

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

- 1. TÍTULO:** Sostenibilidad del asocio de árboles con cultivos en el cantón Pimampiro, norte de Ecuador
- 2. AUTOR:** Luis Jairo Yamberla Anrrango
- 3. DIRECTOR:** Ing. Mario José Añazco Romero, Mgs.
- 4. COMITÉ LECTOR:**
Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja, Mgs.
Ing. Gladys Neri Yaguana Jiménez, MSc.
Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.
- 5. AÑO:** 2017
- 6. LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** Comunidad Los Árboles, Parroquia Pimampiro, cantón Pimampiro
- 7. BENEFICIARIOS:** Pobladores de la Parroquia Pimampiro

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Yamberla Anrrango

NOMBRES: Luis Jairo

C. CIUDADANIA: 100350821-3

TELÉFONO CONVENCIONAL: 2946-601

TELEFONO CELULAR: 0992277531

CORREO ELECTRÓNICO: jonh2cr@hotmail.com

DIRECCIÓN: Imbabura – Otavalo – San Juan de Ilumán – AV. Atahualpa y Shyris, 171.

AÑO: 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 20 de febrero del 2017

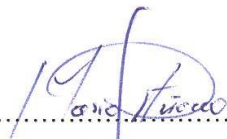
Yamberla Anrrango Luis Jairo: “Sostenibilidad del asocio de árboles con cultivos en el cantón Pimampiro, norte de Ecuador” / TRABAJO DE TITULACIÓN. Ingeniero Forestal.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra, 20 de febrero del 2017. 111 páginas.

DIRECTOR: Ing. Añazco Romero Mario José, Mgs.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar la sostenibilidad del asocio de árboles con cultivos, en el cantón Pimampiro, norte de Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Analizar la rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola, Determinar los aportes del sistema agroforestal a la soberanía alimentaria de la familia y Evaluar la sostenibilidad ecológica del sistema agroforestal.

Fecha: 20 de febrero del 2017



.....
Ing. Añazco Romero Mario José, Mgs.

Director de Trabajo de Titulación



.....
Yamberla Anrrango Luis Jairo

Autor

“SOSTENIBILIDAD DEL ASOCIO DE ÁRBOLES CON CULTIVOS EN EL CANTÓN PIMAMPIRO, NORTE DE ECUADOR”

Autor: Luis Jairo Yamberla Anrrango
Director de Trabajo de Titulación: Ing. Mario José Añazco Romero, Mgs.
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera de Ingeniería Forestal
Universidad Técnica del Norte
Ibarra-Ecuador
jonh2cr@hotmail.com
Teléfono: (06)2946601/0992277531

RESUMEN

El sistema agroforestal objeto de estudio se encuentra en la comunidad Los Árboles, perteneciente al cantón Pimampiro, provincia de Imbabura ocupa una superficie de cinco hectáreas; donde, se evaluó la sostenibilidad de un sistema agrosilvícola compuesto por las especies forestales *Alnus acuminata* y *Juglans neotropica*, y los cultivos agrícolas siguientes: pimienta (*Capsicum annuum*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), granadilla (*Passiflora ligularis*) y cultivo forestal frutal presentado por aguacate (*Persea americana*). El primer objetivo fue determinar la rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola; el mismo, reportó un VAN de USD 24789,71; TIR de 15% y la relación B/C de USD 2,26 evaluado en el periodo de 20 meses. En el segundo objetivo se planteó determinar los aportes del SAF a la soberanía alimentaria de la familia; en el cual se conoció que la finca aporta con 5% de producción al consumo familiar y el 95% destinado al mercado. Con los réditos obtenidos por la venta la familia tiene accesibilidad a nuevos productos que complementen la dieta. Mediante el tercer objetivo se evaluó la sostenibilidad ecológica del SAF; basado en los indicadores de suelo y biodiversidad. Los parámetros de suelos se relacionaron con un monocultivo, donde el SAF presentó mejores características físicas, químicas y de MO. Mientras que la biodiversidad fue mostrada por la edafofauna presente bajo linderos y cultivos, donde se encontraron cuatro Órdenes: Colémbola, Coleóptera, Hemíptera y Díptera, de los cuales los Colémbolos tienen mayor presencia en la cortina rompevientos. En conclusión, el sistema agrosilvícola es sostenible.

ABSTRACT

The agroforestry system is in Los Árboles community, from Pimampiro city, with an area around five hectares. In this community was evaluated the sustainability of the association of trees with crops (agroforestry system), through economic, social and environmental parameters. The study site is considered mature, due to the time of establishment. The agroforestry system presented two types of practices such as: boundaries with walnut species (*Juglans neotropica*) and windbreaks species (*Alnus acuminata*). Additionally, inside the system there were rotating agricultural crops with species that include capsicum (*Capsicum annuum*), beans (*Phaseolus vulgaris*), passion fruit (*Passiflora ligularis*) and fruit forest cultivation presented by avocado (*Persea americana*). The first aim was based on the agroforestry system financial profitability; which reported a NPV of USD 24789.71; IRR of 15% and the B / C ratio of USD 2,26 assessed over the 20-month period. The second aim determined the contributions of the SAD to the family's food sovereignty. The results show that one part of obtained production goes to market and the other one is consumed by families. Additional incomes generate new opportunities to families, because they could access new products, which complement family diet. Finally, the last aim evaluated the ecological sustainability of SAF; based on the soil and biodiversity indicator. The soil parameters were related to a monoculture, where the SAF had better physical, chemical and OM characteristics. While biodiversity parameters showed more presence inside boundaries than crops, with following orders: Collembola, Coleoptera, Hemiptera and Diptera. In conclusion, the agroforestry system is sustainable.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales son opciones sostenibles, donde se combinan especies forestales y cultivos agrícolas en armonía.

En el Ecuador durante el periodo 1993-2003, la FAO y el INEFAN (hoy Ministerio del Ambiente) implementaron sistemas agroforestales mediante el Proyecto Desarrollo Forestal Campesino (DFC), este proyecto trabajó en todas las provincias de la región andina del país. Entre las principales prácticas destacan la asociación de árboles con cultivos anuales, árboles con cultivos perennes; cuya distribución arbórea se muestran como linderos, cercas vivas, cortinas rompevientos, y otros.

METODOLOGÍA

El estudio se efectuó en la comunidad Los Árboles perteneciente a la parroquia de mismo nombre del cantón Pimampiro, provincia de Imbabura, propiedad del señor Humberto Bolaños. La zona se ubica entre un rango de 2000 a 3000 msnm (PDOT- Pimampiro, 2011), la temperatura oscila de 12 a 18 °C y la precipitación varía entre 1000 a 2000 mm (INAMHI, 2006).

El levantamiento de información se llevó a cabo mediante encuestas y visitas asistidas durante un periodo de 20 meses, este proceso se basó en la metodología usada por Romo, García, Uribe & Rodríguez (2012) en sistemas agrosilvícolas. Para el análisis financiero del SAF se empleó los indicadores que hacen referencia al valor actualizado neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio costo (RB/C). Los datos usados consideraron los costos de; insumos, producción de cultivos, y el margen de ganancias y/o pérdidas presenciadas durante la evaluación del SAF.

Por otro lado, el aporte del SAF a la soberanía alimentaria identificó el porcentaje de producción que el SAF aporta al consumo familiar y el excedente que se destina al mercado.

La sostenibilidad ecológica fue determinada mediante dos indicadores que son suelo y biodiversidad. La primera identificó parámetros químicos, físicos, pH y de MO (Fassbender & Bornemisza, 1987); éstos valores obtenidos del SAF se hacen relación a un control (monocultivo). La segunda, fue levantada por medio de trampas *pifall* (de caída) del cual se obtuvo la riqueza y abundancia de edafofauna (Cabrera, Robaina & Ponce de León, 2011).

En el cantón Pimampiro, comunidad Los Árboles tradicionalmente los agricultores implementan diferentes tipos de sistemas agroforestales, sin embargo, no existen análisis de sostenibilidad que les permitan determinar los beneficios la eficiencia del mismo. Conocer esta información, es clave para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

La investigación consideró los siguientes objetivos: Analizar la rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola, Determinar los aportes del sistema agroforestal a la soberanía alimentaria de la familia, y Evaluar la sostenibilidad ecológica del sistema agroforestal.

Se estableció dos criterios de muestreo; en el área de copa (hasta 2 metros de la base del lindero) y en la proyección de copa (siete metros desde la base del lindero); y se obtuvo la relación presencia/edad del lindero o práctica del sistema agrosilvícola.

Para tener claridad de información de realizó la correlación influyendo parámetros químicos y físicos del suelo con la abundancia edáfica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RENTABILIDAD FINANCIERA

Durante el análisis financiero se tomó la de referencia el interés del Banco Central del Ecuador, del periodo fiscal 2015 correspondiente al 11,82%; y todos los valores se actualizaron.

Es clave aclarar que el sistema tiene 20 años por lo que se denomina maduro, y que al momento de evaluar la rentabilidad presentó ingresos económicos de USD 1120,00 generados por producción de aguacate, proveniente de 200 árboles. Los linderos del SAF se conformaban por especies de nogal (*Junglans neotropica*) y aliso (*Alnus acuminata*), los que marcaron un ingreso económico por precio de venta de árbol en pie de USD 4800,00 y 3570,00.

El flujo económico determinado por costos de inversión, mantenimiento e ingresos por producción indican un VAN de USD 34474,09; una TIR de 15% y relación B/C de USD 2,26. Este último, permite reconocer que el tipo de uso de suelo y la actividad que en ella se aplica es viable, y desde el punto de vista financiero presenta ganancias de USD 1,26 por cada dólar invertido y recuperado.

APORTES DEL SISTEMA AGROFORESTAL A LA SOBERANÍA ALIMENTARIA DE LA FAMILIA

El SAF al mantener una variedad de cultivos, contribuye con parte de estos al consumo de la familia y el resto destinado a la venta en el mercado del Cantón Pimampiro. Los productos que aportan sustancialmente a la economía de la familia son aguacate (*Persea americana*), granadilla (*Passiflora ligularis*), babaco (*Carica pentagona*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y pimiento (*Capsicum annum*).

Producción consumida por la familia y el mercado

El SAF distribuye la producción entre la venta y el consumo; en proporciones 39:1 aguacate, 7:2 babaco, y finalmente el limón en proporción 4:1. El fréjol durante su ciclo tuvo una producción de 2500 kg del cual se destinó, 100 kg para abastecer al hogar por un periodo estimado de seis meses, siendo 17 kg/mes de consumo; del pimiento se obtuvo 6000 kg del cual 12 kg surte a la familia para un periodo de un mes como

El mercado al cual la producción se dirige es principalmente el cantón Pimampiro, definido por la cercanía del mismo lo cual facilita la venta disminuyendo gastos de transporte. Existe variación en cuanto a costos de venta, puesto que la oferta en algunos meses es mayor debido a la competencia que otros productores infieren ofertando el mismo producto al mismo tiempo.

Desarrollo de empleo

Durante los 20 meses de evaluación el SAF requirió 812 jornales como se muestra en los mismos, que fueron utilizados en actividades de instalación, manejo y cosecha. Es clave notar que éste sistema de uso de tierra (SAF) contribuye a la localidad con oportunidades de trabajo; e, indirectamente impide que la gente migre a otras ciudades por busca de espacios para laborar.

De esta manera se encontró que en los primeros meses la actividad del SAF integra mayor cantidad de jornales a causa del ingreso e instalación de nuevos cultivos; así como en etapas de cosecha. En la evaluación se determinó que mano de obra sube desde el mes 10, 16 y 20; y en los demás tiende a ser constante debido al mantenimiento, manejo del sistema.

SOSTENIBILIDAD ECOLÓGICA DEL SISTEMA AGROFORESTAL

Suelo

Dentro del SAF se encontró diferencias en cuanto a macro y micronutrientes debido a su condición de lindero “a” y al manejo sometido del cultivo junto “b”.

En la condición de lindero se comprobó que existe mayor contenido nutricional; que a distancia de siete metros (cultivo contiguo). Como es el caso de la MO 0,36% mayor que su alledaño y 1,63% mayor que el monocultivo; estos valores van de la mano con el pH, el cual mostró mayor afinidad agrícola en el SAF con una tendencia prácticamente neutra, y el control con un valor de 8,30 equivalente a suelo alcalino no recomendado para actividades agrícolas, que concuerda con Navarro & García (2003).

Los macronutrientes principales también muestran contraste frente al monocultivos como se indica en la Tabla 1., de estos valores el N presenta mayor contenido en la base del lindero, atribuido por la incorporación de hojarasca y la misma capacidad de fijación del componente arbóreo y leguminosas corroborados por Fassbender & Bornemisza (1987).

Tabla 1. Resultados del análisis de suelos del SAF y control

Parámetros analizados	Unidad	SAF		Monocultivo
		A	b	
N	%	0,13	0,11	0,09
P	ppm	7,30	8,45	10,54
K	cmol/kg	0,72	0,78	0,82
Ca	cmol/kg	8,82	8,98	6,09
Mg	cmol/kg	3,36	3,16	5,14

Fuente: Elaboración propia, con base a información del Laboratorio de Suelos y Foliare, AGROCALIDAD, 2016.

En el caso de la MO, se encontró que la influencia de árboles (linderos) generó mayor disponibilidad de este recurso; demostrado en el en el lindero L1, L3; el primero influenciado por el beneficio atribuido por sedimentación de nutrientes ocurrida durante 4 años, ya que por el lindero cursaba el agua de riego del predio. El segundo por la característica de cortina rompevientos que genero mejores condiciones ambientales que incluye mayor humedad y menor velocidad del viento, así como se afirma también en el estudio de Cabrera *et al.*, (2011).

Existe mayor concentración de P en el monocultivo, valor atribuido por la acción antrópica; que agrega compuestos agroquímicos

para la producción agrícola que rotan dentro del predio, así como también mostró Sánchez (2002) y Paruelo *et al.*, (2005) en sus estudios a fines.

En cuanto a la CE el SAF presento 0,13 ds/m y el monocultivo 4,09 ds/m; donde el último demuestra deficiencia en cuanto a disposición de sales minerales lo que lo hace deficiente para continuar con acciones agrícolas.

Coefficiente de correlación

Se registró correlación entre arcilla y pH con (+) 1,00 y la materia orgánica con el nitrógeno (+) 0,99 valores altamente significativos al 99%. Es interesante recalcar que la abundancia de la edafofauna mostró una correlación inversa con pH y arcilla; que significa que mientras el pH tiende a la alcalinidad la presencia de morfoespecies rastreros baja.

Biodiversidad

La *diversidad vegetal* esta presentada por 33 especies en el SAF todas introducidas, puesto que el objetivo del propietario fue formar un medio de vida para la familia a través del uso del suelo, la idea fue tener acceso físico y económico de productos. Para discrepancia se tomó referencia al cultivo convencional cercano a esta propiedad perteneciente al Sr. Javier Pantoja en el que solamente se aprecia 2 especies.

El objetivo del monocultivo es cambiante a diferencia del SAF, puesto que no le atrae producir variedad de cultivos, sino solo satisfacer el mercado con un solo producto durante el año sin importarle el desgaste de suelo que este tipo de uso de suelo produce.

Existen diferencias ecológicamente extremas, pero sobre ambas la que siempre muestra mejor afinidad para la sostenibilidad ecológica es el SAF. De este modo se determinó que el uso de árboles en el SAF genera servicios ambientales como el mejoramiento de la calidad del suelo debido a la caída de hojarasca, incremento de la materia orgánica, cambio del tipo de suelo y otras como la de cortina rompevientos que genera un medio idóneo para refugios de aves e insectos que se determinó durante la investigación.

La *diversidad edáfica* registró mayor abundancia de insectos bajo los linderos; de los cuales, el que presentó más individuos fue el L3 correspondiente a la cortina rompevientos con aliso con un total de 648, seguido del lindero L2 con 478, L4 con 394 y por último la menor incidencia fue L1 con 236 morfoespecies; donde se identificaron cuatro órdenes taxonómicos que

son Coleóptera, Díptera, Colémbola y Hemíptero,

Mientras que en la proyección de copa (en cultivos) la incidencia de individuos fue negativa ya que baja totalmente; este eco se atribuye a que el propietario del SAF usa agroquímicos, herbicidas y hace control de plagas lo que infiere directamente sobre la riqueza y abundancia de macrofauna del suelo.

La presencia de individuos está estrechamente ligada al contenido de materia orgánica; así como se comprobó en la investigación donde el lindero L3 presenta mayor MO y alta abundancia; esta aseveración también la indica los resultados de Navarro & García (2003), donde menciona que existe directa proporcionalidad entre estos factores.

El orden Colémbolo es presentado en mayor cantidad bajo linderos, y de éstos con más abundancia el L3. De los resultados se determinó que existe relación proporcional de MO y este orden, así como lo demuestra también Cabrera (2012); donde indica que a mayor disponibilidad de MO la presencia de Colémbolos aumenta, definiéndolos como indicadores de fertilidad del suelo.

Es decir que muestra la fertilidad y estabilidad nutricional biológica; denominados indicadores de fertilidad de suelos.

CONCLUSIONES

- La rentabilidad del sistema fue positiva como lo demuestra los indicadores financieros VAN con USD 34474,09; TIR de 15% y la relación B/C de USD 2,26. Es clave hacer mención que desde la etapa inicial de evaluación del sistema el aguacate generó ingresos, debido a que fue establecido en el año 2003.
- El SAF aportó sustancialmente a la soberanía alimentaria de la familia con productos que tales como el fréjol, pimiento, aguacate, babaco, limón y granadilla; de modo que permitió la accesibilidad física y económica; con las ganancias generadas se alcanzaron productos nuevos que complementen la dieta alimenticia.
- La sostenibilidad ecológica del SAF fue demostrada por el indicador de suelo, que presentó características químicas y de materia orgánica mejores que el monocultivo. Por otro lado, la población de edafofauna encontrado en el sistema es bajo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el aprovechamiento de los frutos del nogal, con el fin de obtener ingresos extras que ayuden a la economía de la familia; el propietario cosecharía alrededor de 50 kg de nogal y los vendería por USD 60,00. De esta manera el lindero de nogal cumple con el servicio ambiental, el cual a pesar de estar en pie genera ingresos.
- Para incrementar la calidad ecológica es recomendable disminuir el uso de agroquímicos y sustituirlos por productos orgánicos.
- Para futuras investigaciones se recomienda realizar el estudio de diversidad de aves, esto con el objetivo de tener más información y así la investigación sea más concreta y precisa.

BIBLIOGRAFÍA

- **Cabrera, G. (2012).** La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. Pastos y Forrajes, 35(4), 346-363.
- **Cabrera, G., Robaina, N., & Ponce de León, D. (2011).** Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Pastos y Forrajes, 34(3), 313-330.
- **Fassbender, H., & Bornemisza, E. (1987).** Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Iica.
- **Navarro, G., & García, N. (2003).** Química Agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal.
- **Paruelo, J., Guerschman, J., & Verón, S. (2005).** Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Ciencia hoy, 15(87), 14-23.
- **Romo, L., García, B., Uribe, M., & Rodríguez, A. (2012).** Prospectiva financiera de los sistemas agroforestales de El Fortín, Municipio de Atzalan, Ver. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 18(1), 43-55.
- **Sánchez, J. (2002).** No más desiertos verdes! Una experiencia en agricultura orgánica. CODECE, 12(4)