

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE UN MODELO AGROFORESTAL TRADICIONAL, EN LA COMUNIDAD QUICHUA EL MANZANAL, IBARRA - ECUADOR

PROFITABILITY ANALYSIS OF A TRADITIONAL AGROFORESTRY MODEL, IN THE EL MANZANAL QUICHUA COMMUNITY, IBARRA – ECUADOR

José Gabriel Carvajal Benavides^{1*}

¹ Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9920-4991>. Correo: jgcarvajalb@utn.edu.ec

Hugo Orlando Paredes Rodríguez²

² Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5880-1607>. Correo: hoparedes@utn.edu.ec

Oscar Armando Rosales Enríquez³

³ Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7131-6203>. Correo: oarosales@utn.edu.ec

Yomaira Cristina Mugmal Farinango⁴

⁴ Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5897-5018>. Correo: ycmugmalf@utn.edu.ec

Eleonora Melissa Layana Bajaña⁵

⁵ Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1573-9823>. Correo: emlayana@utn.edu.ec

Eliana Meliza Varela Molina⁶

⁶ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5312-9543>. Correo: emlayana@utn.edu.ec

* Autor para correspondencia: jgcarvajalb@utn.edu.ec

Resumen

La comunidad andina Quichua de El Manzanal perteneciente a la parroquia de Caranqui viene aplicando agroforestería basada en cultivos autóctonos y en prácticas tradicionales. El objetivo fue realizar un análisis financiero de sus sistemas, para ello se elaboró un flujo de caja bajo la implementación de dos sistemas; agrosilvícola y silvopastoril, con la incorporación de especies forestales; *Alnus acuminata* Kunth, *Buddleja incana* Ruiz & Pav. y *Erythrina edulis* Triana ex Micheli, estas especies generarán madera y leña, que podrán ser comercializadas siguiendo los ciclos de corta y aplicando las prácticas de manejo silvícolas adecuadas. Se planteó una metodología de carácter cualitativa y cuantitativa, dado que se emplearon variables recopiladas a través de entrevistas, en referencia a su alcance es descriptivo y de diseño no experimental. Es por ello que, al establecer el ensayo se realizó un flujo de caja considerando un periodo cero con una inversión de \$ 12.000 y proyectado a quince años de producción, periodo en el cual se alcanza el punto de rentabilidad máxima, a corto y mediano plazo, se evaluó su rentabilidad utilizando tres indicadores financieros. Se concluyó que el modelo propuesto exhibe una rentabilidad positiva, de VAN de \$ 24.337,88, una TIR del 43,1%, y un B/C de \$ 2,83.

Palabras clave: Sistemas agroforestales; cultivos tradicionales; análisis financiero; comunidad andina; cultivos autóctonos.

Abstract

*The Andean Quichua community of El Manzanal, belonging to the parish of Caranqui, continues to apply agroforestry based on native crops and traditional practices. The objective was to carry out a financial analysis of its systems, for this a cash flow was prepared under the implementation of two systems; agroforestry and silvopastoral, with the incorporation of forest species; *Alnus acuminata*, *Buddleja incana* and *Erythrina edulis*, these species will generate wood and firewood, which can be marketed following the cutting cycles and applying appropriate silvicultural management practices. A qualitative and quantitative methodology was proposed, given that oral variables collected through interviews were used, in reference to its scope it is descriptive and non-experimental in design. That is why when establishing a cash flow considering a zero period with an investment of \$12,000 and projected to fifteen years of production, a period in which the point of maximum profitability is reached, in the short and medium term, it was evaluated. its profitability using three financial indicators. It was concluded that the proposed model exhibits a positive profitability, with a NPV of \$24,337.88, an IRR of 43.1%, and a B/C of \$2.83.*

Keywords: Agroforestry systems; traditional crops; financial analysis; Andean community; native crops.

Fecha de recibido: 15/09/2023

Fecha de aceptado: 03/12/2023

Fecha de publicado: 19/12/2023

Introducción

La agricultura tradicional se ha desarrollado durante largos años basándose en la experiencia del campesino. Según Remmers (1993), su objetivo principal es organizar el proceso de producción de plantas y animales de tal forma que no se degraden los recursos naturales e incluso crear una serie de beneficios a favor del medio ambiente y encontrar posibles soluciones ecológicas a las prácticas agrícolas.

Desde una perspectiva holística, Garza *et al.* (2012) conciben a la agroforestería como una práctica que abarca cuatro propósitos fundamentales: ecológicos, técnicos, económicos y sociales. Por su parte Sánchez *et al.* (2013), enfatizan la importancia de considerar técnicas de manejo del suelo y la combinación de especies de uso múltiple y maderable en sistemas agroforestales.

Los sistemas de producción sustentables se clasifican en tres tipos. Los sistemas agrosilvícolas, en donde según lo definido por la Comisión Forestal Nacional (2012), se caracterizan por la combinación de árboles y/o arbustos asociados con cultivos agrícolas en un mismo espacio. Por otro lado, el sistema silvopastoril implica la combinación de árboles y especies herbáceas forrajeras en un mismo entorno, desempeñando ambos un papel fundamental en la producción ganadera, como lo destaca (Céspedes y Vargas, 2021). Finalmente, el sistema agrosilvopastoril que involucra la interacción entre árboles maderables y cultivos de ciclo corto en un esquema que garantice la disponibilidad de alimentos, según lo señalado por (Santana y Valencia, 1998).

De igual manera conforme a los datos recopilados por Benítez Bastidas (2017), el pueblo Quichua Caranqui continúa respetando la cosmovisión andina, además de desarrollar sus actividades agrícolas de acuerdo al calendario lunar, preservando así los conocimientos tradicionales que han sido transmitidos a lo largo de generaciones pasadas.

En lo que respecta a las técnicas tradicionales de los cultivos, el pueblo Quichua todavía emplea el arado en forma recta, lo que contribuye a cubrir las hierbas y convertirlas en abono. Cabe recalcar que, en terrenos de difícil acceso, recurren al uso de la yunta, donde los bueyes llevan el yugo y un arado, ya sea metálico o de madera. Además, un dato relevante es que estos pueblos indígenas combaten las plagas de sus cultivos mediante la siembra de productos asociados como, el maíz, el fréjol, la quinua y el chocho que contribuyen a la protección del suelo y a mantener la humedad adecuada.

El predio en donde se realizó el análisis financiero se encuentra ubicado en la comunidad de El Manzanal perteneciente a la parroquia de Caranqui, en la propiedad de la Sra. Zoila Tuquerres el cual cuenta con una superficie total de 35.522,07 m² equivalente aproximadamente a tres hectáreas y media. En este terreno se practica una agricultura tradicional con sistemas de cultivo que se alinean con la cosmovisión andina, en donde predominan los cultivos de ciclo corto como el morocho, el choclo, las habas, la alverja, el melloco, y cultivos frutales como el tomate de árbol y las moras de castilla. Además, poseen especies forestales comunes (en su mayoría los lecheros), que funcionan como linderos. Finalmente se tiene en el predio animales (vacas) las cuales ejercen un ramoneo intenso favoreciendo a la compactación del suelo, y como resultado se están perdiendo las propiedades de este.

Es por ello que, debido a la falta de un sistema agroforestal adecuado en el predio, se ha diseñado un sistema agroforestal acorde a las necesidades del propietario. Cabe mencionar que para este diseño se realizó una

entrevista con la familia, quienes expresaron se deseó de mejorar la productividad del predio para impulsar su situación económica, además de obtener leña y madera que es utilizada para sus fogones y dar abrigo en las épocas de invierno. Por tanto, se ha establecido dos sistemas agroforestales: uno agro silvícola, que incluye la práctica de cercas vivas con tres especies forestales (*Alnus acuminata*, *Buddleja incana* y *Erythrina edulis*), y otro silvopastoril, que implica la incorporación de árboles en pasturas utilizando la especie *Erythrina edulis*. Todo esto con el propósito de mejorar la productividad y cumplir con los objetivos de la familia.

Es por esta razón, que el presente estudio se enfoca en la evaluación de la rentabilidad financiera y económica del sistema agroforestal propuesto, con la finalidad de poder mostrar a la familia los beneficios económicos que se pueden obtener del predio, con un plus en la sostenibilidad del suelo.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio:

La presente investigación se realizó en un predio determinado, ubicado en la comunidad El Manzanal a 2.875 msnm, que pertenece a la parroquia de Caranqui, cantón Ibarra, provincia Imbabura.

Caracterización edafoclimática:

La comunidad de El Manzanal tiene un suelo de orden Molisol, los cuales se distinguen por su alta concentración de materia orgánica son de color oscuro y apropiados para la agricultura (PDOT, 2021), en cuanto al clima, la zona presenta una temperatura promedio que oscilan entre 4 y 8°C, una precipitación anual promedio que varía de 800 a 2.000 mm, y una humedad relativa del 80% de acuerdo con (Pourruut *et al.*, 1995).

Metodología

Los datos y la información generada a partir de las tecnologías agroforestales se recolectaron y analizaron dentro su contexto real, sin incorporar diseños experimentales ajenos a la realidad.

En base a estas consideraciones, el presente estudio adoptó un enfoque de carácter cualitativo, dado que se emplearon datos de las variables que se obtuvieron mediante entrevistas. En cuanto a sus características, la investigación es aplicada en función de sus objetivos, descriptivo en cuanto a su alcance, no experimental en términos de diseño, sincrónica por el tiempo y por el lugar es de campo.

La investigación se llevó a cabo en la finca de la Sra. Zoila Tuquerres con la participación de los integrantes de su familia, y también se realizaron visitas a los mercados con el fin de recabar datos para efectuar en análisis financiero.

Toma de datos:

En el presente estudio se incluyó un desglose de los costos asociados a los cultivos agrícolas, respetando las parcelas asignadas a cada tipo cultivo. Esto se justifica por la práctica de una agricultura con una cosmovisión andina en la finca seleccionada, donde los propietarios ya tienen establecidos sus cultivos en función de su productividad en el mercado local.

La determinación de estos costos se basó en una serie de metodologías que incluyeron visitas al mercado Amazonas, entrevistas con productores que desempeñan un rol de proveedores de los centros de acopio y

expendio, consultas en establecimientos de venta de semillas, así como la revisión de sitios oficiales, como la web del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para recopilar datos reales necesarios para llevar a cabo el análisis financiero.

Con lo concerniente a la obtención de madera se recolectaron datos relativos a los costos vinculados a las especies forestales que se establecieron en el diseño agroforestal. Esto se realizó mediante visitas a aserraderos y viveros, con el fin de realizar un balance económico que permita estimar el rendimiento que se obtendrá en un futuro con el diseño agroforestal.

Cabe mencionar que se llevó a cabo una evaluación de los tres indicadores financieros: el VAN, la TIR y la relación de B/C, con el propósito de mostrarle a la propietaria y su familia la rentabilidad que se podría esperar en un futuro si se implementa el diseño agroforestal en el predio.

Variables

Se consideró las siguientes:

- Ciclos de cultivo
- Proyección de la productividad
- Sondeo de mercado

- **Valor actual neto (VAN)**

Es el valor que actualiza mediante una tasa de descuento prefijada, el flujo de beneficios netos (beneficios totales - costos totales) generados por el proyecto de inversión. La fórmula para obtener el VAN es:

$$VAN = \frac{\sum_{t=1}^n (B_t - C_t)}{(1 + r)^t} - I_0$$

Nota: López (2006)

Donde:

B_t = Beneficio en el año t

C_t = Costos en el año t

r = tasa de descuento aplicada

I_0 = valor del desembolso inicial de la inversión

- **Tasa interna de retorno (TIR)**

La TIR expresa la tasa de interés real máxima que podría pagar un proyecto por los recursos monetarios utilizados, una vez recuperados los costos de inversión y operación. El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos independientes cuya TIR sea igual o mayor que la tasa de actualización seleccionada (Muñante, 2002).

$$TIR = \frac{\sum (B_t - C_t)}{(1 + p)^t} = 0$$

Nota: López (2006)

Donde:

B_t = Beneficio alcanzado en el año t

C_t = Costos incurridos en el año t

p = Tasa interna de retorno aplicada

- **Relación Beneficio – Costo (B/C)**

Expresa los beneficios netos obtenidos por unidad monetaria total invertida durante la vida útil del proyecto; si el valor es menor que uno, indicará que la corriente de costos actualizados es mayor que la corriente de beneficios y por lo tanto la diferencia ($B/C - 1$), cuyo valor será negativo, indicará las pérdidas por unidad monetaria invertida y viceversa, cuando la B/C es mayor que uno, la diferencia ($B/C - 1$), cuyo valor será positivo, indicará la utilidad por unidad monetaria invertida. La fórmula para obtener la relación beneficio-costos es:

$$B/C = \frac{\text{total beneficios descontados}}{\text{total costos descontados}}$$

Nota: López (2006)

Si el resultado de la R B/C es mayor a 1 se acepta el proyecto, y si este es igual a cero o menor se mantiene o se rechaza.

Resultados y discusión

Para evaluar la rentabilidad del diseño propuesto, se elaboró un flujo de caja que incorpora datos relacionados con los ciclos de cultivo de cada especie, las proyecciones de la productividad y el sondeo de mercado para establecer los precios de venta. Es relevante destacar que este flujo de caja se dividió en cuatro segmentos: cultivos de ciclo corto, cultivo de frutales, proyecciones de animales y proyecciones de especies forestales. En relación con los ingresos, se han considerado los cultivos de ciclo corto, que se encuentran en la propiedad y que, según las entrevistas realizadas, forman parte de la dieta tradicional de la familia y se consideran la principal fuente de ingresos a través de su comercialización. En donde cinco de estos seis productos presentan una productividad anual (Tabla 1), con la única excepción del cultivo de melloco, que experimenta dos ciclos de cultivo al año, lo que da como resultado un subtotal de \$ 3.082,00.

Tabla 1: Ingresos de cultivos de ciclo cortó.

Ingresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
Morocho	Quintal	48	1	25,00	1200,00
Melloco	Quintal	1	2	45,00	90,00

Alverja	Bulto	24	1	65,00	1560,00
Habas	Quintal	16	1	7,00	112,00
Choclo	Quintal	6	1	20,00	120,00
Subtotal					\$ 3.082,00

En cuanto a los ingresos derivados de los cultivos de frutales, se han tenido en cuenta sus diferentes ciclos de productividad a lo largo del año. El tomate de árbol, como se ha mencionado en el estudio de Sandoval y Calispa (2015), presenta un ciclo de producción por año. Por otro lado, las moras de castilla muestran dos ciclos de cosecha al año, generando así un subtotal de \$ 3.184,00 (Tabla 2).

Tabla 2: Ingresos de frutales.

Ingresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
Tomate de árbol	Quintal	20	1	50	1000
Moras de castilla	Canasta (12lb)	91	2	12	2184
Subtotal					\$ 3.184,00

A cerca de los ingresos derivados a la venta de animales, se ha registrado un subtotal de \$ 2.100, 00. Estos ingresos se generan a partir de la comercialización del ganado cada tres años. Es importante destacar que, de acuerdo con la capacidad de carga animales en esta región, menciona Flores (2015), que se recomienda mantener un máximo de tres cabezas por hectárea, con el fin de prevenir el sobrepastoreo en la zona de la Sierra. Con lo concerniente a la ganancia de sus ventas, se siguieron los precios establecidos por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2019) lo que implica una supuesta ganancia anual de \$ 700 hasta que alcance el periodo de años predefinido como se detallan en la (Tabla 3).

Tabla 3: Ingreso de animals.

Ingresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
Vaconas	Vacas	3	Cada 3 años	700	2100
Subtotal					\$ 2.100,00

Por último, tenemos los ingresos generados a partir del aprovechamiento de los árboles en este diseño agroforestal. Para este propósito, hemos seleccionado tres especies diferentes que se adaptan favorablemente al entorno debido a sus características botánicas y sus beneficios que aportan al suelo. Entre ellas, se encuentra la especie *Alnus acuminata*, que proporcionará tablones y tablas que estarán listos para su aprovechamiento después de un periodo de 15 años, conforme al turno de corte recomendado por Ecuadorforestal (2012). La especie *Erythrina edulis* generará ingresos a partir del séptimo año a través de la venta de leña, según lo indicado por Barrera et al. (2010). Finalmente, la especie *Buddleja incana* aportará ingresos a partir del quinto

año mediante la comercialización de leña, tal como se menciona en el estudio de Voss, et al. (2001). Todas estas consideraciones contribuyen a tener un subtotal de \$ 16.827,20 como se presenta en la (Tabla 4).

Tabla 4: Ingresos de árboles.

Ingresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
Alnus acuminata	Tablón (m3)	2194	15 años	3,2	7021
Subtotal					\$ 7.020,80
Alnus acuminata	Tabla (m3)	4292	15 años	2,2	9442
Subtotal					\$ 9.442,40
Erytrina edulis	Leña (m3)	13	Desde los 7 años	14	182
Buddleja incana	Leña (m3)	13	Desde los 5 años	14	182
Subtotal					\$ 364,00

En el contexto de los egresos, se aplicó un procedimiento similar al empleado para el cálculo de los ingresos. En donde los desembolsos asociados a la venta de cultivos de ciclo corto se estimaron en \$ 68,63 (Tabla 5). Mientras que los cultivos de frutales representaron un desembolso de \$ 96,75 (Tabla 6). Los gastos vinculados al cuidado de los animales resultaron en una cantidad de \$ 126 (Tabla 7). Con respecto a la introducción de especies forestales, se generó un gasto de \$ 212,50 (Tabla 8). Además con lo que respecta a la transformación de la madera en tablas se tuvo una inversión de \$7.575, 44 (Tabla 9). Adicionalmente se tuvo en cuenta la transformación de la madera en tablonos generando un monto de \$5.594, 70 (Tabla 10). Por último, se contabilizaron los costos inherentes a la preparación del terreno, arrojando un subtotal de \$ 1.019,29 (Tabla 11).

Sin embargo, se debe tener en consideración que los egresos de costos asociados a los cultivos de ciclo corto, el cuidado de los animales y la preparación del terreno se mantendrán constantes anualmente, dado que son gastos esenciales que se incurren después de cada cosecha. En cuanto a las parcelas destinadas a los frutales y las especies forestales, se han considerado como un gasto único, dado que una vez plantadas, conservaran su productividad con un adecuado manejo en el caso de las especies frutales. Con lo referente a las especies leñosas tendrán manejos silvícolas, como la poda de las copas de los árboles y la eliminación de ramas, así como el raleo, con la finalidad de ser explotadas de manera continua a partir del quinto año en adelante, hasta alcanzar los quince años, que es el periodo cubierto por el flujo de efectivo.

Tabla 5: Egresos de cultivos de ciclo cortó.

Egresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
Semillas Morocho	Libras	25	1	0,25	6,25
Semillas Melloco	Libras	12,5	2	0,92	23
Semillas Alverja	Libras	12,5	1	0,96	12
Semillas Habas	Libras	12,5	1	0,75	9,375
Semillas Choclo	Libras	12,5	1	1,44	18

Subtotal **\$ 68,63**

Tabla 6: Egresos de frutales.

Egresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
Plantas de tomate árbol	Planta	117	N/A	0,25	29,25
Plantas moras castilla	Planta	45	N/A	1,5	67,5
Subtotal					\$ 96,75

Tabla 7: Egresos del cuidado de los animales.

Egresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
vacunas	animal	6	1	21	126
Subtotal					\$ 126,00

Tabla 8: Egresos de los árboles.

Egresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
<i>Alnus acuminata</i>	Planta	91	N/A	0,5	45,5
<i>Erythrina edulis</i>	Planta	153	N/A	0,5	76,5
<i>Buddleja incana</i>	Planta	181	N/A	0,5	90,5
Subtotal					\$ 212,50

Tabla 9: Transformación de la madera (tablas).

Item	Valor Unitario	Valor Total	Cantidad
Valor por pata		0,41	1759,72
Notaria		0,03	140,24
Registro de la propiedad		0,01	46,75
Aserrado de la tabla		0,50	2146,00
Transporte menor		0,50	2146,00
Carga		0,02	72,26
Transporte mayor		0,29	1264,48
Por tabla	\$	1,76	\$ 7.575,44

Tabla 10: Trasformación de la madera (tablones)

Item	Valor Unitario	Valor Total	Cantidad
Valor por pata	0,59	1294,46	2194
Notaria	0,05	109,70	
Registro de la propiedad	0,02	43,88	
Aserrado del tablón	0,75	1645,50	
Transporte menor	0,70	1535,80	
Carga	0,04	87,76	
Transporte mayor	0,40	877,60	
Por tablón	\$2,55	\$ 5.594,70	

Tabla 11: Egresos en la preparación del terreno.

Egresos	Unidad	Cantidad	Ciclos/año	Precio de venta c/u	Venta total
Arado	Hectárea	3,5	1	57,14	200
Abono	quintales	17	1	40	680
herbicidas	Galones	7	1	19,9	139,3
Subtotal					\$ 1.019,29

Considerando la información previamente presentada, el flujo de efectivo se inicia en el periodo cero y se extiende hasta alcanzar un periodo de quince años de actividad productiva, como se muestra en la (Tabla 12). Esta extensión temporal se fundamenta en la consideración de los diversos ciclos de productividad asociados a los distintos cultivos y especies forestales involucradas. Este proyecto comienza con una inversión inicial de \$ 12.000 en el año cero, y en el primer año se registra un beneficio de \$ 3.742,84. A medida que se incorporaran los sucesivos ciclos de productividad de las parcelas correspondientes, las ganancias aumentan año tras año. En el año quince, se alcanza el punto de mayor rentabilidad, ya que todo el sistema agroforestal se encuentra en plena productividad, generando una ganancia de \$ 10.809,14.

Tabla 12: Flujo de caja por años.

Año	Ingresos	Egresos	Flujo/año
0	-	\$ 12.000,00	-\$ 12.000,00
1	\$ 5.266,00	\$ 1.523,17	\$ 3.742,84
2	\$ 6.266,00	\$ 1.213,92	\$ 5.052,09

3	\$	8.366,00	\$	1.213,92	\$	7.152,09
4	\$	6.266,00	\$	1.213,92	\$	5.052,09
5	\$	6.448,00	\$	1.213,92	\$	5.234,09
6	\$	8.548,00	\$	1.213,92	\$	7.334,09
7	\$	6.630,00	\$	1.213,92	\$	5.416,09
8	\$	6.630,00	\$	1.213,92	\$	5.416,09
9	\$	8.730,00	\$	1.213,92	\$	7.516,09
10	\$	6.630,00	\$	1.213,92	\$	5.416,09
11	\$	6.630,00	\$	1.213,92	\$	5.416,09
12	\$	8.730,00	\$	1.213,92	\$	7.516,09
13	\$	6.630,00	\$	1.213,92	\$	5.416,09
14	\$	6.630,00	\$	1.213,92	\$	5.416,09
15	\$	25.193,20	\$	14.384,06	\$	10.809,14

Es pertinente resaltar que, a partir del flujo de caja global, se generó un flujo de caja promedio que se distribuyó de manera uniforme entre las 3,5 hectáreas del terreno, resultando en un valor de \$ 1.750,57 tal como se detalla en la (Tabla 13). Para así poder determinar las ganancias que se obtendrán por cada hectárea que tiene el predio en estudio.

Tabla 13: Flujo de caja promedio por hectárea.

Ingresos	Egresos	Gran total
\$ 2.354,16	\$ 603,19	\$ 1.750,57

Con base a estos resultados, se calculó un flujo de caja mensual por hectárea, lo que generó una ganancia de \$ 145,88 tal como se presenta en la (Tabla 14). En última instancia, se contempló una reinversión del 20% por parte del propietario para hacer frente a posibles contingencias, tomando en cuenta el valor de las ganancias por hectárea. Esto resultó en un valor neto de \$ 1.400,46, modificando de esta manera las ganancias mensuales en un valor de \$ 116,70, según se detalla en la (Tabla 15).

Tabla 14: Flujo de caja promedio por mes/ha

Ingresos	Egresos	Gran total
\$ 196,18	\$ 50,30	\$ 145,88

Tabla 15: Reinversión

	Reinversión 20%	Neto
Hectárea	\$ 350,11	\$ 1.400,46
Mensual		\$ 116,70

En lo que concierne a los indicadores de rentabilidad, se han calculado los tres índices más significativos. El Valor Presente Neto (VAN) que cifra en \$ 24.337,88, la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanza el 43,1% considerando una tasa de descuento del 12% y el índice de rentabilidad, o la relación Beneficio-Costo (B/C) señala que, por cada dólar invertido, se generará una ganancia de \$ 2,83, como se detalla en la (Tabla 16). En consecuencia, este diseño agroforestal demuestra ser económicamente viable, respaldado por los indicadores de rentabilidad, Estos indicadores instan al propietario a considerar la inversión en el diseño propuesto, dado que en un periodo relativamente breve, este proyecto contribuirá a mejorar su situación financiera y, por consiguiente daremos el cumplimiento a los objetivos de la familia en el cual mencionaron que desean en primer lugar mejorar su situación financiera y, como resultado, elevaran las condiciones de vida de su familia en su conjunto.

Tabla 16: Índices de rentabilidad.

Índices	Rentabilidad
Valor Presente neto (VAN)	\$ 24.337,88
Tasa interna de Retorno (TIR)	43,1%
Índice de rentabilidad o B/C	\$ 2,83

En el contexto del área de investigación, se propuso el agrupamiento de dos sistemas agroforestales, respetando los conocimientos tradicionales propios del lugar. Es esencial tener en cuenta que la familia propietaria del predio posee un valioso conocimiento ancestral que ha sido transmitido a lo largo de generaciones y que perdura hasta la actualidad. Esto incluye prácticas como el uso de la yunta, en la que los bueyes son empleados para arar el terreno y mantienen los cultivos propios del lugar. Es por ello que en base a la investigación de Benítez Bastidas (2017), destaca que el pueblo Quichua Caranqui aún mantiene la cosmovisión andina, donde las comunidades Quichuas agradecen a la Pachamama y al Sol por las cosechas, además de considerar el calendario lunar para empezar con la planificación de las sus actividades agrícolas. Adicionalmente, las especies seleccionadas para el diseño agroforestal se ajustan a las condiciones del lugar y poseen madera de calidad, adecuada tanto para su uso general como para la obtención de leña. En consecuencia, se espera obtener beneficios económicos a través de su comercialización. Por lo que, a la incorporación de estas especies, incrementará el índice de rentabilidad del predio a mediano y largo plazo y a su vez fortalecerá la situación económica.

Por lo antes mencionado y para garantizar la aceptación de esta propuesta del diseño agroforestal por parte del propietario, es que se llevó a cabo un análisis de rentabilidad neta, que arrojó un valor promedio aproximado positivo de \$ 116,70 mensuales. Estos resultados pueden atribuirse a las ventajas inherentes de los sistemas agroforestales, tanto desde una perspectiva económica como ambiental, tal como lo menciona en sus estudios (Villanueva et al., 2009).

De acuerdo con la investigación realizada por Ramírez et al. (1993), se llevó a cabo una comparativa entre dos enfoques de cultivo: uno basado en prácticas agrícolas convencionales que implica el monocultivo, causando un deterioro al suelo, y otro que incorporó sistemas mejorados de agrosilvicultura. Los resultados de este análisis demuestran que en el sistema mejorado existe una mayor liquidez en comparación con los sistemas tradicionales, generando ingresos mensuales de \$ 598,99 con una tasa de reinversión del 8%. Estos hallazgos respaldan la premisa planteada de que los sistemas agroforestales presentan ventajas económicas superiores para los propietarios en comparación con los sistemas de cultivo tradicionales.

En relación con los indicadores de rentabilidad, el terreno en estudio supera significativamente la tasa referencial del 12%, alcanzado una tasa de interés del 43,1%, lo que representa un aumento tres veces mayor que la tasa establecida. Además, presenta una relación de Beneficio-Costo (B/C) de \$ 2,83, lo que indica claramente la eficiencia del sistema. Estos niveles de rentabilidad son comparables con los resultados del estudio llevado a cabo por Paredes et al. (2020) que se enfoca en el análisis financiero de un sistema agroforestal en la zona de Intag, dentro de la provincia de Imbabura. En dicho estudio, se obtuvo una tasa de interés del 58% y un B/C de \$ 6,28 en una extensión de 3 hectáreas, lo que generó ingresos constantes y sostenibles para la familia beneficiaria. Estos resultados respaldan la capacidad de los sistemas agroforestales para generar ingresos significativos a corto, mediano y largo plazo para los propietarios.

De igual manera, resulta imprescindible considerar la sostenibilidad de los sistemas agroforestales en la zona norte del Ecuador, tal como se aborda en el estudio de Añazco (2017). Este estudio se enfoca en la evaluación de tres indicadores clave: el indicador económico, donde se observa que todos los sistemas analizados demuestran una rentabilidad positiva; el indicador social, que valora la importancia de la mano de obra familiar; y el indicador ambiental, que resalta que las prácticas agroforestales representan tecnologías adecuadas para diversificar los monocultivos, fomentando la restauración del suelo, el aumento de la biodiversidad y contribuyendo positivamente a la mitigación del cambio climático a través de la captura y almacenamiento de carbono. En este proceso, las especies forestales desempeñan un papel crucial conjuntamente con el suelo, es por ello la importancia de elegir las especies idóneas para los sistemas.

Sustentabilidad económica: entre las ventajas percibidas por la implementación de los sistemas Silvopastoril, los productores destacan: el aumento del capital circulante proveniente de una mayor diversificación en la producción en cada parcela, obteniendo por ello productos con diferente tiempo de maduración y escala de tiempo y operación, permitiendo además la reducción del riesgo inherente al Mercado (Paredes, 2018).

Con lo que respecta al desarrollo sostenible de la agricultura tradicional Aguilera Pena (2016) señala que la implementación de sistemas agroforestales conlleva interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes, en donde el objetivo central es lograr un sinergismo que conduzca a alcanzar metas superiores en productividad y en servicios ambientales, presentado una serie de alternativas que puedan abordar las necesidades de las poblaciones rurales y promoviendo el desarrollo sostenible.

Estos aportes resultan fundamentales para el establecimiento de los sistemas agroforestales, ya que ofrecen soluciones tanto a los impactos negativos generados por las actividades agrícolas como a los problemas derivados de los monocultivos. Además, generan beneficios tanto económicos como sociales, incluyendo consideraciones ambientales. En donde dada la creciente amenaza del cambio climático y el aumento de la población, lo que hace que las zonas rurales sean las más afectadas, se vuelve esencial promover estrategias que aborden esta problemática, y la implementación de sistemas agroforestales se presenta como una de las vías para mejorar la calidad de vida de los sectores vulnerables.

Conclusiones

Los indicadores de rentabilidad muestran un Valor Presente Neto (VAN) de \$ 24.337,88, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 43,1% y una relación Beneficio – Costo (B/C) de \$ 2,83. Estos resultados confirman la viabilidad de la implementación de este diseño agroforestal, anticipando una mejora en la situación económica de la familia a mediano y largo plazo.

El análisis del flujo de caja proporcionó un registro de ingresos y egresos relacionados con los sistemas agroforestales, que se extiende desde el período inicial hasta los quince años. Durante este periodo, se alcanza una máxima productividad neta de \$ 10.809,14, ya que el sistema opera en su pleno rendimiento.

Agradecimientos

A la comunidad andina Quichua de El Manzanal, perteneciente a la parroquia de Caranqui, en el cantón Ibarra, provincial de Imbabura, en Ecuador. De manera especial a la familia de la Sra. Zoila Tuquerres, y a todos quienes contribuyeron con información oral, mostrando así su generosidad de compartir su conocimiento ancestral.

Referencias

- Aguilera Pena, R. (Febrero de 2016). "Agroforestería una propuesta para el desarrollo sostenible de la agricultura en la cordillera Chongon Colonche - Ecuador". *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*. Recuperado el 04 de Octubre de 2023, de Agroforestería una propuesta para el desarrollo sostenible de la agricultura en la cordillera Chongon Colonche - Ecuador": <https://www.eumed.net/rev/delos/25/agroforesteria.html>
- Añazo, M. (2017). Hacia la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en el Ecuador continental...un aporte del árbol a la diversificación agrícola y ganadera. En Á. Calvache, & J. Filgueria, *Agricultura Sostenible del Ecuador* (págs. 49 - 71). Guayaquil: CIDE. Recuperado el 26 de Septiembre de 2023, de <https://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/15/1/Agricultura%20Sostenible%20del%20Ecuador.pdf>
- Barrera, N., Acero, L., & Mejia, M. (2010). *Erythrina edulis Triana ex Micheli*. En J.A.Vozzo, *Manual de semillas de árboles tropicales* (págs. 445 - 447). Bogotá. Recuperado el 12 de Septiembre de 2023, de <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Manual%20de%20Semillas%20de%20Arboles%20Tropicales.pdf>
- Benítez Bastidas, N. (2017). Recuperado el 25 de Octubre de 2023, de Formas y modos de vida de los pueblos kichwas de Imbabura (Ecuador): territorio, organización, patrimonio e interculturalidad: https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/6012/1/TDUEX_2017_Benitez_Bastidas.pdf
- Céspedes, C., & Vargas, S. (2021). *Agroecología Fundamentos y técnicas de producción, y experiencia en la Región de Los Ríos*. Osorno, Chile: Libro INIA N° 45, 370 p. Instituto de Investigaciones

- Agropecuarias. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/147618/NR42695.pdf?sequence=1>
- Comisión Forestal Nacional . (2012). Obtenido de Estrategia Nacional de Agrosilvicultura: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/5/4151Estrategia%20Nacional%20de%20Agrosilvicultura.pdf>
- Ecuadorforestal. (2012). *Ecuador Forestal*. Obtenido de Ficha técnica Aliso: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/ALISO.pdf>
- Garza, E., Santiago, A., Musálem , M., Lindermann, V., & Olvera, A. (2012). *SciELO*. Obtenido de Diversity of useful species and agroforestry systems: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-40182012000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- López, G. (2006). Obtenido de Cálculo financiero aplicado (Un enfoque profesional): http://fepi.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/39/2014/12/FEP_Lopez_Dumrauf_Cap.-10.pdf
- MAG. (Septiembre de 2019). Recuperado el 08 de Septiembre de 2023, de Precios referenciales de ganado bovino, según su clasificación: <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/ANEXO-2.pdf>
- Muñante D.D. 2002. Manual de formulación y evaluación de proyectos. UACH, Mex. León, G.H. 2001. Manual para el cultivo del tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.
- Paredes, H., Chagna, E., Carvajal, J., & Yépez, R. (2018). Sistemas agroforestales para la implementación de sistemas agroforestales en la provincia de Imbabura. *Ibarra, Ecuador*. <file:///C:/Users/CASA/Downloads/Sistemas%20Agroforestales%20publicado%202.pdf>
- Paredes, H., Vallejo, H., & Añazco , M. (18 de Septiembre de 2020). *Cidecuador*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2023, de Evaluación financiera de un sistema agroforestal de *Alnus nepalesnsis* D. Don (aliso), en asocio con *Coffea arabica* (café) y *Calliandra pittieri* Standl (tura), en la zona de Intag, Cotacachi, Imbabura.: https://cidecuador.org/wp-content/uploads/congresos/2020/iv-forestal/diapo/evaluacion-financiera-de-un-sistema-agroforestal-de-alnus-nepalesnsis_hugo-paredes.pdf
- PDOT, I. (2021). *PDOT de San Miguel de Ibarra*. Obtenido de <https://www.ibarra.gob.ec/site/docs/lotaip2021/anexos/s/PDOT%202020-2040%20CANTON%20SAN%20MIGUEL%20DE%20IBARRA.pdf>
- Pourruut, P., Róvere, O., Romo, I., & Villacrés, H. (1995). Clima del Ecuador. *El agua en el Ecuador: clima, precipitaciones y escorrentías*, 13 - 26. Recuperado el 26 de Diciembre de 2022, de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014827.pdf
- Ramírez, A., Seré, C., & Uquillas, J. (12 de Abril de 1993). *CIAT*. Recuperado el 14 de Agosto de 2023, de Impacto Socioeconómico de Sistemas Agroforestales en la Región Amazónica del Ecuador: http://ciat-library.ciar.org/articulos_ciat/Digital/S494.5.A45R3C.3_impacto_socioeconomico_de_sistemas_agroforestales_en_la_region_amazonica_del_ecua.pdf
- Remmers, G. (1993). Agricultura tradicional y agricultura ecológica. *Dialnet*, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=82907>.

- Sánchez, Ó., Navarrete, G., & Rivera, A. (2013). Guía Técnica SAF. En Ó. Sánchez, G. Navarrete, & A. Rivera, *Guía Técnica SAF* (pág. 4). EuroDigital Comunicación. Obtenido de Guía Técnica SAF: https://www.biopasos.com/biblioteca/guia_sistemas_agroforestales.pdf
- Sandoval, C., & Calispa, A. (06 de Abril de 2015). *Agrocalidad*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2023, de Guía de buenas prácticas agrícolas para tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.): <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/Gu%C3%ADa-de-BPA-para-tomate-de-%C3%A1rbol-jul.pdf>
- Santana, M., & Valencia, J. (19 de Noviembre de 1998). Obtenido de PRODUCCIÓN GANADERA SOSTENIBLE SILVOPASTOREO: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3922/1/20061127165944_Produccion%20ganadera%20sostenible%20silvopastoreo.pdf
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F., Ríos, N., & Sepúlveda, C. (2009). Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. En C. Sepúlveda, & M. Ibrahim, *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas* (págs. 103 - 125). CATIE. Recuperado el 11 de Agosto de 2023, de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7964/Políticas_y_sistemas_de_incentivos.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Voss, O., Aguirre, N., & Hofstede, R. (2001). *ECOPAR*. Recuperado el 08 de Septiembre de 2023, de Sistemas Forestales Integrales para la Sierra del Ecuador: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1426&context=abya_yala