente que la variedad arriba, en términos de ingresos y rentabilidad es significativamente menor que la variedad sustituta. Además, el estudio confirmó que existe un daño ambiental al suelo, por efecto del cambio de variedad en este período de análisis, calculado a un costo de USD 764,00/ha. para reparar ese recurso. Por ello, se sugiere que los gestores de la política pública agropecuaria del Ecuador consideren estos resultados ambientales como aporte al sector cacaotero.

Palabras clave: cacao arriba, costo de reparación, daño ambiental, ecosistema, valoración económica

ABSTRACT

Ecuador is recognized worldwide for being the largest supplier of fine aroma cocoa (arriba variety), whose raw material is highly demanded by the chocolate industry, especially by European countries, which use it in the production of the finest dark chocolate. The sustained advance of the CCN51 variety in the area of this research is causing environmental problems due to the use of agrochemicals for the control of diseases and pests, deterioration of the flora and fauna, as well as the soil and water sources. The methodology for estimating environmental damage in this region was longitudinal, using a mathematical model that allowed us to calculate the cost of repairing the soil between 2011 and 2018. From a financial perspective, it is clear that the arriba variety, in terms of income and profitability is significantly lower than the surrogate variety. In addition, the study confirmed that there is environmental damage of the soil, due to the change of variety in this period of analysis, calculated at a cost of USD 764.00/ha. to repair that resource. Therefore, it is suggested that the managers of the agricultural public policy of Ecuador consider these environmental results as a contribution to the cocoa sector.

Key words: arriba cocoa, repair cost, environmental damage, ecosystem, economic valuation.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es reconocido a nivel mundial por ser uno de los pocos países que produce un cacao con características especiales de sabor y aroma (cacao variedad arriba), materia prima que es altamente demandada por la industria chocolatera, especialmente por países europeos, quienes la utilizan en la elaboración de los más finos chocolates “dark” o “gourmet”.

Un alto porcentaje de este tipo de cacao es producido por unos 60 000 pequeños productores que tienen en promedio menos de 10 hectáreas, que como rasgo distintivo es la casi inexistente aplicación de insumos químicos para el manejo y control fitosanitario de la plantación. Alrededor de la defensa y promoción del cacao variedad arriba se encuentran algunos actores públicos, tales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); Instituto Nacional de Promoción de Exportaciones (PROECUADOR); la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO), entre otros.

Por otro lado, en el año 1965 se liberó una nueva variedad de cacao llamado “CCN51” (colección castro naranjal), que se diferencia con el cacao arriba por presentar un mayor rendimiento, mayor precocidad, resistencia a enfermedades endémicas del cacao (escoba de bruja y monilia), árbol de bajo tamaño que facilita la cosecha y sabor a chocolate sin la presencia de sabores florales. Sin embargo, su manejo está restringido al uso intensivo de agroquímicos, y sobre todo a la siembra en monocultivo en grandes extensiones de terreno.

La defensa de este último tipo de cacao está en manos de la Asociación de Productores de Cacao Fino de Aroma del Ecuador (APROCAFA) que, aunque parezca contradictorio se “autodenominan” como “fino de aroma” como estrategia de marketing a fin de posicionar al cacao CCN51 y aprovechar la posibilidad de obtener mejores precios. Este gremio agrupa al estrato de grandes productores con alto poder económico y político, aunque en los últimos 10 años se registra un sostenido incremento de la superficie

de CCN51 en fincas de pequeños productores en detrimento del cacao arriba, ya que se ha vendido la idea que se mejorarán los ingresos familiares de esas unidades de producción agrícolas de cacao (UPAC), con el solo reemplazo del material genético.

Las relaciones entre estos dos actores, tanto los alineados al cacao arriba como del CCN51 se enmarcan en las muchas coincidencias y aspectos comunes que poseen, pero se observa la ausencia de una política sectorial que articule las acciones de investigación, transferencia de tecnología, capacitación, precios diferenciados, canales de comercialización directos, etc. En la zona geográfica de estudio, en cambio, los mismos productores de cacao arriba son también cultivadores del clon CCN51, por lo que es fácil observar que, en una misma finca, el productor tenga los dos tipos de cacao sembrados.

Además, en el sector de Moraspungo, aparecen algunos hechos que permiten inferir que los agricultores de cacao arriba, debido a la ausencia de conocimientos y herramientas tecnológicas, se han convertido en “simples cosechadores” de cacao, lo que ha causado que los rendimientos promedio de este producto sea un poco superior a 0,27 TM/ha/año que, a su vez, ha determinado un ingreso familiar inferior a la canasta básica. No obstante, por lo anotado antes, la producción del cacao CCN51 se ha diseminado con mucha fuerza en la zona, no solo en las UPAC pequeñas, sino en plantaciones de medianos y grandes productores (más de 50 ha.), pero con la diferencia que este tipo de agricultor tiene la posibilidad de hacer inversiones significativas, tanto en la época de siembra y mantenimiento del cultivo, aplicando en forma intensiva tecnologías de producción para incrementar los rendimientos.

La situación actual se agrava, toda vez que la superficie sembrada con cacao CCN51 sigue en constante expansión, ocupando terrenos que antes eran destinados a la producción de cacao arriba, lo cual acarrea problemas de índole ambiental por el uso de agroquímicos para el control de enfermedades y plagas, causando un evidente daño ambiental a la flora y fauna, así como

al suelo y fuentes de agua de la zona. Sin embargo, lo más preocupante es que de mantenerse el auge del clon CCN51, en el mediano plazo, el Ecuador verá socavada su reputación de país productor de cacao aromático, prestigio que ha ostentado desde antes de la fundación de la República, por sus características únicas en el mundo.

En el Ecuador no existen muchos estudios que hayan valorado el servicio ambiental de cultivos agrícolas, por ello con esta investigación se ha pretendido encontrar el punto de inflexión económica que permita reorientar las políticas públicas del sector cacaotero ecuatoriano, demostrando que el costo de reparación del daño del bien ambiental suelo, por efecto de la reconversión productiva de cacao arriba (cultivado en forma tradicional) por el cacao CCN51 (monocultivo intensivo con uso de agroquímicos) puede resultar muy alto ya que, si bien se obtendría una mayor rentabilidad, en cambio, estaría perdiendo la posibilidad de mantener un ecosistema libre de agentes externos contaminantes al medio ambiente; así como la disminución de la fertilidad natural del suelo, contaminación de fuentes de agua para consumo humano y regadío; y, por último, la reducción de la biodiversidad (flora y fauna) que existe en las plantaciones de cacao arriba. En ese sentido, este estudio tuvo como objetivo, estimar el valor económico del daño ambiental del agroecosistema Cacao (*Theobroma cacao* L.) var. Arriba en la Provincia de Cotopaxi-Ecuador.

2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes

Casi siempre es complicado valorar las externalidades de un proyecto, y para ello, es importante medir e identificar esos impactos. Por otro lado, el rigor de los impactos ambientales, también están en relación con los problemas acumulados en el tiempo y en un determinado lugar, o la mezcla de las dos cosas. Así mismo, es preciso contar con datos que muchas veces son de pésima calidad y escasos, lo cual aumenta las dificultades para realizar una buena valoración económica (Dixon y Pagiola 1998).

Son pocas las investigaciones realizadas en valoración de impactos económicos ambientales en cultivos agrícolas; sin embargo, existen reportes en áreas afines que permiten analizar los resultados obtenidos en este estudio.

Investigaciones realizadas por Morán (2001) analizan el costo económico de impactos ambientales en suelos dedicados a la minería, concluyendo que anteriores trabajos solo se han limitado a describir los impactos ambientales indeseados de la minería, sin determinar su costo económico. Este estudio, además, de identificar los impactos ambientales de la minería del cobre, se calcula sus costos económicos que permiten prevenir, reparar o revalorizar económicamente esos daños (Morán 2001).

Evaluaciones realizadas en Chile (2015) sobre los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso, se concluye que existe diferencia de retención de agua, entre plantaciones de bosque de *Pinus radiata* comparada con una vegetación de bosque nativo (Oyarzún y Núñez 2015).

Analizar la evolución y situación de los nutrientes del suelo, como un indicador de pérdida de calidad ambiental, social y económica,

establece la importancia del recurso suelo en actividades agrícolas, y su fuerte relación con la “agroculturización” exacerbada con el impulso de la “revolución verde”; determina entre otros aspectos ambientales, que los paquetes asociados con el herbicida glifosato, el cultivo de soja transgénica y la ganadería intensiva, generan una pérdida de nutrientes y degradación de suelos, destrucción de hábitats, aparición de nuevas plagas, enfermedades y malezas tolerantes y resistentes, sumados a la deforestación en varias ecorregiones. El estudio se centra en un análisis sobre la evolución y situación de los nutrientes del suelo, como un indicador de pérdida de calidad ambiental, social y económica (Pengue 2009).

La contaminación del suelo puede alterar la vida de los seres vivos, ya que es uno de los elementos más importantes del medio ambiente no renovable, limitado, de larga recuperación e imprescindible para la vida misma de seres humanos y otras especies animales y vegetales. Además, es sustento de actividades económicas, especialmente la agricultura y ganadería, procesos donde se usan plaguicidas y demás insumos para la obtención de alimentos u otros productos (biocombustibles) que están deteriorando este recurso de manera acelerada. Por esta razón, dicen los autores que se deben crear políticas públicas que permitan la regulación en el uso del suelo para reducir el impacto negativo, a la vez que posibilite genera conciencia sobre la importancia de preservar los recursos del medio ambiente (Silva y Correa 2009).

Los mismos autores, señalan en otro estudio que los contaminantes que causan un gran deterioro en el suelo son los plaguicidas, compuestos tóxicos que se usan indiscriminadamente para combatir plagas y enfermedades de los cultivos. Estas sustancias, bien pueden acumularse en el suelo, contaminar a través de la filtración en aguas subterráneas, afectar la biodiversidad de un ecosistema en particular, y en consecuencia dañar la cadena trófica, pudiéndose perder de

forma irrecuperable los bienes y servicios entregados por el suelo (Silva y Correa 2010).

Por otro lado, un estudio realizado en Colombia por (Federación Nacional de Cacaoteros 2010) al usar modelos agroforestales en sistemas agrícolas como el cacao, destacan los siguientes beneficios ambientales:

- **Conservación del agua (cantidad y calidad):** existe mayor captación de agua debido al escurrimiento superficial, lo que disminuye la contaminación y protege las riveras.
- **Reducción de la erosión:** las ramas y hojas de los árboles, protegen el suelo de la lluvia. Estos residuos, mejoran el contenido de nitrógeno y la retención de nutrientes.
- **Captura de carbono:** los sistemas agroforestales capturan carbono en los suelos y en la madera. Al ser el cacao arriba un árbol cobra mucha importancia este tema, pues el mercado de carbono se ha dinamizado significativamente en el mundo.
- **Conservación de la diversidad biológica:** los sistemas de agroforestería permiten la conservación de la diversidad biológica, al ser hábitat de animales, plantas, aves, etc. Así mismo, mejora la belleza paisajística y por lo tanto la calidad de vida de los productores.

En el Ecuador, una gran parte de los resultados de la investigación realizada por INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) ha servido para beneficiar a los productores que tienen poder económico que les ha permitido adquirir todo el “paquete tecnológico propuesto”. La realidad es que a veces no se ha considerado las necesidades de los productores y la aplicación de

tecnologías limpias que se “adaptan” a su realidad. Tampoco se ha analizado la pertinencia social, económica y ambiental de esas investigaciones, razón por la cual muchas de ellas se han diluido en el tiempo y en el espacio.

2.2. Bases teórico-científicas

Los recursos naturales, se han ido deteriorando en forma más acelerada que en los siglos pasados, incluso antes de existencia del ser humano sobre la tierra. Por ello, las consecuencias de este deterioro se han extendido velozmente hasta el punto de poner en riesgo todo el planeta, poniendo en riesgo la salud, alimentación y la supervivencia de las nuevas generaciones. El acelerado daño ambiental, sumado a la explotación muchas veces indiscriminada de los recursos del subsuelo y la desaparición de la flora y fauna endémicas, entre otros problemas, hoy en día cobran una gran importancia desde la perspectiva de la economía ambiental, ciencia que estudia entre otros temas, la relación beneficio – costo del uso de los bienes ambientales como materia prima para la obtención de bienes y servicios económicos (Pengue 2009).

Los recursos medio ambientales llamados también bienes comunes, deben ser valorados económicamente con el propósito de demostrar la eficiencia, respecto a las metas planificadas en el contexto de la economía global (Castellanos 2007).

La economía de los recursos naturales y ambientales incluye lo relativo a la gestión y a la valoración de bienes ambientales y naturales; o a la utilización cabal de los recursos naturales que no generen externalidades por encima de un techo social y económicamente deseados (Domínguez Torreiro 2004)

Cuando la economía de los recursos naturales se enfrenta a problemas relacionados con el medio natural, las estudia desde lo

económico y para ello acude a los valores de mercado o, cuando se trata con bienes ambientales para los cuales no existe un mercado formalizado, utiliza métodos de valoración. Cuando el problema de los recursos naturales ha sido trasladado al terreno de lo económico, se busca una respuesta económica al problema, coherente con los criterios (Domínguez Torreiro 2004)

En el caso del uso del suelo, se produce externalidades negativas o daño no intencional a un tercero; o también producen un beneficio del cual no se adueña completamente el propietario de la tierra. En este sentido, los impuestos y subsidios son instrumentos que permiten internalizan la externalidad incorporando el costo de la externalidad negativa o del beneficio de la positiva. Para ello, mediante un impuesto, las autoridades pretenden que el propietario reduzca el nivel de actividad que ocasiona el daño ambiental o que mitigue dicho daño; mientras que, mediante el subsidio, se busca en cambio, evitar el daño ambiental (Vargas y Reyes 2011).

La economía ambiental realiza sus estudios desde la teoría neoclásica enmarcados dentro de la “economía de los recursos naturales”. Este enfoque plantea que los problemas ambientales nacen de un principio de la economía que son las fallas de mercado, que no son más que situaciones en las que el mercado no funciona como un asignador óptimo de recursos.

El medio ambiente y demás conceptos relacionados tienen estrecha vinculación con lo que se llaman: externalidades, bienes públicos y recursos comunes. Así mismo, las fallas de mercado están relacionadas con la ausencia de mercados para estos bienes y servicios ambientales. Por lo tanto, cuando no existe mercado, existe una faltante de información que se completa con estimaciones que sirven luego para la toma de decisiones de política sectorial.

Sin embargo, cuando estas estimaciones no coinciden con la realidad estudiada, es posible que las decisiones a tomar no resulten ni adecuadas ni convenientes con la asignación de recursos. Es por ello que la economía ambiental, proporciona una serie de técnicas e instrumentos de análisis y cálculos que intentan corregir esa ausencia de información; y proporciona una valoración monetaria directa o indirecta de los cambios ocurridos en la calidad de bienes y servicios ambientales (Cristeche y Penna 2008).

La economía ambiental provee las herramientas analíticas y cuantitativas para solucionar los problemas de asignación ineficiente de recursos naturales y ambientales en la sociedad.

Algunos autores afirman que la valoración económica de bienes ambientales cobra importancia cuando esos daños ambientales tienen un costo para los países; vale decir, los daños ambientales afectan directamente al Producto Interno Bruto (PIB), ya que estos daños generan costos en términos de reducción de la producción agrícola, causado por erosión del suelo y la contaminación del aire; el deterioro de la salud de las personas y su relación con la productividad laboral; la reducción de la producción silvícola; entre otros. De igual forma, los costos por daños ambientales no se pueden medir como parte del PIB, pero se evidencia en el bienestar de la sociedad (Osorio y Correa 2004). En este sentido, al valorar los bienes ambientales que no tienen mercado de la misma forma que se valoran los bienes privados, es probable que el uso de los bienes ambientales sea más eficiente al asignarles un precio de mercado.

La contribución de la valoración económica ambiental en el marco de las políticas ambientales tiene relación con dos fenómenos: a) el interés marcado en los incentivos, y b) las opciones que ofrecen los diferentes instrumentos para valorar el impacto ambiental en el contexto de las decisiones de política pública, a través por ejemplo del

análisis costo-beneficio, el costo de reparación, precios hedónicos, costo de viaje, entre otros (Delacámara 2008).

La rentabilidad financiera que se encamine a controlar o reducir una externalidad, se mide como un flujo de caja ya sea positivo o negativo, que el dueño del recurso obtiene por su uso o intervención. Como ejemplo, si un individuo usa el agua para riego, para incrementar la productividad del predio agrícola, invisibiliza el uso racional del recurso ambiental, aunque éste pueda haber sido usado indiscriminadamente (Delacámara 2008)

2.3 Definición de términos básicos

Según (Barzeb 2002) para analizar cualquier tema relacionado con la valoración económica de los recursos naturales y el medio ambiente, es necesario aclarar y establecer algunas definiciones y términos teóricos sobre la valoración económica ambiental:

- **Economía ambiental**

En rigor, la economía ambiental aborda temas relacionados con la función del medio ambiente en los procesos de producción y consumo. Esta disciplina estudia también la valoración del impacto (externalidades ambientales) y la forma como se pueden asignar recursos a los bienes ambientales que han sufrido deterioro o daño por causa de acciones antropogénicas (Labandeira, León y Vásquez 2007). La economía ambiental provee las herramientas analíticas y cuantitativas para solucionar los problemas de asignación ineficiente de recursos naturales y ambientales en la sociedad.

Según (Kolstad 2000), la economía ambiental estudia los impactos de la economía sobre el medio ambiente, la importancia del medio

ambiente para la economía y la manera apropiada de regular la actividad económica con miras a alcanzar un equilibrio entre las metas de conservación ambiental, de crecimiento económico y otras metas sociales, ejemplo, el desarrollo económico y la equidad intergeneracional.

- **Medio ambiente y crecimiento económico**

Otros autores sostienen que el medio ambiente tiene que analizarse en el marco del crecimiento económico de los países. A medida que en un país crece económicamente, el Estado se preocupa del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, por lo tanto, existe una pendiente positiva entre estas dos variables (Gómez-López, Barrón y Moreno 2011).

- **Economía Ecológica**

Los mismos autores señalan que la economía ecológica no solo es cuantitativa, sino que abarca la convencionalidad de la economía neoclásica de los recursos y el medio ambiente, al incluir la evolución de los impactos ambientales, por lo que esta disciplina no se considera una rama de la economía, sino otra manera de denominar a la ecología humana. La economía ecológica considera además temas intergeneracionales, pero también conflictos de distribución dentro de la actual generación (Gómez-López, Barrón y Moreno 2011).

- **Medio Ambiente**

El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de todos los seres vivos y que permite la interacción de los mismos. Sin embargo, este sistema no solo está conformado por seres vivos, sino también por elementos abióticos (sin vida) y bióticos,

(flora, fauna, personas). Sin embargo, los factores abióticos (aire, el suelo y el agua), son importantes para la subsistencia de los organismos vivos, También se incluyen en este grupo, los elementos artificiales como las relaciones socioeconómicas, desarrollo, urbanización, conflictos sociales, etc. (Kolstad 2000).

- **Desarrollo Sostenible**

El término desarrollo sostenible aparece de forma oficial en el año 1987 en el Informe Brundtland (Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, 1987) sobre el futuro del planeta y la relación entre medio ambiente y desarrollo. En este sentido, desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades presentes sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. De hecho, ahora han aparecido otras definiciones o interpretaciones, pero que son similares en cuanto para lograr el desarrollo sostenible, se deben tomar en cuenta tres dimensiones: ser económicamente viables, respetar el medio ambiente y ser socialmente equitativas (Unibertsitatea y Cano 2001). En la práctica para lograr este enfoque en la sociedad y en la naturaleza, se requiere de decisiones de política pública muy acertadas y también de recursos financieros suficientes para hacer frente a situaciones extremas.

- **La utilidad financiera, en economía agrícola**

Es la diferencia entre los ingresos por la venta de bienes y los costos requeridos para su producción. La rentabilidad financiera es considerada como aquel vínculo que existe entre el lucro económico que se obtiene de determinada acción y los recursos que son requeridos para la generación de dicho beneficio. En otras palabras, puede entenderse a la rentabilidad o “return on equity” en inglés (ROE), como el retorno que recibe un accionista en una

empresa por participar económicamente de la misma (Muñoz 2001).

- **Daño ambiental**

El daño ambiental se refiere a cualquier actividad, omisión, acto o comportamiento de un ente público o privado, individual o sujeto jurídico, que modifique, altere, deteriore, transforme, reduzca o ponga en riesgo inminente, algún recurso del ambiente, que desequilibre un ecosistema. El daño ambiental puede ocurrir de manera fortuita o accidental causada por la propia naturaleza, no obstante, los mayores daños son provocados por la acción antropocéntrica que degrada en forma significativa y relevante el medio ambiente (Peña 2013).

Existe daño ambiental cuando una actividad económica produce un cambio indeseado en alguno o todos los elementos del medio ambiente. Este daño puede tener cuatro características: manifestación, efectos, causas e involucrados. Según los autores, se pueden tomar acciones preventivas y curativas, frente a un daño, y también se puede sumar una tercera, que es la de mitigación (Barrantes y Di Mare 2001).

- **Costo de reparación de un daño ambiental**

Cuando los beneficios de un impacto ambiental no pueden ser calculados en forma directa, se usa la información de costos para determinar con más exactitud el valor económico del daño ambiental. También se asume que los costos de reemplazo o restauración no deben ser superiores al valor económico del activo ambiental. Sin embargo, a veces puede resultar más caro reparar o reemplazar un activo original. Así, por ejemplo, en un cultivo laderable que ha sido erosionado se sugiere la construcción de

terrazas para reducir o prevenir la erosión. Esta medida preventiva puede tener un costo superior al valor inicial del activo ambiental. De hecho, para reponer un daño ambiental, no solo hay que observar que la técnica sea la apropiada, sino que además sea eficiente (Dixon y Pagiola 1998).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se llevó a cabo en campos cacaoteros de la Comunidad “Unión de Organizaciones de Productores Agropecuarios de Moraspungo” (UOPAM) en la Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi, República del Ecuador, cuya ubicación Geodésica UTM es:

17 M 690100,00 m E, 9874715,00 m S, elevación 745 msnm (Fig. 1). Esta investigación se realizó entre los meses de septiembre 2017 y agosto 2018.



Figura 1. Ubicación satelital de la UOPAM.

3.2. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

La investigación es de tipo descriptiva, y se espera que el nuevo conocimiento obtenido sirva de instrumento de toma de decisiones para conservar el ecosistema cacao arriba en la zona de estudio y todo el país. A través de indagaciones descriptivas se conoce como la pérdida recurrente y sistemática de la superficie dedicada tradicionalmente al cultivo de cacao arriba, va perdiendo terreno frente a la siembra de cacao CCN51 acompañado de un paquete

tecnológico exigente en insumos externos y uso intensivo del recurso suelo. También, se puede considerar este estudio como de tipo correlacional, pues mide el grado de relación que tienen las variables en estudio, pues una mayor aplicación de agroquímicos para la producción de cacao CCN51, supone un mayor daño ambiental en el suelo; además, de ser longitudinal, toda vez que los datos fueron tomados a través del tiempo, para realizar análisis comparativos entre períodos diferentes con el propósito de establecer el cambio ocurrido tanto en los niveles de rentabilidad financiera como en el daño ambiental ocurrido en el tiempo (Müggenburg y Pérez 2007).

Se utilizó un diseño transversal u horizontal, pues los datos son tomados de una realidad actual (costos, precios, ingresos, etc.) al momento de su registro en un determinado tiempo y espacio.

La hipótesis planteada fue que, la valoración económica del agroecosistema Cacao (*Theobroma cacao* L.) var. Arriba con énfasis en el bien ambiental suelo permitirá determinar su deterioro ocasionado por los agroquímicos y el cambio de variedad de cacao en la Provincia de Cotopaxi-Ecuador. Para su contrastación se operacionalizaron las siguientes variables:

- Variable independiente = agroecosistema Cacao (*Theobroma cacao* L.) var. Arriba
- variable dependiente = valoración económica

Definición nominal = concepto económico que se usa para demostrar los costos de producción, utilidad y costos de reparación del recurso ambiental suelo en la superficie sembrada con cacao CCN51 en la UOPAM.

Definición analítica = La valoración económica ambiental es la cuantificación de los valores monetarios de los costos de

producción, utilidad y costos de reparación del suelo en la zona de influencia de la UOPAM en el Cantón Pangua de la Provincia de Cotopaxi.

Se subdividió en:

- variable 1 = precios de mercado (USD)
- variable 2 = costos de insumos (USD/ha)
- variable 3 = costo de mano de obra (USD/ha)

3.3. Población, muestra y muestreo

La población estuvo representada por el total de las plantaciones de cacao sembradas en provincia de Cotopaxi que tiene alrededor de 14 515 hectáreas de cacao, sembrado el 94% de esa superficie con cacao tipo “arriba” y la diferencia está ocupada con cacao CCN-51. Además, se tomó en cuenta a todos los agricultores que conforman la Unión de Organizaciones de Productores Agropecuarios de Moraspungo (UOPAM), organización más representativa de la provincia de Cotopaxi que cuenta con 120 socios de cuatro asociaciones de base; por lo tanto, en esta investigación no se tomó muestra alguna, toda vez que el estudio abarcó la totalidad de miembros de dicha organización de cacaoteros que en sus Unidades de Producción de Cacao (UPAC) que tienen las dos variedades de cacao.

3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó una prospección para identificar la existencia potencial de dos ecosistemas cacaoteros para establecer la diferencia entre el cacao arriba (fino de aroma) en forma tradicional y la producción de cacao ordinario (CCN51) en forma convencional. La valoración económica permitió determinar el mejor uso alternativo usando el concepto de costo de oportunidad.

Los rendimientos por hectárea promedio de las dos variedades de cacao, se obtuvieron en los archivos de producción y comercialización de la UOPAM. Esta producción se multiplicó por el precio de la TM (t) de cacao en la zona. En general la ecuación para calcular el ingreso fue la siguiente: $Y = p \times q$; donde:

Y = Ingreso por hectárea, expresado en USD

p = Precio de la tonelada de cacao en el mercado local, expresado en USD

q = Cantidad de cacao cosechado en una hectárea, expresado en toneladas

Así mismo, la ecuación que permite obtener la utilidad en general es:

$U = Y - CT$; donde:

U = Utilidad por hectárea, expresado en USD

Y = Ingreso por hectárea, expresado en USD

CT = Costo total por hectárea, expresado en USD

Para calcular la rentabilidad financiera de las dos variedades de cacao, se usó el criterio Costo-Beneficio, el cual realiza la valoración monetaria de los beneficios que se generarían por el incremento del rendimiento debido a la aplicación de insumos externos. Los coeficientes agrupados bajo este criterio son: VAN y TIRF para calcular cual fue el sacrificio (beneficios evitados) de los productores de cacao arriba por mantener su forma de producción tradicional (Muñoz 2001).

El indicador llamado Valor Actual Neto (VAN) es simplemente la suma actualizada de todos los beneficios, costos e inversiones del objeto de estudio. A efectos prácticos, es la suma actualizada de los flujos netos de cada período. Este es un indicador que permite conocer en valores actuales el retorno de una inversión, por lo tanto, el VAN es la sumatoria de los flujos netos (beneficios menos costos) actualizados a la tasa de descuento que generalmente es

$$\begin{array}{c}
 \text{Flujo +} \\
 \begin{array}{cccc}
 & & Y1 & Y2 & Y3 \\
 0 & \text{---} & | & | & | \\
 & & & & &
 \end{array} \\
 \text{Flujo} & & -C1 & -C2 & -C3 \\
 - & & & &
 \end{array}$$

$$\text{TIR} = \sum \frac{FN}{(1+i)^n} = 0$$

Adicionalmente a lo mencionado anteriormente, para evaluar financieramente los dos tipos de cacao de la zona de la UOPAM, se consideraron los siguientes criterios:

- a. El flujo de fondos se estableció para el período 2006 – 2017, año de creación de la UOPAM.
- b. Por ser valores pasados, se sustituyó la tasa de descuento por la tasa promedio de inflación anual acumulada del período en cuestión. La información de las tasas anuales de inflación, se tomaron de la página web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)
- c. Para calcular los valores actuales de los flujos de cada año, se utilizó la fórmula del VAN; aunque es importante aclarar que dicho flujo corresponde a valores pasados y no futuros, razón por la cual, los valores una vez actualizados, tenderán a ser superiores al valor original de ese año.
- d. La tasa anual de superficie perdida de cacao arriba durante los 11 años fue de 8,8%, lo que significó una reducción de 608 ha, en el 2006 a 150 en el 2017. Esa área perdida fue sembrada con cacao CCN51, pasando de 397 ha. a 855 ha. en estos últimos 11 años.
- e. El precio promedio del cacao para cada año (USD/TM) fue proporcionado por la página web de ANECACAO
- f. Los costos de producción x ha. se tomaron de las tablas realizada para este estudio tanto para cacao arriba y como para CCN51 respectivamente.

Por otro lado, y lo más importante de la investigación fue la valoración económica del daño al recurso natural suelo, por medio del análisis de las implicaciones físico-químicas. Esta técnica se orienta a valorar los daños ambientales mediante la cuantificación de los costos o inversión necesaria para restaurar las cualidades de los recursos dañados debido a actividades humanas principalmente. El modelo está orientado a la cuantificación económica de la inversión para implementar las medidas correctivas y reparar los daños ambientales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura - FAO 2011).

Los impactos de un daño ambiental también se pueden medir desde la perspectiva social, es decir los efectos relacionados con el deterioro de la salud y los costos de tratamientos médicos (consultas y medicamentos) por enfermedad debido a la contaminación ambiental y la pérdida de ingresos por salario perdido, entre otros (Barrantes y Di Mare 2001). Esta valoración económica del daño ambiental no fue abordada por esta investigación, porque amerita mucho más tiempo y recursos a invertir, sin embargo, se dejó en claro que esta técnica de valoración también es importante realizarla, para conocer cuál es la pérdida en el bienestar de la población por la aparición de alguna externalidad negativa.

Para valorar económicamente el daño ambiental, se estimaron todos los costos para reemplazar o reponer el bien ambiental afectado o deteriorado. (aspecto biofísico del suelo) Este método de valoración permite solamente estimar parcialmente el daño ambiental, debido a la imposibilidad de valorar la totalidad de los recursos ambientales afectados, pues resulta muy complejo. Para una aplicación adecuada de este método de valoración, en este estudio se conoció la situación antes de que el bien se haya contaminado o dañado. En este sentido, se obtuvo información del estado físico – químico del suelo en la zona de estudio del año

2011, la cual se comparó con el estado actual del suelo (2018), lo que permitió contar con parámetros comparativos que determinaron cambios y en base a esos cambios, se valoraron los costos de reposición del recurso suelo en relación al estado anterior a su afectación (Peña Chacón 1989).

El costo de la recuperación del bien ambiental hasta los niveles aceptables se determinó por la magnitud del daño ocasionado, las características del suelo, el tiempo de la recuperación y el área afectada. Gráficamente, el costo de recuperación (CR) es el área correspondiente bajo la curva $f(x)$ en el intervalo de tiempo $(0, T)$, donde x es un vector de variables que explican la afectación biofísica del recurso natural (Barrantes y Di Mare 2001) (Fig. 2).

$$CR = \int_0^T f(x) dx$$

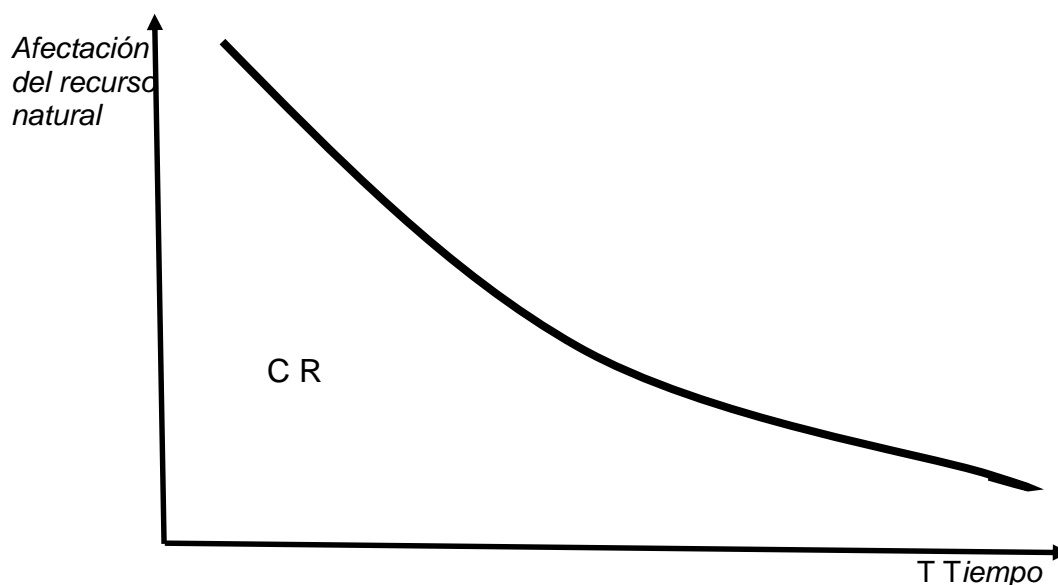


Figura 2. Costo de recuperación del recurso natural afectado

Las acciones para reparar el daño ambiental demandan recursos humanos, financieros e insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar, determinaron el costo total de la restauración del suelo afectado. Para valorar

económicamente el costo total de reparación del daño ambiental del suelo se utilizó el modelo propuesto por los autores (Barrantes, Gerardo; Di Mare, María 2001).

$$CR = \sum_{t=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} CR = & (P_1 Q_{011} + P_2 Q_{012} + P_3 Q_{013})(1 + 0.12)^0 \\ & + (P_1 Q_{111} + P_2 Q_{112} + P_3 Q_{113})(1 + 0.12)^{-1} \\ & + (P_1 Q_{211} + P_2 Q_{212} + P_3 Q_{213})(1 + 0.12)^{-2} \\ & + (P_1 Q_{311} + P_2 Q_{312} + P_3 Q_{313})(1 + 0.12)^{-3} \\ & + (P_1 Q_{411} + P_2 Q_{412} + P_3 Q_{413})(1 + 0.12)^{-4} \end{aligned}$$

Dónde:

- CR:** Costo de restauración biofísica del suelo afectado por aplicación de agroquímicos (c/unidad del factor)
- T:** Max $\{t_j / j$ es el recurso natural y $j = 1, 2, \dots, n\}$
- p_i:** Precio del insumo i usado en la restauración del suelo (c/unidad del insumo)
- q_{ij}:** Cantidad del insumo i usada en la restauración del recurso natural (suelo) j (unidades del insumo)
- r:** Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (12%)
- t:** Tiempo (años)
- T:** Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados. (T = 5)
- m:** Insumos requeridos en la restauración del recurso natural (suelo) i ($m = 2$)
- n:** Recurso natural afectado (suelo) por acción humana ($n = 1$)

La ecuación anterior se ajustó, considerando las diferencias existentes y las condiciones naturales en la zona de la investigación, hechos que determinaron el tiempo requerido para

recuperar el suelo y las actividades por ejecutar, más allá de que los daños sean similares en otras zonas cacaoteras.

Para obtener el requerimiento interno de los elementos químicos faltantes en el suelo (nitrógeno y fósforo), se calculó con la siguiente fórmula:

$$RN = \frac{NN - (20 \times 3,9 \text{ MO} \times 1,08 \text{ DA})}{0,6}$$

Dónde:

RN = Requerimiento nutricional

NN = Necesidades nutricionales (151 kg/ha)

MO = Materia orgánica

DA = Densidad aparente

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para realizar la evaluación financiera de las dos variedades de cacao en la zona de estudio, como para la valoración económica del daño ambiental en el suelo de las parcelas de cacao de los pequeños productores de la UOPAM. Los datos fueron ingresados en el programa de computación Microsoft Excel, utilizando fórmulas financieras para calcular los costos de producción, ingresos monetarios, utilidad y rentabilidad; así como el costo de reparación costo de reparación (CR) del suelo, descritas anteriormente. Los resultados se expresan en figuras y tablas.

4. RESULTADOS

4.1. Costos de mantenimiento, ingresos y utilidad de cacao

Para realizar la evaluación financiera de la investigación, en primer lugar, se obtuvieron los costos de mantenimiento por hectárea, tanto del cacao Arriba como del CCN 51. Previamente, es necesario precisar que la estructura de costos se subdividió en: a) insumos, materiales y servicios y b) labores de formación y desarrollo. La sumatoria de estos dos ítems da como resultado el costo total promedio obtenido en cada una de las variedades de cacao que se estudiaron.

Los productores de cacao arriba apenas invierten USD 20,00 en fertilizantes foliares; mientras que en labores manuales gastan en promedio USD 275,00; principalmente en la cosecha de cacao, control de malezas mecánico (machete) y otras labores de menor cuantía. El total de costos directos fue de aproximadamente USD 295,00 x ha de cacao arriba (Tabla 1).

Por el contrario, un productor de cacao CCN51 (Tabla 2), invierte en insumos un valor de USD 199,00; toda vez que la plantación de cacao en monocultivo, exige la adquisición de varios agroquímicos para controlar insectos, malezas y enfermedades. Esta situación también genera un incremento significativo en los costos de labores de formación, pues requiere una mayor cantidad de mano de obra para su aplicación, llegándose a gastar alrededor de USD 340,00. El costo total por cada hectárea de cacao CCN51 es de USD 539,00.

Tabla 1. Costos directos de cacao Arriba, Moraspungo-Ecuador, 2018

Costos de mantenimiento (ha)	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo/ha
A. Insumos, materiales y servicios				
fertilizante foliar	kg	\$ 10,00	2	\$ 20,00
Subtotal A				\$ 20,00
B. Labores de formación y desarrollo				
control de malezas mecánico	Jornal	\$ 10,00	6	\$ 60,00
podas de mantenimiento (deschuponada)	Jornal	\$ 10,00	2	\$ 20,00
aplicación de fertilización	Jornal	\$ 10,00	1	\$ 10,00
cosecha de cacao (400 plantas / ha)	Jornal	\$ 10,00	16	\$ 160,00
labores de poscosecha (fermentación y se	Jornal	\$ 10,00	2	\$ 20,00
transporte	Tm	\$ 11,00	0,45	\$ 5,00
Subtotal B				\$ 275,00
Costo total (CT/ha)				\$ 295,00

Tabla 2. Costos directos de cacao CCN51, Moraspungo-Ecuador, 2018

Costos de mantenimiento (ha)	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo/ha
A. Insumos, materiales y servicios				
herbicida	lt	\$ 6,00	4	\$ 24,00
insecticida	lt	\$ 20,00	2	\$ 40,00
fungicida	kg	\$ 20,00	2	\$ 40,00
abono foliar	kg	\$ 10,00	2	\$ 20,00
fijador	lt	\$ 5,00	1	\$ 5,00
fertilizante al suelo	kg	\$ 0,70	100	\$ 70,00
Subtotal A				\$ 199,00
B. Labores de formación y desarrollo				
control de malezas mecánico	Jornal	\$ 10,00	4	\$ 40,00
control fitosanitario	Jornal	\$ 10,00	2	\$ 20,00
poda de mantenimiento (deschuponada y brotes dañados)	Jornal	\$ 10,00	4	\$ 40,00
fertilización foliar	Jornal	\$ 10,00	2	\$ 20,00
fertilización al suelo (edáfica)	Jornal	\$ 10,00	1	\$ 10,00
aplicación de herbicidas	Jornal	\$ 10,00	2	\$ 20,00
cosecha de cacao (700 plantas / ha)	Jornal	\$ 10,00	16	\$ 160,00
labores de poscosecha (fermentación y se	Jornal	\$ 10,00	2	\$ 20,00
transporte	Tm	\$ 11,00	0,91	\$ 10,00
Subtotal B				\$ 340,00
Costo total (CT/ha)				\$ 539,00

Los costos comparativos de las dos variedades de cacao, se presenta en la figura 3, observándose que los gastos realizados en una hectárea de cacao Arriba representan apenas el 54,7% del costo del cacao CCN51.

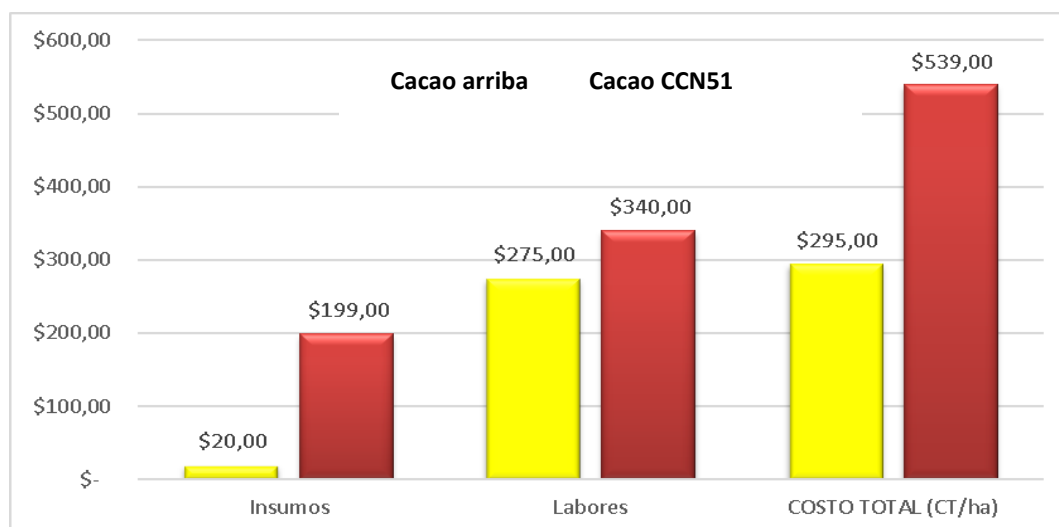


figura 3. Costos directos de dos variedades de cacao en Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018

En la tabla 3, se puede observar que el ingreso promedio obtenido por un productor de cacao arriba fue de USD 1 100,00 por ha. y su utilidad por ha/año fue de apenas USD 805,00. Con respecto al cacao CCN51, tanto el ingreso como la utilidad fueron de USD 2 200,00 y USD 1 661,00, respectivamente. El precio por tonelada de cacao fue obtenido en el mercado local (Moraspungo) en el mes de mayo de 2018 y se usó para las dos variedades de cacao, toda vez que el mercado local no reconoce un precio diferenciado por alguna característica diferenciada, llámese fermentación, secado, aroma...entre otros.

Tabla 3. Ingresos monetarios y Utilidad (USD) por ha para dos variedades de cacao en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.

Ingresos (Y)	Unidad	Rdto. Tm/ha	Precio Venta/tm	Y /ha
Producción de cacao Arriba	Tm	0,45	2 420	1 100
Total ingresos (USD/ha)	USD			1 100
Producción de cacao CCN51	Tm	0,91	2 420	2 200
Total ingresos (USD/ha)	USD			2 200
Utilidad	Unidad	Y/ha	CT/ha	Utilidad/ha
Ingresos - Costo total (Cacao Arriba)	USD	1 100,00	295,00	805,00
Ingresos - Costo total (Cacao CCN51)	USD	2 200,00	539,00	1 661,00

Como se aprecia, la variedad de cacao CCN51 tiene un rendimiento que supera el 100%, respecto al cacao arriba, lo que genera un mayor ingreso. Sin embargo, a pesar de que el cacao CCN51 tiene un costo de producción superior al otro cacao, la productividad compensa dicho costo, pues los insumos químicos que se aplican permiten controlar insectos, plagas y enfermedades que merman la producción, como es en el caso del cacao arriba, donde no se aplican pesticidas de ninguna clase.

4.2. Evaluación financiera

Durante los últimos 12 años (2006 – 2017), los productores de cacao arriba en su conjunto han obtenido una utilidad actual (VAN) de aproximadamente USD 941 000,00 y una tasa de rentabilidad de 10,6%; lo cual hace pensar que esta variedad de cacao a pesar de su baja productividad y otros factores adversos (enfermedades, etc.), a largo plazo, es viable, desde la perspectiva financiera, siempre y cuando tanto la producción como la comercialización se lo haga en forma asociativa, ya que realizarlo en forma individual, resulta poco atractivo. En cambio, los productores que decidieron sembrar CCN51, obtuvieron un VAN de algo más de USD 10 608 847,00, con una TIR del 39,2%, considerados estos indicadores

como altamente rentables y viables, tanto técnica como financiera para los productores (Tabla 4).

Es de anotar que los productores que han mantenido el cultivo de cacao arriba hasta la actualidad han dejado de recibir durante estos últimos 12 años, USD 9 667.587,00, monto que fue transferido a los productores de cacao CCN51. Vale decir, este valor monetario estimado, es el sacrificio de los cacaoteros por mantener inalterable su sistema de producción tradicional en base al cultivo de cacao arriba en asociación con árboles frutales y maderables, en ese período de tiempo (Tablas 5 y 6).

Tabla 4. Coeficientes de evaluación financiera de las variedades cacao Arriba y CCN51

Años	Fórmula	Flujo efectivo cacao arriba	Flujo efectivo cacao CCN51	VAN cacao arriba	VAN cacao CCN51
2006	= FN/(1+i) ⁰	(1 216 000)	(1 191 000)	(1 216 000)	(1 191000)
2007	= FN*(1+i) ¹	184 372	136 012	190 973	140 881
2008	= FN*(1+i) ²	186 918	266 529	200 541	285 954
2009	= FN*(1+i) ³	143 141	276 243	159 072	306 987
2010	= FN*(1+i) ⁴	153 731	431 859	176 956	497 102
2011	= FN*(1+i) ⁵	165 062	616 789	196 800	735 388
2012	= FN*(1+i) ⁶	132 352	607 662	163 450	750 443
2013	= FN*(1+i) ⁷	133 608	759 899	170 908	972 047
2014	= FN*(1+i) ⁸	177 197	1 236 527	234 782	1 638366
2015	= FN*(1+i) ⁹	175 944	1 460 548	241 467	2 004467
2016	= FN*(1+i) ¹⁰	153 168	1 496 445	217 735	2 127257
2017	= FN*(1+i) ¹¹	138 937	1 589 858	204 576	2 340957
Inflación promedio:				3,58%	3,58%
VAN:				941 261	10 608 847
TIR:				10,6%	39,2%

Tabla 5. Flujo efectivo en la variedad cacao Arriba en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.

AÑOS	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Inversión	-1 216 000											
Producción (t/ha)		0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45
No. ha.		535	471	415	365	322	283	249	220	193	170	150
Precio (USD/t)		2 780	2 810	2 430	2 540	2 680	2 363	2 406	2 983	3 049	2 825	2 700
Ingresos x ha		342 299	325 972	265 579	261 537	259 985	215 932	207 200	241 995	232 999	203 405	183 171
CP/ ha		295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295
CP TOTAL		157 926	139 054	122 437	107 806	94 923	83 580	73 592	64 798	57 054	50 236	44 233
Utilidad total (USD)	-1 216 000	184 372	186 918	143 141	153 731	165 062	132 352	133 608	177 197	175 944	153 168	138 937

Tabla 6. Flujo efectivo en la variedad cacao CCN51 en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.

AÑOS	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
inversión	-1 191 000											
producción (t/ha)		0,47	0,50	0,53	0,57	0,61	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,91
No. ha.		470	534	590	640	683	722	756	785	812	835	855
precio (USD/t)		2 780	2 810	2.430	2 540	2 680	2 363	2 406	2 983	3 049	2 825	2 700
ingresos x ha		607 124	746 076	763 217	925 372	1 116 060	1 112 003	1 268 704	1 749 262	1 976 743	2 015 688	2 111 784
CP/ ha		539	539	539	539	539	539	539	539	539	539	539
No. ha. CCN51 sembrado		73	64	56	50	44	38	34	30	26	23	20
inversión/ha CCN sembrado		3 000	3 000	3.000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Costo reconversión		217 968	191 921	168.986	148 792	131 012	115 356	101 571	89 433	78 746	69 336	61 050
CP TOTAL		471 113	479 547	486.974	493 513	499 271	504 340	508 804	512 735	516 196	519 243	521 926
Utilidad total (USD)	-1 191 000	136 012	266 529	276.243	431 859	616 789	607 662	759 899	1 236 527	1 460 548	1 496 445	1 589 858

4.3. Costo de reparación del daño ambiental en el suelo

Para determinar el daño del bien ambiental suelo, se consideraron los resultados de los análisis de suelos realizados en el mes de abril de 2011, en el marco de la ejecución del proyecto de investigación denominado “Investigación agro-socioeconómica de la cadena de valor del cacao Fino de Aroma con Organizaciones de Pequeños Productores en las estribaciones de cordillera de las Provincias de Los Ríos, Cotopaxi y Bolívar-Ecuador”, que fue contrastarlo con los análisis de suelos realizados en junio de 2018 en lotes de cacao de productores de la UOPAM.

Una consideración importante es que las muestras de suelos, tanto en el 2011 como en el 2018 fueron tomadas en las parcelas donde los productores tenían sembrado cacao arriba; y en la actualidad han migrado a cacao CCN51, procedimiento que permitió realizar el análisis físico – químico comparativo en épocas y tipos de cacao diferentes. Las muestras tomadas mediante el método de zigzag a una profundidad de 20 cm donde está concentrada el 80% del sistema radical de la planta de cacao En este contexto, los resultados de los análisis comparativos entre estos años, desde el punto de vista ambiental y conservacionista evidencia que en las parcelas donde se produjo la reconversión de cacao arriba por cacao CCN51 se encontraron diferencias sustanciales (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis físico-químico del suelo (2011 – 2018) en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.

Muestra	elementos	pH	N %	P ppm	S ppm	K meq	K ppm	Ca meq/100ml	Mg	Cu	Fe	Mn ppm	Zn	B
AÑO 2011	PROMEDIO	6,02	0,18	14,00	100	0,26	101,40	13,20	2,10	6,50	194,40	5,80	8,40	0,70
AÑO 2018	PROMEDIO	6,00	0,17	6,95	37	0,61	237,90	18,40	5,85	2,25	116,35	44,00	11,75	0,48
	Rango mínimo		31	8	4,0	0,20	78,0	5,10	1,70	1,1	20,0	5,1	3,1	0,20
	Rango máximo		40	14	19,0	0,38	148,2	8,90	2,30	4,0	40,0	15,0	7,0	0,49

Muestra	profundidad	Fe Mn	Ca Mg	Mg K	Ca+Mg K	S Bases meq/100ml	CICE	MO %	DA Gr/cm3	Arena	Textura Arcilla	Limo	Clase Textural
AÑO 2011	20 Cm	33,52	6,29	8,08	58,85	15,56	35,40	3,90	1,08	40	49	11	Franco
AÑO 2018	20 Cm	1,82	2,83	12,22	46,83	30,13	30,90	1,90	1,10	27	15	58	Franco - Limoso
	Rango mínimo	1,00	3,50	8,00	20,00			2,00					
	Rango máximo	3,00	4,00	15,00	38,00			4,00					

No hubo variación significativa del elemento N, pero el contenido de materia orgánica disminuye ostensiblemente de 3,9 en el 2011 a 1,9 en el año 2018. La materia orgánica mejora las propiedades físicas y químicas del suelo elemento clave en la aportación de Nitrógeno. Algunos elementos disminuyeron drásticamente su concentración, como el P (50%), S (37%), Cu (63%), B (45%) y Fe (42%); mientras que otros aumentaron significativamente, tal es el caso del K (160%), Ca (40%), Mg (150%), Zn (40%) y Mn (800%).

En cuanto a las relaciones de cationes, el análisis comparativo fue el siguiente:

- Hierro (Fe) / Manganeso (Mn): bajó drásticamente de 35,52 ppm a 2,58 ppm.
- Calcio (Ca) v/ Magnesio (Mg): está dentro de los parámetros normales con 3,29 meq/100ml
- Magnesio (Mg) v/ Potasio (K): Subió a 9,50 meq/100ml.
- Calcio (Ca) + Magnesio (Mg) / Potasio (K): disminuyó 39,51 meq/100ml
- Suma de bases: se incrementó a 25 meq/100ml.
- La capacidad de intercambio catiónico: disminuyó a 25,45
- La materia orgánica: disminuyó de 3,9% a 1,9% debido a la menor emisión de hojas del Cacao CCN-51.
- Densidad aparente: se mantiene igual.

- La Capacidad de intercambio catiónico: disminuyó de 35,40 a 25,45 meq/100 ml.
- Clase textural franco limoso: suelo adecuado para el cultivo de cacao.

En el transcurso de 7 años ha existido una ligera variación en el contenido nutricional del suelo. Lo más representativo es la disminución de la materia orgánica que obliga a realizar una aplicación adicional de Nitrógeno elemento clave para el crecimiento y desarrollo de la planta. El contenido de Fosforo disminuyó, elemento esencial para el desarrollo de las raíces por ende en la absorción de nutrientes.

En cuanto al nitrógeno del suelo se refiere, si consideró el requerimiento de cacao para una población de 1.100 plantas/ha., que es de 151 Kg de nitrógeno/ha. Por lo tanto, el requerimiento interno de nitrógeno para el año 2011 se calculó de la siguiente manera: $RN = 151 \text{ Kg} - (20 \times 3,9 \text{ MO} \times 1,08 \text{ DA}) = 66,76$ dividido para una eficiencia de 60%, el resultado es de 111,27 kg de Nitrógeno.

Para el año 2018, el $RN = 151 \text{ kg} - (20 \times 1,9 \text{ MO} \times 1,10 \text{ DA}) = 109,20$ kg de N dividido para una eficiencia de 60%, el resultado es de 182 kg de Nitrógeno. La diferencia entre 182 kg (año 2018) y 111,27 kg de N (año 2011), es de 70,73 kg la pérdida de N en 7 años. Esta cantidad al ser transformada en urea (46% N), dio 153,76 kg, es decir aproximadamente 3,07 sacos de urea de 50 kg que deberán ser incorporadas al suelo por al menos cinco años para recuperar el nivel de nitrógeno que se tenía en el año 2011. El precio de mercado de la urea en la zona de Moraspungo es de USD 19,00/saco.

Un segundo elemento químico que se encontró con marcadas diferencias con respecto al año 2011 fue el fósforo. Se considera que el requerimiento de cacao con una población de 1.100 plantas/ha., es de 38 kg de fósforo (P) puro, y usando un factor conversión de 2,29 equivalen a 87,02 kg de P₂O₅/ha. Usando la misma ecuación, el

requerimiento de fósforo en el año 2011 fue de: $87,02 \text{ kg} - (14 \text{ ppm} \times 3,435 \times \text{DA } 1,08) = 35,08$ dividido para una eficiencia de 30%, el resultado es de 116,9 kg de fósforo.

En el año 2018, haciendo los mismos cálculos, el requerimiento del cultivo es de: $87,02 \text{ kg} - (6,95 \text{ ppm} \times 3,435 \times \text{DA } 1,05) = 61,95$ dividido para una eficiencia de 30%, el resultado es de 206,5 kg de fósforo. La diferencia entre los dos años analizados es de 89,6 kg de P₂O₅/ha, que transformados a Fosfato Di-amónico (DAP) al 46%, da 194,8 kg DAP/ha; o, 3,9 sacos de 50 kg de 18-46-00/ha. El precio de mercado de este insumo es de USD 30 /saco.

Para la aplicación de estos dos insumos faltantes en el suelo (urea y fosfato di-amónico), se requieren al menos dos jornales al año, de la siguiente forma: un jornal para la aplicación del 50% de los dos insumos a la entrada de las lluvias; y el otro jornal aplicará el 50% restante, a la salida de éstas.

En los demás elementos químicos los cambios no son de mayor significancia o su variación es irrelevante para incorporar en la valoración económica del daño ambiental.

Una vez obtenidos los valores faltantes de nitrógeno y fósforo, se procedió a calcular el costo de reparación del suelo/ha, desde la perspectiva ambiental causado por la reconversión de cacao arriba a cacao CCN51.

Los insumos necesarios son: urea y fosfato di-amónico. Las cantidades a aplicar para restaurar el daño ambiental en el suelo son de 150 y 200 kg., respectivamente, por el tiempo de cinco años. Para la aplicación de estos insumos solamente se requerirán dos jornales al año, por el mismo tiempo. Los precios de mercado de los insumos en el mercado local son de USD 0,38/kg para la urea; y, USD 0,60/kg para el DAP. El

precio del jornal en la zona de la investigación es de USD 15,00 (Tabla 8).

Tabla 8. Costo de reparación del daño ambiental en el recurso suelo, 2018 en la zona de Moraspungo, Provincia Cotopaxi, 2018.

Insumos ($m = 2$)		Costos		Recursos afectados ($n = 1$)				
		Unidad	Precio unitario (p_i)	Cantidad del insumo (q)				
				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
				$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$	$t = 4$
		Suelo						
		$j = 1$						
Mano de obra	$i = 1$	jornal	15	2	2	2	2	2
Urea (46% N)	$i = 2$	kg	0,38	150	150	150	150	150
DAP (18-46-00)	$i = 3$	kg	0,60	200	150	100	100	100

Aplicando la fórmula, una tasa de descuento ($r = 12\%$), el costo de restauración estimado por hectárea, para el daño ambiental del recurso suelo es de USD 764,03. Asumiendo, que esta situación se haya mantenido en toda la zona de Moraspungo, el daño total alcanza los USD 649 422,00 en las 850 ha de cacao CCN51 que existen sembradas actualmente en la UOPAM.

5. DISCUSIÓN

Actualmente, el cacao, ocupa un lugar preponderante en la economía del Ecuador, llegándose a exportar 297 608 t, por un valor total de USD 588 735 528; sin embargo, en los últimos 15 años, con el apareamiento de una nueva variedad de cacao denominado CCN51 (Clon Castro Naranjal, 51) o también llamado “Don Homero” en honor al científico que lo descubrió, el cacao arriba ha comenzado a ceder espacio, pues del total exportado en el año 2017 este nuevo clon contribuyó con 88 519 TM (30% del total de grano) equivalente a USD 161 655 478,00 del total exportado (ANECACAO, Asociación Nacional de Exportadores de Cacao 2012).

El potencial del Ecuador como productor de cacao fino y de aroma, muy apreciado y demandado por los mercados mundiales no es suficientemente aprovechado, por el contrario, esta imagen internacional y la competitividad interna se está perdiendo debido al sistemático crecimiento de la superficie y producción del cacao CCN51, lo que sin duda alguna pone en peligro la supervivencia del cacao variedad arriba.

En este contexto, los resultados de un estudio (Urbana Consultores, Ltda. 2008), contratado por el BID/FOMIN (Fondo Multilateral de Inversiones) para actualizar las estadísticas del sector cacaotero, estableció que el rendimiento promedio en el Ecuador es de 0,40 t/ha/año. Sin embargo, la productividad del cacao arriba es de apenas 0,18 t/ha, mientras que la del cacao CCN51 llega a 0,93 t/ha. Esta marcada diferencia de rendimientos entre las dos variedades determina que los productores de cacao arriba o fino de aroma, obtengan menos ingresos por la venta del grano cosechado bajo un sistema de producción agroforestal favorable para la preservación del medio ambiente, sin la aplicación de agroquímicos.

Por lo dicho, se desprende que sembrar cacao arriba bajo las consideraciones mencionadas, no es técnicamente viable ni económicamente rentable, aunque es ambientalmente amigable, ya que en sus costos no aparecen insumos

externos que provocan un daño ambiental al recurso natural suelo, entre otros recursos ambientales.

Una de las diferencias entre la siembra de cacao arriba y CCN51 en la zona de Moraspungo, es que el productor del primero tiene una densidad de siembra de unos 400 árboles por ha; mientras que los cacaoteros que se inclinaron por la variedad CCN51 siembran más de 700 árboles. Por otro lado, el cacao arriba está sembrado con un sistema agroforestal, es decir, en asociación con árboles de naranja y limón, así como especies maderables propias de la zona (pachaco, laurel, entre otras.). Este arreglo agroforestal genera sinergias ambientales que se traducen en una mayor biodiversidad y menor contaminación de acuíferos y del suelo. La decisión de reconvertir fincas de cacao arriba en CCN51, se fundamentó claramente en la falta de incentivos para el productor de cacao arriba, específicamente en un mejor precio de mercado; ya que el CCN51 al ser más productivo, genera un mejor ingreso y por ende una mayor utilidad, aunque las condiciones de siembra del CCN51 son muy diferentes, ya que, al ser sembrado como monocultivo, esta variedad es exigente en el uso de fertilizantes e insumos agroquímicos.

Los resultados del análisis económico en este estudio, muestran que los productores que todavía mantienen sus huertas de cacao arriba y decidieron no cambiar la variedad a CCN51, dejan de recibir aproximadamente USD 850 por ha. La cuantificación de los ingresos monetarios no recibidos por los agricultores que todavía mantienen el cultivo de cacao arriba dentro de un arreglo agroforestal, debe significar la sensibilización de los responsables de la política cacaotera, cooperantes y empresas internacionales de chocolate que, mediante el pago de un mayor precio, se compense a los agricultores de la zona de Moraspungo que en su gran mayoría son pequeños, a fin de mejorar los ingresos familiares anuales que en la actualidad son inferiores a USD 5 000,00.

El modelo basado en la aplicación de paquetes tecnológicos exigentes en insumos externos, teniendo como meta la obtención de una mayor productividad, ha provocado una explotación exacerbada de los recursos

naturales y una distribución desigual de los beneficios económicos al interior de los productores de cacao arriba y de CCN51, pues la diferencia del rendimiento entre las dos variedades de cacao es de 0,75 t/ha/año que traducido a dinero es de aproximadamente USD 1 875,00 considerando un precio promedio de USD 2 500 por tonelada, calculada de acuerdo a la cotización del cacao en la Bolsa de Nueva York en mayo de 2018.

Esta es la explicación fundamental para que un alto porcentaje de agricultores estén eliminando sus plantaciones de cacao arriba y reemplazándolas por el CCN51, pues les resulta mucho más rentable producir esta nueva variedad más productiva, toda vez que en el Ecuador no existe una política de precios interna diferenciada que premie a los productores de cacao arriba, por las características organolépticas que posee y por ser parte de un ecosistema biodiverso.

Lo descrito anteriormente, se hace evidente cuando al analizar los costos comparativos y los ingresos de las dos variedades en la zona de Moraspungo, el productor de CCN51 obtiene un ingreso superior al 100% que el productor de cacao arriba. En ese sentido, los índices de rentabilidad (VAN) de la una variedad frente a la otra es 10 veces mayor a favor de la producción de CCN51; y, una tasa interna de retorno (TIR), 30% más alta que la que se obtiene por la producción de cacao arriba. Un estudio sobre valoración económica del suelo y gestión ambiental, aplicada en empresas floricultoras colombianas, consideró un período de 10 años de sostenimiento de los servicios ambientales mencionados, para lo cual se calculó su valor presente neto, considerando una tasa social de descuento de 12%.

El mismo estudio resalta la importancia económica de mantener las características del suelo de la zona de estudio, como elemento fundamental para su desarrollo, ya que en cualquier momento se pueden generar cambios en su uso que potencien la prestación de más servicios ambientales generados por este recurso. En este sentido, es importante considerar la factibilidad del proceso de reconversión en usos del suelo, siempre y cuando se analice la relación costo-beneficio de dicho cambio (Silva y Correa 2010).

Un hecho insoslayable es que en la zona de estudio y en el país en general, las actividades agrícolas ligadas a la producción de cacao arriba, se encuentra en manos de pequeños y medianos productores de hasta 10 ha. en promedio. Esta variable influye significativamente en la generación de ingresos familiares que por lo general son menores al valor monetario de la canasta básica familiar (USD 712,66 a septiembre de 2018), y en otros casos, menor inclusive al salario mínimo vital (USD 498,22). A esto se suma el incremento del deterioro de los recursos naturales, causado por su uso inadecuado del suelo, toda vez que los pequeños agricultores no realizan actividades de conservación, reposición o regeneración de los recursos empleados como insumos para la producción de cacao.

El uso intensivo e indiscriminado de los bienes ambientales, en especial del suelo, está generando un fuerte impacto ambiental negativo en el recurso, de tal forma que, si no se propende por su protección y conservación, puede llegarse a perder sus características y por ende su capacidad para ser empleado dentro de otros procesos productivos posteriores o como soporte para actividades de ocio y recreo, entre otras. En ese sentido, es importante insertar planes de gestión ambiental en nuestras organizaciones agrícolas para proteger y conservar los recursos ambientales (Silva y Correa 2010).

En un estudio relacionado con la evaluación económica sobre el rendimiento hídrico en una cuenca de bosque nativo y otra cuenca de *Pinus radiata*, determinaron que este parámetro se redujo de manera acelerada en la cuenca plantada con *Pinus*, con respecto a la cuenca con bosque nativo. La valoración económica determinó una pérdida en el bienestar resultante de un cambio de uso del suelo, por efecto de la siembra de diferentes especies de árboles (Oyarzún y Núñez 2015).

Por otro lado, esta investigación estimó el valor económico del daño ambiental en el recurso suelo, provocado por el cambio de la variedad de siembra de cacao entre 2011 y 2018 en la zona de Moraspungo. Los resultados muestran una pérdida significativa de los elementos nitrógeno y fósforo. Estos dos

macroelementos del suelo fueron extraídos por la exigencia de nutrientes del cacao CCN51 sembrado en monocultivo con una población de alrededor de 1 000 árboles por hectárea. La reposición de los elementos los nutrientes perdidos, causados por la siembra de CCN51, indican que al menos se necesitan cinco años continuos de aplicación de N y P en las cantidades establecidas anteriormente. Por lo tanto, se estimó que el costo de reparación para reponer el daño ambiental en el suelo, se requiere al menos USD 764,03 por hectárea y USD 649 422 en las 850 has de cacao CCN51 que existen en la actualidad en toda la zona de Moraspungo.

A pesar de que la literatura consultada sobre la valoración económica del daño ambiental del suelo en el Ecuador no es abundante, un estudio metodológico realizado en Costa Rica por el Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (Barrantes, Gerardo; Di Mare, María 2001), permitió estimar económicamente el costo de reparación de un recurso dañado por efecto de las actividades agropecuarias. Esta investigación determinó a través de un modelo matemático aplicado en ese país el valor monetario requerido para de alguna forma reponer los recursos ambientales afectados bosque y agua. El costo de reparación en este ejercicio fue de ¢ 2 604 700, del cual ¢ 1 818 310 es para la restauración del bosque y ¢ 786 390 para la restauración del agua.

Si la externalidad negativa es remediada, el daño ambiental no desaparece, pues el impacto ambiental, se mantendrá aun cuando los recursos invertidos para la remediación se dirijan a combatir las causas que provocaron ese daño; por ejemplo, incorporando al suelo algún insumo que lo descontamine (Delacámara 2008).

Diversos autores analizan el tema del daño ambiental de suelo por el uso de sustancias químicas. (Silva y Correa 2010), destacan el hecho de que, aunque las actividades económicas, especialmente la agricultura, vienen sustituyendo el uso de sustancias como plaguicidas y fertilizantes por otras menos contaminantes, el ritmo de sustitución está por debajo del crecimiento agrícola, por lo cual se presenta un des-balance que genera un uso intensivo del recurso suelo por parte de las sustancias químicas mencionadas.

Igualmente, otras actividades productivas también realizan un uso intensivo de este recurso, situación que está conduciendo a una degradación creciente del suelo, así como a una pérdida irrecuperable del mismo. Además, indican que el uso inadecuado de este recurso trae como consecuencia la imposibilidad de hacer un uso óptimo del suelo en la agricultura, la ganadería, la recreación...entre otros, dado que éste recurso provee importantes funciones ambientales, dentro de las cuales se destaca ser el sustento de alimento para las plantas, almacenar nutrientes, poseer y albergar materia orgánica proveniente de restos de animales y vegetales, ser el hábitat de diversos organismos que transforman la materia orgánica presente en él, entre otros factores que lo hacen ser esencial en el desarrollo de los ecosistemas de los cuales forma parte.

Aunque en esta investigación no se evidenció la existencia del daño ambiental por la aplicación de agroquímicos en el proceso de producción de cacao CCN51, es incuestionable el deterioro del suelo con respecto a la pérdida de nutrientes (N y P).

La aplicación de agroquímicos (pesticidas y plaguicidas especialmente), ha demostrado que reduce la capacidad microbiana en el suelo, pérdida de biomasa, muerte de especies vegetales o enfermedad de las personas que están en contacto con estos productos tóxicos . (Silva y Correa 2009)

En Argentina, un estudio sobre las cuestiones económicas ambientales de las transformaciones agrícolas plantea que el monocultivo de la soya afecta notablemente los suelos, intensifica el uso de pesticidas y fertilizantes, y facilitará el desplazamiento de otras alternativas productivas más amigables con el medio ambiente (Pengue 2009). En cuanto al uso intensivo del suelo por el establecimiento de los monocultivos, tal como sucede en nuestro caso con el cultivo de cacao, señala el autor que, casi siempre existe una relación directa entre los agroquímicos y la extracción de nutrientes del suelo, que lo agotan y obligan a una reposición vía fertilizantes minerales para recuperar la capacidad original, pero generan altos índices de contaminación. Además, indica que la extracción de nutrientes del suelo por acción de la mono

producción, degradación, erosión y desertificación tienen una consecuencia ambiental directa, que en el mediano y largo plazo no será posible continuar produciendo, trayendo como consecuencia un incremento de la pobreza, deterioro económico de los recursos y el aumento de la marginalidad, migración campo ciudad y un mayor costo social.

Finalmente, bajo las consideraciones realizadas en este estudio, la hipótesis se comprueba en tanto y en cuanto, el sacrificio por mantener inalterable la forma convencional de cultivar cacao arriba, ha significado que los productores, por un lado, renuncien a aumentar sus ingresos monetarios por no sembrar cacao CCN51, y por otro, han contribuido a la reducción del daño ambiental del recurso suelo, en la parroquia Moraspungo.

6. CONCLUSIONES

- Los costos de producción comparativos establecen marcadas diferencias entre las variedades arriba y CCN54. Mientras los costos de mantenimiento en la primera alcanzan los USD 295/ha, en la segunda se invierte USD 539/ha.
- La utilidad o ingreso neto por hectárea de los productores de cacao arriba fue de USD 805,00; en tanto que para los de CCN51 fue de USD 1 660.
- La rentabilidad medida en indicadores como el VAN y TIR es superior para los productores que se han decidido por el cacao CCN51. El VAN fue de USD 941 261, y USD 10 608 847, para cacao arriba y CCN51 respectivamente.
- No hay evidencias que la aplicación de agroquímicos en las huertas de cacao CCN51 que en años anteriores tenían la variedad arriba, haya tenido alguna afectación en el recurso suelo.
- El costo de reparación del daño ambiental provocado en el recurso suelo desde el año 2011 hasta el 2017 fue de USD 764,00/ha y el daño total de la zona de Moraspungo se estimó en USD 650 000,00/ha aproximadamente.
- Aproximadamente existen sembradas en el Ecuador unas 80 000 ha. sembradas de cacao CCN51, por lo que se podría inferir, ***ceteris paribus*** que el costo total para reparar la pérdida de N y P en el suelo por efecto de esta variedad sería de USD 61 120 000,00.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, realizar la valoración social del daño ambiental, esto es el impacto en la salud humana (índices de morbilidad y mortalidad) en la población de la zona de influencia de Moraspungo por efecto de la aplicación de agroquímicos en el cacao CCN51 en los últimos 8 años.
- Incidir en la política pública nacional para frenar la siembra de cacao CCN51, toda vez que el daño ambiental en el suelo que ha sido valorado en esta investigación genera externalidades negativas de mayor dimensión, no solo en el suelo, sino en otros bienes públicos.
- Realizar estudios de análisis de metales pesados en el cacao CCN51, pues existe una correlación fuerte de pendiente positiva entre la aplicación de agroquímicos en el cultivo de cacao en zona de montaña y la contaminación del grano por metales pesados.
- Exhortar a las autoridades del Estado ecuatoriano, que el fondo de inversión ambiental sostenible (FIAS) que está por aprobarse en el Ministerio del Ambiente, en cumplimiento de los convenios bilaterales con los donantes, continúe trabajando en planes, programas y proyectos destinados a la prevención y reparación de los recursos naturales que han sido dañados por el monocultivo y la aplicación de agroquímicos en cacao.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANECACAO, Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. www.anecacao.com. 9 de abril de 2012. www.anecacao.com/index.php/es/estadisticas/estadisticas-actuales.html (último acceso: 17 de junio de 2018).
- Barrantes, Gerardo, y María Di Mare. «Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica.» *Instituto de políticas para la sostenibilidad*, 2001: 53.
- Barrantes, Gerardo; Di Mare, María. «Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica.» *Instituto de políticas para la sostenibilidad*, 2001: 53.
- Barzeb, Radoslav. *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales*. Managua: Corredor Biológico Mesoamericano, 2002.
- Castellanos, Marlina. *Introducción a la problemática de la valoración económica ambiental*. La Habana: Editorial Academia, 2007.
- Cristeche, Estela, y Julio Penna. «Métodos de valoración económica de los servicios ambientales.» *Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales*, 2008: 7.
- Delacámara, Gonzalo. *Guía para Decisores. Análisis económico de externalidades ambientales*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2008.
- Dixon, Jhon, y Stefano Pagiola. «Análisis económico y evaluación ambiental.» *Environmental assessment sourcebook*, 1998: 8.
- Domínguez Torreiro, Marcos. «El papel de la fisiocracia en nuestros días: una reflexión sobre el análisis económico de los recursos naturales y el medio ambiente.» *Revista galega de economía*, 2004: 6.
- Federación Nacional de Cacaoteros, FEDECACAO. <http://www.fedecacao.com.co/cw/ca/doctecnicos/fedecacao-dt-guia-ambiental-cacao-2010-febrero-17.pdf>. 17 de febrero de 2010. (último acceso: 19 de octubre de 2012).
- Gómez-López, Claudia, Karla Barrón, y Luis Moreno. «Crecimiento económico y medio ambiente en México.» *Trimestre económico*, 2011: 547.
- Kolstad, CD. *Economía Ambiental*. New York: Oxford University press, 2000.
- Labandeira, Xavier, Carmelo León, y Maria Joxe Vázquez. *Economía ambiental*. México: Pearson educación S.A., 2007.

- Morán, Robert. «Aproximaciones al costo económico de impactos ambientales en la minería.» *Ambiente y desarrollo*, 2001: 59-67.
- Müggenburg, María Cristina, y Iñiga Pérez. «Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa .» *Enfermería Universitaria*, 2007: 35-38.
- Muñoz, Mario. *Perfil de la Factibilidad*. Quito: Alba Yala, 2001.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura - FAO. *Manual para la valoración social de: impactos y daños ambientales de actividades agrícolas*. Caracas, 2011.
- Osorio, Juan, y Francisco Correa. «Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación.» *Semestre económico*, 2004: 163-164.
- Oyarzún, Carlos; Nahuelhual, Laura, y Daisy Núñez. «Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica.» *Ambiente y desarrollo de CIPMA*, 2015: 88-97.
- Pengue, Walter. «Cuestiones económico-ambientales de las transformaciones agrícolas en las Pampas.» *Revista latinoamericana de economía*, 2009: 137-161.
- Peña Chacón, Mario. «Reparación y valoración económica de los daños causados al medio ambiente.» *Medio ambiente&derecho*, 1989: 3-4.
- Peña, Mario. «Daño ambiental y prescripción.» *Revista Judicial*, 2013: 118.
- Silva, Sandra, y Francisco Correa. «Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica.» *Semestre económico*, 2009: 13-34.
- Silva, Sandra, y Francisco Correa. «Valoración económica del suelo y gestión ambiental: aplicación en empresas floricultoras colombianas.» *Facultad de ciencias económicas: investigación y reflexión*, 2010: 247-267.
- Silva, Sandra, y Francisco Correa. «Valoración económica del suelo y gestión ambiental: aplicación en empresas floricultoras colombianas.» *Revista Facultad de Ciencias Económicas: investigación y reflexión*, 2010: 265.
- Unibertsitatea, Herriko, y Nieves Cano. «Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible.» *Ecosistemas*, 2001: 1-2.
- Urbana Consultores, Ltda. «Levantamiento de Estadísticas Básicas del Sector Cacao en el Ecuador: Informe de Resultados Estadísticos de la Investigación.» Consultoría, Guayaquil, 2008.

Vargas, Andrés, y Mauro Reyes. «Incentivos económicos para la conservación de áreas naturales. Una revisión de la literatura.» *Lecturas de economía*, 2011: 151-170.

9. ANEXOS

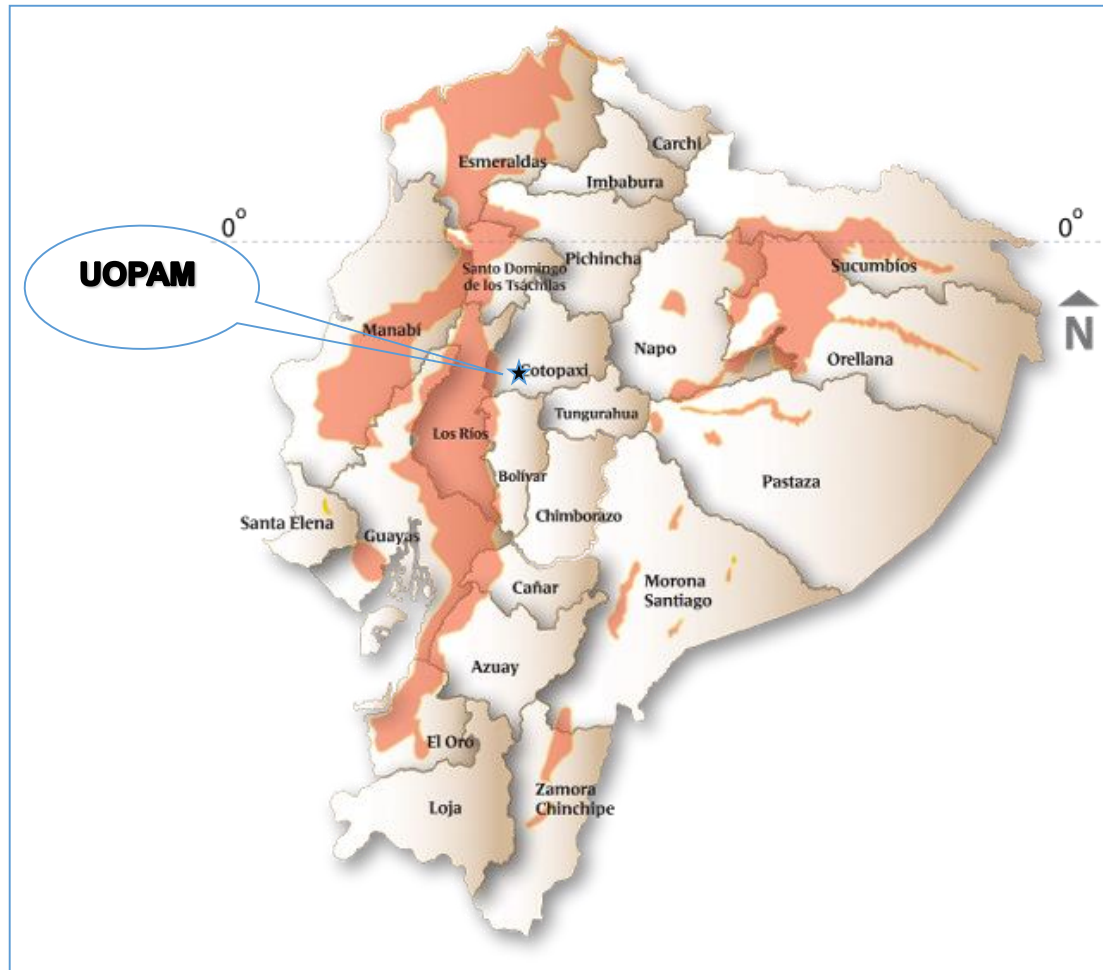


Figura 4. Ubicación geográfica de la UOPAM

Tabla 9. Requerimientos promedios de nutrientes absorbidos por la planta de cacao (1100 plantas/ha)

Estado de la planta	Edad (meses)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		kg/ha				
Vivero	5-12	2.5	1.4	3.0	3.3	1.9
Crecimiento	28	140	33	188	163	80
1 ^{era} producción	39	219	54	400	203	122
Plantas maduras	> 50	151	38	260	80	74

* Extracción anual

Cálculo del costo de reparación del suelo en cacao

$$\begin{aligned}
 CR = & (P_1Q_{011} + P_2Q_{012} + P_3Q_{013})(1 + 0.12)^0 \\
 & + (P_1Q_{111} + P_2Q_{112} + P_3Q_{113})(1 + 0.12)^{-1} \\
 & + (P_1Q_{211} + P_2Q_{212} + P_3Q_{213})(1 + 0.12)^{-2} \\
 & + (P_1Q_{311} + P_2Q_{312} + P_3Q_{313})(1 + 0.12)^{-3} \\
 & + (P_1Q_{411} + P_2Q_{412} + P_3Q_{413})(1 + 0.12)^{-4}
 \end{aligned}$$

Reemplazando por los datos, se tiene:

$$\begin{aligned}
 CR/ha = & [(15 * 2) + (0,38 * 150) + (0,60 * 200)](1 + 0.12)^0 + [(15 * 2) + (0,38 * \\
 & 150) + (0,60 * 150)](1 + 0.12)^{-1} + [(15 * 2) + (0,38 * 150) + (0,60 * 100)](1 + \\
 & 0.12)^{-2} + [(15 * 2) + (0,38 * 150) + (0,60 * 100)](1 + 0.12)^{-3} + [(15 * 2) + (0,38 * \\
 & 150) + (0,60 * 100)](1 + 0.12)^{-4}
 \end{aligned}$$

Costo Reparación / ha = USD 764,03

Costo Reparación Total = USD 649 422,67

Dr. Jorge E. Fuentes C.

Laboratorio de Análisis Agrícola / R.U.C.: 170181134001

Urdesa Norte Av. 4ta. #203 y Calle 2da.
 Telefono: 2387310 / 088675672
 Guayaquil - Ecuador

Caracterización físico - químico de suelos

Propietario: Eco. Sergio Pilo Peralta.
 Propiedad: TESIS DE GRADO
 Localidad: Moraspungo - Cotacachi
 Solicitado por:

Cultivo: Cacao
 Variedad: Nacional
 Ingreso: 05 de mayo/2011
 Salida: 28 de mayo/2011

Prmt.	Unid.	
Arena	%	29
Limo	%	55
Arcilla	%	15
Clase	FL	
DA	g/cm ³	1,48
pH	u.	6,02
CE 1:1	mmhos	0,95
MC	%	3,9
N		0,18
CIC	meq/100 gr	35,4
Na		0,13
K lit.		0,16
Ca		13,2
Mg		2,1
P		14,0
Fe		10,4
Mn		5,5
Zn		8,4
Cu		6,5
S		100,0
B		0,70

Jorge E. Fuentes Carrillo
QUÍMICO RESPONSABLE
 Análisis Agrícolas y Afines

Dr. Jorge E. Fuentes C.

Laboratorio de Análisis Agrícola / R.U.C.: 170081134001

Unidad norte Av. 4ta. #203 y calle 2da.
Teléfono: 2387310 / 088075572
Guayaquil - Ecuador

Caracterización físico químico de suelos

Propietario: Eco. Ibarcillo Pinar Peraita.
Propiedad: TESIS DE GRADO
Localidad: Moraspungo - Cotopaxi
Solicitado por:

Cultivo: Cacao
Variedad: 02 de junio/2018
Ingreso: 08 de junio/2018
Salida:

Prmt.	Unid.	EH2 CCN51	C3 CCN51-N
Aréa		2018,88	218189
Limp	%	3	27
Arcilla	%	5	58
Clase		17	15
DA	g/cm3	FL	FL
pH		1,00	1,10
CE 1:1	mmhos	5,84	6,15
MO	%	0,83	0,93
N	mg/100 gr	1,8	1,9
CIC	mg/100 gr	0,17	0,17
Na	mg/100 gr	20,0	30,9
K int.	mg/100 gr	0,15	0,12
Ca	mg/100 gr	0,59	0,63
Mg	mg/100 gr	15,0	21,8
P	mg/100 gr	4,0	7,7
Fe	ppm	7,0	6,9
Mn	ppm	160,0	72,7
Zn	ppm	48,0	40,0
Cu	ppm	15,0	8,5
S	ppm	2,0	1,6
B	ppm	35,0	36,0
		0,45	0,50

Jorge Fuentes
Dr. Jorge E. Fuentes Cerrillo
QUÍMICO RESPONSABLE
Análisis Agrícolas y Afines



MINISTERIO DE BIENESTAR SOCIAL

LIC. WILSON ALTAMIRANO
DIRECTOR PROVINCIAL DEL MBS-COTOPAXI

ACUERDO NO. 107-06

CONSIDERANDO

Que se ha enviado a la Dirección Provincial del Ministerio de Bienestar Social de Cotopaxi, a través de la unidad de organizaciones de participación Popular del Departamento Jurídico de esta Dirección Provincial, de conformidad con el Reglamento Orgánico Funcional del Ministerio de Bienestar Social, la documentación correspondiente a la **UNIÓN DE ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS MORASPUNGO "UOPAM"** con domicilio en la parroquia Moraspungo Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

Que, el proyecto para la consecución de la personería jurídica ha sido discutido en sesión de Asamblea Constitutiva del 3 de octubre del 2006

Que, el Departamento Jurídico de la Dirección Provincial del Ministerio de Bienestar Social de Cotopaxi, con fecha 22 de noviembre del 2006, emite informe favorable para el otorgamiento de personería jurídica de la **UNIÓN DE ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS MORASPUNGO "UOPAM"** de conformidad con el Reglamento para la emisión de informes, Dictámenes o Autorizaciones necesarios para la Realización de Actos o Contratos por parte de la Administración Pública.

Que el numeral 19 del Art. 23, de la Constitución Política del Estado Ecuatoriano, en el Capítulo II que se refiere a los Derechos Civiles, establece la libertad de Asociación y de reuniones con fines pacíficos.

Que, la Constitución Política del Estado en el TÍTULO XI. De la Organización Territorial y Descentralización y Desconcentración Administrativa y de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 1667 de 30 de Noviembre del 2000, se descentralizan y desconcentran funciones, delegándose así a la Dirección Provincial del Ministerio de Bienestar Social de Cotopaxi.

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 3354 del 12 de septiembre el 2001, corresponde al Ministerio de Bienestar Social, realizar los trámites correspondientes para el otorgamiento de Personería Jurídica de las diversas clases de organizaciones sociales de conformidad a la Ley.



COPIA QUE FUE PRESENTADA
 AUTENTICA
 Lic. Wilson Altamirano
 DIRECTOR PROVINCIAL

9 JUN 2007

Que, mediante Decreto Ejecutivo No. 3074, del Acuerdo Ministerial y publicado en el R. O. 660 de 11 de Septiembre del 2002, expide el Reglamento para la aprobación control y extinción de personas jurídicas de derecho privado, con finalidad social y sin fines de lucro, que se constituyan al amparo de lo dispuesto en el TITULO XXX LIBRO I Art. 564 del Código Civil.

En uso de las atribuciones que le confiere la Ley.

ACUERDA:

Art. 1.- Conceder Personería Jurídica a la **UNIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS MORASPUNGO "UOPAM"** con domicilio en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, el que no podrá apartarse de las finalidades específicas para las cuales se constituyó, ni operar en otra clase de actividades que no sean las constantes en su Estatuto, bajo las prevenciones señaladas en la Ley que prevén inclusive su disolución.

Art. 2.- Aprobar el Estatuto como se encuentra estructurado la **UNIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS MORASPUNGO "UOPAM"** con las siguientes modificaciones:

PRIMERA: Luego del Art.6 añadir un Artículo que dirá: Art.- Los socios deben ser registrados en la Dirección Provincial del Ministerio de Bienestar Social de Cotopaxi.

SEGUNDA: Después del Art. 49 agregar un Artículo que dirá: Art... En caso de recibir subvenciones presupuestarias del Estado, se someterán a la supervisión de la Contraloría General del Estado y a la normatividad legal aplicable.

Art. 3.-Reconocer a la Asamblea General como la máxima autoridad y único organismos para resolver los problemas internos.

Art. 4.-Calificar en calidad de socios fundadores a los socios de la **UNIÓN DE ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS MORASPUNGO "UOPAM"** a las siguientes personas jurídicas:

COMITÉ DE DESARROLLO COMUNITARIO "ESTERO HONDO", domiciliada en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, con personería jurídica mediante Acuerdo Ministerial No. 639 de fecha 4 de mayo de 1995 otorgada por el Ministerio de Bienestar Social.

ASOCIACION DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS DEL RECINTO ESTERO DE DAMAS, domiciliada en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia Cotopaxi, con personería jurídica mediante Acuerdo Ministerial No. 002068 de fecha 16 de agosto de 1994, otorgada por el Ministerio de Bienestar Social.

ASOCIACION DE TRABAJADORES AGROPECUARIOS "GUAPARITA", domiciliada en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia Cotopaxi, con personería jurídica mediante Acuerdo Ministerial No. 062-06 de fecha 29 de agosto del 2006, otorgada por el Ministerio de Bienestar Social.

ASOCIACION DE TRABAJADORES AGROPECUARIOS "CATAZACON" domiciliados en la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, provincia Cotopaxi, con personería jurídica No. 061-06 de fecha 29 de agosto del 2006, otorgada por el Ministerio de Bienestar Social.


ASOCIACION DE SEGURIDAD CAMPESINA "PROYECCIÓN HACIA EL FUTURO" domiciliada en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia Cotopaxi, con personería jurídica mediante Acuerdo Ministerial No 052-04 de fecha 7 de junio del 2004, otorgada por el Ministerio de Bienestar Social.

Art. 5.- La UNIÓN DE ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS MORASPUNGO "UOPAM" deberá comunicar al Ministerio de Bienestar Social, dentro de los quince días posteriores a la emisión del presente Acuerdo, la nomina de la Directiva electa para el registro estadístico respectivo, pondrán en conocimiento los documentos relativos al ingreso y salida de socios para el registro pertinente. La omisión de esta obligación dará lugar a las responsabilidades legales establecidas.

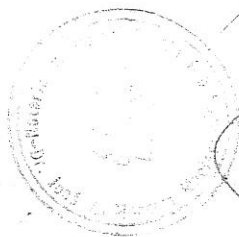
Art. 6.- La solución de los conflictos que se presentaren al interior de la UNIÓN, y de ésta con otras, se someterán a las disposiciones de la Ley de Arbitraje y Mediación, publicado en el Registro Oficial No. 145 de septiembre 4 de 1997.

Art. 7.- El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de la fecha de suscripción del mismo.


Dado en Latacunga, 22 de noviembre del 2006


LIC. WILSON ALTAMIRANO
DIRECTOR PROVINCIAL DEL MINISTERIO DE BIENESTAR SOCIAL COTOPAXI


MB/j.



RECEBIDO EN LA SECRETARIA DE
COTOPAXI EL 22 DE NOVIEMBRE DE 2006
COTOPAXI



03 ABR. 2007



Figura 5. Toma de muestra de suelos en la localidad Estero Hondo. 17 M 0690133, UTM 9874708, Precisión 4 metros, Altura 160 msnm. Año 2011



Figura 6. Investigador – productor de cacao, Localidad Catazacón, 17 M 0691709, UTM 9867637, Precisión 5 metros, Altura 220 msnm. Año 2011



Figura 7. Toma de muestras de suelo. Localidad: Estero Hondo, 17 M 0690133, UTM 9874708, Precisión 4 metros, Altura 160 msnm, 2018



Figura 8. Toma de muestras de suelo. Localidad: Catazacón 17 M 0691709 UTM 9867637, Precisión 5 metros, Altura 220 msnm. Año 2018

DEDICATORIA

A mi padre, aunque la carga tan pesada de sus años no le permita imaginar nada de esto. A mi madre, por su tenacidad frente a las adversidades. A mis dos viejos gracias por darme la vida.

Esa generosidad conmigo, tiene un valor incalculable.

AGRADECIMIENTOS

- A mi familia nuclear, esposa e hijos Por estar siempre a mi lado
- A la Universidad Nacional de Tumbes y todo el personal docente y administrativo que ha hecho posible este doctorado
- A mis amigos, Ing. Larry Vera Decker e Ing. José Romero Romero, por sus sabios consejos y apoyo en la realización de esta investigación. En verdad, fueron el sustento técnico que necesitaba
- A mi asesor de la tesis, Dr. Ramón García Seminario, por sus oportunos comentarios y sugerencias en la consecución de mejores resultados