



Modelo matemático para el desarrollo productivo y económico de agroecosistemas de la comunidad El Guzo, cantón Penipe

Mathematical model for the productive and economic development of agroecosystems of the community El Guzo, Penipe canton

Diana Elizabeth Loroña Alarcón.¹, Diana Katherine Campoverde Santos.² & Marcelo Eduardo Moscoso Gómez.³

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i3.1341>

According to United Nations data, the world population is expected to grow to 9.7 billion people by 2050, which reason agricultural and livestock production faces the challenge of strengthening the socioeconomic development of the population and feeding. having to achieve an ecological balance and the sustainable use of natural resources. Due to the aforementioned, there is currently a trend towards cleaner and more sustainable production, allowing resources to be protected so they are used by the current generation and those to come.

The mathematical model for the productive and economic development of the agroecosystem was carried out in the community El Guzo , Matriz parish belonging to the Penipe canton, Chimborazo province, and is built by collecting primary and secondary information from the community, using livestock indicators, agricultural, and economic.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. diana.lorona@esPOCH.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. diana.campoverde@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. marcelo.mosoco@esPOCH.edu.ec

In this study, it was determined that the main agricultural items of the community are: corn, beans, potato, blackberry, grass and fruit, goat Saanen breed, cattle, guinea pigs, poultry (meat and posture), rabbits and fish, these items are representative of the locality and with which strategies can be developed to obtain a sustainable production.

The Agricultural Productive Units (UPAs) were categorized according to their extension in: less than 1000 m², between 1000-5000 m², between 5001 and 10000 m² and over 10000 m². The study showed that not all items generate profitability, due to factors such as the size of the land.

The study determines that the size of the UPAs is directly proportional to the economic indices, the UPAs whose extension is greater than 10000 m² are the ones that generate the highest profitability and are the most efficient, the same ones that respond to the equation:

$$NPV = -2,32^{exp-11} + 0,96(Kg\ corn) + 0,27 (Potato\ Kg) + 1,82 (Bean\ Kg) + 0,09(Peach) + 0,81(Cow\ milk\ Lt)$$

Keywords: Mathematical model, sustainable development, productive development, agroecosystems.

Resumen.

De acuerdo con los datos de Naciones Unidas se espera que la población mundial crezca hasta 9.700 millones de personas en el 2050, por lo que la producción agrícola y pecuaria enfrenta el reto de fortalecer el desarrollo socioeconómico de la población y de alimentar a la misma, debiendo lograr un equilibrio ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales. Por lo antes mencionado, actualmente existe la tendencia a una producción más limpia y sustentable, que permita proteger los recursos para que sean aprovechados por la actual generación y por las venideras.

El modelo matemático para el desarrollo productivo y económico de agroecosistema se realizó en la comunidad El Guzo, parroquia Matriz perteneciente al cantón Penipe, provincia de Chimborazo, y está construido mediante la recolección de información primaria y secundaria de la comunidad mencionada, utilizando indicadores pecuarios, agrícolas, y económicos.

En el estudio se determinó que los principales rubros agropecuarios de la comunidad son: maíz, fréjol, papas, mora, pastos y frutales, caprinos raza Saanen, bovinos, cuyes, porcinos, aves (carne y postura), conejos y peces, siendo estos rubros representativos de la localidad y con los cuales se puede desarrollar estrategias para obtener una producción sustentable.

Las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) fueron categorizadas en función de su extensión en: menos de 1000 m², entre 1000 y 5000 m², entre 5001 y 10000 m² y sobre los 10000 m². En el estudio se evidenció que no todos los rubros generan rentabilidad, debido a factores como la extensión del terreno.

El estudio determina que el tamaño de las UPAs es directamente proporcional con los índices económicos, las UPAs cuya extensión es mayor a los 10000 m² son las que generan mayor rentabilidad y son las más eficientes, las mismas que responden a la ecuación:

$$VAN = -2,32^{exp-11} + 0,96(Kg \text{ Maíz}) + 0,27 (Kg \text{ Papa}) + 1,82 (Kg \text{ Fréjol}) \\ + 0,09(Kg \text{ Durazno}) + 0,81(Lt \text{ Leche Vacuna})$$

Palabras claves: Modelo matemático, desarrollo sustentable, desarrollo productivo, agroecosistemas.

Introducción.

De acuerdo con los datos de Naciones Unidas se espera que la población mundial crezca hasta 9.700 millones de personas en el 2050, por lo que la producción agropecuaria enfrenta el reto de fortalecer el desarrollo socioeconómico de la población y alimentar a la misma, manteniendo el equilibrio ambiental y el uso sostenible de los recursos disponibles, motivo por el cual se desarrolla la tendencia de la producción agropecuaria sustentable. evitando la corriente extractivista proporcionada por la “Revolución Verde” de los últimos años. Es así como, se promueve el uso eficiente de los recursos, sin comprometer su disponibilidad para las generaciones posteriores (Galdós, 2015).

La producción agrícola y ganadera en conjunto ayuda a fortalecer las futuras prácticas sostenibles y sustentables en el sector agropecuario. Destacando el desarrollo de una visión integral, transformando la perspectiva de contar con rendimientos altos a expensas del uso indistinto de los recursos y, creando una visión global, en la cual se contemplan la equidad social, fortalecimiento socioeconómico, estabilidad política y cuidado ambiental (Díaz, 2006)

Debido a la actividad volcánica del volcán Tungurahua, la comunidad “El Guzo” del cantón Penipe por su ubicación ha sido considerado un sector vulnerable y de riesgo alto. En promedio las unidades de producción agropecuaria de esta comunidad corresponden a 2,4, posicionándose como cultivos de mayor producción aquellos que se encuentran bajo la responsabilidad de adultos mayores (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Penipe, 2015)

Con el fin de promover el desarrollo agropecuario, cooperan varias instituciones en la comunidad “El Guzo”, dentro de las cuales se pueden mencionar al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Penipe, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

En la presente investigación se ha realizado descripción pasiva económica y productiva, determinando un modelo matemático que permita maximizar los principales rubros productivos-económicos, de tal forma mejorar los indicadores de sustentabilidad y sostenibilidad de la comunidad, los cuales pueden interpretarse a modo de signos que permitan evaluar el progreso de la mencionada comunidad.

Esta investigación tiene la finalidad de definir un modelo matemático que maximice los rubros agropecuarios principales para que puedan ser sostenibles para los productores de la comunidad El Guzo.

Metodología.

El estudio se realizó en el sector “El Guzo”, localizado en la parroquia Matriz del cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

Previo al análisis estadístico multivariado se estimaron los modelos matemáticos, categorizando las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) en función de su extensión en: menos de 1000 m², entre 1000 y 5000 m², entre 5001 y 10000 m² y sobre los 10000 m²; apoyados en encuestas realizadas a 20 productores campesinos, consecutivamente se establecieron los rubros agropecuarios principales, los mismos que se utilizaron para construir el modelo, además, se verificó las bondades de ajuste para detectar los modelos matemático de cada UPAs e identificar la que genera mayor rentabilidad mediante la caracterización estática de los agroecosistemas.

Este trabajo es de tipo experimental, puesto que no se pretende comparar el modelo determinado con otro, sino establecer un modelo que se ajuste a la realidad de la producción agropecuaria sustentable, generando rentabilidad.

Resultados.

Rubros agrícolas.

Los rubros agrícolas más representativos de la comunidad “El Guzo” corresponden a los cultivos de maíz, fréjol, papas, mora, pastos y frutales, con una superficie total de 166.959 m²; de los cuales el 42.3% está representado por el cultivo de maíz y el cultivo de papa representa el 2.4%, refiriéndose al de mayor y menor producción respectivamente.

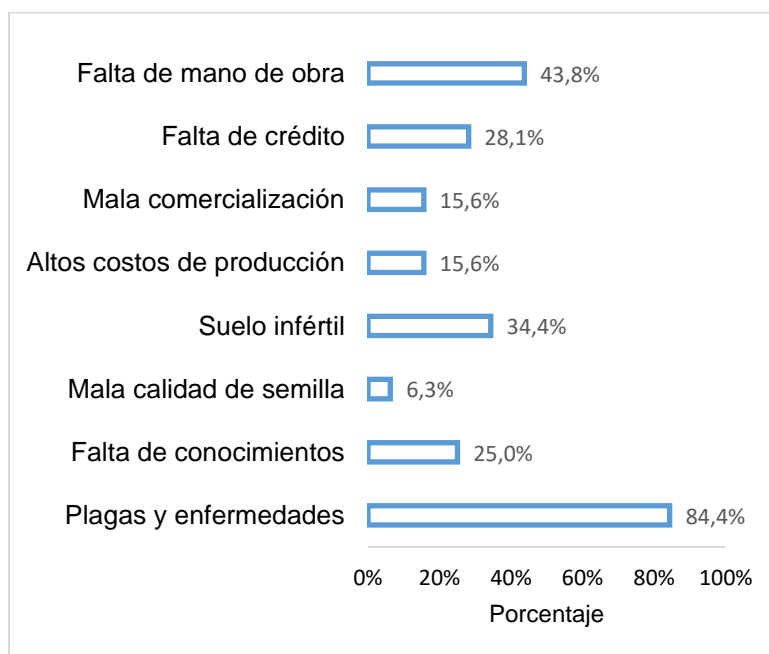
Rubros pecuarios.

Las especies que aportan principalmente en los rubros pecuarios de la comunidad El Guzo son: caprinos, bovinos, cuyes, porcinos, aves (carne y postura), conejos y peces. La producción pecuaria es utilizada principalmente para el autoconsumo de los pobladores de la comunidad, dentro de los cuales la producción de cuyes representa el 21.62% puntuándose como el de mayor producción, seguido por la producción caprina que representa el 20.27% y el 1.35% pertenecen a actividades piscícolas, siendo este el de menor producción.

VARIABLES PARA CONSIDERAR EN EL MODELO.

A más de la producción agrícola y pecuaria per sé, se realizó el análisis de los sistemas de mencionados junto con los productores de la comunidad, con la finalidad de conocer las variables que podrían limitar el desarrollo sustentable de la producción agropecuaria de la zona, encontrándose las siguientes: insipiente fortalecimiento de capacidades a los productores, presencia de plagas y enfermedades en la producción, falta de jornales de apoyo a la producción, suelos pobres y con bajas cantidades de nutrientes, y limitado acceso al crédito; variables que concuerdan los problemas de producción analizados por la FAO en el 2014.

Gráfico 1. Análisis de problemas de producción en las UPAs de El Guzo



Fuente: Elaboración propia.

Variables económicas.

Se analizaron los costos de producción, ingresos y egresos de los diferentes rubros, con los cuales se pudieron calcular: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y la relación Beneficio/Costo. Estas variables tuvieron un comportamiento altamente significativo en relación con el tamaño de las UPAs, siendo las UPAs con un tamaño superior a los 10000 m² las que mejores rendimientos obtuvieron, mientras que las UPAs menores a 1000 m², tuvieron menores índices en las variables económicas investigadas.

Tabla 1: Indicadores económicos de los principales productos agropecuarios de la comunidad El Guzo.

Detalle	Costos	Ingreso bruto	Ingreso neto	B/c
Rubros Agrícolas				
Maíz	\$ 1206,45	\$ 4050,00	\$ 2843,55	3,36
Papa	\$ 2294,12	\$ 4400,00	\$ 2105,88	1,92
Fréjol	\$ 1156,89	\$ 4400,00	\$ 3243,11	3,80
Pastos	\$ 3422,16	\$ 6500,00	\$ 3077,84	1,90
Durazno	\$ 10529,51	\$ 20000,00	\$ 9470,49	1,90
Mora	\$ 12342,44	\$ 21850,00	\$ 9507,56	1,77
Tomate de árbol	\$ 8058,48	\$ 17000,00	\$ 8941,52	2,11
Rubros Pecuarios				
Bovinos	\$ 885,81	\$ 2058,75	\$ 1172,94	2,32
Caprinos	\$ 354,07	\$ 1000,00	\$ 645,93	2,82
Cuyes	\$ 23,50	\$ 28,80	\$ 5,30	1,23
Conejos	\$ 42,12	\$ 55,50	\$ 13,38	1,32

Fuente: Palaquibay, F (2019)

La producción agropecuaria de la comunidad El Guzo, está basada en la agricultura familiar y es destinada principalmente para el autoconsumo. Las UPAs cuya extensión es mayor a 5001 m² generan rentabilidad, debido a que los excedentes de producción son comercializados dentro y fuera del cantón y de la provincia. Esta rentabilidad generada, permite a los productores mejorar su alimentación y sus condiciones socio económicas.

Modelo para agroecosistemas menores a 1000 m²

Las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) que tienen superficies menores a 1000 m², son considerados de subsistencia, generando menor rentabilidad y sostenibilidad, por ende

los índices económicos son bajos entre ellos: La TIR fue de 9,22%, la relación Beneficio/Costo fue de 1,01 y el promedio del VAN fue de USD 338,42. Estos resultado no son para nada alentadores, ya que cada familia podría contar con un ingreso mensual de UDS 28,20, valor mucho menor al de la canasta básica, haciendo que el sistema no sea sostenible. El modelo matemático obtenido para este agroecosistema es:

$$VAN = -1,70 - 0,399 (Kg Papa) + 1,58(Lt Leche Caprina)$$

Los sistemas de producción pequeños al tener una menor biodiversidad genera mayor susceptibilidad a riesgos climáticos y de mercado. Estos agroecosistemas en la comunidad El Guzo se basan en 2 rubros de importancia como son la papa y la leche de cabra de la raza Saanen, esta última se basa en la producción de 2 ejemplares.

Modelo para agroecosistemas entre 1001 y 5000 m²

En las UPAs con superficie entre 1001 y 5000 m² a más de los 2 productos anteriormente descritos se ha incrementado el maíz que generalmente lo comercializan como choclo (tierno), el VAN se ubicó en \$ 2471,36; un TIR de 22,4% y una relación Beneficio-Costo de 1,12. La evaluación de estos agroecosistemas se sujetan a la siguiente expresión:

$$VAN = 2,27^{exp-13} + 2,16(Kg Maíz) + 1,11(Kg Papa) + 2,59(Lt Leche Caprina)$$

En este estrato prevalece la importancia de la leche caprina como principal sustento, debido a que la comercializan como un producto terapéutico aprovechando la idiosincrasia, ya que un vaso de aproximadamente 100 ml cuesta 50 centavos de dólar.

Modelo para agroecosistemas entre 5000 m² y 10000 m²

A medida que la superficie cultivada se incrementa, la posibilidad de un sostenimiento se hace una realidad, los rubros han cambiado notablemente ya que en base a su importancia se ubican: maíz, durazno, mora y leche de bovinos que se puede producir gracias al establecimiento de pasturas.

La rentabilidad económica de estos sistemas de producción se basa en la siguiente ecuación matemática:

$$VAN = -2,27^{exp-12} + 2,28(Kg Maíz) + 1,31(Kg Durazno) \mp 2,25(Kg Mora) \\ + 1,25(Lt Leche Vacuna)$$

En este agroecosistema se producen varias especies agropecuarias, lo que permite mejorar los índices económicos, teniendo así, el VAN de USD 6365,51; la TIR de 44,36% y la relación Beneficio-Costo de 1,2; indicadores que permiten el mantenimiento de un hogar con 4 integrantes familiares, evitando excesos suntuarios; ya que en el mejor de los casos contarían con 530,45 dólares mensuales superior al sueldo básico unificado, aunque no podrían acceder a la canasta básica ecuatoriana que para INEC (2018, pp. 46-47) la valora en USD 710,46; hay que indicar que estos ingresos solo son producto de la dinámica del sistema agropecuario; sin embargo, se pudo determinar que existen otros como: prestación de servicios por jornales en faenas agrícolas vecinas; comercio informal en Penipe y Riobamba.

Modelo para agroecosistemas entre superiores a 10000 m²

Su productividad de basa en: maíz, papa, fréjol, durazno y leche bovina; el modelo desarrollado fue:

$$VAN = -2,32^{exp-11} + 0,96(Kg \text{ Maíz}) + 0,27 (kg \text{ Papa}) + 1,82 (Kg \text{ Fréjol}) \\ + 0,09(Kg \text{ Durazno}) + 0,81(Lt \text{ Leche Vacuna})$$

Los indicadores económicos son más atractivos ya que se obtuvo: un VAN de 20382,81 USD, 51% de TIR y 1,2 de Beneficio/Costo. Este resultado es alentador, ya que cada familia podría contar con un ingreso mensual de 1698,57 USD es decir el equivalente a 2,4 canastas básicas; haciendo sostenible este sistema. Además, se advirtió que hay mayor presencia de sus integrantes haciendo sus propias faenas, así como ofertando trabajos adicionales a otros campesinos (peones), y no salen a buscar otras fuentes en el exterior.

Conclusiones

- Existe una relación directamente proporcional entre el tamaño de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) y la rentabilidad que generan, siendo las UPAs menores a 1000 m², las de menor rentabilidad y sostenibilidad.
- Las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) grandes, es decir mayores a los 10000 m² son las más eficientes por su tamaño y por la diversificación que existe en ellas, generando una mayor rentabilidad. Estas UPAs responden a la siguiente ecuación: $VAN = -2,32^{exp-11} + 0,96(Kg \text{ Maíz}) + 0,27 (Kg \text{ papa}) + 1,82 (kg \text{ fréjol}) + 0,09(Kg \text{ Durazno}) + 0,81(Lt \text{ Leche vacuna})$
- En las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) cuya extensión es mayor a 10000 m², existe mayor diversificación de la producción, disminuyendo la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios, por lo tanto, genera mayor sostenibilidad.

Referencias bibliográficas.

- Altieri, M. A. (1995). El agroecosistema: Determinantes, Recursos, Procesos y Sustentabilidad. En: Agroecología: Bases Científicas para una agricultura sustentable. 2da Edición. Editorial CLADES. Santiago de Chile. pp. 22-31.
- Altieri, M. & Nicholls, C. (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D.F.
- Arroniz, J. (2009). El concepto de agroecosistema y su aplicación en la ganadería bovina. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Edición 10. México D.F. pp 53 – 62.
- Astier, M., Masera, O., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). Evaluación de sustentabilidad. España: Un enfoque dinámico y multidimensional.
- Barrios, L., Masera, O. & Barrios, R. (2008). Construcción y uso de modelos dinámicos sencillos para evaluar estrategias de manejo productivo de recursos bióticos: una guía básica ilustrada. México: Mundi-Prensa.
- Díaz, J. (2006). Construcción de un modelo de sistema de producción agrícola desde la teoría de la autopoiesis. Colombia: Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en Administración. Universidad de Tolima. Ibagué.
- Galdós, B. (2015). Ecosistemas y el cuidado del medio ambiente. España:
- GAD Penipe. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Penipe. Recuperado de: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660000950001_PLA N%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20PENIPE_20-02-2015_23-14-44.pdf
- Gras, C. (2008). Modelo productivo y actores sociales en el agro argentino. México D.F: Revista mexicana de sociología, 70(2). pp 227-259.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2018). Reestructura socioterritorial en la sierra norte del Ecuador: 2018. Recuperado de: https://www.unicef.org/ecuador/Guia_gobiernos_acciones_resiliencia_ninez_juventud_SP.pdf
- García, A., Anchondo, Á., Luján, C. & Olivas, J. (2006). Análisis de rentabilidad de un sistema de producción de tomate bajo invernadero en la región centro-sur de Chihuahua. México G D.F: Revista Mexicana de Agronegocios.

- Grellet, V. (2013). Agroecosistemas e introducción a la agroecología. Madrid, España: Sociedad española de agricultura ecológica,
- HART, R. (1985). Agroecosistemas: conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), pp159.
- Melina, A. (2014). Diseño de agroecosistemas sustentables en el tiempo. España: Voces y Ecos. Editorial Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- Migliorati, M. (2016). AGROECOLOGÍA, una alternativa viable. Buenos Aires, Argentina: RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias, 42 (3), 2016 pp 226-233
- Noboa, A. (2005). Desarrollo sustentable en la República del Ecuador. Quito, Ecuador: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/00320235114515a477bfc>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2007). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014). Desarrollo sostenible y agroecología. Costa Rica: Turrialba, Recuperado de: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/335560/>
- Palaquibay, F (2019). Elaboración de un modelo para el desarrollo sustentable de agroecosistemas de la comunidad el guzo, Cantón Penipe.
- Parra, R. (2013) La agroecología como un modelo económico alternativo para la producción sostenible de alimentos. Madrid, España: Revista Arbitrada de Investigación Social, Diversidad Cultural y Poder Popular. N°.3, 2013 pp 24-36
- Pérez, J. & Llorente, T. (2006). Modelos teóricos contemporáneos y marcos de fundamentación de la educación ambiental para el desarrollo sostenible. Madrid, España: Revista iberoamericana de educación, 2006 pp. 21-68.
- Restrepo, J., Ángel, D. & Prager, M. (2000). Agroecología. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. Santo Domingo, República Dominicana: 2000.
- Ruiz, O. (2006). Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina. Caracas, Venezuela: Interciencia, edición 31. pp 97-100.
- Sicard, T. (2012). La ciencia de los agroecosistemas - la perspectiva ambiental. Bogotá, Colombia: Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia- pp 261.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Loroña Alarcón, D. E., Campoverde Santos, D. K., & Moscoso Gómez, M. E. (2020). Modelo matemático para el desarrollo productivo y económico de agroecosistemas de la comunidad El Guzo, cantón Penipe . *Visionario Digital*, 4(3), 170-180. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i3.1341>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Visionario Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Visionario Digital**.

