

SIEMBRA

Facultad de Ciencias Agrícolas

Universidad Central del Ecuador / Año 2015



Volumen 2 / ISSN: 1390 - 8928





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Rector: Dr. Fernando Sempértegui Ontaneda
Vicerrector Académico: Dr. Nelson Rodríguez
Vicerrector Administrativo: Econ. Marco Posso



FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Decano: Ing. Agr. Antonio Gaybor Secaira M. Sc.
Vicedecano: Lcdo. Diego Salazar Vizuete M. Sc.

SIEMBRA

Volumen 2 - Año 2015 / ISSN: 1390 - 8928

Director Editorial

Cristian Vasco, PhD.

Comité Científico

José Espinosa, PhD. (Facultad de Ciencias Agrícolas - Universidad Central del Ecuador)
Jaime Hidrobo, PhD. (Facultad de Ciencias Agrícolas - Universidad Central del Ecuador)
Xavier Lastra, PhD. (Facultad de Ciencias Agrícolas - Universidad Central del Ecuador)
Byron Maza, PhD. (Economía Agrícola y Ambiental - Universidad Regional Amazónica-UKIAM)
Mercedes Asanza, MSc. (Departamento de Manejo de Vida Silvestre - Universidad Estatal Amazónica)
Ángel Fabián Villavicencio, PhD. (Instituto Agropecuario Superior Andino - Universidad de las Fuerzas Armadas)
Víctor Hugo Abril, PhD. (Instituto Agropecuario Superior Andino - Universidad de las Fuerzas Armadas)
Alberto Soto Giraldo, PhD. (Entomología - Universidad de Caldas)
Patricia Ercolani, PhD. (Departamento de Geografía y Turismo - Universidad Nacional del Sur)
Mario Caviedes, PhD. (Colegio de Ciencias e Ingeniería- Universidad San Francisco de Quito)
David Alan Neill, PhD. (Departamento de Manejo de Vida Silvestre - Universidad Estatal Amazónica)
Alfredo Tolón Becerra, PhD. (Escuela Superior de Ingeniería - Universidad de Almería)

Suscripción, canje, donación y correspondencia

Universidad Central del Ecuador
Facultad de Ciencias Agrícolas
Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n.
Ciudadela Universitaria.

Código Postal 170521

Quito / Ecuador

Tel: +593 2 2556 885

Email: siembra.fag@uce.edu.ec

Siembra es el órgano de difusión científica de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador y publica con periodicidad anual los resultados de investigaciones científicas y tecnológicas en el ámbito de las ciencias agrícolas, agroindustriales, pecuarias y forestales, así como temas relacionados con desarrollo rural, economía agrícola y turismo ecológico. Se reciben artículos inéditos ya sean originales o de revisión. Los artículos publicados en *Siembra* son el resultado de un exhaustivo proceso de selección, el cual incluye al Comité Editorial en primera instancia y el arbitraje por pares, realizado por especialistas nacionales e internacionales.

CONTENIDO

Carlos Nieto & Azucena Vicuña <i>Las tierras y territorios rurales como escenarios funcionales para la práctica de la Economía Popular y Solidaria en Ecuador: algunos elementos sobre su uso y aprovechamiento</i>	1-13
María Belén Ledesma, Carlos Alberto Ortega, Patricio Gallegos & Juan Pazmiño <i>Evaluación de la eficiencia de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control del barrenador de la naranjilla <i>Neoleucinodes elegantalis</i></i>	14-22
Cristian Vasco, Gabriela Palacios & Susana Paspuel <i>Determinantes socioeconómicos del consumo de productos ecológicos en Quito</i>	23-28
Eloy Castro Muñoz, Juan Burgos, Juan Pazmiño & Luis Valarezo <i>Efectos de aditivos y levadura en el incremento de peso en terneras holstein-friesian, de tres a seis meses de edad. Tumbaco, Pichincha</i>	29-33
Luis Miguel Medina, Galo Jacho, Lenin Ron & Jorge Caicedo <i>Validación de dos activadores prebióticos en el desarrollo de terneras medias Ayrshire sobre los 3000 m.s.n.m. en Sangolquí, Pichincha</i>	34-38
Francisco Gutiérrez León <i>Ecuador declarado país libre de la fiebre aftosa. Oportunidades y desafíos</i>	39-43
Luis Rojas Viteri & Amalia García Prieto <i>Caracterización de la exposición a polvo orgánico en el área de producción de alimento balanceado y granjas avícolas en la empresa “Megaves Cía. Ltda.”</i>	44-50
Jorge Pérez de Corcho & Antonina Capra <i>Herramienta informática para calcular las láminas óptimas de agua a aplicar en el riego deficitario de cultivos agrícolas</i>	51-59

CONTENIDO

Nelly Lara <i>Contenido de agua y consistencia Bostwick en granos de maíz (<i>Zea mays amylacea</i>) tostados con microondas a diferentes tiempos</i>	60-68
Herman Hernández Benalcázar, Daniel Gagnon & Robert Davidson <i>Crecimiento y producción inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana de estados sucesionales diferentes</i>	69-75
Enrique Cabanilla, Cecilia Bagnulo, Matías Álamo & Edison Molina <i>El aporte del turismo comunitario al fortalecimiento de los principios de soberanía alimentaria en el Ecuador</i>	76-85
Xavier Lastra Bravo, Juan Coloma Martínez, Dennise Espinosa Jarrín & Fernando Herrera Ronquillo <i>Las energías renovables en la actividad turística. Innovaciones hacia la sostenibilidad</i>	86-94
Denisse Espinosa, Fernando Herrera, Ángela Lapo & Luis Pérez <i>El potencial de Tena como destino de turismo de aventura</i>	95-102
Fernando O. Garcia <i>Agricultura en el Cono Sur ¿Qué se conoce, qué falta por conocer?</i>	103-115
Jaime Hidrobo, Mathilde da Costa, Christian Prat, Germán Trujillo, Julio Moreno & Calos Alberto Ortega <i>Sistemas de producción en áreas con cangahua habilitada en la Sierra Norte de Ecuador</i>	116-127
<i>Instrucciones para autores</i>	128-130

Las tierras y territorios rurales como escenarios funcionales para la práctica de la Economía Popular y Solidaria en Ecuador: algunos elementos sobre su uso y aprovechamiento

Land and rural territories as functional sceneries for the practice of popular solidarity economy in Ecuador: some elements on their use

Carlos Nieto C.¹, Azucena Vicuña¹

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Geográficas, Facultad de Ciencias Humanas, Quito, Ecuador

Resumen

El artículo presenta un estudio analítico sobre la caracterización del uso y del potencial productivo de los territorios y tierras rurales en Ecuador, como escenario para la aplicación del modelo de Economía Popular y Solidaria, EPS. Para el desarrollo de la investigación, se planteó la siguiente hipótesis: “*La posesión y usufructo de una parcela agrícola, individual o colectiva en las áreas rurales donde prevalece la presencia de los actores de la Economía Popular y Solidaria, apenas facilita su sobrevivencia, pero no es garantía para una reproducción familiar apropiada o para una vida familiar digna*”. Con base en los resultados de la investigación, la hipótesis fue aceptada como verdadera. Uno de los principales resultados fue la relación directa entre la pobreza de las poblaciones y su actividad económica principal, que es agricultura, aplicada en tierras con aptitud natural para forestación o conservación. Además, se encontró que las actividades productivas de las poblaciones rurales actoras de la EPS, están sujetas a riesgos constantes, en función de las amenazas de eventos climáticos adversos y de la vulnerabilidad de las áreas en producción, por estar ubicadas en ecosistemas frágiles. Por otro lado, se encontró que el tamaño promedio de Unidades Productivas, Agropecuarias, UPA, está muy por debajo del tamaño mínimo requerido para hacer agricultura redituable y la tendencia a continuar subdividiendo las UPA, es creciente. Sin embargo, aun con estos tamaños micro de UPA, las familias dejan de cultivar parte de sus fundos o cambian de uso productivo desde cultivos a pastos para cría de ganado, esto lo hacen para evitar el uso de la mano de obra en actividades agrícolas no rentables en la UPA y ofertar la mano de obra en actividades remuneradas extra fina. Las conclusiones del estudio fueron: i) Tanto por la calidad de la tierra o territorio (aptitud natural de uso), como por la cantidad disponible (tamaño de UPA insuficiente), la posesión y usufructo de una UPA, no es una garantía para la reproducción y aseguramiento de la calidad de vida familiar, en la mayoría de áreas rurales de la Sierra ecuatoriana, pero especialmente para las comunidades y grupos indígenas, que se supone conforman la EPS; ii) En muchos casos, la tierra como pertenencia individual o colectiva, más bien se ha convertido en el principal y acaso único activo del patrimonio familiar o comunal, antes de ser el medio de producción, y iii) Se ha evidenciado que el tipo de agricultura denominada “agricultura familiar”, “agricultura de subsistencia”, o “agricultura de sobrevivencia”, todavía reivindicada por varios investigadores y promotores rurales, parecería no tener un futuro prometedor.

Palabras clave: economía popular y solidaria; tierras y territorios rurales; aptitud natural de uso del suelo; aprovechamiento del suelo; tamaño de UPA.

Abstract

This paper is an analytical revision and characterization of the usefulness and productive potential of rural lands and territories in Ecuador, as a scenery to apply the Popular and Solidary Economy model, (PSE, in Spanish). The study was developed under the following research hypothesis: “*The ownership and use of agricultural land, in rural areas, where there is prevalence of the Popular and Solidary Economy actors, could perhaps facilitate their daily surviving, but it is not a guarantee for a suitable family reproduction or a worthy living style*”. Based on the research results, the hypothesis was accepted as being true. One of the primary findings was the direct relationship between poverty of the populations and its main income activity, which is farming done in lands apt for forestry and conservation, but not for agriculture. Additionally, it was found that the agricultural productive systems of PSE groups are constantly at risk, in reference to adverse climate threats combined with the vulnerability of their geographic location in fragile ecosystems. The study also showed that the average size of an Agricultural Land Productive Unit, (UPA, in Spanish), is considerably below the minimum required to obtain profitable family incomes and there is an increasing tendency to split up it, even more. However the micro size of UPA, the families do not cultivate the whole available land, or they change the land use, from crops to grasses; this is mainly to liberate labor from a not profitable labor demanding crops and to devote this labor to remunerated extra farm activities. The main conclusions were: i) Because of both, the quality of agricultural land (natural aptitude of use) and for the availability of land (insufficient UPA size), the ownership and usufruct of an UPA means no guarantee for the reproduction and to assurance quality of life in the majority of the rural families in Ecuador. This is especially true for the communities and indigenous groups who supposedly are PSE groups; ii) In many cases, the land, either as a private or collective ownership, has become the main and even the only family or community asset instead of being the mean of production; and iii) It is evident that the type of agriculture known as “family agriculture”, “self-sustaining agriculture” or “Self-surviving agriculture”, still claimed by several researchers and rural develop promoters, does not have a promising future anymore.

Keywords: popular and solidary economy; land and territories; land natural aptitude of use; land usefulness; size of UPA.

1. Introducción

Para entender el papel de las tierras y territorios rurales como escenarios del modelo de Economía Popular y Solidaria, EPS, es necesario rescatar su definición oficial: “*La Economía Popular y Solidaria, es la forma de organización económica, donde sus integrantes, individual o colectivamente, organizan y desarrollan procesos de producción, intercambio, comercialización, financiamiento y consumo de bienes y servicios, para satisfacer necesidades y generar ingresos, basadas en relaciones de solidaridad, cooperación y reciprocidad, privilegiando al trabajo y al ser humano como sujeto y fin de su actividad, orientada al Buen Vivir, en armonía con la naturaleza, por sobre la apropiación, el lucro y la acumulación de capital*”; artículo 1, Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011). Al margen de cualquier inter-

pretación del concepto, es obvio que esta forma de organización económica, por lo menos en lo que se refiere al ámbito rural y basada en la producción de bienes primarios, si ha de lograrse, necesariamente debe ser en un espacio territorial con aptitudes para la producción y con sentido de dominio o pertenencia, si bien esta pertenencia no fuera con sentido de apropiación, para ser consecuentes con la definición de EPS; aunque para otros autores, la EPS en realidad no tiene modelos, o no hay un sendero cierto y lineal que pueda mapearse y proveer una ruta programada de acción, lo cual eventualmente puede justificar la pertenencia o incluso la apropiación de los territorios como escenarios de la EPS (Coraggio, sf).

Un componente importante del Objeto de la Ley de EPS es: Potenciar las prácticas que se desarrollan en las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, y en sus unidades económicas pro-

ductivas para alcanzar el Sumak Kawsay; literal b, artículo 3, de la Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011), lo cual es un indicador de la necesidad de dominio de un ámbito territorial en el que se aplicaría y reproduciría este modelo de organización económica, y al mismo tiempo, es una indicación de cuáles serían los sectores sociales rurales a los que se supone se direccionaría el modelo, por lo menos en forma prioritaria, al amparo de la ley mencionada. En este contexto, se intenta un ensayo evidenciado en parte de los resultados de investigaciones realizadas durante los últimos tres años sobre la sostenibilidad productiva de las Unidades Productivas Agropecuarias, UPA, en territorios ocupados por los actores de la EPS.

Objetivo

Sustentar que la posesión y uso de tierras y territorios rurales de la Sierra ecuatoriana, como escenarios funcionales para la práctica de la EPS, no es garantía para una reproducción familiar apropiada o para una vida familiar digna.

Hipótesis

La posesión y usufructo de una parcela agrícola individual o colectiva, en las áreas rurales donde prevalece la presencia de los actores de la Economía Popular y Solidaria, apenas facilita su sobrevivencia, pero no es garantía para una reproducción familiar apropiada o para una vida familiar digna.

2. Metodología

Entre las estrategias metodológicas aplicadas en un conjunto de investigaciones para determinar y respaldar la sostenibilidad de la producción primaria en las tierras y territorios donde se supone se encuentran los actores de la EPS, en la Sierra ecuatoriana, se destacan: el uso de las estadísticas oficiales de pobreza y desnutrición, las estadísticas de ocupación principal de la población rural y las bases de datos también oficiales sobre distribución territorial en función de la aptitud natural de uso y de su uso actual. El nivel de análisis de esta información es parroquial. La idea básica manejada es determinar y demostrar la relación de dependencia de la pobreza de la población rural con la ocupación (actividad de producción primaria) pero aplicada en tierras y territorios con aptitud de uso para conservación y/o

bosques. Un enfoque metodológico complementario fue el seguimiento, caracterización y cuantificación in situ, de los tamaños de UPA y usos productivos que las familias aplican a las mismas, incluyendo la alternativa de abandono de la UPA o de parte de ella y la definición de las causas de este abandono.

2.1 Definición de tierras y territorio, visiones sobre su tenencia y distribución

Territorio es el entorno de inserción de la o las comunidades y es el espacio social como factor del desarrollo (Schneider & Tartaruga, 2006). Según estos autores, se destacan tres concepciones sobre la noción de territorio: i) La concepción naturalista (territorio clásico), muy conocida y que ha justificado históricamente las guerras de conquista, a través de un imperativo funcional que se sostiene como natural, pero, en verdad es construido socialmente; ii) El territorio del individuo que pone en evidencia la territorialidad, como algo extremadamente abstracto, el espacio de las relaciones, de los sentidos, del sentimiento de pertenecer y por lo tanto, de la cultura. En este caso, el territorio toma diferentes significados, por ejemplo, para una comunidad islámica, para una tribu indígena, para una familia que vive en una gran ciudad, y iii) El concepto de espacio, o espacio geográfico, que según M. Santos, citado por Schneider & Tartaruga (2006), sería aquel formado por un conjunto indisociable, solidario y también contradictorio, de sistemas de objetos y sistemas de acciones, no considerados aisladamente, pero como el cuadro único en el cual la historia pasa.

También sobre la definición conceptual de territorio, sin duda la concepción que se refiere a la posesión o pertenencia colectiva, es la que más prevalece y ésta es opuesta al concepto de tierra como pertenencia individual, que tiene una visión más apegada a la idea de “Propiedad plena” (Secreto, 2011). Esta autora sostiene que en las Américas, la gran diversidad sociocultural (indígenas, marrones, canoeros, pescadores, extractivistas, etc.), es acompañada de una serie paralela de diferentes usos del suelo. El reconocimiento de estas realidades por parte del Estado no implicaría necesariamente la redistribución de la tierra, sino el reconocimiento del derecho de estas comunidades a sus territorios. Entonces, la territorialidad en su dimensión de “construcción” es el esfuerzo colectivo de un grupo social por ocupar, usar, controlar e identificarse con una parte específica de su entorno biofísico, Little (2002), citado por Secreto (2011).

Por otro lado, el concepto de “propiedad absoluta” sobre la tierra, nace en oposición a los esfuerzos colectivos de los grupos sociales por controlar sus territorios y prevalece hasta hoy, que la definición de propiedad plena, absoluta o perfecta se enfrenta con la propuesta territorial, embanderada por grupos indígenas, indígenas-campesinos, recolectores, afrodescendientes, etc. Es interesante anotar que históricamente, el concepto de propiedad plena se consolidaba en la medida que el “individualismo agrario”, ha venido imponiéndose. Este fenómeno tuvo lugar, simultáneamente, en América y Europa, y que a pesar de que las realidades y experiencias sobre las cuales se superpuso la propiedad plena fueron diferentes, las teorías a partir de las cuales se legitimó esa transformación fueron las mismas (Secreto, 2011).

Se podría decir entonces, que el concepto de propiedad plena evolucionado de la noción de “individualismo agrario”, habría dado lugar a lo que hoy se conoce como propiedad rural agrícola o UPA en Ecuador (de la cual un alto porcentaje todavía prevalece como propiedad sin titulación, es decir, bajo la figura de pertenencia o posesión pero no de propiedad plena); porque precisamente, ha sido un proceso evolucionado en forma sincrónica entre los intereses y reivindicaciones de las comunidades y de los campesinos no organizados, con el accionar contrapuesto de grupos de poder gestados desde la Colonia, y que más tarde (con el apareamiento de la República), se ampararon en el poder político administrativo, ejercido desde el Estado. Como resultado de este proceso histórico de relaciones contrapuestas se evidencia la promulgación de las dos leyes de reforma agraria que han habido en el país: la Ley de reforma Agraria y Colonización de 1964 y la Ley de Reforma Agraria de 1974 y de cuya aplicación se ha logrado resolver en forma muy parcial el problema de tenencia, pero no el de distribución de la tierra. Todavía en la actualidad (junio del 2015), en Ecuador se mantiene este proceso discordante, con la construcción en camino de la Ley de Tierras y Territorios Ancestrales, en discusión en la Asamblea Nacional, que según varios analistas y líderes nacionales, en nombre de la distribución estaría consolidado la tenencia.

Por otro lado, Alimonda (2002), al referirse a la sustentabilidad de los territorios, sostiene que desde lo conceptual y como unidad de análisis, ésta tiene cuatro rasgos básicos: i) La perspectiva territorial que considera las actividades económicas; ii) La organización social en torno al ecosistema, donde la interdependencia de los actores sociales actúa como eje transversal, en la articulación territorial; iii) La perspectiva de análisis desde los actores, fundamen-

talmente en situaciones de interacción, y iv) El territorio como evidencia de la manera en que la sociedad utiliza los recursos de los que dispone para la producción de bienes y la reproducción social.

Precisamente, el uso de los territorios para la producción de bienes y el aseguramiento de la reproducción social sustentada por (Alimonda 2002), parecería estar en riesgo con el apogeo del modernismo globalizante en que vivimos, que presiona por el uso múltiple de los territorios, que muchas veces pospone el uso primordial como es la producción de bienes primarios (alimentos, fibras, forrajes y otros), para dar paso a usos extractivos de recursos no renovables, con una carga inmanejable de pasivos ambientales que mina inexorablemente la capacidad y el potencial de los territorios para producir bienes primarios. Esta tendencia es muy bien sustentada por Stella (2008), quien define el tema de la siguiente manera “...en el contexto actual de la globalización donde todo se “mercantiliza”, el espacio rural deja de ser considerado el sustento de la producción de alimentos y se reconocen en él múltiples actividades...”; dando paso a que el territorio pierda su calidad de instrumento para la sustentabilidad de la población.

Curiosamente, esta tendencia es alimentada por muchos gobiernos, que imbuidos por la necesidad de extraer recursos no renovables, fomentan usos contrarios a la conservación y uso sustentable de las tierras y territorios. Y, aunque resulte paradójico, salvo algunas excepciones, se observa que también las comunidades rurales e incluso los grupos étnicos ancestrales que empujados o no por la “modernidad”, dejan de mirar a su territorio como fuente de sustento desde su capacidad productiva de bienes (principalmente alimentos) y empiezan a valorar otras posibilidades incluyendo la extracción de recursos no renovables, dentro de la lógica de “múltiples usos”, como alternativa a la sola posibilidad de producir bienes primarios.

3. Resultados y discusión

3.1 La calidad de las tierras o territorios como escenarios de la Economía Popular y Solidaria

Si un objetivo de la Ley de EPS es “Potenciar las prácticas que se desarrollan en las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, y en sus unidades económicas productivas para alcanzar el Sumak Kawsay”, es preocupante que precisamente

en los territorios ocupados por estos sectores de la población, es en donde se observan las limitaciones más abultadas, que obstaculizan la pretendida potenciación de sus prácticas productivas.

En primer lugar, la gran mayoría de los sectores de la población rural que serían los actores de la EPS, están localizados (ocupan territorios) de lo más marginales y con las mayores limitaciones para una actividad productiva; es decir, son territorios o tierras cuya aptitud natural no es compatible con la actividad productiva (actividad agropecuaria o de producción primaria). En segundo lugar, son estos territorios, que precisamente por su condición de marginalidad están sujetos a riesgos en forma permanente. Riesgos a eventos adversos de orden climático, totalmente no controlables, por los actores. Estos riesgos están evidenciados por las amenazas constantes de fenómenos climáticos adversos como: nevadas, heladas, granizadas, sequías, inundaciones, vientos, etc.; en combinación con la vulnerabilidad de los territorios, precisamente por estar ubicados en ecosistemas marginales para funciones productivas.

Esta situación de riesgo constante al que están sometidos los territorios marginales mencionados, evidentemente tiende a agravarse como consecuencia de las secuelas del cambio climático; así, según un último informe del Programa Mundial de Alimentos (PMA, 2014), en Ecuador hay 389 parroquias que sufren de grave vulnerabilidad y 586 de muy alta vulnerabilidad y el cambio climático está incrementando la frecuencia e intensidad de los desastres naturales como: sequías, inundaciones, granizadas, tormentas de nieve y heladas, entre otros.

Uno de los indicadores idóneos de la capacidad productiva de un espacio territorial es el conocido como “Aptitud natural de uso”, entendida como “la vocación de la tierra para un uso específico, es decir, el nivel de adecuación del terreno considerando sus características naturales” (“Evaluación de tierras para la agricultura de regadío”, 1985). Una vez definida la aptitud natural de uso de un territorio determinado, se espera que los actores sean consecuentes con ésta y apliquen funciones productivas en armonía con la capacidad natural de uso del suelo o se espera la existencia de una política pública para conseguir esta armonía; sin embargo, se ha encontrado que en Ecuador, la mayoría de los tenedores de tierra, incluyendo las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades (aparentemente presionados

por la necesidad de generar ingresos), desconocen y trasgreden esta característica y aplican funciones productivas totalmente incompatibles con la aptitud natural de uso de los territorios que ocupan.

En un intento por corroborar las observaciones sobre la transgresión de la aptitud natural de uso del suelo, como parte de las investigaciones sobre la sostenibilidad de los sistemas productivos de las UPA, en territorios de comunidades rurales en la Sierra ecuatoriana, se determinó la relación o interacción entre la pobreza de las poblaciones, con los porcentajes de esas poblaciones que se dedican a producción primaria, y a su vez, con los indicadores de aptitud natural de uso de los territorios que ocupan esas poblaciones, expresados en: i) El porcentaje del territorio con aptitud para producción agrícola, y ii) El porcentaje del territorio con aptitud para bosques y/o conservación. Es decir, se intentó definir, cómo la pobreza de las poblaciones depende o se relaciona con la actividad productiva y con la aptitud natural de uso de los territorios que ocupan. Se trabajó con los territorios y poblaciones de las parroquias rurales de las tres provincias del norte de la Sierra ecuatoriana: Carchi, Imbabura y Pichincha. Parte de la investigación en las provincias de Imbabura y Pichincha fue desarrollada como disertación de grado de dos egresadas de la Escuela de Ciencias Geográficas (Nieto, 2014).

En las Figuras 1 a 3, se presentan, para los dos quintiles de las parroquias rurales, cuyos territorios tienen mayoritariamente aptitud natural de uso para bosques y conservación, en las tres provincias estudiadas, los patrones de comportamiento, con una relación de correspondencia directa entre los porcentajes de pobreza de las poblaciones parroquiales y los porcentajes de territorios con aptitud para conservación y/o bosques. También se observa una correspondencia directa entre estas dos variables con los porcentajes de la población dedicados a agricultura como actividad principal generadora de ingresos.

Si la actividad principal generadora de ingresos de las comunidades es la agropecuaria y si ésta se hace en territorios no aptos para esta actividad, entonces es de esperarse que los ingresos netos por su actividad sean bajos, nulos y hasta negativos y por lo tanto, es incuestionable que el primer factor de pobreza de las comunidades es el ingreso neto bajo o nulo, por sus actividades productivas. Muchos productores de las áreas rurales estudiadas,

se mantienen ocupados en estas actividades primarias, algunas de carácter extremadamente deprimidas, aun sabiendo de sus bajas o nulas posibilidades de ingresos netos, simplemente por el fenómeno de “Costo de oportunidad de la mano de obra”, que para esas condiciones es cero o cercano a cero (Nieto, 2011; Nieto & Caicedo, 2012) y, mientras no aparezca una oferta de ocupación de mano de obra en sus ámbitos locales, las opciones que les queda son: continuar con estas actividades de ingreso deprimido o la emigración, cosa que es evidente, por lo menos para un gran sector de la PEA rural de Ecuador.

Cabe destacar o explicar algunas aparentes excepciones, que se pueden apreciar en las figuras mencionadas, las que en realidad confirman la observación y no son la excepción como aparecen. Por ejemplo, en la Figura 3, se aprecia que para la provincia de Pichincha, los niveles de pobreza son visi-

blemente más bajos que en los casos de las provincias de Imbabura y Carchi, lo cual, evidentemente, es la consecuencia de las mayores y mejores oportunidades para generar ingresos que ofrece esta provincia, por la influencia del Distrito Metropolitano de Quito, DMQ, hacia donde las familias, especialmente los miembros de la PEA, emigran desde las parroquias rurales en forma temporal o intermitente, (incluso hay un flujo diario en horas laborables hacia el DMQ, especialmente desde las parroquias más cercanas o circundantes), en busca de actividades ocupacionales generadoras de ingresos. Esta misma circunstancia hace que también los porcentajes de la población rural de esta provincia, dedicada a actividades agrícolas sean menores, comparados con los de las otras dos provincias en estudio, aspecto sobre el cual sobresale la parroquia Mindo, que tiene una oferta turística reconocida, de la cual se ocupa y vive mayoritariamente la población.

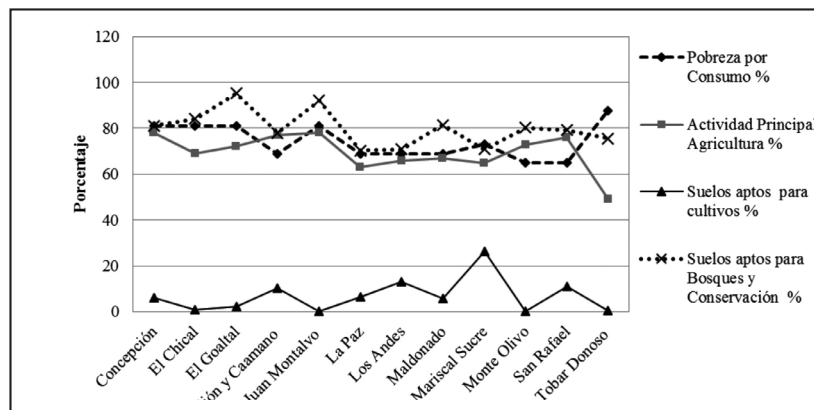


Figura 1. Relaciones entre Pobreza de la población, porcentaje de la población con actividad principal “Agricultura” y aptitud productiva de los territorios, para 12 parroquias rurales de la provincia de Carchi.

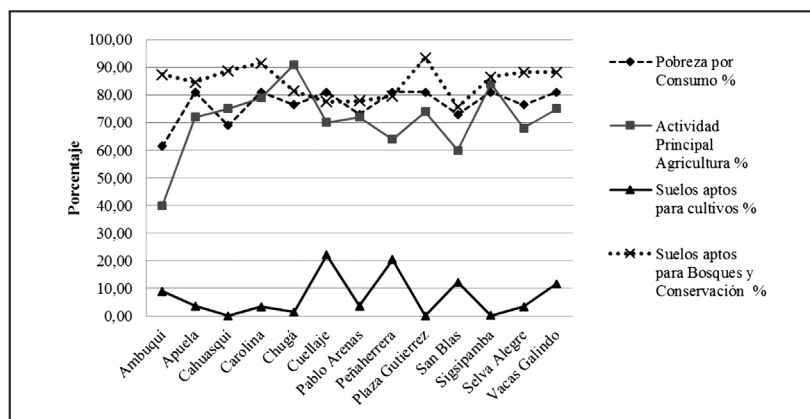


Figura 2. Relaciones entre Pobreza de la población, porcentaje de la población con actividad principal “Agricultura” y aptitud productiva de los territorios, para 13 parroquias rurales de la provincia de Imbabura. Tomado y adaptado de Nieto (2014).

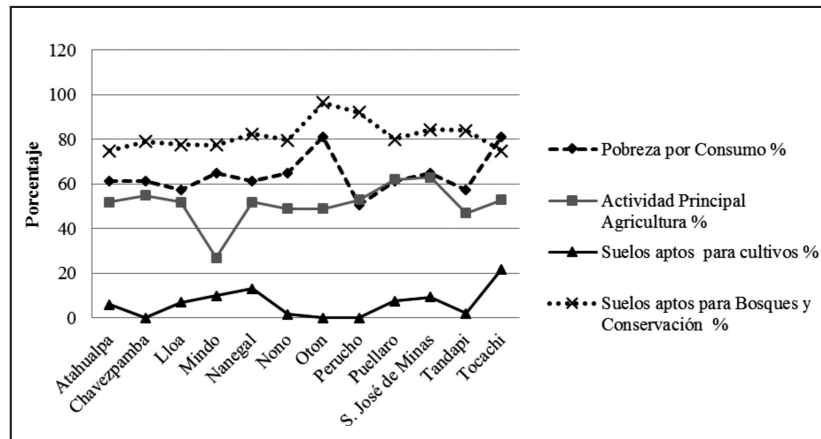


Figura 3. Relaciones entre Pobreza de la población, porcentaje de la población con actividad principal “Agricultura” y aptitud productiva de los territorios, para 12 parroquias rurales de la provincia de Pichincha. Tomado y adaptado de Nieto (2014).

En las Figuras 1, 2 y 3, también se representan los porcentajes de los territorios parroquiales con aptitud para actividades agrícolas. Es evidente, que en forma consistente, para las parroquias analizadas, en las tres provincias, los porcentajes de sus territorios con esta aptitud no superan el 20%. Entonces, se explican los niveles de pobreza de la población de las parroquias rurales por cuanto su actividad mayoritaria generadora de ingresos es la agropecuaria, pero los porcentajes de sus territorios aptos para esta actividad son tan bajos que no permiten que las familias dedicadas a esta actividad obtengan los ingresos netos esperados.

Varios autores en la literatura confirman la relación directa entre la pobreza de los grupos rurales y su actividad primaria relacionada con producción agropecuaria (Moreno, 2008; Banco Mundial, 2004; Chiriboga & Wallis, 2010; Larrea et al., 2008), pero no señalan la relación directa entre actividad de producción primaria y la aptitud de los suelos en donde realizan esta actividad. Así, según un informe del Banco Mundial del 2004, el 40% de la población de Ecuador vive en las zonas rurales. Dos tercios de esa población son pobres y una elevada proporción de éstos son extremadamente pobres y se concluye que los ingresos bajos de los hogares pobres de las zonas rurales suelen estar atados a los en extremo bajos niveles de producción de los agricultores; mientras que para Chiriboga & Wallis (2010), el mayor número de pobres se encuentra entre las unidades de agricultura familiar o de subsistencia y trabajadores agrícolas eventuales sin tierra, de los cuales, los primeros parecen localizarse sobre todo en la Costa, mientras los

segundos en la Sierra y Amazonia. Además, agregan que hay una ausencia de información suficiente sobre las dinámicas de pobreza vinculadas a los trabajadores agrícolas que debería investigarse; esto incluye conocer mejor los mercados laborales agrícolas y sus necesidades, como también los mercados financieros rurales. Estos autores insisten en que las posibles soluciones irían por el lado de las propuestas de innovación en el medio rural y que tiene que ver con la forma como dichas unidades se articulan a servicios de crédito, asistencia técnica, capacitación y otros. Sin embargo, es evidente que estas propuestas, hasta ahora no han funcionado y más bien, han coadyuvado a cimentar la pobreza entre los actores, precisamente porque tanto los investigadores como los tomadores de decisiones han ignorado los problemas estructurales más profundos como la calidad y cantidad de los medios de producción disponibles, principalmente tierra agrícola.

Por su parte Larrea et al. (2008), reconocen que en general, la pobreza es mayor en las áreas rurales, y afecta principalmente a las zonas altas de la Sierra central, con elevada población indígena, así como a la Amazonía, y a ciertas regiones de la Costa con alta presencia campesina y de asalariados agrícolas. Reconocen además, que los cambios ocurridos en la última década han beneficiado principalmente a Quito, a las ciudades intermedias de la Sierra, a Guayaquil, y a regiones rurales muy definidas con agricultura empresarial moderna intensiva, pero tampoco se preocupan de la calidad de los medios de producción disponibles en los sectores rurales más pobres.

Estos autores Larrea et al. (2008), mencionan que las parroquias que más han reducido su pobreza, han sido aquellas con mayor proporción de emigración internacional. Estas parroquias corresponden en general a zonas deprimidas, pero no incluyen las áreas más pobres del país, como algunas parroquias con población indígena mayoritaria, donde la emigración internacional es menos importante, debido a que la carencia de recursos y los bajos niveles de educación merman la viabilidad de la migración internacional, que requiere una considerable inversión inicial. Además, reconocen que los indígenas tienen resistencias a la emigración internacional por su apego cultural a la tierra y a sus lugares de origen.

En consecuencia, a la luz de los resultados de la investigación que confirman la relación entre pobreza de la población con su actividad en producción primaria y con la aptitud productiva de sus tierras; resultados que son corroborados con las opiniones de los investigadores citados, cabe una reflexión, el reconocimiento y asentimiento del uso productivo de los territorios rurales, en producción de bienes primarios (por ejemplo, los necesarios para sustentar el modelo de la EPS), se vuelve insostenible. Y entonces, si esto es así, ¿cómo se debe entender el interés político de sostener a estos grupos en estos territorios fungiendo de productores primarios? Acaso se debe suponer la existencia de un sector de la población (las comunidades y colectivos rurales marginales), para los cuales el *Sumak Kawsay* es la resignación y aceptación de continuar como tradicionalmente han hecho, apegados a la tierra o a su territorio, produciendo abnegadamente bienes primarios en condiciones cada vez menos ventajosas, que les desmejora su calidad de vida; para facilitar el flujo de bienes en una forma unidireccional (campo-ciudad). Y todo esto, para atender a otro grupo de la población (los urbanos) que entiende el *Sumak Kawsay*, como la oportunidad para exigir cada vez mejores condiciones de vida. Lo más preocupante es que históricamente las políticas públicas han sido para alentar este modelo de flujo unidireccional de recursos desde el campo hacia la ciudad. Esto es ratificado por Rosero, Carbonel & Regalado (2011), quienes presentan un análisis histórico que evidencia cómo las políticas públicas nacionales emanadas de los diferentes gobiernos de turno, durante los últimos 40 años, han favorecido directa o indirectamente el traslado de recursos (subsidios) desde los campos hacia las ciudades.

3.2 La tierra un recurso escaso para los actores de la Economía Popular y Solidaria

Para completar el cuadro de factores que obstaculizan la potenciación de las UPA, como medio de desarrollo y de reproducción social (sin importar el modelo económico productivo a aplicar), se destaca la escasez del recurso tierra o territorio, es decir, los tamaños de parcela disponibles (parcela individual o colectiva), no alcanzan los tamaños mínimos necesarios para una actividad redituable. La limitación del tamaño de parcela para una actividad rentable, conocido como mini o micro fundo, es especialmente evidente en las regiones Sierra y Costa, y aunque por el momento parece ser menos evidente en la Amazonia, la tendencia a la división de la UPA, es la misma que en las otras dos regiones (Nieto & Caicedo, 2012). La partición de la tierra hasta llegar a tamaños de parcela insignificantes para una producción primaria mínima rentable se da por vía de la herencia o simplemente por venta y traspaso de una parte de la propiedad; fenómeno que es creciente y aparentemente irreversible. En algunos casos la división de la tierra, ha llegado a límites tales que la parcela apenas alcanza para un espacio de vivienda familiar, lo cual convierte a los campesinos en meros habitantes rurales, cuya dependencia económica es de fuentes de ingresos totalmente externas a la gestión de la UPA, aunque en las estadísticas nacionales siguen constando como agricultores.

En este contexto, la tierra como pertenencia individual, más bien se ha convertido en el principal y acaso único activo del patrimonio familiar, antes de ser el medio de producción, y en cuanto a los territorios como pertenencia colectiva, en muchos casos, también siguen el mismo camino, aunque antes hay que vencer las dificultades de pasar de propiedad colectiva a propiedad individual, mediante la parcelación equitativa del territorio entre los miembros del colectivo. En Ecuador, esta tendencia parece irreversible, a no ser que se imponga una política pública que prohíba, la partición de la UPA individual o colectiva, precisamente para asegurar el uso de la tierra en la producción de bienes primarios, pero principalmente en la producción de alimentos, para garantizar la seguridad alimentaria de la población. Esta proposición es válida para sustentar el modelo de EPS como para sustentar cualquier otro modelo económico.

En el caso de Ecuador, desde la Reforma Agraria en 1964, la disponibilidad de tierra cultivable ha

sufrido un recorte muy significativo. Así, el 2.5% de los productores en Ecuador poseen menos de 0,38 hectáreas y el 63.5% de los productores dispondrían de apenas 1.4 hectáreas, en promedio. Estas son superficies de tierra irrisorias para poder “levantar el edificio campesino” en base únicamente a las actividades agropecuarias (Martínez, 2004). Además de la escasez de tierra está la inseguridad en la tenencia, por no tener títulos de propiedad para la tierra individual y colectiva de una gran parte de los campesinos e indígenas del Ecuador (Nieto, 2004; Martínez, 2004), lo cual les limita el acceso a varios beneficios, pero principalmente al crédito para hacer inversiones en sus unidades productivas e incluso les restringe el acceso a los beneficios “subsídios” que en ocasiones se han ofrecido desde los gobiernos de turno, para incentivar la producción agropecuaria o para mejorar la seguridad alimentaria de las propias familias beneficiarias.

En la Tabla 1, se presenta un resumen de la información oficial disponible con respecto a la distribución de la tierra de cultivo en Ecuador, por

número y porcentaje de las UPA, de acuerdo a los rangos de tamaño de las mismas. Efectivamente, el porcentaje de Unidades Productivas cuyo tamaño es inferior a una hectárea es 29.5% del total y, sumado éste al conjunto con tamaños entre 1 y 5 hectáreas, se llega al 63.51% de las mismas, aunque el porcentaje de tierra que controlan es apenas 6.27%. Esto significa que más del 63% de las familias (es decir algo más de 535,900 unidades productivas, de las 843,882 existentes a nivel nacional), y que constan en las estadísticas oficiales como “agricultores” en Ecuador, en realidad no lo son, porque la gestión o cultivo de estas micro o mini unidades productivas no les proporciona ingresos para garantizar una vida digna de sus familias. Considerando que esta información proviene del Censo Agropecuario Nacional del 2000, es de suponer que en la actualidad (2015), la proporción de mini o micro fundos con relación al total, será sustancialmente superior, puesto que durante este periodo, no ha habido ninguna política nacional ni ley que impida o desvíe la tendencia a dividir los tamaños de UPA.

Tabla 1. Distribución de la tierra cultivada en Ecuador por número y porcentaje de UPA, de acuerdo a los tamaños de parcela, con base en el Censo Agropecuario 2000.

Tierra/UPA	Tamaños de UPA (ha)						Total
	< 1	1 a 5	5 a 10	10 a 50	50 a 100	>100	
<i>Total superficie</i>	95,835	678,391	688,987	3,389,834	2,242,409	5,260,375	12,355,831
<i>Porcentaje</i>	0.8	5.47	5.6	27.4	18.15	42.57	100
<i>Total UPA</i>	248,398	286,911	101,066	152,452	34,498	19,557	842,882
<i>Porcentaje</i>	29.5	34.01	11.98	18.1	4.09	2.32	100

Fuente: INEC, Censo Nacional-2010; Larrea Maldonado (2008); Carrión & Herrera (2012)

El tamaño de UPA, por debajo del mínimo necesario para obtener ingresos apropiados y excedentes, que permitan la sobrevivencia digna de las familias rurales, es quizá la mayor dificultad que enfrenta hoy el Ecuador. Aunque para muchos investigadores la solución es una nueva reforma agraria, para afectar los “fundos grandes en pocas manos” y disminuir la inequidad en la tenencia de la tierra, mediante el reparto de tierras a las familias con escasa o ninguna tierra (Rosero, Carbonel & Regalado, 2011; Isch, 2010; Lefeber, 2008; Carrión & Herrera, 2012); probablemente para Ecuador no es conveniente otra reforma agraria, en términos únicamente de reparto de

tierras. Modernamente un proceso de reforma agraria, además de la redistribución de las tierras, debería considerar temas complementarios que son elementos clave para elevar la productividad y la competitividad de la actividad agropecuaria, así: el respeto a la aptitud natural de uso del suelo, para repartir o distribuir solamente tierras cultivables; la tecnificación de los sistemas productivos, para optimizar el uso de recursos escasos; la gestión de cadenas productivas integrales, que permitan la participación de los productores en actividades de generación de valor agregado a su producción; la profesionalización y la dignificación de la ocupación de agricultor, para entender que es una ac-

tividad digna y respetable, y para evitar el reparto de tierras a ciudadanos sin vocación o apego a la actividad agropecuaria y que solo pretenderían acceder a la tierra para crear o incrementar el patrimonio familiar. Pero, por sobre todo, habría que considerar la *redistribución de tierras en parcelas del tamaño mínimo para lograr una gestión rentable* y bajo un condicionamiento legal capaz de impedir la partición posterior de la parcela. Para corroborar las condiciones en las que se desenvuelven las unidades productivas en las comunidades que son escenarios de la EPS, se presenta una parte de los resultados de las investigaciones realizadas en varias comunidades de la Sierra, sobre la aplicación de indicadores de sostenibilidad del fun-

cionamiento de estas unidades productivas. Es el caso de dos comunidades Santa Rosa y Porotog, de la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, en la provincia de Pichincha, donde se trabajó con el 10% de las UPA (familias), de cada comunidad, tomadas al azar. El indicador estudiado fue la disponibilidad de la tierra o tamaño de la UPA y el uso de la misma. Se encontró una diferencia muy notoria en cuanto al tamaño de UPA por comunidad; así, el promedio de tamaño de UPA para la comunidad de Santa Rosa fue de apenas 0,81 ha, con un máximo de 2.5 ha y un mínimo de 0.1 ha; mientras que el promedio para la comunidad de Porotog es de 4.89 ha por UPA, con un máximo de 7.0 ha y un mínimo de 3.5 ha (Figura 4).

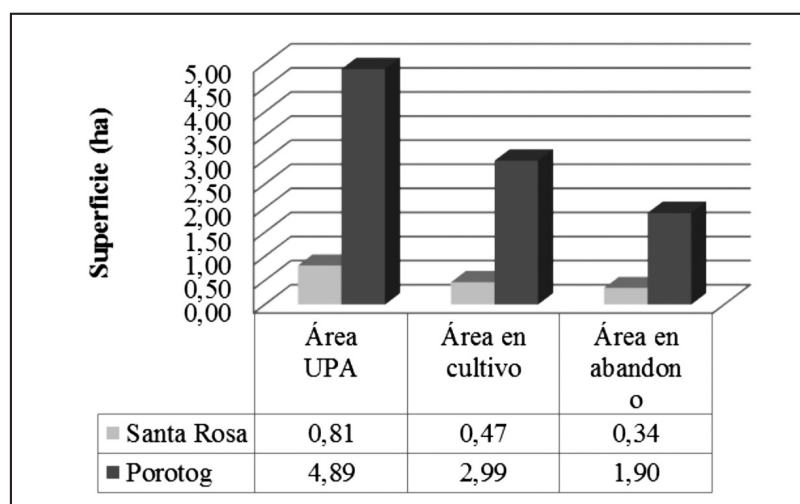


Figura 4. Distribución de los promedios de área por UPA y las proporciones puestas en cultivo y en abandono, para las comunidades Santa Rosa y Porotog, parroquia Cangahua, cantón Cayambe.

A pesar de estas diferencias en favor de los tamaños de UPA de la comunidad de Porotog, estos datos son evidencia clara de la existencia de mini y microfundos en ambas comunidades estudiadas. Sin embargo, en algunos casos, se encontró que las familias no son capaces de poner en cultivo el 100% del área disponible, así: en la comuna Santa Rosa, en promedio se deja sin cultivar cerca del 43% de la UPA, con una superficie promedio ocupada en cultivos y pasturas de 0.47 ha, y una superficie promedio en estado de abandono de 0.34 ha. Del mismo modo, en la comuna Porotog, se abandona cerca del 39% de la superficie de la UPA, con 2.99 ha cultivadas y 1.9 ha sin cultivar, en promedio por UPA.

Esta figura de abandono, sin cultivar, de porcentajes significativos de las unidades productivas, a pesar del minifundio existente, se repite sistemáticamente en otras comunidades de la Sierra, donde se está realizan-

do la misma investigación y es un aspecto para reflexionar, porque es un fenómeno que parecería no sustentar la afirmación generalizada de que el subdesarrollo y la pobreza de las familias rurales es por falta de tierra cultivable y que por lo tanto, una solución es afianzar una nueva reforma agraria para redistribuir la tierra en su favor. Como elementos para entender el abandono de parte de las unidades productivas, se ha podido evidenciar los siguientes: i) La falta de competitividad de la agricultura ecuatoriana en general, debido a la elevación de los costos de producción, especialmente en los rubros mano de obra e insumos extra finca; ii) la exagerada partición de la UPA, que al llegar a tamaños extremadamente pequeños, como los observados en la comunidad de Santa Rosa, están muy por debajo de los tamaños mínimos requeridos para hacer una agricultura rentable y por lo tanto, las familias pierden el interés en cultivarlas; iii) La extrema disminución y hasta pérdida total de la fertilidad de los suelos, debido

no solamente a la aplicación sistemática de prácticas contrarias a la conservación, sino a que los suelos desde su condición natural original no tienen aptitud agrícola; iv) Las características agroecológicas de los agro ecosistemas de la mayoría de las UPA no empatan con la aptitud de uso agrícola, más bien son de aptitud forestal o para conservación, y v) La dificultad de mecanizar por lo menos algunas de las actividades de cultivo, ya sea por la topografía irregular, por su tamaño pequeño o por la falta de herramientas mecánicas apropiadas.

Muchas de las actividades rurales, por la dureza y esfuerzo que demandan a cambio del muy poco ingreso que se obtiene, no son atractivas para la mano de obra rural. Quizá lo que falta entender y aceptar es que el mundo moderno está poniendo otros valores y “oportunidades” para el ser humano, dejando el trabajo duro para la máquina y este mensaje modernizante también está llegando al área rural ecuatoriana, gracias al milagro de la comunicación y de la informática. En estas condiciones, se evidencia que el tipo de agricultura denominada “agricultura familiar”, “agricultura de subsistencia”, o “agricultura de sobrevivencia”, la cual es todavía reivindicada por varios autores (Isch, 2010; Rosero, Carbonel & Regalado, 2011; Carrión & Herrera, 2012), parecería no tener futuro. Es hora de empezar a reflexionar muy en serio sobre el hecho de que el desarrollo rural no tiene futuro solamente con actividades productivas primarias.

Otro indicador estudiado fue la distribución de la porción cultivada por UPA, en los dos usos principales: agricultura y plantación de pasturas para crianza de animales. En este caso, debido a que la

crianza de animales, especialmente bovinos, requiere de superficies considerables de tierra para poner en pasturas, se encontró que en la comunidad de Porotog, donde la superficie de tierra por UPA es superior, se dedica más área a la producción de pasturas, -más de 2 hectáreas en promedio-, comparando con apenas 0.85 ha dedicadas para cultivos (Figura 5), lo que significa algo más del 71% del área de la UPA en promedio dedicada a pasturas y apenas el 29% con dedicación a cultivos agrícolas. Sin embargo, también en la comunidad Santa Rosa, la tendencia a utilizar parte de la UPA en la plantación de pasturas para la cría de animales, es significativa, con casi un 28% (0.13 ha), dejando el 72% (0.33 ha) en cultivos.

La tendencia a cambiar el uso del suelo de sistemas agrícolas a sistemas pecuarios, es otro fenómeno generalizado en toda la Sierra ecuatoriana y entre las razones que explican la tendencia están las siguientes: i) La escasez de mano de obra, para atender cultivos que son altamente demandantes en labores manuales, mientras que las actividades ganaderas, son relativamente menos exigentes en mano de obra; ii) La mayoría de labores de atención a los pequeños sistemas pecuarios pueden ser atendidos por niños o adultos mayores; mientras que las actividades agrícolas requieren de mano de obra especializada o de mayor desgaste de energía, debido al esfuerzo requerido; iii) La relativa poca exigencia de insumos (especialmente agroquímicos) por parte de los sistemas pecuarios, en comparación con los sistemas agrícolas, y iv) La relativa estabilidad de precios y seguridad de mercado para productos derivados de la ganadería, especialmente leche, frente a la alta inestabilidad de precios de los productos agrícolas.

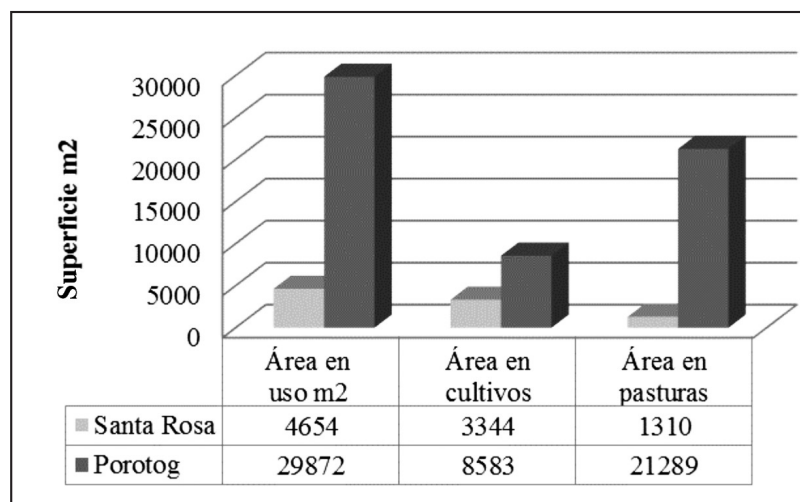


Figura 5. Distribución de los promedios de área (m²), puesta en cultivo por UPA y las proporciones de área en agricultura y en pasturas, para las comunidades Santa Rosa y Porotog, parroquia Cangahua.

Entonces, de estos resultados y su análisis, se empieza a vislumbrar la realidad de la situación de las familias rurales, cuyo sustento deja o ha dejado de depender de las actividades de laboreo del campo como se ha creído y aún se cree, y por lo tanto se empieza a encontrar evidencias de que el “funcionamiento de las UPA, dentro de la categoría producción familiar o de subsistencia no tiene sostenibilidad, en términos económicos”. Aparentemente, ignorando estas realidades para el área rural, tradicionalmente, gran parte de los programas de extensión y desarrollo rural y en general la política gubernamental (incluyendo la política del Gobierno actual), han sido encaminados al fomento de la producción de alimentos de consumo nacional, especialmente con los pequeños agricultores; pero seguramente los intereses y las conveniencias de éstos son contrarios, por las razones expuestas. Y esto evidentemente tendría una repercusión en el funcionamiento del modelo de EPS, o por lo menos minaría las posibilidades de su consolidación.

4. Conclusiones

Tanto por la calidad de la tierra o territorio (aptitud natural de uso), como por la cantidad disponible (tamaño de UPA), la posesión y usufructo de una UPA, no es una garantía para la reproducción y aseguramiento de una vida familiar, aun bajo el modelo de EPS, en la mayoría de áreas rurales ecuatorianas, pero especialmente para las comunidades pueblos y nacionalidades asentadas en ecosistemas marginales.

Son estos territorios, que precisamente por su condición de marginalidad están sujetos a grandes riesgos ya que presentan las mayores vulnerabilida-

des. Los riesgos están en función de las amenazas a fenómenos climáticos adversos como: nevadas, heladas, granizadas, sequías, inundaciones, vientos destructivos, etc.; y la vulnerabilidad se evidencia, precisamente por la ubicación en ecosistemas marginales para funciones productivas. Esta situación de riesgo, tiende a agravarse con las secuelas del cambio climático.

El uso agropecuario, incompatible con la aptitud natural de uso de la tierra es una de las principales causas de la pobreza rural, lo que es más evidente en los territorios ocupados por etnias ancestrales como lo demuestran las estadísticas de pobreza y desnutrición.

La división de la UPA, ha llegado a límites tales que en algunos casos la parcela apenas alcanza para un espacio de vivienda familiar, lo que significa que gran parte o la mayoría de los campesinos se han convertido en habitantes rurales, cuya dependencia económica es de fuentes externas a la gestión de la UPA, aunque en las estadísticas nacionales siguen constando como agricultores.

En consecuencia, en muchos casos, la tierra como pertenencia individual o colectiva, más bien se ha convertido en el principal y acaso único activo del patrimonio familiar o comunal, antes de ser el medio de producción.

Se ha evidenciado que el tipo de agricultura denominada “agricultura familiar”, “agricultura de subsistencia”, o “agricultura de sobrevivencia”, la cual es todavía reivindicada por varios autores, incluyendo los promotores del modelo EPS, parecería no tener futuro promisorio, más todavía, cuando la tendencia a subdividir las UPA, es creciente.

Referencias

- Alimonda, H. (2002). *Ecología política. Naturaleza, sociedad y utopía*. Buenos Aires: CLACSO.
- Banco Mundial. (2004). *Ecuador: Evaluación de la pobreza, unidad sectorial de reducción de la pobreza y gestión económica en América Latina y el Caribe*. Washington D.C.: Banco Mundial.
- Carrión D. & Herrera, S. (2012). *Ecuador rural del siglo XXI. Soberanía alimentaria, inversión pública y política agraria*. Quito: Instituto de Estudios Ecuatorianos.
- Castillo Gordón, N. & Vaca Navarrete, N. (2014). *Influencia de la aptitud natural del suelo y uso del suelo en relación con la pobreza y desnutrición de los territorios*
-

- rurales en las provincias de Pichincha e Imbabura.* PUCE, Ciencias Geográficas. Quito, Ecuador: PUCE.
- Chiriboga, M. & Walis, B. (2010). *Diagnóstico de la pobreza rural en Ecuador y respuestas de política pública.* Grupo de Trabajo sobre pobreza rural.
- Coraggio, J. L. (sf). *La economía popular solidaria en el Ecuador.* Argentina: Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2011). *Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria del Sistema Financiero.* Quito: Asamblea Nacional. Registro Oficial 444.
- FAO (1985). Evaluación de tierras para la agricultura de regadío. *Boletín de Suelos* 55.
- Isch, E. (2010). La acumulación en el agro: una realidad presente que no queremos en el futuro. En SIPAE, *Tierra y Agua: Interrelaciones de un acceso inequitativo.* Quito, Ecuador: SIPAE.
- Larrea, C.; Landín, R.; Larrea, I.; Werborich, W. & Fraga, R. (2008). *Mapas de pobreza, consumo por habitante y desigualdad social en Ecuador: 1995-1996* (Vol. Documento de trabajo número 13). Santiago, Chile: RIMISP.
- Larrea Maldonado, C. (2008). Tenencia de la tierra, cambios agrarios y etnicidad indígena en el Ecuador: 1954-2000. En N. L. John, *Desarrollo rural y neoliberalismo, Ecuador desde una perspectiva competitiva.* Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Corporación Editorial Nacional.
- Lefebvre, L. (2008). La agricultura y el desarrollo rural. Una crítica a las políticas de establishment en Ecuador. En L. North & D. C. Editores, *Desarrollo rural y neoliberalismo. Ecuador desde una perspectiva comparativa.* Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Corporación Editora Nacional.
- Maris Shmite, S. (2008). *Territorio y sustentabilidad: El "Caldenal" en la lógica actual de capitalismo.* Argentina: Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad de la Pampa.
- Martínez, L. (2004). El campesino andino y la globalización a fines de siglo (una mirada sobre el caso ecuatoriano). *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe* 77.
- Moreno, J. (2008). *Hacia una historia social de la pobreza en la Audiencia de Quito. Una revista de historia social y literatura de América Latina.*
- Nieto, C. (2014). *Influencia de la aptitud natural del suelo y uso del suelo en relación con la pobreza y desnutrición de los territorios rurales en las provincias de Pichincha e Imbabura.* Quito: PUCE.
- Nieto C. (2011). El Salario Digno del agricultor ecuatoriano: acceso, limitaciones sociales y financieras. *GEOPUCE. Revista de la Escuela de Ciencias Geográficas*, 3, 87-94.
- Nieto C. (2004). El acceso legal a la tierra y el desarrollo de las comunidades indígenas y afro-ecuatorianas: La experiencia del PRODEPINE en Ecuador. *Revista Reforma Agraria Colonización y Cooperativas, FAO*, (2004/1), 97-109.
- Nieto C. & Caicedo C. (2012). *Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible, en la Amazonía ecuatoriana.* Joya de los Sachas, Ecuador: EECA, INIAP.
- PMA. (27 de abril de 2014). Ambiente: Áreas vulnerables por el cambio climático se muestran en un atlas. *El Comercio*, Quito, Ecuador, pág. 19.
- Remigio y Sánchez. (2004). *Estado y gestión de los recursos hídricos en el Ecuador.*
- Rosero, F. Carbonel, Y. & Regalado F. (2011). *Soberanía alimentaria, modelos de desarrollo y tierras en Ecuador.* Quito, Ecuador: CAFOLIS, Grupo de apoyo.
- Schneider S. & Tartaruga, G. (2006). Territorio y enfoque territorial: De las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos. En M. M., & L. G. Meiman y M., *Desarrollo Rural. Organizaciones, Instituciones y Territorio.* Buenos Aires: Ciccus.
- Secreto M. V. (2011). "Ese comunismo estéril en que vegetan": El individualismo agrario frente a las formas ancestrales de propiedad y los usos tradicionales de la tierra. En H. Alimomnda, *La naturaleza colonizada. Ecología política y minería en América Latina.* Buenos Aires: Ciccus, CLACSO.
- Toledo, V. (1992). Utopía y naturaleza: El nuevo movimiento ecológico de los campesinos e indígenas de América Latina. 122, 72-85.

Evaluación de la eficiencia de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control del barrenador de la naranjilla Neoleucinodes elegantalis

Evaluation of the efficiency of plant extracts and microbiological agents in the control of naranjilla fruit screwworm Neoleucinodes elegantalis

María Belén Ledesma¹, Carlos Alberto Ortega¹, Patricio Gallegos², Juan Pazmiño¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador ²Departamento de Protección Vegetal, INIAP-Santa Catalina

Resumen

En la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) se realizaron pruebas de mortalidad de huevecillos y larvas de primer instar del barrenador de la naranjilla (*Neoleucinodes elegantalis*) utilizando extractos vegetales y agentes microbiológicos para así determinar un nivel representativo de control para ambas variables. Los tratamientos que mayor mortalidad presentaron fueron evaluados en campo para determinar la capacidad de control de *Neoleucinodes elegantalis* en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*). La evaluación se la realizó durante cuatro cosechas consecutivas en la parroquia de Río Negro en la provincia de Tungurahua. Los resultados encontrados determinaron que (Vertigo® 3.8 cm³/dm³) + (Ac. Piñón 5 cm³/dm³) presentó un porcentaje de control de 51.41 % seguido de *Bacillus thuringiensis* (CustomBio BT 2.5 cm³/dm³) con un control de 50.56%.

Palabras clave: *Solanum quitoense*, porcentaje de fruta sana, pruebas de mortalidad, *Galleria mellonella*.

Abstract

Mortality test on *Galleria mellonella* first-instar eggs and larvae of *Neoleucinodes elegantalis* were conducted at the “Santa Catalina” Experimental Station at the Autonomous National Institute for Agriculture Research (INIAP), using plant extracts and microbiological agents in order to establish a representative mortality sample for both variables. The treatments that showed higher mortality were evaluated in the field to determine the control capacity of *Neoleucinodes elegantalis* in the naranjilla (*Solanum quitoense*) crops. The evaluation was carried out during four consecutive harvests at the parish of Rio Negro in the province of Tungurahua. The results show that (Vertigo® 3.8 cm³/dm³) + (Ac. Pinion 5 cm³/dm³) showed a control percentage of 51.41 % followed by *Bacillus thuringiensis* (BT CustomBio 2.5 cm³/dm³) with a control percentage of 50.56 %

Keywords: *Solanum quitoense*, biological control, percentage of healthy fruit, mortality tests, *Galleria mellonella*.

1. Introducción

El cultivo de la naranjilla es considerado de gran importancia económica para los pueblos ubicados en la región amazónica, en provincias como: Napo, Pastaza, Morona Santiago, Sucumbíos, Zamora Chinchipe y Orellana (Ruiz, 2013). Este cultivo al establecerse en zonas que poseen condiciones climáticas de alta temperatura y humedad relativa presenta susceptibilidad al ataque constante de plagas, mismas que generan pérdidas de 226 ha (169 ha por ataque de plagas y 57 ha por fitopatógenos) (INEC-MAG-SICA, 2012).

El barrenador o gusano del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidóptera: Crambidae) presenta una incidencia elevada, por lo que es considerado de control obligatorio y representa una de las más importantes limitaciones en cuanto al cultivo de naranjilla, debido a que causa daño directo al fruto, incrementa los costos de control y genera pérdidas de producción en hasta un 90% (Fiallos, 2000).

Actualmente, el manejo de plagas en el cultivo de naranjilla pone en riesgo el bienestar ambiental y la salud de los productores dedicados a este cultivo, debido al uso inadecuado y exagerado de pesticidas altamente tóxicos (Revelo et al, 2010). Por el comportamiento propio de esta plaga la alternativa química para controlar al barrenador del fruto no es eficiente (Molina & Manzano, 2012). En cuanto a control biológico para el barrenador del fruto de la naranjilla *N. elegantalis*, se reporta al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* atacando a pupas (Serrano, 1992); y, a la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* que ataca a esta plaga principalmente en estado de larva (Cardona, 2008). Por la gran problemática presente en este cultivo este proyecto buscó una alternativa biológica para el control del barrenador del fruto de la naranjilla *N. elegantalis* que permita reducir la incidencia de la plaga y, al mismo tiempo, disminuir la utilización de productos nocivos para el ambiente. Por lo expuesto, se planteó el estudio para evaluar la eficiencia del uso de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control del barrenador del fruto de naranjilla *N. elegantalis*.

Específicamente se buscó determinar el tratamiento más efectivo; establecer la capacidad de control de los agentes microbiológicos; e, identificar el extracto vegetal de mayor eficiencia en el control del barrenador del fruto de la naranjilla *N. elegantalis*.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo en dos fases denominadas campo y laboratorio. La fase de laboratorio se desarrolló en los laboratorios del Departamento Nacional de Protección vegetal (DNPV), específicamente en el área de Entomología y Control Biológico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Estación Experimental Santa Catalina, localizado en la provincia: Pichincha, cantón: Mejía, parroquia: Cutuglagua a 3,050 m.s.n.m., Latitud: 00° 22' S, Longitud: 78° 33' O. En cuanto a las condiciones de laboratorio se manejó una temperatura promedio de 11.7 °C y una humedad relativa promedio de 83.62%. Los tratamientos evaluados para determinar la mortalidad de huevecillos así como larvas de primer estadio de la polilla de la cera (*Galleria mellonella* Lepidóptera: Pyralidae) fueron: t₁ (Ecofoliar® 7.5 cm³/dm³), t₂ (Vértigo® 3.8 cm³/dm³), t₃ (Nexus® 3.8 cm³/dm³), t₄ (Biosan® 3 cm³/dm³), t₅ (Piñón 5 cm³/dm³). *Galleria mellonella* fue utilizada como sujeto de estudio para determinación de mortalidad debido a que no se pudo realizar la cría de *Neoleucinodes elegantalis* bajo condiciones de laboratorio. Los tratamientos que mayor mortalidad generaron, tanto en huevecillos como larvas de primer estadio fueron evaluados en campo, donde adicionalmente se evaluó al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* cepa 64 proveniente del Departamento de Control Biológico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP-ESSC) y la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* evaluadas en investigaciones anteriores, con controles de 34% y 59% respectivamente (Gallegos, Simbaña & Asaquibay, 2013).

La unidad experimental constó de una caja de plástico de 3 cm x 3 cm en la cual se colocó una sección de panal de aproximadamente 2 cm, el mismo que previamente fue sumergido en la solución de cada extracto, durante 2 minutos (Maignuscar, 2002). En el caso de la variable mortalidad de larvas de primer estadio la evaluación fue realizada a los tres días y a los cinco días después de la aplicación del tratamiento. Para la variable mortalidad de huevecillos la evaluación se realizó hasta la eclosión de los mismos donde se tomó en cuenta el número de huevecillos eclosionados en relación con el testigo, el dato obtenido fue expresado en porcentaje; la aplicación de los tratamientos en ambas variables fue directa y se aplicó una sola vez. Cada unidad experimental estuvo provista por 10 individuos. En esta fase se utilizó un diseño completamente al azar

(DCA) con cuatro observaciones. Se realizó el ajuste de los datos de mortalidad a partir de los datos obtenidos en el testigo utilizando la fórmula de Abbott (Tabla 1). Adicionalmente, se realizó el análisis funcional utilizando la prueba de Tukey al $p < 0.01$ debido a que se presentaron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza (Tabla 2).

La segunda parte de la investigación denominada fase de campo se llevó a cabo en la finca de la señora Teresa Ortiz ubicada en la provincia: Tungurahua, cantón: Baños, parroquia: Río Negro a 1,230 m.s.n.m., Latitud: 1°24'27.33" S, Longitud: 78°11'27.57" O, con una temperatura promedio anual de 21°C y una precipitación promedio anual de 3,600 mm. Los tratamientos evaluados fueron T1 (Ecofoliar® 7.5 cm³/dm³), T2 (Vértigo® 3.8 cm³/dm³), T3 (Biosan® 3 cm³/dm³), T4 (Piñón 5 cm³/dm³), T5 (*Bacillus thuringiensis* 2.5 cm³/dm³), T4 (*Beauveria bassiana* concentración 1x10⁸) a los que se les adicionó un coadyuvante (Silwet L- 77 Ag con dosis de 0.15 cm³/ dm³) y un regulador de pH. (Indicate 5) al momento de la aplicación. Los tratamientos fueron aplicados cada 8 días.

La unidad experimental constó de dos plantas híbrido Puyo, donde las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta y por mes a la cosecha, número de frutos sanos cosechados al mes por planta, número de frutos infestados por planta y por mes; y, porcentaje de frutos sanos cosechados al mes por planta. A su vez, se realizó un análisis estadístico para los datos acumulados mensuales por cada variable. Para este trabajo se utilizó un diseño de bloques completos al azar DBCA con tres repeticiones, donde las evaluaciones se realizaron a la cosecha mensual. Se realizó el ANOVA por variable, aplicando pruebas de Tukey ($p < 0.01$) debido a que presentaron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza.

3. Resultados y discusión

3.1 Fase de laboratorio

3.1.1 Porcentaje de mortalidad de huevecillos

En la Tabla 1 se observa que existen diferencias significativas para extractos vegetales. La mortalidad promedio de huevecillos fue 17.50% y un C.V. = 23.12%. Cabe mencionar que los datos obtenidos para esta variable no presentaron homogeneidad, por lo que se procedió a realizar transformación de datos con raíz cuadrada ($\sqrt{x+1}$) para posteriormente realizar el análisis de la varianza. La prueba de Tukey para porcentaje de mortalidad de huevecillos de *Galleria mellonella* (Tabla 2 y Figura 1) presentaron diferentes rangos estadísticos, en los cuales se destaca t₅ (Aceite de piñón) con una mortalidad de 30%.

3.1.2 Porcentaje de mortalidad de larvas de primer estadio a los 3 y 5 días

Existen diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 1). El promedio general en cuanto a mortalidad de larvas de primer estadio, a los tres días, es de 61.44%; y un C.V. = 17.24%. El promedio general para mortalidad de larvas de primer estadio, a los cinco días, es de 76.17% y un C.V. = 8.74%. Cabe destacar que ambos coeficientes de variación se consideran muy buenos para este tipo de investigación.

Las pruebas de Tukey para porcentaje de mortalidad de larvas de primer estadio a los tres y cinco días (Tabla 2 y Figura 3) presentaron diferentes rangos estadísticos, entre los cuales se destacó T5 (Aceite de Piñón), con una mortalidad de 86.39%, a los tres y cinco días de evaluación; seguido de T1 (Ecofoliar®) con un porcentaje de 59.63% a los tres y cinco días, induciendo una mortalidad de 83.61%.

Tabla 1. Cuadrados medios para mortalidad de huevecillos y larvas de primer estadio de *Galleria mellonella*, en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control del barrenador de la naranjilla (*Neoleucinodes elegantalis*).

Fuentes de Variación		Cuadrados medios		
		Mortalidad de huevecillos (%)	Mortalidad de larvas a los 3 días (%)	Mortalidad de larvas a los 5 días (%)
Tratamientos		0.76 **	855.05**	453.86**
Error		0.05	112.27	44.29
Promedio	(%)	17.50	61.45	76.17
CV	(%)	23.12	17.24	8.74

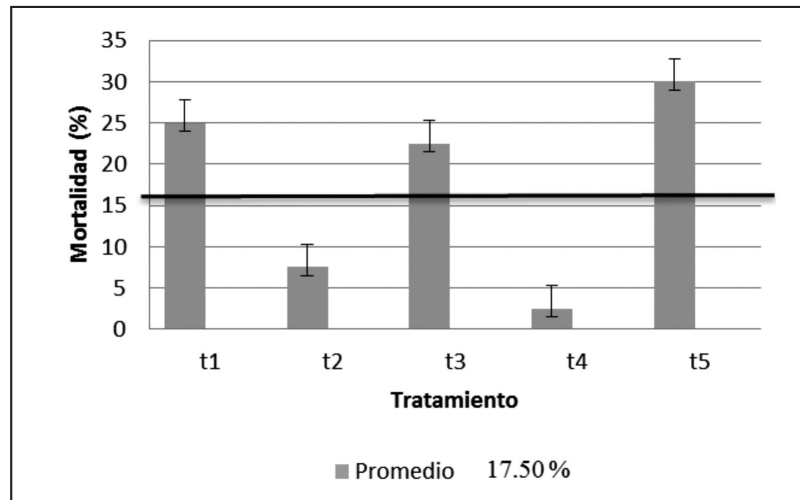


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de huevecillos de *Galleria mellonella* y error estándar en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control de *Neoleucinodes elegantalis*.

Tabla 2. Rangos de significancia (Tukey $p < 0.01$) del porcentaje de mortalidad de huevecillos, porcentaje de mortalidad a los tres días y cinco días de larvas de *Galleria mellonella*, en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos.

Mortalidad de huevecillos (%)	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Aceite de piñón	30.00	a
(T1) Ecofoliar®	25.00	a
(T3) Biosan®	22.50	a b
(T2) Vértigo®	7.50	b c
(T4) Nexus®	2.50	c

Mortalidad de larvas a los 3 días (%)	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Aceite de piñón	86.39	a
(T1) Ecofoliar®	59.73	b
(T3) Biosan®	59.45	b
(T2) Vértigo®	51.67	b
(T4) Nexus®	50.00	b

Mortalidad de larvas a los 5 días (%)	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Aceite de Piñón	86.39	a
(T1) Ecofoliar®	83.61	a
(T3) Biosan®	78.34	a
(T2) Vértigo®	73.06	a b
(T4) Nexus®	59.45	b

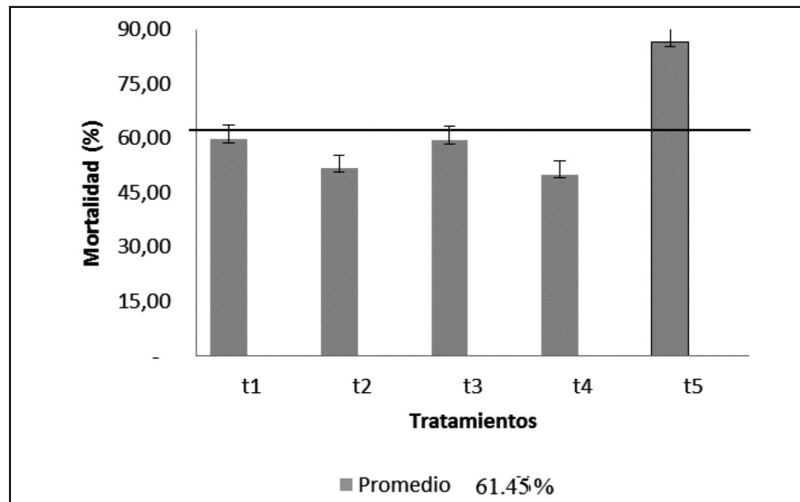


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* y error estándar a los tres días en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control de *Neoleucinodes elegantalis*, Cutuglahua, Pichincha, 2015.

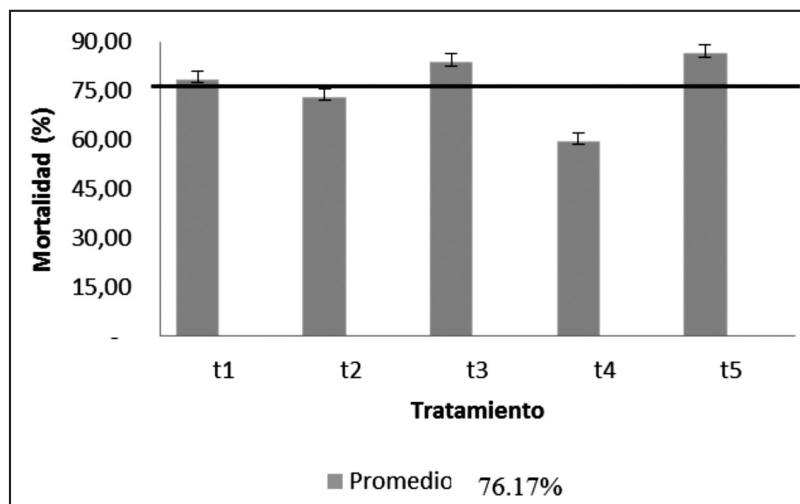


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* y error estándar a los cinco días en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control de *Neoleucinodes elegantalis*.

Partiendo del dato de mortalidad del mejor tratamiento T5 (Aceite de piñón), se puede inferir que la susceptibilidad de huevecillos frente a la acción de los aceites es mayor en huevecillos jóvenes que en huevecillos maduros, conforme a lo encontrado por Trammel (1965); sin embargo, hay varios factores que pueden influir en el porcentaje de mortalidad, como las características fisicoquímicas propias de los aceites, tales como densidad y viscosidad según lo sostiene Ferrero et al. (2001). En el presente estudio, los huevecillos fueron sometidos a una sola aplicación del tratamiento, por lo que la acción en cuanto a control se presentó dentro de los primeros días del desarrollo embrionario (Buteler & Stadler, 2011). Adicionalmente, Ferrero et al. (2001) citando a Smith & Pearce (1948) mencionan que el efecto ovici-

da de los aceites se produce a través del “descenso de la tasa respiratoria” así como la interferencia mecánica en el proceso normal de intercambio gaseoso; pero para que se genere un control por parte del aceite es necesario que permanezca en contacto con el corion del huevecillo por un lapso de tiempo de 24 horas.

Siguiendo con el análisis de los resultados Ecofoliar® (T1), la evaluación a los 3 días presentó una mortalidad de larvas de primer estadio de 59.73% (Tabla 2), mientras que para la evaluación de mortalidad a los 5 días aumentó al 78.34% (Figura 2). Esto se debe a la característica propia del producto que actúa inhibiendo el proceso de alimentación del insecto.

Por otro lado, Biosan® (T3) presentó una mortalidad de 78.34 % (Figura 2). Este tratamiento actúa

a nivel del sistema nervioso, sistema respiratorio y sistemas circulatorio (Edifarm, 2008). Como se puede observar en la Tabla 2, este tratamiento presentó una mortalidad inicial de 59.45% para luego alcanzar 78.34%, a los cinco días de evaluación; esto se debe a que el producto actúa al nivel de sistema respiratorio generando una “alteración del metabolismo energético y la pérdida subsecuente de ATP” provocando la inactividad, parálisis y posterior muerte del insecto (Bloomquist, 2003).

De acuerdo con los datos obtenidos en la fase de laboratorio se puede inferir un posible control exitoso por parte de los tratamientos, por lo que fueron seleccionados para la fase de campo siendo éstos: T1 (Ecofoliar® 7.5 cm³/dm³), T2 (Vértigo® 3.8 cm³/dm³), T3 (Biosan® 3 cm³/dm³), T4 (Piñón 5 cm³/dm³); y, adicionalmente se evaluaron a T5 (*Bacillus thuringiensis* 2,5 cm³/dm³), y T6 (*Beauveria bassiana* concentración 1x10⁸).

3.2 Fase de campo

3.2.1 Número de frutos totales por planta

La Tabla 3 presenta el análisis de varianza para número de frutos totales acumulados. Existen diferencias significativas para tratamientos. El promedio general para esta variable es de 24 frutos/ 4 cosechas y su coeficiente de variación fue de 6.28%. La prueba de Tukey reportó la existencia de dos rangos, siendo T2 (Vértigo®+Ac. Piñón) el mejor tratamiento con 27.92 frutos/ 4 cosechas.

3.2.2 Número de frutos sanos por planta

Existen diferencias significativas entre tratamientos para el número de frutos sanos acumulados. El promedio general de número de frutos fue de 10 y el coeficiente de variación fue de 13.53%. Las pruebas de Tukey detectaron la existencia de 4 rangos de significancia, siendo T2, T5 y T1 los mejores tratamientos.

3.2.3 Número de frutos infestados por planta

Existen diferencias significativas para el número de frutos infestados. El promedio general para esta variable fue de 14 frutos por planta. Las pruebas de Tukey detectaron la presencia de 3 rangos de significancia. T2, T1, T5 y T3, en ese orden, exhibieron los mejores resultados, por contraparte, el tratamiento testigo T7 presentó los resultados más pobres.

3.2.4 Porcentaje de fruta sana

En el análisis de la varianza para porcentaje de frutos sanos acumulados se aprecia que existen diferencias significativas para tratamientos. El promedio general fue de 41.17% y su C.V = 9.74 %. Las pruebas de Tukey reportaron la existencia de tres rangos, en el primero de los cuales se ubicaron T2 (Vértigo+ Ac. Piñón), con 51.41% y T5 (*Bacillus thuringiensis*) con 50.56% frutas sanas.

Tabla 3. Cuadrados medios para número de frutos sanos, número de frutos infestados, número de frutos totales y porcentaje de frutos sanos acumulados en cuatro cosechas consecutivas, en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control de *Neoleucinodes elegantalis*.

Fuentes de Variación	Cuadrados medios			
	Frutos Sanos	Frutos infestados	Frutos Totales	% de fruta sana
Tratamientos	24.69**	12.65**	22.71**	312.84**
Repetición	1.52	0.49	0.50	12.61
Error	1.83	1.08	2.27	16.03
C.V. (%)	13.53	7.42	6.28	9.74
Prom. Frutos/planta/4 cosechas	10.00	14.00	24.00	41.10

Como se puede observar en la Figura 4, el nivel de infestación fue variable en los meses de evaluación, siendo los meses de julio y agosto los que presentaron mayor infestación del barrenador del fruto *Neoleucinodes elegantalis*, a diferencia de los meses de septiembre y octubre donde los niveles de infestación descendieron

drásticamente. Los niveles de control en la época lluviosa (julio y agosto), son sumamente bajos para todos los tratamientos, ya que no superan el 40 % de control. La baja eficiencia de control por parte de los tratamientos puede deberse a factores como la precipitación, ya que dichos meses alcanzaron 10,78 y 8,85 mm/día, res-

pectivamente. Al existir lluvias frecuentes el lavado de los productos aplicados fue inevitable (Nunes & Leal, 2001), lo que redujo la eficiencia.

Para los meses secos, septiembre y octubre los niveles de control de *N. elegantalis* se incrementaron para todos los tratamientos incluido el testigo absoluto, el mismo que presentó sanidad a un 46.48% entre los dos meses; lo que se debería a las condiciones climáticas existentes y a que las aplicaciones no se lavaban como en la época lluviosa. En general, los tratamientos que mejor eficiencia de control presentaron fueron t_2 (Vértigo® + Ac. Piñón), con un 51.41 % y como segundo mejor tratamiento, T5 (*Bacillus thuringiensis*), con un control de 50.56 %; tratamiento que presentó esta eficiencia sin adición de aceite de piñón.

El tratamiento t_2 (Vértigo® + Ac. Piñón) que presenta piretrinas como ingrediente activo tiene un mecanismo de acción cualitativamente similar al del

DDT y muchos otros insecticidas organoclorados que actúan principalmente al nivel de los axones neurales del insecto (Pérez, 2012). Por lo tanto, al provocar una actividad repetitiva en los nervios, en lugar de impulsos simples, alteran todo el sistema nervioso, causando incoordinación, hiperexcitación y parálisis del insecto (Pérez, 2012).

El segundo tratamiento que presentó buen comportamiento fue t_5 (*Bacillus thuringiensis*) con 50,56% fruta sana. Estudios anteriores relacionados con el control ejercido por esta bacteria entomopatógena en el barrenador del fruto de la naranjilla *Neoleucinodes elegantalis* han determinado un nivel de control de 59% en el cultivo de naranjilla (INIAP, 2009); por otro lado, la eficiencia de *Bacillus thuringiensis* también fue demostrada por Gravina (1989) citado en Nunes y Leal (2001) en el cultivo de tomate de mesa, a su vez mencionan que en época seca el porcentaje de pérdida por este insecto es de 5.28%.

Tabla 4. Rangos de significancia (Tukey $p < 0.01$) para número de frutos totales, frutos sanos, frutos infestados y porcentaje de frutos sanos acumulados en cuatro cosechas, en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos.

Número de frutos totales	Medias (%)	Rangos de significancia
(T2) Vértigo® + Ac. De Piñón	27.92	a
(T5) <i>Bacillus thuringiensis</i>	26.50	a
(T1) Ecofoliar® + Ac. Piñón	25.33	a
(T7) Testigo	23.13	a b
(T4) Ac. De Piñón	22.92	a b
(T6) <i>B. bassiana</i> + Ac. Piñón	22.58	a b
(T3) Biosan® + Ac. Piñón	19.79	b
Número de frutos sanos		
(T2) Vértigo® + Ac. Piñón	14.33	a
(T5) <i>Bacillus thuringiensis</i>	13.46	a b
(T1) Ecofoliar® + Ac. Piñón	12.00	a b c
(T3) Biosan® + Ac. Piñón	8.88	b c d
(T4) Ac. Piñón	8.13	c d
(T6) <i>B. bassiana</i> + Ac. Piñón	7.75	c d
(T7) Testigo	5.50	d
Número de frutos infestados		
(T7) Testigo	17.63	a
(T6) <i>B. bassiana</i> + Ac. Piñón	14.84	a b
(T4) Ac. Piñón	14.63	b
(T2) Vértigo® + Ac. Piñón	13.58	b c
(T1) Ecofoliar® + Ac. Piñón	13.34	b c
(T5) <i>Bacillus thuringiensis</i>	13.04	b c
(T3) Biosan® + Ac. Piñón	10.92	c
Porcentaje de fruta sana		
(T2) Vértigo® + Ac. Piñón	51.41	a
(T5) <i>Bacillus thuringiensis</i>	50.56	a
(T1) Ecofoliar® + Ac. Piñón	47.44	a
(T3) Biosan® + Ac. Piñón	44.62	a b
(T4) Ac. Piñón	35.57	b
(T6) <i>B. bassiana</i> + Ac. Piñón	34.31	b c
(T7) Testigo	23.76	c

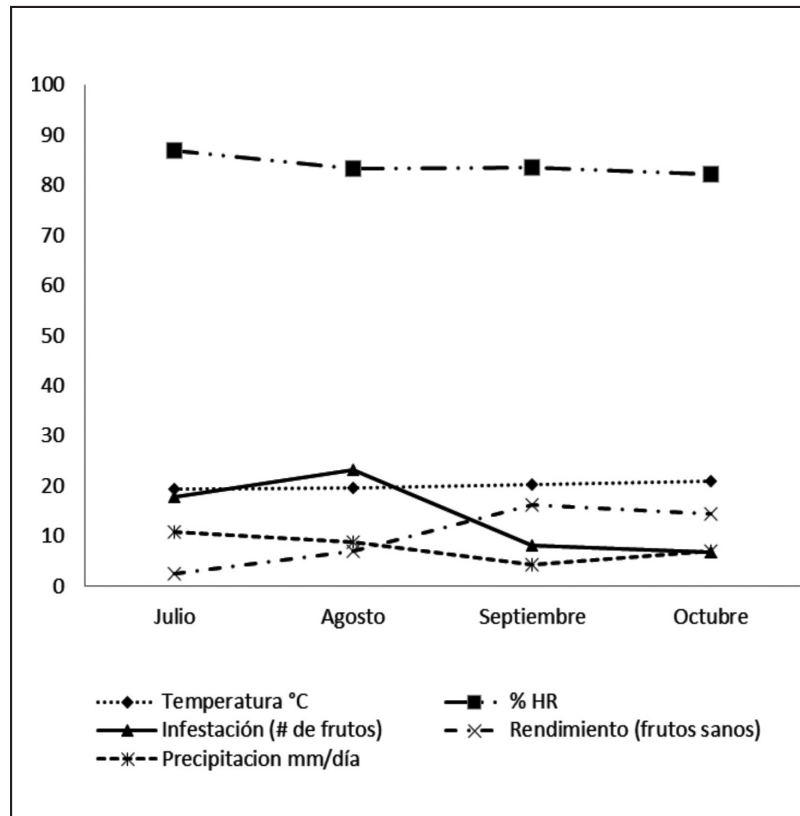


Figura 4. Rendimiento de frutos sanos mensuales en cuatro cosechas consecutivas, de acuerdo a temperatura, humedad relativa, precipitación e infestación, en la evaluación de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control de *Neoleucinodes elegantalis*.

Finalmente, Mirás, Issa y Jaffé (1997) citando a Marcano (1990) afirman que la alta y baja densidad poblacional de *N. elegantalis* en cultivo de tomate de mesa durante la época de lluvia y sequía, indica una estrecha relación de la fluctuación poblacional con los niveles de precipitación y humedad relativa. Presentando un porcentaje de frutos infestados de hasta el 50% en épocas lluviosas y, un por-

centaje de frutos dañados, de 11%, en épocas secas. Por su parte, Lanza (2011) y Bonilla, (1996) producto de estudios sobre del barrenador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* en tomate de mesa *Lycopersicon esculentum*, argumentan que las poblaciones de *N. elegantalis* en el campo son mayores en época de lluvia que en época de sequía; sin embargo, existe variabilidad a través del tiempo y el espacio.

Referencias

- Bloomquist, J. (2003). *El texto Mundial del MIP*.
- Buteler, M., & Sladler, T. (2011). A Review on the Mode of Action and Current use of Petroleum Distilled Spray Oils. Stoytcheva (Ed.), *Isticides in the Modern World - Pests Control and Pesticides Exposure and Toxicity Assessment*. Mendoza, Argentina: INTECH.
- Díaz, A., & Brochero, H. (2012). Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 38 (1), 50-57.
- EDIFARM. (2008). *Vademécum Agrícola*. Quito, Ecuador.
- Ferrero, A., Cariac, M., Gutiérrez, M., Laumann, R., & Cervellini, P. (2001). Evaluación en laboratorio de

- un aceite mineral y extractos crudos vegetales en huevos y adultos de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae, gusano del manzano). *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 27.
- Fiallos, J. (2000). *Naranjilla*. INIAP – Palora. Híbrido interespecífico de alto rendimiento. *Boletín divulgativo* N° 276. Quito, Ecuador: INIAP
- Gallegos, P., Simbaña, L., Asaquiabay., C. (2013). Manejo Integrado de Plagas Ciencia para el desarrollo Agrícola de América Latina y el Caribe. Informe de actividades. DNPV. Quito, Ecuador: INIAP.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2009). *Comportamiento y alternativas de control del gusano del fruto de la naranjilla (N. elegantalis)*. Quito, Ecuador: INIAP.
- Lanza, J. (2011). *Sistema de comunicación de la plaga de tomate Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae).
- Mauguascar, F. (2002). *Efecto de ocho insecticidas de baja toxicidad para mamíferos en el control de adulto de gusano blanco de la papa Premnotrypes vorax*. Quito, Ecuador: INIAP - EESC.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca INEC-MAG-SICA. (2012). *Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*. Obtenido de SINAGAP: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/resultados-nacionales/file/59-censo-nacional>.
- Molina, S., Manzano, M. (2012). *Neoleucinodes elegantalis (Lepidoptera:Crambidae)* plaga de *Solanum* quitoense. ¿Es vulnerable al control el primer estadio larval? *Acta Agronómica*. Número especial. 61-62
- Miras, B., Issa, S., Jaffé, K. (1997). Diseño y evaluación de trampas cebadas con hembras vírgenes para la captura del perforador del fruto del tomate. Caracas, Venezuela: *Agronomía Tropical*, 47(3), 315-330.
- Núnes, M. U., & Leal, M. L. (2001). Effect of biofertilizer, and others biological and chemical products, in controlling the fruit small driller and in the production of staked tomato in two planting seasons and two irrigation systems. *Horticultura Brasileira*, 19(1), 20-23.
- Pérez López, E. (2012). Plaguicidas botánicos: una alternativa a tener en cuenta. La Habana, Cuba: *Fitosanidad* 16(1), 51-59.
- Tipanluisa, S. (2011). *Evaluación de dos métodos de control (Práctica cultural y Microorganismos) contra Fusarium oxysporum en el cultivo de naranjilla (Solanum quitoense)*. CHACO – NAPO.
- Trammel, K. (1965). Properties of petroleum oils in relation to performance as citrus tree sprays in Florida. Obtenido de *Internet Archive University of Florida* : http://archive.org/stream/propertiesofpetr00tram/propertiesofpetr00tram_djvu.txt
- Revelo, J., Viteri, P., Wilson, V., Valverde, F., León, J., & Gallegos, P. (2010). *Manual del cultivo ecológico de la naranjilla*. Quito, Ecuador: Manual Técnico No 77.
- Ruiz, L. (2013). Situación actual de las frutas amazónicas del Ecuador. Obtenido de Slideshare: <http://es.slideshare.net/MarC4585/situacion-de-las-frutas-amazonicas-Ecuador>

Determinantes socioeconómicos del consumo de productos ecológicos en Quito

Socioeconomic determinants of the consumption of ecological products in Quito

Cristian Vasco¹, Gabriela Palacios², Susana Paspuel²

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 17052.1 Quito, Ecuador

² Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Sangolquí, Ecuador

Resumen

En este estudio se analizan los determinantes socioeconómicos del consumo de productos orgánicos y ecológicos en el Distrito Metropolitano de Quito. Para ello se realizaron encuestas entre los clientes de la feria agroecológica del parque “la Carolina” y se analizaron los datos por medio de una regresión lineal con el método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS). Los resultados sugieren que las personas que poseen un mayor nivel de escolaridad así como más ingresos económicos, gastan más en el consumo de productos orgánicos y ecológicos. A la luz de estos resultados, las políticas orientadas a incrementar la oferta y la demanda de alimentos producidos ecológicamente deberían enfocarse en: 1) fomentar y promover la producción ecológica a fin de reducir los costos y el precio final al consumidor, y 2) difundir los beneficios y ventajas de consumir productos ecológicos entre los segmentos de la población con menos escolaridad e ingresos.

Palabras clave: alimentos ecológicos, mínimos cuadrados ordinarios, determinantes socioeconómicos, Quito.

Abstract

This work analyzes the socioeconomic determinants of the consumption of organic and ecological products in Quito. We conducted a survey among the buyers of an agroecological fair, which takes place in “La Carolina Park”. For the analysis, we used a linear regression following an ordinary least squares approach (OLS). The results show that persons with higher incomes and higher endowments of education spend more on agroecological products. In the light of these results, policies should be oriented to increase the offer and the demand of ecological products should focus on 1) support and promote ecological production with the aim of reducing production costs and the final Price, and 2) disseminate the benefits and advantages of consuming ecological products among the segments of the population with low levels of income and schooling.

Keywords: ecological food, ordinary least squares, socioeconomic determinants, Quito.

1. Introducción

El impacto ambiental que ocasiona el excesivo uso de insecticidas, fungicidas, herbicidas y demás plaguicidas químicos utilizados en la agricultura convencional, ha traído consigo el deterioro del suelo, así como de los recursos acuáticos, donde a causado severos daños a la salud humana, entre los

cuales se incluyen presencia de cáncer, aberraciones genéticas, desórdenes en el aprendizaje, problemas en el sistema inmunológico, alteraciones reproductivas, diabetes, entre otros (Badii & Landeros, 2007). En este contexto, la agricultura ecológica se erige como una alternativa de producción limpia y consumo de productos sanos que contempla principios de salud, ecología y equidad (IFOAM, 2015).

La agricultura ecológica es un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Combina tradición, innovación y la ciencia en beneficio del medio ambiente, promoviendo las relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los involucrados (Llano, Morejón & Pozo, 2014). Por lo que se puede considerar que los productos ecológicos están asociados a múltiples beneficios en la salud de las personas, además son considerados como una alternativa de producción agrícola en armonía con la naturaleza.

Durante las últimas cuatro décadas, la demanda y el consumo de alimentos producidos ecológicamente se ha incrementado de manera significativa, alcanzando los US \$ 38.6 billones en el 2006 (Andrade-Ortiz & Flores, 2008). En el Ecuador, Los primeros esfuerzos para introducir la agricultura ecológica fueron liderados por ONGs durante la década de los noventa. A partir de entonces, la superficie cultivada se ha incrementado sustancialmente llegando a ocupar el 0.69% de la superficie total cultivada en el 2011 (IFOAM, 2013). Productos como el cacao, café, banano, caña de azúcar y quinua, los cuales son orientados fundamentalmente a la exportación a países de la Unión Europea y Europa (Andrade-Ortiz & Flores, 2008).

Sin embargo, desde los países menos desarrollados se han formulado varias críticas al movimiento orgánico y sus preceptos. En primer lugar, desde algunos sectores se cuestiona la legitimidad de la certificación orgánica, conferida principalmente por empresas y organizaciones de los países más desarrollados, como la única forma de asegurar la producción ecológica de alimentos. Se plantea, desde esta perspectiva que muchos agricultores de zonas apartadas de los países desarrollados producen ecológicamente sin recibir ningún precio “premium” como recompensa (Gonzalez & Nigh, 2005). Además, se fustiga el hecho de que la mayor parte de la producción ecológica se destina a la exportación a países ricos, mientras que la población de los países menos desarrollados continúa consumiendo productos convencionales que se producen con altas dosis de pesticidas.

Ante esto existen varias iniciativas que nacen desde las bases, las cuales asocian a pequeños productores ecológicos quienes comercializan directamente los productos a los consumidores locales, (Chiliguano, 2007). Estas iniciativas son fomentadas por orga-

nizaciones gubernamentales y no gubernamentales como una estrategia para por un lado, incrementar los ingresos de los pequeños productores y, por otro, promover el consumo de alimentos libres de pesticidas. Este es el caso de Quito, donde semanalmente tienen lugar varias ferias agroecológicas, las cuales ofrecen al consumidor hortalizas y procesados producidos ecológicamente por agricultores a pequeña escala provenientes de las parroquias rurales colindantes.

Pese a estos antecedentes, son escasos los estudios realizados sobre el consumo de productos ecológicos y sus determinantes entre la población de los países menos desarrollados. El objetivo de este trabajo es analizar cuantitativamente los determinantes socioeconómicos del gasto en productos ecológicos entre los clientes de las ferias agroecológicas del cantón Quito.

El conocer los factores que motivan a un consumidor a gastar más dinero en productos ecológicos reviste gran importancia para diseñadores de políticas que están orientadas a incrementar el consumo de productos ecológicos entre la población ecuatoriana y a la vez, a mejorar los ingresos de pequeños productores.

2. Materiales y métodos

2.1. Muestreo y encuestas

La principal fuente de datos para el análisis fue una encuesta realizada durante el mes de diciembre de 2014 a consumidores de productos ecológicos, quienes fueron abordados en el parque “La Carolina”, en la ciudad de Quito, lugar donde semanalmente tiene lugar una “Feria de productos orgánicos”. Se utilizó una técnica de “flujo de poblaciones” (Arthur y Nazroo, 2003), en la cual el encuestador se aproxima a los individuos con las características buscadas en un lugar donde estos tienden a concentrarse. En este caso, se buscaba individuos mayores de edad que consumen productos agroecológicos.

La encuesta utilizada incluyó tres partes, en la primera de las cuales se recogió información demográfica del encuestado y su hogar. La segunda indagó sobre el conocimiento y consumo de productos agroecológicos, hábitos de compra, atributos de los productos orgánicos que consumen, lugar de compra y el tiempo de consumo.

En la tercera sección se obtuvo información económica del encuestado, sus ingresos y la cantidad asignada mensualmente para alimentación general y el gasto en productos ecológicos. En total se recogieron 101 encuestas.

2.2. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó una regresión por el método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) de la estructura detallada a continuación:

$$Y = \beta_i X_i + \epsilon_i \quad (1)$$

Donde Y es el logaritmo natural del gasto mensual en productos agroecológicos de un individuo i, X es un vector de variables dependientes, las cuales serán detalladas a continuación, β es un vector de coeficientes cuya dirección y magnitud son el objeto de este estudio y ϵ es el error de la regresión.

El gasto en productos agroecológicos fue modelado como una función de la edad de un individuo, su género, su estado civil, su posición en el hogar, el

número de años de educación formal que haya acumulado, su ingreso anual y el número de integrantes del hogar del cual proviene. La Tabla 1 muestra las variables, su definición y sus estadísticas descriptivas.

3. Resultados

3.1. Análisis Descriptivo

Los datos presentados en la Tabla 1, muestran que los consumidores de productos agroecológicos tienen ingresos mensuales por encima de US \$ 1,500, cifra que cuadruplica el salario mínimo vital en Ecuador. En promedio, los consumidores de productos agroecológicos exhiben niveles de escolaridad (15.8 años en promedio) considerablemente más altos que los reportados para el resto de la población del Ecuador, lo que indica claramente que quienes consumen productos agroecológicos pertenecen a los segmentos con mayor nivel educativo y con mejor remuneración de la población. En promedio, los integrantes de la muestra gastan US \$ 123 en alimentos agroecológicos.

Tabla 1. Variables, definiciones y estadísticas descriptivas.

Variable	Definición	Promedio	Desviación estándar
<i>Variable dependiente</i>			
Gasto	Logaritmo natural del gasto en productos agroecológicos	2.995	6.214
<i>Variables independientes</i>			
Edad	Edad del individuo	46.830	15.472
Edad al cuadrado	Edad al cuadrado del individuo	2,430	1,481
Mujer (0/1)	Individuo es mujer	0.530	0.501
Soltero (0/1)	Individuo es soltero	0.330	0.472
Jefe de hogar (0/1)	Individuo es jefe de hogar	0.560	0.448
Educación	Número de años de educación formal	15.800	3.527
Ingreso anual	Ingreso anual (US \$)	18,647	11,768
Integrantes	Número de integrantes del hogar	3.730	1.332

Nota: (0/1) indica que la variables dicotómica

En la Tabla 2, se presenta la relación entre gasto en productos agroecológicos y las motivaciones para adquirirlos. Se observa que casi todos los encuestados, sin importar su nivel de gastos, consumen productos agroecológicos porque consideran que estos son más saludables

que los producidos de manera convencional, siendo este patrón más marcado para quienes hacen erogaciones altas (300-500 US \$/mes). Es notorio también que casi ninguno de los encuestados compra alimentos agroecológicos por motivaciones de conservación ambiental.

Tabla 2. Relación entre gasto en productos agroecológicos (US \$) y motivaciones de compra.

	Salud	Estilo de vida	Conciencia ambiental
Bajo (0 – 100 US \$)	85.1%	13.4%	1.5%
Medio (100 – 300 US \$)	89.3%	10.7%	0.0%
Alto (300 – 500 US \$)	100.0%	0.0%	0.0%

3.2. Análisis Econométrico

En la Tabla 3, se presentan los resultados de una regresión por el método de mínimos cuadrados ordinarios. Se aprecia que las variables que influyen sobre el gasto en productos agroecológicos, está definido por las dotaciones de capital financiero (ingresos) y capital humano (escolaridad) de los encuestados. Cada año adicional de educación formal, se incrementa el gasto en alimentos agroecológicos en 5%, mientras que un incremento de US \$ 100 en el ingreso anual de una persona trae como consecuencia un incremento de 1% en la cantidad gastada en productos ecológicos.

4. Discusión

Los resultados aquí presentados indican que, en Quito, el consumo de productos orgánicos está limitado a personas con altos niveles de ingresos y educación formal. Estos resultados están vinculados con estudios previos realizados en otras latitudes, los cuales concluyen que la educación y los ingresos son determinantes claves del consumo de alimentos ecológicos. A diferen-

cia de los segmentos menos favorecidos de la población, las personas con mayores ingresos pueden cubrir el “*Precio Premium*” de los productos agroecológicos (Martínez & Gazquez, 2007; Salgado-Beltrán, 2011).

Esto es comprensible si se tiene en cuenta que el gasto promedio en productos orgánicos de la muestra (US \$ 123) equivale al 34% del salario básico en Ecuador. En el caso de la escolaridad, individuos con mayores dotaciones de educación están más al tanto de los beneficios del consumo de productos libres de pesticidas y de los riesgos que entraña el consumo de alimentos producidos convencionalmente. Es notorio también que la principal motivación para el consumo de productos agroecológicos es que estos son más saludables que los producidos con métodos convencionales (pesticidas y fertilizantes químicos), quedando de lado factores como: conciencia ambiental, equidad, apoyo a los pequeños productores, bienestar animal, entre otros. Este hallazgo está vinculado con el trabajo de López, García & Barreiro (2008) quienes también reportan que los consumidores ecuatorianos compran alimentos orgánicos porque son más saludables y por sus características organolépticas más que por conciencia ambiental.

Tabla 3. Coeficientes y significancia de la regresión por método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) con el logaritmo natural del gasto en productos agroecológicos como variable dependiente.

Variable	Coefficiente (β)
Edad	-0.032
Edad al cuadrado	0.000
Soltero (0/1)	0.166
Jefe de hogar (0/1)	-0.108
Escolaridad	0.051**
Género (0/1)	0.048
Ingreso anual	0.001***
Integrantes	-0.047
Número de observaciones	101
R ²	0.307
Prob > F	0.000

Nota: *,** y *** indican significación estadística al 10, 5 y 1% respectivamente. (0/1) denota que la variable es dicotómica.

En términos generales, el consumo de productos agroecológicos es baja, esto se debe a gran medida a que la oferta en el mercado es escasa, razón por la cual los precios tienden a ser considerablemente más altos que los de los productos convencionales. Dado que el consumo de productos ecológicos es impulsado desde organismos gubernamentales (MAGAP, 2013), las políticas públicas deberían orientarse al estímulo y al fomento de los (pequeños) productores agroecológicos a fin de reducir los costos de producción. Esto podría lograrse ofertando asistencia técnica, tecnologías adaptadas al medio y financiamiento con bajos intereses, específicos para productores agroecológicos.

Otro cuello de botella para la masificación del consumo de productos agroecológicos es la escasa difusión sobre los beneficios de su consumo. Más allá de esto, los hallazgos aquí presentados sugieren que casi la totalidad de encuestados consumen alimentos agroecológicos por únicamente por motivos de salud. Ante esto, las campañas publicitarias no deberían enfocarse únicamente en los beneficios individuales (salud) del consumo, sino que también deberían enfatizar en otros aspectos positivos como el apoyo a pequeños productores, protección del medio ambiente, fomento a la equidad, entre otros.

Son escasas las políticas estatales que motiven a la producción y comercialización de productos ecológicos en el Ecuador, la creación de subsidios por parte del gobierno en esta área impulsarían a los agricultores que manejan una producción convencional a incursionar en la producción ecológica para disminuir los costos de los insumos, y del transporte para obtener precios competitivos y al alcance de los consumidores estableciendo así un mercado nacional.

La comercialización de productos ecológicos no se basa simplemente en la compra y venta de estos alimentos sino que encierra a otras variables como la sustentabilidad del medio ambiente, bienestar de los agricultores y la seguridad alimentaria de los consumidores, dándole un sentido más amplio a este segmento de producción, de esta manera se generaría una cultura para el consumo de productos ecológicos.

5. Conclusiones

Este estudio ha analizado cuantitativamente los determinantes socioeconómicos del gasto en productos agroecológicos de los compradores de ferias agroecológicas en Quito. Los resultados sugieren que los consumidores de alimentos ecológicos tienen un nivel educativo y un poder adquisitivo considerablemente más alto que la media nacional. El análisis econométrico sugiere que el gasto en alimentos producidos ecológicamente está positivamente correlacionado con el ingreso y el número de años de educación formal, lo que refleja que 1) el consumo de productos ecológicos es restringido para los hogares pobres incapaces de pagar el precio "Premium", y 2) los individuos con mayor educación tienen mayor acceso a información sobre los beneficios que conlleva el consumo de productos ecológicos y los perjuicios que acarrea el consumo de alimentos producidos con pesticidas. Otro hallazgo importante es que casi la totalidad de los encuestados compra productos agroecológicos porque son más saludables que los convencionales, es decir, aspectos como la conciencia ambiental, equidad, apoyo a los pequeños productores, entre otros, no parecen ser incentivos para optar por productos ecológicos.

Referencias

Andrade, D., & Flores, M. (2008). Consumo de productos orgánico / agroecológicos en los hogares ecuatorianos.

Arthur, S., & Nazroo, J. (2003). Designing Fieldwork Strategies and Materials. In J. Ritchie (Ed.), *Qualitative*

Research in Practice (pp. 109-137). Thousand Oaks, California: SAGE.

Badii, M., & Landeros, J. (2007). Plaguicidas que afectan a la salud humana y a la sustentabilidad.

-
- Chiliguano, L. (2007). Estructuración de un sistema de comercialización de productos orgánicos en el Ecuador.
- González, A., & Nigh, R. (2005) ¿Quién dice qué es orgánico? La certificación y la participación de los pequeños propietarios en el mercado global. *Gaceta Ecológica*, 77, 19-33.
- International Federation of Organic Agriculture Movements-IFOAM (2013). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends.
- International Federation of Organic Agriculture Movements-IFOAM (2015). Principles of Organic Agriculture.
- Isan, A. (2013). Diferencias entre los productos biológicos, ecológicos y orgánicos. Obtenido de Ecologismos consumo verde- sostenibilidad garantizada : <http://ecologismos.com/diferencias-entre-productos-biologicos-ecologicos-organicos/>
- Llano, G., Morejón, S. & Pozo, E. (2014). Análisis del comportamiento del consumidor en las hortalizas orgánicas y diseño estratégico para potenciar el consumo en el Distrito Metropolitano de Quito. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana.
- Fuentes , C., & Lopez, E. (2008). El consumo de productos ecológicos. España.
- Lopez, B., Garcia, A., & Barreiro, J. (2013). ¿Conocimiento, medio ambiente o salud? Una investigación sobre los determinantes del consumo de alimentos ecológicos en España. Zaragoza, España.
- Martinez, F., Martinez, J., & Gazquez, L. (2007). Actitudes y comportamientos ambientales: elementos determinantes en el consumo de alimentos ecológicos. Murcia, España.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca-MAGAP. (2013). Normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador.
- Salgado-Beltrán, L. (2011). Factores que influyen en el consumo sustentable de productos orgánicos en el Noroeste de México. *Ecossistemas y Productos Agropecuarios*, 27(3), 265-279.
-

Efectos de aditivos y levadura en el incremento de peso en terneras holstein-friesian, de tres a seis meses de edad. Tumbaco, Pichincha

Effects of additives and yeast in increasing weight in calf Holstein-friesian, three to six months old. Tumbaco, Pichincha

Eloy Castro Muñoz¹, Juan Burgos¹, Juan Pazmiño¹, Luis Valarezo¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

Resumen

En la localidad de Tumbaco, Pichincha, se evaluó el sistema de suplementación con levadura y los aditivos “Roughage Mate” y “3 Nitro-20”, a terneras Holstein-Friesian que, en promedio, pesaban 90 kg y tenían de 3 a 6 meses de edad. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los aditivos alimenticios y levadura en el crecimiento y condición corporal de los animales. Para esto se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro observaciones y una unidad experimental que estuvo constituida por una ternera. Las variables evaluadas fueron: incremento de peso, condición corporal, incremento de cinchera, altura a la cruz. Los resultados indican que el mejor tratamiento fue el aditivo “3 Nitro-20”, que alcanzó un aumento de peso de 0.80 kg/ternera/día, un incremento de cinchera de 0.24 cm/ternera/día y una altura a la cruz de 11 cm/ternera/día; mientras que para condición corporal la mejor calificación fue de 2.75.

Palabras clave: suplementación, crecimiento, ternera, peso, crecimiento, condición corporal.

Abstract

In the town of Tumbaco-Pichincha, a supplementation system using yeast and “Roughage Mate” “3 Nitro-20” was evaluated in calves Holstein-Friesian, weighing, in average, 90 kg 3 to 6 months old. The objective of this study was to evaluate the effect of food additives and yeast on growth and body condition of the animals. We used a completely randomized design with four observations and one experimental unit consisting on a calf. The variables evaluated were: weight gain, body condition, increased and wither height. The results indicate that the best treatment was that of additive March 20 Nitro, with which calves reached a weight gain of 0.80 kg / calf / day, an increase of girthplace 0.24 cm / calf / day and wither height of 11 cm / calf / day; while the best body condition score was 2.75.

Keywords: supplementation, animal growth, calf, weight, growth, body condition.

1. Introducción

La crianza de terneras de leche en la Región Interandina de Ecuador, es probablemente la fase más crítica, costosa y determinante del futuro de una explotación ganadera. Ciertos índices productivos registrados en la ganadería bovina de leche en la Sierra del Ecuador como: tasa de mortalidad de terneros (18 al 28%), destete efectivo (84%),

uso extensivo de leche (1 a 6 litros/ternero/día en períodos de hasta 6 meses), baja tasa de crecimiento y por lo tanto, excesiva edad al primer servicio (24 meses en promedio) muestran y de manera general, una baja eficiencia en la crianza de terneras (Grijalva, 1992).

Los cultivos de levaduras vivas promueven un ambiente más saludable en el rumen, reduciendo

do los niveles de oxígeno y estimulando el crecimiento de bacterias, principalmente de aquellas que degradan las fibras consumen ácido láctico (Amaury, 2011). Los aditivos pueden mejorar la conversión alimenticia, la producción (aumento de peso / leche) y la sanidad, ya que actúan por diferentes mecanismos, incluyendo la modificación de la fermentación ruminal (por aumento de la formación de ácido propiónico disminuyendo la formación de metano y la proteólisis y desanimación de proteínas de la dieta en el rumen), la estabilización del ambiente ruminal y la protección de los patógenos del tracto gastrointestinal (Hillman & Wells, 2005).

Los estudios realizados si bien han generado resultados importantes han sido dispersos y no se han enfocados en la relación indisoluble entre ganancia de peso y la oportuna incorporación a la reproducción de las terneras, es por ello que el objetivo de esta investigación es demostrar que con la adición de suplementos alimenticios en la dieta se logra aumentar la etapa reproductiva de las vacas productoras de leche.

2. Materiales y métodos

El experimento tuvo lugar en los predios del Campo Docente Experimental “la Tola”-CADET, a 2,430 m.s.n.m. y con una precipitación anual de 817 mm al año se evaluó el sistema de suplementación con levadura (*Sacharomyces cerevisiae*) y aditivos, a fin de determinar el mejor tratamiento en el incremento de peso de las terneras Holstein-Friesian, de 3 a 6 meses de edad del hato ganadero.

La lista de tratamientos utilizados se resume a continuación:

- T₀: Sin aditivos + (Forraje 6kg/ternera/día) + Mezcla Minera 25g + Agua + (Balanceado 0.75kg/ternera/día)+ 50g de jabón cálcico + 15g levadura.
- T₁: Roughage mate (5g diarios) + (Forraje 6kg/ternera/día) + Mezcla Minera 25g + Agua + (Balanceado 0.75kg/ternera/día)+ 50g de jabón cálcico + 15g levadura.

- T₂: 3 NITRO-20 (2g diarios) + (Forraje 6kg/ternera/día) + Mezcla Minera 25g + Agua + (Balanceado 0.75kg/ternera/día)+ 50g de jabón cálcico + 15g levadura.

Los tratamientos se establecieron por un periodo de 100 días (10 días de adaptación y 90 días para la evaluación), las variables evaluadas fueron: incremento de peso, incremento de cinchera, altura a la cruz, condición corporal y composición botánica de la mezcla forrajera.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro observaciones y una unidad experimental que estuvo constituida por una ternera, Se estructuraron tres grupos, cada uno conformado por cuatro terneras. En la formación de los grupos se intentó crear grupos homogéneos en términos de edad y peso. Los tratamientos fueron identificados con cabo fórtex de 10 mm de diferente color (T₀: verde, T₁: amarillo, T₂ azul).

En los tres potreros de corte, se determinó que la mezcla forrajera en su mayoría estaba compuesta por gramíneas invasoras, principalmente kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y grama común (*Cynodon dactylon*), debido a su edad ya que tiene más de tres años de siembra.

3. Resultados y discusión

3.1 Incremento de peso

En el análisis de la varianza para esta variable (Tabla 1) se observa que existen diferencias significativas al 90% de probabilidad estadística entre tratamientos, con un promedio de incremento de peso de 0.71 kg/ternera/día y un coeficiente de variación de 14.70%. Se identificaron dos rangos de significancia, en el primero de los cuales se ubicaron el T₂ (3-Nitro-20) con un promedio de 0.80 kg/ternera/día; en tanto que al final del segundo rango se ubica el T₀ (sin aditivos) con 0.58 kg/ternera/día (Tabla 2).

Tabla 1. Significancia estadística, para la evaluación de dos aditivos en terneras Holstein-Friesian.

Fuentes de variación	gl	Cuadrados medios
Total	11	-
Tratamientos	2	0.061*
Error experimental	9	0.010
Promedio: 0.71 kg/ternera/día		
CV: 14.70%		

Nota: *, ** y *** denotan significación estadística al 1, 5 y 10% respectivamente.

Esta respuesta se debe, probablemente, a que el T₂ (3-Nitro-20) fue mejor asimilado por las ternera, (Moromenacho, 2007), debido a la alta concentración de enzimas (roxarsona) que tiene este producto, las cuales ayudan a degradar mejor los alimentos y minimizan los efectos de la coccidiosis.

Araque & Escalona (2001) indican que con un sistema de crianza que produzca aumentos de peso vivo de 0.50 a 0.75 kg/día, puede ser razonable, según el sistema de crianza utilizado y el régimen alimenticio.

Tabla 2. Pruebas de Tukey al 5% para incremento de peso en la evaluación de dos aditivos en terneras Holstein-Friesian.

Tratamientos	Promedios de incremento de peso kg/ternera/día
T2= 3 Nitro-20 (2 g diarios /ternera/ día)	0.80 a
T1= Roughage mate (5 g diarios/ternera/día)	0.71 b
T0= Sin aditivos Testigo absoluto	0.58 b

3.2 Incremento de cinchera

La Tabla 3 muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos al 95% de probabilidad, con un promedio de incremento de cinchera de 0.22 cm/ternera/día y un coeficiente de variación de 12.03%. Se identificaron dos rangos de significancia, el primero de los cuales incluyó al T₂ (3-Nitro-20) con un promedio de 0.24 cm/ternera/día y al T₁ (Roughage mate); en tanto que en el segundo rango se ubicó T₀ (sin aditivos) con 0.18 cm/ternera/día (Tabla 4).

Los resultados alcanzados son superiores a los obtenidos por Moromenacho (2007), quien reportó un incremento de cinchera de 0.19 cm/ternera/día. Una posible explicación para esta diferencia es que el suministro de levadura mejoró el metabolismo anaerobio o fermentativo, ya que las levaduras son capaces de absorber el oxígeno del rumen, estimulando el crecimiento de las bacterias anaeróbicas, mejorando la producción de ácidos grasos volátiles y regulando el pH, por lo que existe mayor digestibilidad de la fibra de los forrajes, lo cual incrementa la cinchera (Rodríguez, 2012).

Tabla 3. ADEVA para el incremento de cinchera, para la evaluación de dos aditivos en terneras Holstein-Friesian.

Fuentes de variación	gl	Cuadrados Medios
Total	11	-
Tratamientos	2	0.007**
Error experimental	9	0.00072

Promedio: 0.22 cm/ternera/día
CV: 12.03%

Nota: *, ** y *** denotan significación estadística al 1, 5 y 10% respectivamente.

Tabla 4. Pruebas de Tukey al 5% para incremento de cinchera en la evaluación de dos aditivos en terneras Holstein-Friesian.

Tratamientos	Promedios de incremento de cinchera cm/ternera/día
T2= 3 Nitro-20 (2 g diarios /animal/ día)	0.24 a
T1= Roughage mate (5 g diarios/ternera/día)	0.24 ab
T0= Sin aditivos	0.18 b

3.4 Altura a la cruz

El análisis no reporta diferencias significativas entre tratamientos para esta variable (Tabla 5). Una posible explicación para este resultado es ofrecida

por Church y Pond (1997), quienes argumentan que el aumento de peso no va necesariamente ligado al crecimiento en altura, pues los animales pueden aumentar de peso en mayor proporción que su altura.

Tabla 5. ADEVA para Altura a la cruz, en la evaluación de dos aditivos en terneras Holstein-Friesian.

Fuentes de variación	gl	Cuadrados Medios
Total	11	-
Tratamientos	2	0.000062
Error experimental	9	0.00077

Promedio: 0.11 cm/ternera/día
CV: 23.9%

3.5 Condición corporal

En la Tabla 6, se observa la calificación de Condición Corporal promedio por tratamiento durante el ensayo, ubicándose en primer lugar T₁ (5 g/día de Roughage mate) con 2.75, seguidas de T₂ (5 g de Roughage mate) con 2.73 y T₀ (Testigo) con 2.73, comparando estos re-

sultados con la citada por el Instituto Babcock (1996) como Calificación de Condición Corporal promedio de 2.25 para terneras de entre 3 a 6 meses de edad, existiendo mayor incremento en las terneras de este ensayo. Es decir, se reportó un aumento de la Condición Corporal en todas las terneras del presente ensayo, debido al suplemento con fuentes energéticas y proteicas.

Tabla 6. Calificación de la Condición Corporal promedio por tratamiento para la evaluación de dos aditivos en terneras Holstein-Friesian.

Tratamientos	Calificación de Condición Corporal
T0(Testigo)	2.73
T1 (5g de Roughage mate)	2.75
T2(2g de 3nitro-20)	2.73

4. Conclusiones

Los resultados de este trabajo sugieren que la mayor ganancia de peso se obtuvo con la suplementación de T₂ (3 Nitro-20 3g/ternera/día) + Forraje (0,75kg /ternera/día), + Balanceado (0,75kg /ternera/día) + jabón cálcico (25 g/ternera/día), + sales minerales (50 g/ternera/día) y levadura (15 g/ternera/día); con el cual se alcanzó, un incremento de peso vivo de 0.80 kg/ternera /día y una condición corporal de 2.73 que se califica como buena, lo cual implicará en el futuro productivo y reproductivo de las terneras.

La suplementación con T₂ (3 Nitro-20 3 g/ternera/día) permite que las terneras lleguen a una me-

nor edad (17 meses) y con el peso apropiado (400 kg de peso vivo) a la primera monta o inseminación, lo cual se traduce en una mayor vida productiva de las hembras. Sin embargo, es preciso señalar T₁ (roughage mate 5g /ternera/día) es el más rentable de los tratamientos. En este sentido, cabe indicar que el peso de las terneras a la primera monta de 400 kg, la obtendrán a los 19 meses de edad y el primer parto a los 28 meses, por lo que el ganadero debe decidir, en función de sus requerimientos y presupuesto, cuál de estos dos sistemas de alimentación le conviene.

Para futuras investigaciones se recomienda incorporar nuevas variables como clima y época del año garantizando así la transferencia de tecnología a productores y generadores de políticas públicas.

Referencias

- Amaury, C. (2011). Uso de cultivos de levadura en la nutrición de rumiantes.
- Andrade, L., & León, V. (2013). *Evaluación de aditivos en el crecimiento y condición corporal en vaconas medias Holstein Friesian. Tumbaco, Pichincha*. Tesis de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Quito. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1374/1/T-UCE-0004-27.pdf>
- Araque C., & Escalona M. (1995). Una nota sobre el uso de los bloques Multinutricionales en ganado de ceba.
- Church, D., & Pond, W. (1987). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. (Luis Jorge Pérez, Trad). México: Limusa.
- Hillman, V.H., & Wells, J.E. (2005) Lowew Digestive Microbiology *In Encyclopedia of Animal Science*. New York: Department of Agriculture.
- Grijalva, J. (1992). Crianza de terneras de leche. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, EC. Boletín Técnico no 8. p. 3 –14.
- Instituto Babcock, Madison (USA). (1996). Para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera, Guías Técnicas Lecheras y las Esenciales Lecheras.
- Moromenacho, M. León, V. (2007). *Evaluación de la suplementación con tres niveles energéticos en la alimentación de terneras Holstein Friesian de 3 a 6 meses de edad. Alóag, Pichincha*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Rodríguez, D. (2012). Levadura de cerveza como alternativa en nutrición animal. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Validación de dos activadores prebióticos en el desarrollo de terneras medias Ayrshire sobre los 3,000 m.s.n.m. en Sangolquí, Pichincha

Validation of two prebiotic activators in the development of crossbred ayrshire heifers, 3,000 meters above the sea level in Sangolquí, Pichincha

Luis Miguel Medina¹, Galo Jacho¹, Lenin Ron¹, Jorge Caicedo¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

Resumen

En la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia Rumipamba, sobre los 3,000 m.s.n.m., se llevó a cabo la validación de dos activadores prebióticos en terneras medias Ayrshire. Para la fase de campo se emplearon terneras puras con una edad de entre 4-6 meses de edad. Las variables dependientes fueron: el incremento de peso, altura, diámetro de cinchera y capacidad corporal; los datos se registraron cada 15 días. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con covariables, el mismo que estuvo conformado por tres tratamientos y cinco observaciones para cada tratamiento, cada ternera fue una unidad experimental. De acuerdo al análisis de varianza realizado para cada variable evaluada se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos; pero para el análisis de la covariable el ANOVA detectó diferencias significativas para la interacción de cada variable.

Palabras clave: terneras, covariable, ayrshire, crianza a gran altura.

Abstract

The validation of two prebiotic activators in crossbred Ayrshire heifers was conducted in the province of Pichincha, Rumiñahui County, Rumipamba Parish, at 3,000 meters a.s.l. For the field phase, purebred Ayrshire heifers with an average age of 4 to 6 months old were studied and data on their weight, height and waist diameter increase, as well as their body capacity were measured every two weeks. An experimental design (DCA) with covariables, the age being the covariable, consisted of three treatments and five observations for each treatment. The experimental unit was the heifer. According to the analysis of variance conducted for each tested variable, there are no significant differences between treatments; however, for the analysis of the covariable (ANOVA), significant differences were detected for the interaction of each variable.

Keywords: heifers, covariable, ayrshire, high altitude breeding.

1. Introducción

La producción de leche es un rubro importante de la canasta agrícola del Ecuador. De acuerdo al MAGAP (2014) este segmento movilizó alrededor de 700 millones de dólares en el 2014. Factores como el crecimiento demográfico y los acelerados procesos de urbanización han desplazado a la ganadería de leche a zonas por encima de los 3,000 m.s.n.m., lo que implica nuevos retos para la producción de leche en la región andina. En este contexto, las explotaciones ganaderas buscan nuevas formas de manejo de sus hatos en unas condiciones que no son las ideales para la crianza de ganado lechero.

Por estas razones el ganadero se ha visto en la necesidad de buscar nuevos productos que promuevan el desarrollo óptimo de los animales. Una de estas alternativas es el uso de prebióticos que son compuestos que el animal no digiere, pero que tienen un efecto fisiológico en el intestino al estimular, de manera selectiva el incremento de la actividad de las bacterias beneficiosas en el intestino del animal (Zbiden, 2008).

Las dosis de prebióticos en animales muy jóvenes o muy viejos deben permanecer en niveles bajos para no cambiar drásticamente la digestibilidad, es por esto que los animales jóvenes, en este caso las terneras, requieren dietas altamente digestibles para mantener las tasas de crecimiento aceptables. Pese a esto, son escasas las investigaciones que validen el uso de estos compuestos a la realidad local.

Con estos antecedentes, esta investigación se centra en el uso de prebióticos en la alimentación de terneras medias *Ayrshire*, validando la respuesta de los prebióticos en su desarrollo y demostrar si existen nuevas alternativas nutricionales que mejoren considerablemente el desarrollo de las terneras sobre los 3,000 m.s.n.m.

2. Materiales y métodos

2.1 Ubicación

La presente investigación se realizó en la hacienda "Wagra Cacharina" (El Páramo), localizada en la parroquia Rumipamba, cantón Rumiñahui – Pichincha a una altura promedio de 3,200 m.s.n.m. con una temperatura media anual de 9 °C y una pre-

cipitación media anual de 1,496.8 mm. al año. Se inició con el ensayo el 26 de enero del 2015.

2.2 Variables

Las variables en estudio fueron: el incremento de peso corporal, la altura a la cruz, el incremento de cinchera y la condición corporal. El incremento de peso corporal se midió con una cinta bovino métrica a la altura de la cinchera. La altura a la cruz se evaluó tomando la altura en centímetros con una regla graduada. El incremento de cinchera se evaluó tomando el diámetro de cinchera con una cinta bovino métrica. En tanto que la condición corporal fue evaluada a partir del inicio de la investigación con base en una escala que va de uno a cinco. La recolección de datos tuvo lugar cada 15 días a partir de que los prebióticos fueron administrados.

2.3 Manejo del experimento

El experimento estuvo conformado por tres tratamientos los cuales se especifican en la Tabla 1. Para identificar a las terneras de cada tratamiento se utilizaron collares de color verde para el testigo, verde, rojo para el tratamiento 1 (prebiótico 1) y azul para el tratamiento 2 (prebiótico 2). La alimentación y la recolección de datos se realizaron en un corral pequeño con una manga, lo que facilitó el manejo de las terneras durante la investigación. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con covariable, siendo la covariable la edad de las terneras.

3. Resultados y discusión

3.1 Incremento de Peso Corporal

El análisis de varianza (Tabla 2) realizado para el estudio del incremento de peso, muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Una posible explicación para este resultado es que la alimentación administrada a cada tratamiento (balanceado, prebióticos, sales minerales y pasto a voluntad) no influyó mayoritariamente en la variable incremento de peso. De acuerdo a Wattiaux (1998) al presentar una mayor exigencia energética en la altura, los animales tienden a metabolizar rápidamente el alimento administrado.

En esta investigación se observó que sobre los 3,000 m.s.n.m. los animales presentaron un mayor

requerimiento energético, lo que puede ser apreciable al observar que el incremento de peso diario fue menor a 800 – 900 g/día lo que hizo que no presenten diferencias significativas en la ganancia de peso entre tratamientos (Lanuza, 2008). Por su

parte, Barra (2005) menciona que dado los altos requerimientos energéticos de los animales destinados a la producción intensiva de leche, el principal componente de la dieta lo constituye el concentrado (energía más proteína más sales minerales).

Tabla 1. Tratamientos aplicados.

Tratamientos	Descripción
<i>Tratamiento 1</i>	1 kg de balanceado + 10 gr de sales minerales + pasto a voluntad + agua a voluntad.
<i>Tratamiento 2</i>	1 kg de balanceado 1 + 7 gr del prebiótico 1 + 10 gr de sales minerales + pasto a voluntad + agua a voluntad.
<i>Tratamiento 3</i>	1 kg de balanceado 1 + 25 gr del prebiótico 2 + 10 gr de sales minerales + pasto a voluntad + agua a voluntad.

En el análisis de la covariable (peso inicial), el ANOVA detectó diferencias significativas para la interacción entre el peso inicial sobre el peso final, indicando que el primero influye significativamente sobre el peso final de los animales. Los leves incrementos observados en los animales se debieron al peso inicial de los mismos y no al efecto de los tratamientos.

La respuesta visible que presenta el testigo se debe a que el balanceado empleado posee también suplementos de vitaminas AD3E, lo que hace que el balanceado esté diseñado como un promotor del

desarrollo de las terneras que permite mejorar la ganancia de peso durante la crianza y alcanzar tempranamente el peso óptimo para el primer servicio (Lanuza, 2008).

De acuerdo a Lanuza (2008), mientras más avanzada es la edad, el aumento de peso en el animal adulto estará representado por una mayor proporción de grasa en la composición química de la ganancia de peso. Por el contrario, en el animal joven, esto estará dado por una mayor proporción de proteína (músculo) en desmedro de la grasa.

Tabla 2. Análisis de varianza para el incremento de peso (kg), para la validación de dos activadores prebióticos en terneras medias Ayrshire sobre los 3,000 m.s.n.m.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p-value
Modelo	22,611.46	3			
Tratamiento	25.97	2	7,537.15	151.22	0.000
Peso inicial	22,076.93	1	12.98	0.26	0.775
Error	548.27	11	22.076	442.93	0.000
Total	23,159.73	14	49.48		
R ²	R ² Ajustada	CV			
0.98	0.97	4.42%			

3.2 Incremento Altura a la Cruz

La Tabla 3 muestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos para la variable altura a la cruz. De acuerdo a Gallardo (2000) los aditivos (prebióticos) para mejorar la eficiencia de la conversión de los alimentos se debería considerar que al reemplazar un insumo por otros ingredientes de menor

desempeño nutricional o cuando se desea hacer un uso intensivo y eficiente de forrajes en las dietas, estos generaran una respuesta del animal a incrementar su potencial fisiológico en este caso la altura a la cruz.

En el análisis de la covariable (altura inicial), el ANOVA detectó diferencias significativas para la interacción entre la altura inicial sobre la altura final,

indicando que el primero influye significativamente sobre la altura final de los animales. De la misma manera, como en el caso del peso final, los leves incre-

mentos observados en la altura final se debieron al uso de la altura inicial como covariable y no a la aplicación de los tratamientos.

Tabla 3. Análisis de varianza para el incremento de Altura a la cruz, para la validación de dos activadores prebióticos en terneras medias *Ayrshire* sobre los 3,000 m.s.n.m. en Sangolquí.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p-value
Modelo	1,055.46	3	351.82		
Tratamiento	0.99	2	0.49	75.21	0.000
Peso inicial	1,051.93	1	1,051.75	0.11	0.90
Error	51.45	11	4.68	224.85	0.000
Total	1,106.90	14			
R ²	R ² Ajustada	CV			
0.98	0.97	2.27%			

3.3 Incremento de Cinchera

El análisis de varianza para esta variable (Tabla 4) muestra que, al igual que en los casos anteriores, no existen diferencias entre tratamientos. En el análisis de la covariable (incremento de cinchera inicial), el ANOVA detectó diferencias significativas para la interacción entre el incremento de cinchera inicial sobre el incremento de cinchera final, indicando que el primero influye significativamente sobre el incremento de la cinchera final de los animales. Es importante mencionar, que el diámetro de la cinchera está estrechamente correlacionado con el peso de los animales. Es por esta razón que los leves incrementos observados en la cinchera final se debieron al uso de la cinchera inicial como covariable y no a la aplicación de los tratamientos.

Para Bath (1978) los nutrientes que necesita la ternera para incrementar el diámetro de la caja torácica son energía metabolizable, proteína, minerales, vitaminas y agua; de estos el primero y el último

contribuyen mayormente sobre el incremento del diámetro de la cinchera. Por ello, el testigo, sin necesidad de ningún aditivo, tuvo una mejor respuesta ante el desarrollo fisiológico de la ternera, debido a que las terneras fueron alimentadas con el balanceado que poseía un 16% de proteína cruda.

3.4 Capacidad Corporal

Dado que esta variable es de naturaleza cualitativa ordinal y, por tanto, no presenta una distribución normal, se aplicó una prueba de Kruskal Wallis, la cual es útil en casos en que los preceptos de normalidad no se cumplen.

Al aplicar la prueba de Kruskal Wallis se observa que el valor p es mayor a 0.05, por lo que no es posible rechazar la hipótesis nula de que los tratamientos tuvieron una respuesta similar. Es decir, al igual que en las variables cuantitativas analizadas anteriormente, la adición de aditivos prebióticos no implica una respuesta mejor que la obtenida a partir del tratamiento testigo.

Tabla 4. Análisis de varianza para el incremento de Cinchera, para la validación de dos activadores prebióticos en terneras medias *Ayrshire* sobre los 3,000 m.s.n.m. en Sangolquí.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p-value
Modelo	1,743.55	3	581.18		
Tratamiento	2.39	2	1.20	140.87	0.000
Peso inicial	1 706.62	1	1,706.62	0.29	0.753
Error	45.38	11	4.13	413.6	0.000
Total	1,788.93	14			
R ²	R ² Ajustada	CV			
0.97	0.97	1.67%			

Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis para Capacidad Corporal, Para la validación de dos activadores prebióticos en terneras medias Ayrshire sobre los 3,000 m.s.n.m. en Sangolquí.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Promedio	gl	C	H	p-value
Capacidad Corporal Final	Prebiótico 1	5	3.40	0.22	6.80	2	0.77	0.72	0.6271
Capacidad Corporal Final	Prebiótico 2	5	3.50	0.35	8.00				
Capacidad Corporal Final	Testigo	5	3.60	0.42	9.20				

4. Conclusiones

Este estudio analizó el efecto de los prebióticos sobre las variables: incremento de peso, altura a la cruz, diámetro de cinchera y capacidad corporal. Los resultados no reflejaron diferencias significativas, demostrando que el uso de prebióticos en la suplementación de terneras sobre los 3,000 m.s.n.m. no dio los resultados esperados. Debido a la diferencia de edades entre las terneras (4-6 meses) al inicio de la investigación se empleó una variable correctora, en este caso la covariable (edad), lo que controló los efectos de la diferencia de edad en las variables bajo análisis.

Más allá de la lectura e interpretación de estos resultados, el aporte más importante de esta inves-

tigación es la conclusión de que el uso de prebióticos a alturas mayores de 3,000 m.s.n.m. no ofrece los resultados esperados, por tanto, en estas condiciones, la inversión en este tipo de aditivos no se justifica. Sin embargo, es preciso resaltar que se requiere un mayor número de estudios en diferentes ambientes para probar esta hipótesis de manera más concluyente.

Por otro lado, todos los análisis de varianza reportaron un efecto significativo para la variable correctora que controlaba la edad de las terneras, por tanto, el uso de variables de control en este tipo de estudio resulta esencial a fin de obtener mayor robustez en los resultados.

Referencias

- Almeyda, J. (2013). *Recria de animales de reemplazo en sistemas intensivos*. Lima, Perú: Universidad Nacional La Molina
- Ayón M., Cueva. (1998) *Adaptación del Ganado Bovino a la altura*. Lima, Perú: Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM. Pub. Tec. N° 38
- Barra, F. (2005). *Manejo de la Alimentación de Animales a Corral*, Argentina: disponible en URL: www.produccion-animal.com.ar [Consultado 25 de Abril 2015]
- Bargo, F. (2005). *Evaluación del Estado Corporal en vacas lecheras*. Informe Técnico Elanco Animal Health. Argentina: S.n., disponible en URL: www.produccion-animal.com.ar [Consultado 3 de Marzo 2015]
- Gallardo, M. (2000). *Concentrados y Subproductos para la Alimentación de Rumiantes*. Argentina: INTA s.n. Boletín N° 43.
- Gibson, G., y Roberfroid, M. (2008). *Handbook of prebiotic*. Minesota, U.S.A.: Editorial Gibson, G. y Roberfroid".
- Hazard, S., (1996). *Alimentación de terneros y vaquillas de lechería*. Colombia: INIA.
- Lanuza, F. (2008). *Crianza de Terneros y Reemplazos de lechería*. Argentina: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N°148.
- Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca. (2014). *Desarrollo del sector ganadero en el último año*. Quito, Ecuador: MAGAP.
- Wattiaux, M. (2000). *Crianza de terneras desde el nacimiento hasta el destete*. Madison, U.S.A.: Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera". Universidad de Winsconsin Madison.
- Zbiden, E. (2008). *Uso de prebióticos en la alimentación*. Chile: "Revista tecno vet" Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.

Ecuador declarado país libre de la fiebre aftosa. Oportunidades y desafíos

Ecuador as an aftosa fever free-country. Opportunities and challenges

Francisco Gutiérrez León¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521
Quito, Ecuador

Resumen

Ecuador fue declarado en el 2015 país libre de fiebre aftosa por parte de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), requisito indispensable para la exportación de productos lácteos y carne. La producción de leche en el país ha crecido sostenidamente durante la última década. Según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2012 se produjeron 5,675,067 litros de leche al día en el país. Por otro lado, el consumo per cápita en el país para el año 2015 es de 100 litros de leche por habitante por año, según datos recabados de la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE). Como resultado de esto, se ha creado una brecha entre las fuerzas de mercado oferta y demanda de leche. Desde la perspectiva de la oferta, existe una sobre producción de leche en ciertos meses del año. Por el lado de la demanda, el consumo nacional per cápita es relativamente bajo en comparación al estándar internacional establecido por la FEPALE y la Organización Mundial de la Salud de 150 litros de leche por habitante por año.

Palabras clave: libre de fiebre aftosa, consumo de leche, producción de leche.

Abstract

Ecuador was declared an aftosa fever free-country in 2015 by the World Animal Health Organization. This is a mandatory requirement for exportation purposes of meat and milk products. The milk production in the country has been increasing progressively along the last decade. According to the Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), in the year 2012 the national milk production was 5, 675,067 liters per day. On the other hand, the national milk consumption per inhabitant is 100 liters per year in 2015, data obtained from the Federación Panamericana de Lechería (FEPALE). As a result of this, an spread has been created between the milk supply and demand market forces. From the supply perspective, there is an over production of milk in specific months of the year. As for the demand, the national consumption per inhabitant is relatively low comparing to the international standard given by the FEPALE and the World Health Organization of 150 liters per inhabitant per year.

Keywords: aftosa fever free, milk consumption, milk production.

1. Introducción

La producción de leche en el mundo es una actividad con un gran dinamismo, países como China, que en el pasado no consumía productos lácteos, ha incrementado considerablemente su demanda, y otros como la India han incursionado en el mercado como productores de leche (Sharma & Rou, 2014). Existen países que siempre se han caracterizado por la producción y consumo de leche como los Estados Unidos y los miembros de la Unión Europea. En Sudamérica, Brasil pasó, en tan solo dos décadas, de ser un importador de productos lácteos a ser el primer productor de leche en el continente, seguido por Argentina, Colombia, Chile y Uruguay. El mercado de la leche a nivel mundial es muy competitivo y el precio al cual se cotiza los productos lácteos es errático y puede fluctuar súbitamente, Ecuador puede entrar a este mercado gracias a la declaración de país libre de fiebre aftosa.

La ganadería en el Ecuador es una de las principales actividades agropecuarias. La superficie que se destina para pastos cultivados y pastos naturales es de 4,976,122 hectáreas, lo que representa el 41.81% de la tierra cultivada en Ecuador (INEC, 2012). En el año 2012, la producción de leche en Ecuador alcanzó los 5,675,067 litros al día, siendo la región Sierra la que más aporta en este rubro con un 76.79%, seguido de la Costa con el 15.35% y el Oriente con el 7.86%. En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la región que más se destaca es la Sierra con 6.46 litros/vaca, debido a la gran cantidad de ganado lechero presente y a pastos cultivados

y naturales que sirven para su alimentación. La región Oriental ocupa el segundo lugar con 4.50 litros/vaca y por último la región Costa con 3.11 litros/vaca (INEC, 2012). Estas cifras dejan ver claramente la importancia de la ganadería lechera tanto para la seguridad y soberanía alimentaria como para las economías locales del país.

Una de las grandes limitantes para el desarrollo y expansión del sector lechero en Ecuador ha sido la imposibilidad de exportar productos lácteos debido a la prevalencia de la fiebre aftosa. Este artículo analiza las oportunidades y retos del sector lechero ecuatoriano una vez que Ecuador ha sido declarado país libre de aftosa.

2. Estatus sanitario en Suramérica

Ecuador fue declarado libre de fiebre aftosa por parte de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). En febrero del 2015 este objetivo se lo logró luego de varios años de campañas de vacunación que se realizaron dos veces en el año a nivel nacional, la institución que coordina estos planes de vacunación en el país es Agrocalidad (MAGAP, 2015). Esta declaración abre las puertas al país para poder exportar leche, carne y sus derivados. También es posible exportar productos de ovinos, caprinos y cerdos, los cuales también pueden padecer esta enfermedad. En Sudamérica casi todos los países han logrado certificarse como libres de esta enfermedad a excepción de Venezuela y algunas partes de Brasil (OIE, 2015) (Figura 1).



Figura 1. Mapa oficial del estatus de fiebre aftosa en Sudamérica.
Fuente: OIE (2015)

3. Producción y consumo de leche

La ganadería de leche bovina en el país ha crecido de manera sostenida durante la última década. Varios productores han visto una alternativa de ingresos en la ganadería de leche debido a que esta ofrece ingresos más estables que los observados para la producción agrícola. Mediante Acuerdo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca se fijó el precio de leche a nivel de finca en US \$ 0.42 por litro de leche cruda (MAGAP, 2013). En contraparte, otros cultivos como, por ejemplo la papa, exhiben precios fluctuantes en el mercado. Por otro lado, los cultivos de la Sierra tienen ciclos vegetativos superiores a los 5 meses lo que dilata el período necesario para la obtención de ingresos. Adicionalmente, la ganadería no requiere uso intensivo de mano de obra a diferencia de los cultivos, los cuales requieren mano de obra en labores como escarda, fertilización, aporque, y la cosecha. Estos factores se ven

reflejados en el incremento que ha experimentado la producción de leche durante el período 2005-2012 (INEC, 2012) (Figura 2).

Es necesario recalcar que el aumento de la producción de leche obedece a un incremento de consumo, lo que trae como consecuencia que en ciertas épocas del año, exista sobreproducción. Según la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE) el consumo recomendado es entre 150-180 litros de leche/habitante/año, en la región, países como Argentina, Uruguay, Chile y Brasil tienen este consumo (Londinsky, 2015). Ecuador registra un consumo per cápita de 100 litros de leche (Figura 3), lo que refleja que se requieren diseñar y aplicar políticas para incrementar el consumo de leche en Ecuador. Una alternativa es incluir leche en los desayunos escolares de los niños, mientras que el reto más grande es incentivar el consumo de leche entre toda la población.

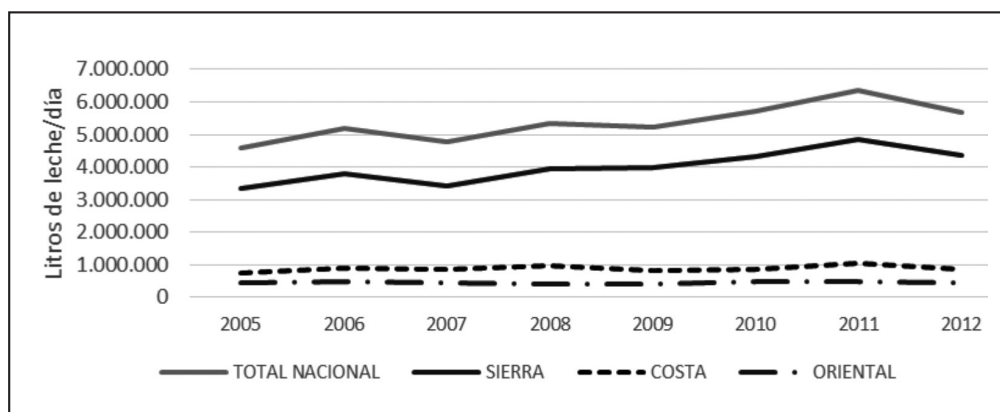


Figura 2. Producción de leche cruda bovina en las tres regiones del Ecuador

Fuente: Elaboración propia del autor con datos del INEC (2012)

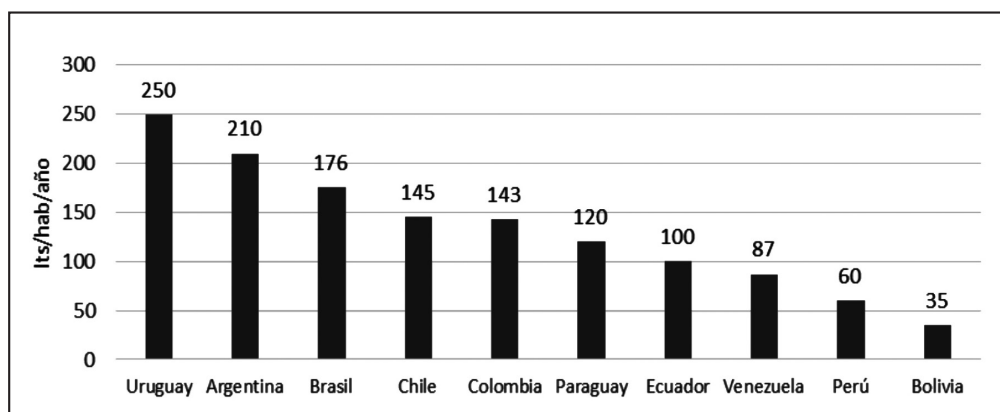


Figura 3. Consumo per cápita de leche litro/habitante/año en Sudamérica.

Fuente: Adaptado de la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE).

4. Mercado internacional

La exportación de productos lácteos tiene el potencial de convertirse en una alternativa para nuestros excedentes de leche cruda. Generalmente, estos excedentes de leche se los exporta en forma de leche en polvo, quesos, yogurt, entre otros productos procesados. Sin embargo, una limitante es el precio que se paga por litro de la leche fijado

para el mercado local, el cual es uno de los más altos en Sudamérica. Mientras que en el país se paga US \$ 0.42 por litro de leche cruda (Figura 4), países de la región que exportan leche y sus derivados como Uruguay y Argentina pagan entre US \$ 0.36 y US \$ 0.34 respectivamente (FEDEGAN, 2015). Estos valores reflejan que, en las condiciones actuales, sería muy difícil para los productores ecuatorianos competir en el mercado regional

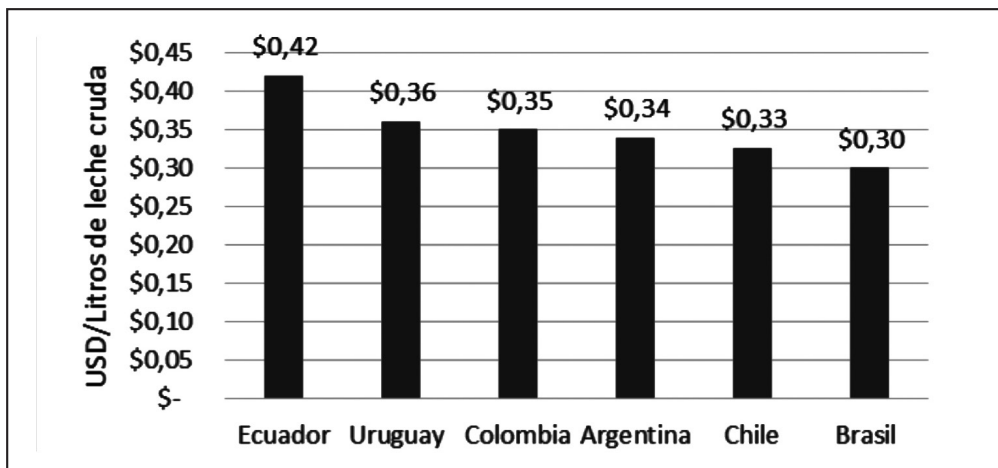


Figura 4. Precio de litro de leche al productor.

Fuente: Elaboración propia del autor con datos de la Federación de Ganaderos (FEDEGAN).

5. Costos de producción

De los datos presentados hasta aquí, se extrae que una alternativa para incrementar la competitividad de la leche producida en Ecuador en los mercados internacionales sería reducir el precio de la leche cruda que percibe el ganadero, sin embargo, una política de esta naturaleza afectaría a un gran número de pro-

ductores, por lo que es necesario abrir un debate en el que intervengan todos los actores de la cadena de producción de leche en el país. En principio es preciso analizar los costos de producción por litro de leche a nivel local. Los rubros que mayor incidencia tienen sobre sus costos de producción son: balanceados y sales minerales con el 22%, personal de finca con el 17% y fertilizantes y semillas con el 15% (Figura 5).

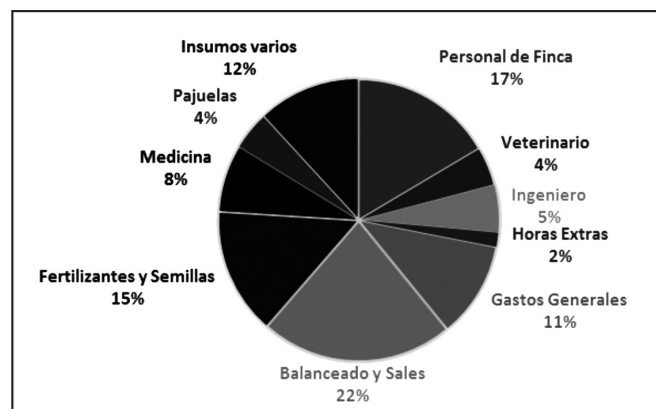


Figura 5. Distribución de los costos de producción de una ganadería de leche.

La alimentación de los animales es el mayor rubro que tienen en las ganaderías, si se suma el balanceado y sales minerales (22%) y fertilizantes y semillas (15%) las dos equivalen al 37% de los costos de producción. El personal de finca representa el 17%, en el país se considera que una ganadería con una extensión entre 30 y 40 hectáreas puede ser manejada por 3 a 4 persona.

6. Conclusiones

El ser declarado como país libre de fiebre aftosa por la OIE, luego de varias décadas de planes de vacunación, representa una gran meta alcanzada para el país, y una oportunidad de crecimiento y expansión a mercados internacionales para los ganaderos. La producción de leche en el país ha aumentado debido a diversos factores como la fijación del precio por litro de leche cruda y la esta-

bilidad de ingresos de la leche en comparación con la producción de cultivos. Sin embargo, el consumo per cápita a nivel nacional es bajo (100 litros/habitante/año) en comparación con otros países de la región. Esto ha provocado un desbalance de la relación entre oferta y demanda en ciertos meses del año (desde junio hasta septiembre) en los que existe sobreproducción de leche. El precio base que se paga por litro de leche (US \$ 0.42) no resulta competitivo a nivel regional. Países exportadores como Argentina y Brasil pagan a sus productores precios de entre US \$ 0.35 y US \$ 0.30 por litro, respectivamente. El costo más alto para los productores es la alimentación de los animales, el cual representa el 37% de los costos totales de producción. En este sentido, es necesario un debate sobre cómo reducir estos costos para poder ser más competitivos a nivel internacional y poder exportar los excedentes.

Referencias

- FEDEGAN. (2015). *Precio de la Leche en mercado Internacional*. Bogotá - Colombia: Federación de Ganaderos.
- INEC. (2012). *Encuesta de Producción y Superficie Agropecuaria*. INEC.
- Londinsky, A. (2015). América Latina y su potencial como productora de alimentos, el caso de los lácteos. (págs. 1-9). Federación Panamericana de Lechería.
- MAGAP. (2013). Acuerdo Ministerial 394. *Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca*, 1-10.
- MAGAP. (2015). *Ecuador recibe certificados de país libre de fiebre aftosa*. Obtenido de: <http://www.agricultura.gob.ec/ecuador-recibe-certificados-de-pais-libre-de-fiebre-aftosa/>
- OIE. (2015). *Mapa del Status Mundial de Fiebre Aftosa Mundial de los países miembros de la OIE*. Obtenido de: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/estatus-sanitario-oficial/fiebre-aftosa/es-fmd-carte/>
- Sharma, S. & Rou, Z. (2014). *China's Dairy Dilemma The Evolution and Future Trends of China's Dairy Industry*. Washington D.C.: Institute for Agriculture and Trade Policy.

Caracterización de la exposición a polvo orgánico en el área de producción de alimento balanceado y granjas avícolas en la empresa “Megaves Cía. Ltda.”

Organic dust exposure characterization in the area of balanced diet production and poultry farms of the company “Megaves Cía Ltda.”

Luis Rojas Viteri¹, Amalia García Prieto¹

¹Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador

Resumen

El presente estudio definió la exposición de los trabajadores del área de alimento balanceado y producción avícola de la empresa Megaves a polvo orgánico. El estudio fue descriptivo de corte transversal, donde se comparó la exposición a polvo orgánico total (fracción respirable) con los límites permisibles del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España. Una encuesta higiénica fue aplicada para la caracterización de los determinantes de riesgo. Como instrumento de medición de polvo para caracterizar la exposición se utilizó el equipo EVM3 configurado a un flujo de 1.7 l/minuto, y con una captación activa de polvo con tamaño de partícula inferior a 10 micras, considerando el 75% de la jornada laboral. Las muestras obtenidas fueron pesadas de acuerdo a la norma técnica MTA/MA-014/A88 del INSHT “Determinación de materia particulada (total y fracción respirable) en aire - Método gravimétrico”. Los resultados de las mediciones de polvo estuvieron por debajo del límite permisible de 4 mg/m³, por lo que se concluyó que la exposición a este material particulado no constituye un riesgo para la salud de los trabajadores en la empresa objeto de estudio.

Palabras clave: exposición, orgánico, polvo, prevención, avícola.

Abstract

This study defined exposure to organic dust of workers in the area of balanced diets production and poultry farms of the company Megaves. This was a descriptive and cross-sectional study, in which the exposure to total organic dust (inhalable fraction) was compared to the permissible limits of Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) from Spain. A hygienic survey was applied with the aim of characterizing the risk determinants. EVM3 was used to measure dust and to characterize the exposure. It was configured to a flow of 1.7 l/minute, and with an active uptake to dust with particle size lower than 10 microns. The measurements were developed for the 75% of the work day. The samples were weighed according to the technical standard of the INSHT MTA/MA-014/A88 “determination of matter (total and inhalable fraction) particulate in air - gravimetric method”. The dust concentrations found were below the permissible limit of 4 mg/m³, so that the exposure to particulate matter is not a real risk to the health of workers in the company under study.

Keywords: dust, exposure, organic, poultry, prevention

1. Introducción

La avicultura es una de las principales actividades agropecuarias en Ecuador. Las aves de corral, específicamente los “pollos de engorde”, se caracterizan por su rápida reproducción, crecimiento, siendo su precio menor que el de otras especies. Los pequeños inversionistas desarrollan la actividad avícola de manera informal sin tener conocimiento de la legislación ecuatoriana. Sin embargo, el mediano y gran inversionista se asocian teniendo beneficios mutuos, reduciendo costos y aumentando la productividad (Chang et al., 2009). La evolución del consumo per cápita de carne de pollo en Ecuador,

detallado en la Figura 1. Es notorio y significativo el incremento del consumo de 1990 hasta la actualidad, lo que evidencia el potencial de crecimiento de esta actividad en el futuro y demuestra la importancia que este producto ha llegado a tener dentro de las preferencias de los consumidores ecuatorianos, (Orellana, 2007). El sector avícola constituye una de las principales fuentes de empleo en el Ecuador, no solo en forma directa sino también indirecta (cultivo de maíz, elaboración de balanceados, distribución y venta de productos finales e intermediarios) (Orellana, 2007). En la actualidad, en el país existen aproximadamente 1,567 planteles avícolas que generan más de 25,000 empleos directos.

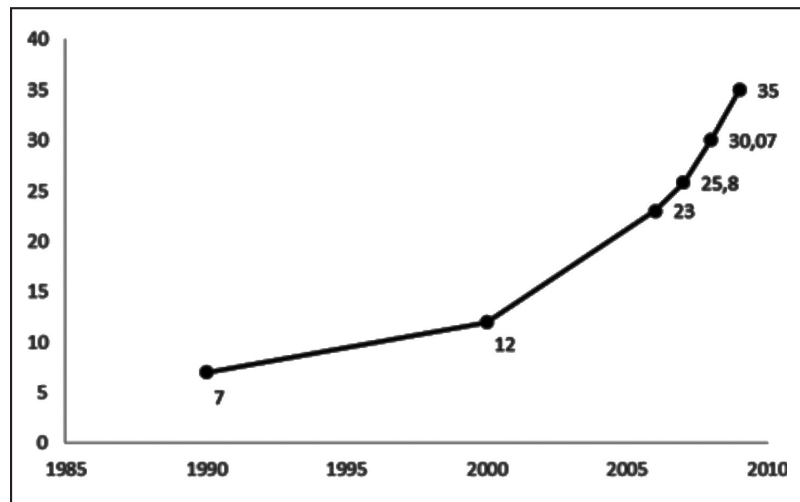


Figura 1. Evolución del consumo per cápita de pollo en Ecuador (kg), CONAVE (2007).

La proyección de producción de pollo de CONAVE para el 2013 fue de 230 millones de pollos de engorde, con un consumo per cápita de pollo de 35 kg/año/habitante. Cabe mencionar que la producción avícola nacional en el Ecuador abastece el ciento por ciento de la demanda de carne de pollo y de huevos de consumo y alrededor del 95% de la demanda de carne de pavo (CONAVE, 2013).

Megaves Cía. Ltda. se dedica a la producción, procesamiento y comercialización de pollos broiler. Su estructura organizacional está constituida por cuatro áreas en el proceso productivo: producción de balanceados, crianza de pollos, procesamiento y comercialización. Este estudio se enfoca en las dos primeras fases del proceso.

Según Lenhart (2001), las condiciones de trabajo de los galponeros han mejorado con el desarro-

llo de la industria avícola. Sin embargo, a pesar del esfuerzo de los avicultores por mejorar dichas condiciones, la crianza de las aves obliga al galponero a trabajar siete días a la semana. En consecuencia, la exposición al polvo orgánico se produce durante varios días consecutivos. Durante la elaboración de alimento balanceado, así como en las labores diarias del cuidado de las aves se produce polvo orgánico ambiental a partir del alimento balanceado, heces fecales, plumas, entre otros. La inhalación del mismo puede causar lesiones severas dentro del aparato respiratorio. Los efectos crónicos a largo plazo de la exposición al polvo pueden incluir congestión pulmonar, bronquitis crónica y neumonía, y diferentes sensibilidades y alergias al polvo. La exposición crónica al polvo puede causar problemas respiratorios graves como asma, enfisema y neumonitis hipersensible (pulmón de granjero). Estas enfermedades pueden requerir medicamentos y cuidados médicos con-

tinuos (State Compensation Insurance Fund, 2010). Es preciso determinar la concentración de polvo total en las áreas de trabajo de la compañía avícola objeto de estudio con el fin de compararla con los límites permisibles establecidos para este tipo de partículas y garantizar el estado de salud de los trabajadores. Adicionalmente, es necesario determinar el tiempo de exposición de los trabajadores al material particulado, además de identificar si poseen el equipo de protección adecuado para realizar su actividad. Según Lenhart (2001) no todas las mascarillas proporcionan el mismo nivel de protección, y el tipo elegido para un corral de confinamiento puede variar de acuerdo a la concentración y tipo de polvo que exista en el área. Los niveles de polvo en el aire son máximos durante las operaciones de atrapamiento de pollos, a veces hasta el punto de que no se alcanza a ver de un extremo del corral al otro.

Hasta el año 2014 la empresa Megaves no había realizado mediciones de la concentración de polvo orgánico a la que están expuestos los trabajadores y las medidas preventivas que se han tomado; como la utilización del equipo de protección personal, no garantizan que la exposición a dichos polvos orgánicos no sea nociva para la salud de los trabajadores. Según Lenhart (2001), los trabajadores avícolas que no llevan protección respiratoria adecuada y se encuentren expuestos a polvo orgánico, corren el riesgo de padecer enfermedades respiratorias como rinitis alérgica, bronquitis, asma, neumonitis por hipersensibilidad o alveolitis alérgicas y síndrome tóxico por polvo orgánico. Los trabajadores avícolas generalmente presentan síntomas respiratorios agudos y crónicos como tos, sibilancias, excesiva secreción de moco, disnea y dolor y sensación de opresión en el pecho.

En el presente trabajo se propuso caracterizar la exposición al polvo orgánico generado en el ambiente de trabajo y los determinantes de exposición a este riesgo, además de promover medidas preventivas y correctivas necesarias para preservar la seguridad y salud de los trabajadores del sector avícola. La investigación desarrollada fue descriptiva y de corte transversal, y se basó en literatura previa (Arias y Bértona, 2012; Díaz et al., 1998; Díaz et al., 2011; Martí, 2009).

2. Materiales y métodos

La caracterización de los determinantes de riesgo (condiciones de trabajo, organización del trabajo y

ambiente de trabajo) se realizó a través de la aplicación de una encuesta higiénica que fue previamente validada por tres expertos y probada durante una prueba piloto. La encuesta se aplicó a los 19 trabajadores de la empresa.

La observación directa fue la técnica empleada para describir el proceso productivo e identificar la maquinaria, equipos y fuentes de producción de polvo, haciendo uso de una ficha de observación. La exposición a polvo orgánico se determinó en tres áreas de actividad: producción de balanceado (a cinco trabajadores), producción de pollo-granjas avícolas (en cinco galponeros) y recolección de pollo (a nueve recolectores). Para la medición de polvo en las áreas de trabajo seleccionadas se utilizó el equipo EVM-3 que fue programado para recolectar el polvo total (tamaño de partícula inferior a 10 μm), que contempla la fracción respirable, y se estableció un caudal para la captación activa de 1.7 l/m³.

La recolección de muestras se realizó considerando el 75% de la jornada laboral. Se tomaron tres muestras de aire de un galpón seleccionado (muestras 2, 3 y 4) y tres muestras en la etapa de recolección de pollo, que es la etapa de mayor generación de polvo orgánico (muestras 1, 7 y 9). Por otra parte, en el área de producción de alimento balanceado se tomaron tres muestras de polvo total (muestras 5, 6 y 8). En la Tabla 1 se muestran los tiempos de muestreo en los diferentes puntos de muestreo.

Se siguió el protocolo establecido en la norma técnica MTA/MA-014/A88 del INSHT "determinación de materia particulada (total y fracción respirable) en aire - método gravimétrico". Las muestras recogidas se trasladaron al laboratorio donde fueron pesadas en una balanza analítica. Los instrumentos empleados fueron calibrados previamente.

De acuerdo a dicha norma, la concentración de polvo total (C) se halla considerando por un lado el peso de material particulado retenido (P), que resulta de la diferencia entre el peso de la muestra (P₂: cassette más polvo retenido, en mg) y el peso del cassette P₁ en mg, y por otro, el volumen de aire muestreado (V) en m³.

La expresión utilizada es la siguiente:

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = P/V \quad (1)$$

El nivel de referencia adoptado fue el valor límite ambiental-exposición diaria (VLA-ED) y per-

misible para polvo, granos (avena, trigo, cebada) según el INSHT, el cual corresponde a 4 ppm.

Tabla 1. Tiempo de muestreo

Muestra	Tiempo (minutos)	Muestra	Tiempo (minutos)
1	30	6	271
2	361	7	20
3	365	8	360
4	360	9	60
5	361		

3. Resultados y discusión

3.1 Procesos en la actividad avícola

3.1.1 Producción de alimento balanceado

La producción de alimento balanceado consiste en una cadena de elaboración de raciones alimenticias con base en mezclas de materia prima en cantidades necesarias para cada etapa de crecimiento de las aves. Existen diferentes tipos de alimento (broiler 1-4) en función de la edad del pollo de engorde. Las materias primas empleadas se clasifican en micro ingredientes (núcleos, sal común, bicarbonato de sodio, anticoccidiales ionóforos, enzimas y promotores del crecimiento), que se incluyen en el alimento en cantidades que oscilan entre 200 y 8,000 g) y los macro ingredientes (entre 8 y 60 kg). El maíz y pasta de soya son macro ingredientes que se reciben a granel. Estos se descargan desde un camión. El maíz se lleva por un elevador hacia la zona de limpieza de grano mientras que la pasta de soya va a una tolva de espera para el pesaje. El grano de maíz se separa en maíz entero, partido y fino mediante el uso de mallas.

El entero se dirige a la tolva de espera para pesaje mientras que los otros dos se depositan en otro lugar para reutilizarlo con otros fines. Los ingredientes pasan desde la tolva de espera a la de pesaje donde se pesan en una balanza electrónica que está incorporada en la tolva y luego se almacenan en silos. Hay otros macro ingredientes que se receptan en sacos como son el grano de soya, la harina de pescado, la caliza y el fosfato. Para la fabricación del balanceado también se utilizan grasa animal y aceite vegetal.

A través de transportadores horizontales los ingredientes pasan de los silos a una tolva de espera. El

maíz, pasta de soya y grano de soya pasan a un molino de martillos donde se reduce su tamaño para luego, junto a los micro ingredientes, llegar a la tolva de mezclado donde se mezclan todos los ingredientes uniformemente para producir el balanceado. Finalmente se envasa en sacos de polipropileno (de 45.36 kg cada uno) que se usarán en los comederos de los galpones.

3.1.2 Proceso de producción avícola

El proceso de producción avícola se desarrolla en un galpón e implica todas las actividades del cuidado del pollo de engorde para obtener finalmente carne animal. Antes de la recepción del “pollito” hay un acondicionamiento previo como es la colocación de bandejas de cartón desechables. También se coloca antibiótico en el agua de los bebederos y se precalienta el galpón hasta alcanzar una temperatura de 25 °C. El “pollito” se recibe en la zona de crianza del galpón y un indicador de que la temperatura es óptima es que su distribución es uniforme. La ventilación del galpón se controla a través de las cortinas exteriores e interiores.

A partir de la segunda semana se hacen otras actividades como la limpieza y regulación del sistema de bebederos de niple; el reemplazo de las bandejas de cartón por los comederos automáticos (a los 15-18 días de vida del pollo); el ingreso de alimento a la granja; fumigaciones alrededor de los galpones; recolección de aves muertas y otras actividades que son continuas durante el ciclo de producción como la medición del cloro y del pH en el agua del galpón.

3.2 Fuentes de emisión de partículas

En el área de producción de alimento balanceado se identificaron los procesos críticos de gene-

ración de polvo. Las tolvas de recepción de maíz y soya no son totalmente herméticas lo que produce la salida de polvo al ambiente de trabajo. En el proceso de mezclado los trabajadores introducen manualmente los micro ingredientes, lo cual genera una gran cantidad de polvo. También se produce polvo en el proceso de molienda.

En el área de producción de pollo las actividades que más polvo generan son la alimentación de las aves y el barrido de las camas en el galpón, mientras que en la recolección de animales para llevarlos a la planta de faenamiento, los trabajadores sujetan al pollo por las patas, causando estrés a los animales, los cuales aletean y corren, generando una gran cantidad de polvo en el galpón.

3.3 Aplicación de la encuesta higiénica

La encuesta se aplicó a 19 trabajadores, 18 de los cuales fueron hombres. El 47.37% trabajan en el área de recolección de pollo mientras que el 26.32% en la producción de balanceado y 26.32% en la producción de pollo. El 73.68% de los informantes dice trabajar en locales cerrados. Según los encuestados los factores de riesgo a los que consideran se encuentran más expuestos son humedad y polvillo con un 94.74%, frío (73.68%) y viento (63.16%).

Respecto a la organización del trabajo, aproximadamente la mitad de los encuestados considera que sí hay especialización del trabajo mientras que un 36.84% respondió que existe a veces. En la empresa todos los trabajadores están afiliados al

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), existe un sistema de pagos puntual y el 36.84% del personal tiene rotación entre las diferentes áreas.

En cuanto a las condiciones de trabajo, el 94.74% de los informantes realiza horas extras. La totalidad de trabajadores manifestó que la empresa proporciona equipos de protección personal y que los utiliza, y el 94.74% apuntó que se reponen cuando termina su vida útil o se deterioran y que han recibido capacitación sobre seguridad y prevención de riesgos del trabajo. Con respecto a los sistemas de protección colectiva, el 68.42% informó de que no cuentan con dichos sistemas en las áreas de trabajo.

El 94.74% de los trabajadores encuestados afirmó estar informado sobre los posibles riesgos en su puesto de trabajo y tener conocimiento de cómo actuar para prevenir dichos riesgos en su puesto de trabajo. El 100% respondió que sí hay servicio médico en la empresa, y que solo a un 36.84% le han realizado exámenes médicos antes de entrar en la empresa. Sin embargo al 100% se le realiza exámenes periódicos.

3.4 Determinación de concentración de polvo orgánico

La aplicación del método gravimétrico en los puntos de muestreo seleccionados permitió determinar la concentración de polvo (C) en diferentes áreas de trabajo. En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos, además del promedio de temperatura (T°) y humedad (H) hallados en cada medición. Las concentraciones de polvo halladas en las áreas de trabajo estuvieron por debajo del límite permisible adoptado de 4 mg/m³.

Tabla 2. Concentración de polvo.

Nº	Área	Concentración (mg/m ³)	H (%)	Temperatura (°C)
1	Recolectores	0.26	75	13.0
2	Galpones	0.24	66,4	19.5
3	Galpones	0.26	57.0	23.0
4	Galpones	0.07	63.0	19.8
5	Planta de alimentos	0,26	43,4	24.4
6	Planta de alimentos	0.20	48,4	22.6
7	Recolectores	0.54	73,2	17.8
8	Planta de alimentos	0.03	48,4	22.6
9	Recolectores	0.28	60.0	18.1

El área de recolección es el espacio donde se determinó la mayor concentración de polvo, sin embargo, el tiempo que destinan los trabajadores a esta actividad es menor que en las otras áreas.

Estos resultados permiten afirmar que el personal de la empresa está expuesto a una cantidad tolerable de polvo total (fracción respirable), disminuyendo la posibilidad de que puedan contraer, a causa del trabajo, patologías de vías respiratorias bajas. La temperatura tiene una relación inversamente proporcional con la humedad relativa, y esto se puede evidenciar en las mediciones realizadas en el estudio en cada una de las áreas (Flores Cerdan, 1998).

4. Conclusiones

El aporte del presente estudio sirve de precedente para nuevas investigaciones que pretendan encontrar resultados concluyentes con respecto al tamaño de las partículas de polvo que se evidencian en el sector avícola, ya que el alcance de este proyecto fue definir si existe la presencia de polvo total (fracción respirable) que pueda afectar la salud de los trabajadores.

Los trabajadores revelaron que visualizan una gran cantidad de polvo en las áreas de la empresa, sin embargo, de acuerdo a los resultados de las me-

diciones realizadas, la concentración de polvo total está por debajo del límite permisible establecido. Por tanto, los trabajadores no se exponen al riesgo de sufrir patologías asociadas a las vías respiratorias bajas como epoc, pulmón del granjero, entre otros.

Sería recomendable desarrollar un estudio de la fracción de material particulado con diámetro superior a las diez micras (polvo visible) ya que los trabajadores podrían contraer patologías de las vías respiratorias altas, como alergias, rinitis alérgica, y otras patologías como problemas cutáneos, pterigion, entre otras. En el presente trabajo se identificó que los trabajadores laboran una media de nueve horas diarias siendo este un factor importante puesto que la exposición se alarga. Sin embargo, en el área de recolección de pollo, donde se determinó una mayor concentración de polvo, el tiempo de exposición es menor, oscila entre 1 - 3 horas.

Las áreas de la empresa Megaves no cuentan con sistemas de protección colectiva, sin embargo la empresa brinda equipo de protección respiratoria para salvaguardar la salud de los colaboradores. La legislación ecuatoriana vigente establece que las empresas deben realizar un control de riesgos primordialmente sobre la fuente de origen por lo que es recomendable diseñar sistemas de protección colectiva en las distintas áreas.

Referencias

- Arias, M. C., Bértona, G. (2012). *Caracterización de la exposición a polvo de sílice y a ruido en los puestos de trabajo del sector de la pizarra de la provincia de Lugo*.
- CONAVE (2013). *Estadísticas avícolas del Comité Nacional de Vigilancia Epidemiológica*. Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador.
- Chang, S., Verdezoto, A., Estrada, L. (2009). *Análisis de la avicultura ecuatoriana*, Tesis, Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Díaz, H., González, R. M., Novas, A. J., Linares, T. M., (2011). Caracterización de la exposición a polvo. Premisa para el abordaje integral en los servicios de salud. *Revista cubana de salud y trabajo*, 12 (3): 1-5.
- Díaz, H., Ibarra E. J. Perdomo, M., Duarte, O. (1998), Evaluación de la exposición al polvo en puestos de trabajo de contingentes de la construcción. Instituto de Medicina del Trabajo. *Revista cubana higiene y epidemiología*; 36 (2),147-51.
- MTA/MA-014/A11 (2012). *Determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire - Método gravimétrico. Revisión actualización del MTA/MA-014/A88*, España.
- Flores Cerdan, M. (1998) Humedad relativa y salud, recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis. Capítulo 8 – Humectadores. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, España.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo – INSHT (2007). Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. Vizcaya, España
- Lantarka, S. L. (2012). *Límite de exposición profesional para agentes químicos en España*. Ministerio de Empleo y Seguridad Social, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España.
- Lenhart, S. W. (2001). Producción de aves de corral y de huevos. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*.
- Martí, A. (2009) *Exposición laboral a polvo inhalable en plantas de compostaje de residuos sólidos urbanos*. INSHT. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Barcelona, España.
- Orellana J. (2007). *El gremio avícola nacional sus acciones, incidencias de las mismas y la necesidad del fortalecimiento gremial. Informe CONAVE - Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- State Compensation Insurance Fund (2010). *Polvo agrícola página oficial de California (State Fund)*. California, USA.
-

Herramienta informática para calcular las láminas óptimas de agua a aplicar en el riego deficitario de cultivos agrícolas

An Informatics tool to calculate the optimum level of water to be applied in deficit irrigation of agricultural crops

Jorge Pérez de Corcho¹, Antonina Capra²

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

² Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria. Salita Melissari - 89124 Reggio Calabria, Italia

Resumen

El sector de la agricultura es reconocido como el mayor usuario de agua en el mundo. Un recurso natural cada vez más escaso y contaminado, que además no se utiliza eficientemente. Esto motiva la urgente necesidad de mejorar la eficiencia del uso del agua y el rendimiento de los cultivos bajo riego. Ante esta situación el riego deficitario, o sea, el suministro de agua a los cultivos en cantidad inferior a los niveles de evapotranspiración que se corresponde con la máxima producción, es una solución que potencialmente puede contribuir a un uso más racional del agua, mejorando la eficiencia y competitividad de la producción agrícola a través de la reducción de los costos fijos y de gestión. En el presente trabajo se muestra el uso de MathCad, un programa matemático versátil, de uso general, que tiene múltiples aplicaciones en la solución de problemas de ingeniería, a la determinación de los niveles óptimos de riego en correspondencia con los fundamentos teóricos del riego deficitario. Los resultados demuestran que MathCad es una herramienta adecuada para resolver los problemas de cálculo de los niveles óptimos de riego mencionados.

Palabras clave: derivadas, evapotranspiración, eficiencia del riego, optimización, MathCad.

Abstract

The agriculture sector is the largest user of water in the world. Water is a scarce and polluted natural resource, and a general perception that agricultural water use is often wasteful is widespread. For these reasons, there is an urgent need to use water resources efficiently. Deficit irrigation, the application of irrigation below the full crop evapotranspiration, is potentially able to improve efficiency and maximize profits through a reduction in capital and operating costs. The application of deficit irrigation requires the determination of some optimal irrigation levels which provide maximum profit and/or food production with a limited availability of resources (e.g., land or water). The paper discusses the application of MathCad, a versatile mathematical program commonly used in the solution of engineering problems, to the determination of these optimal irrigation levels. The results showed that MathCad is a tool precise and rapid to solve the problems of calculating these levels.

Keywords: derivative, evapotranspiration, irrigation efficiency, optimization, MathCad.

1. Introducción

En regiones con déficit de precipitaciones, el riego es el factor más relevante para obtener rendimientos altos y estables de los cultivos. En estas áreas, la agricultura de regadío es el mayor usuario del agua requiriendo cerca del 70% del total del agua utilizada (FAO, 2003). Además, se ha difundido la percepción general de que el uso agrícola del agua es poco eficiente y que tiene menor valor que otros usos (Postel, 2000; Jury & Vaux, 2005). Por estos motivos hay una necesidad urgente de mejorar la eficiencia y la productividad de los cultivos bajo riego (Pereira, 2002). El riego deficitario (RD) es una solución que potencialmente puede mejorar la eficiencia y maximizar la ganancia a través de la reducción de los costos del riego (Capra & Consoli, 2011).

El riego deficitario surge como un concepto económico en 1970 (James & Lee, 1971). Las primeras investigaciones sobre RD se publicaron en los primeros años de los 80 (English & Nuss, 1982; Hargreaves & Samani, 1984), pero la mayoría de la literatura sobre RD se refiere a las últimas tres décadas (Capra, Consoli & Scicolone, 2008a).

English (1990), quien desarrolló primero la teoría, definió el RD como “la subirrigación deliberada y sistemática de los cultivos”, y desarrolló un método analítico para estimar el máximo nivel de utilidades del uso del agua. Los aspectos económicos del RD están incluidos implícitamente por el autor en la definición dada al considerar que en ciertas circunstancias, el máximo ingreso neto alcanzable en un campo regado puede ser obtenido con RD (English, 1990; English & Raja, 1996).

Lecler (1998) hace más explícita la definición de English: RD es una estrategia de optimización donde los ingresos netos son maximizados por la reducción de la cantidad de agua aplicada en el riego del cultivo a un nivel que produce alguna reducción del rendimiento causado por stress hídrico. En general, RD es cualquier técnica que prevé suministrar al cultivo cantidades de agua inferiores a aquellas que corresponden con la evapotranspiración que asegura la máxima producción (ET). El déficit de agua de riego resulta en una baja disponibilidad de agua para las plantas (la cual puede afectar el rendimiento, la calidad de los frutos y las características de la producción) y el cierre parcial de los estomas, lo cual reduce la evapotranspiración ET (Feres & Soriano, 2007).

Debemos distinguir al menos tres tipos de RD (Capra et al., 2008a): riego deficitario propiamente dicho (“*deficit irrigation*” según English & Nuss, 1982); “*regulated deficit irrigation*” (RDI) que consiste en someter el cultivo a períodos de stress hídrico en determinadas fases del ciclo cultural que no producen reducciones significativas de la producción; y “*partial root drying*” (PRD), que consiste en suministrar un porcentaje de ET_c alternando el lado irrigado de la hilera, de manera que cada vez un solo lado de las raíces está en contacto con el terreno húmedo mientras el otro sufre un stress.

El RD propiamente dicho responde la pregunta “cuánto sub-irrigar”, el RDI responde a “cuándo aplicar el déficit”, el PRD responde a “cómo aplicar el déficit”. Las investigaciones sobre RDI pueden también ser vistas como investigaciones sobre las respuestas de los cultivos al agua o sobre los valores óptimos de los coeficientes culturales K_c en las diversas fases del ciclo cultural. Ellas constituyen un paso fundamental, pero no el único, para el uso de estrategias de RD.

Los factores clave importantes para comprender los beneficios potenciales de la técnica son cuatro (English, 1990; English & Raja, 1996; Lecler, 1998):

- a) la eficiencia del agua de riego disminuye cuando la cantidad de agua se incrementa;
- b) la aplicación de agua de riego es costosa;
- c) el agua ahorrada por reducción de la irrigación puede ser utilizada para extender el área bajo riego (costo de oportunidad del agua);
- d) la determinación de una estrategia óptima de riego depende de la escasez de tierra o de si el agua es un factor limitante de la producción.

Generalmente, el RD incrementa la eficiencia del uso del agua por diversas razones (Hsiao, Steduto & Fereres, 2007; Sepaskhah & Gharaman, 2004): la eficiencia de la aplicación (E_{appl} = agua acumulada a nivel radical/agua suministrada) se incrementa cuando el agua aplicada es menor que la ET_c , porque la mayoría o toda el agua aplicada permanece en la zona de las raíces (disminuyen las pérdidas de agua por escorrentía y por percolación profunda); la efi-

ciencia del consumo (E_{ET} = agua evapotranspirada/ agua acumulada a nivel radical) puede incrementarse porque los cultivos son forzados a extraer grandes niveles de agua del suelo; la eficiencia de la producción (E_{yld} = biomasa utilizada/producto cosechado) puede aumentar debido a un crecimiento vegetativo excesivo en algunas especies de cultivos (algodón y uva para vino, por ejemplo) durante el riego completo.

English (1990) y English & Raja (1996) han identificado diferentes niveles óptimos de erogación de agua que garantizan el máximo rendimiento neto en condiciones de recursos limitados (superficie a irrigar o volumen hídrico) y han desarrollado ecuaciones explícitas para su cálculo. El método analítico desarrollado por estos autores posee cierta complejidad en sus cálculos, a lo cual se unen las dificultades relacionadas con su comprensión, lo cual puede constituir una barrera a su aplicación.

En la práctica profesional es frecuente que los ingenieros se encuentren ante la necesidad de realizar cálculos matemáticos aplicados a la solución de problemas de diferente tipo, para lo cual se cuenta con diversidad de métodos y medios. En este contexto, el uso de programas informáticos permite la realización de cálculos en menor tiempo y con mayor precisión. Existe gran diversidad de programas de cálculos, entre los cuales se encuentra MathCad, el cual goza de gran difusión y popularidad por su facilidad de uso, posibilitando además la demostración de conceptos en un entorno interactivo que permite la modificación de parámetros para valorar los cambios que se producen en los resultados obtenidos.

Por sus características y potencialidades, MathCad es un programa de utilidad para la realización de cálculos de ingeniería, que también puede aplicarse a la determinación de los valores óptimos de láminas de riego, contribuyendo con esto al ahorro del preciado líquido, y a su vez al ahorro de energía y a la competitividad de la producción agrícola.

El propósito del presente trabajo es mostrar el uso del programa MathCad en la determinación de las láminas óptimas de agua a aplicar en el riego deficitario de cultivos agrícolas, facilitando la toma de decisiones a partir de los resultados obtenidos en los cálculos y gráficos realizados. Para desarrollar este ejemplo se toman los resultados de una experimentación realizada en una hacienda agrícola en la provincia de Catania (Italia) en un cultivo de lechuga (Capra, Consoli, Russo & Scicolone, 2008b).

2. Materiales y métodos

La metodología seguida para efectuar los análisis es la propuesta por English (1990) y por English & Raja (1996), la cual se incluye a continuación para mayor claridad.

La relación entre agua de riego aplicada (w) y rendimiento del cultivo (y) generalmente puede ser expresada por una ecuación cuadrática

$$y(w) = a_1 + b_1 w + c_1 w^2 \quad (1)$$

Los ingresos estimados para el riego $R(w)$, se obtienen multiplicando la función de producción $y(w)$ por una constante (precio del cultivo, P_c), y pueden presentar la misma forma de la función de producción:

$$R(w) = P_c \cdot y(w) \quad (2)$$

Una posible función relacionada con los costos totales de producción (c) para el agua de riego aplicada es:

$$c(w) = a_2 + b_2 w \quad (3)$$

El intercepto (a_2) está asociado con los costos fijos: costos de capital, impuestos, seguro, costos fijos de labranza, plantación, uso de productos químicos y cosecha. La pendiente de la línea (b_2) representa los costos marginales variables de producción que incluye: costos variables del riego (costos de agua, bombeo, trabajo y mantenimiento) y otros costos basados en la variación del rendimiento con el uso del agua (costos asociados con la fertilización, cuando los agricultores la adoptan para anticipar las cosechas, costos de cosecha, etc.). English & Raja (1996) recomiendan analizar los costos directos del riego y otros costos de producción. El análisis incompleto de los costos puede subestimar la magnitud óptima del déficit y la ganancia potencial relacionada con el ingreso neto.

Cuando el agua ahorrada por la reducción de la cantidad aplicada puede ser usada para el riego de terreno adicional, los productores pueden incrementar sus ingresos netos. Este incremento potencial representa un costo de oportunidad de agua. Por ejemplo, una cantidad de agua de 50 mm puede ser aplicada a 1 ha, o una cantidad de 25 mm puede ser aplicada a 2 ha, produciendo un incremento del beneficio total. Cuando la disponibilidad de agua es limitada, el rendimiento económico es maximizado reduciendo la cantidad de agua aplicada, e incrementando las áreas bajo

riego hasta que el producto entre el beneficio marginal por hectárea y el número de hectáreas irrigadas es igual al beneficio total por hectárea con riego completo.

Si la disponibilidad de tierra es limitada, el asunto principal es cuál cantidad de agua produce la máxima diferencia entre el ingreso bruto y los costos. Ya que el nivel óptimo de riego (cuando la tierra o el agua son limitadas) requiere menos agua que ella para obtener el rendimiento máximo, entonces el sistema puede tener poca capacidad y bajos costos de capital. Al bajo costo corresponde la mayor diferencia entre rendimiento de retorno y costos (retorno neto). Obviamente la baja capacidad del sistema representa una limitación en cierta situación, por ejemplo, cuando algunos cultivos son regados en rotación y solo para alguno de ellos las estrategias de RD deben ser aplicadas.

El nivel óptimo de cantidad de agua será aquel que permita obtener el máximo ingreso neto por unidad de agua o de terreno, dependiendo si el agua o el terreno es el factor limitante y si la maximización de la producción de alimentos o de los beneficios es el objetivo principal de la estrategia.

English (1990) ha identificado los siguientes cinco niveles óptimos de aplicación de agua, que proporcionan beneficio y producción máximos con limitada disponibilidad de recursos (ej. tierra o agua):

- nivel en el cual el rendimiento del cultivo por unidad de terreno es maximizado, W_m
- nivel en el cual el ingreso neto por unidad de terreno es maximizado, W_l
- nivel en el cual el ingreso neto por unidad de agua es maximizado, W_w
- nivel en el cual el ingreso neto es igual al del riego total cuando el terreno es limitado, W_{el}
- nivel en el cual el ingreso neto iguala al riego total cuando el agua es limitante, W_{ew}

El nivel hídrico que maximiza la producción por unidad de superficie, W_m , representa el óptimo agronómico; en correspondencia con este punto la utilidad marginal es cero, la aplicación de agua no hace aumentar la producción. En el campo de volúmenes hídricos inferiores a W_m la utilidad marginal de la última

dosis de agua es en cambio mayor que cero y aumenta en la medida que la cantidad de agua disminuye.

El ingreso neto por unidad de superficie es máximo cuando la cantidad de agua alcanza W_p , nivel en el cual la pendiente de la línea de los costos iguala la de la tangente de la curva del ingreso. A niveles mayores de W_p , la línea de los costos tiene una pendiente mayor que la de ingresos, o sea los costos crecen más rápidamente que los ingresos. En el intervalo entre W_m y W_l el agricultor se beneficia de la reducción de los costos.

Sea la eficiencia que el incremento del ingreso neto crecen al disminuir la cantidad de agua, entonces el ingreso neto por unidad de agua es creciente al disminuir el agua suministrada. Si el agua ahorrada reduciendo los volúmenes suministrados es utilizada para regar otras superficies, el ingreso neto entre ambas aumenta. El ingreso neto producido en las superficies adicionales representa el costo de oportunidad del agua. Si el terreno no es un factor limitante, la estrategia de uso del agua que maximiza el ingreso neto sería aquella de irrigar a un nivel inferior a W_p , indicado por W_w .

Otros dos niveles interesantes, a pesar de no ser óptimos, son W_{el} y W_{ew} , puntos que se alcanzan reduciendo adicionalmente la cantidad de agua y en los cuales el ingreso neto (diferencia vertical entre las dos líneas) es igual a aquel de la plena irrigación W_m . El intervalo entre estos dos puntos y W_m es el campo útil del riego deficitario, en el cual el ingreso neto (por unidad de superficie o por unidad de agua) es mayor que para la plena irrigación.

English (1990) desarrolló un método analítico para estimar los cinco niveles de utilidades del uso del agua W_m , W_p , W_w , W_{el} y W_{ew} cuando las ecuaciones de rendimiento y de costo son, respectivamente, de forma cuadrática y lineal (ec. 4 hasta ec. 10):

$$W_m = -\frac{b}{2c} \frac{1}{1} \quad (4)$$

$$W_l = -\frac{b}{2P_c} \frac{-P_c b}{c} \frac{1}{1} \quad (5)$$

$$W_w = \left(\frac{P_c a_1 - a_2}{P_c c_1} \right)^{1/2} \quad (6)$$

$$W_{el} = \left(\frac{b_2 - P_c b_1 + Z_1}{2P_c c_1} \right) \quad (7)$$

con

$$Z_1 = \left[\left(P_c b_1 - b_2 \right)^2 - 4P_c c_1 \cdot \left(\frac{P_c b_1^2}{4c_1} - \frac{b_1 b_2}{2c_1} \right) \right]^{1/2} \quad (8)$$

$$W_{ew} = \frac{-Z_2 + \left[Z_2^2 - 4P_c c_1 (P_c a_1 - a_2) \right]^{1/2}}{2P_c c_1} \quad (9)$$

con

$$Z_2 = \frac{P_c b_1^2 - 4a_2 c_1 + 4P_c a_1 c_1}{2b_1} \quad (10)$$

Para calcular los valores máximos las funciones estudiadas se aplica la condición necesaria para la existencia de un valor extremo relativo de dicha función cuyo punto crítico se obtiene para el valor en el cual la derivada en este punto se reduce a cero (Riquenes y García, 2008). Para el caso que nos ocupa se determinará el valor de la lámina de agua w para el cual la primera derivada de la función de se hace cero, en correspondencia con los criterios de optimización fundamentados por English (1990), es decir, se determina el valor de w para el cual $\frac{d}{dw} f(w) = 0$.

MathCad dispone de varios métodos para calcular esto. Uno de ellos, el más sencillo, es el método de Newton, en el cual se basa la función *root* de MathCad. El formato del comando *root* es *root (expresión, variable)*, donde la *expresión* puede ser una función, la derivada de una función, la diferencia entre dos funciones, etc. El comando *root* devuelve como respuesta el valor de la *variable* que anula la *expresión*, el valor de la *variable* que hace la *expresión* igual a cero.

Con MathCad se obtienen los valores máximos de las funciones correspondientes utilizando la sintaxis, $root\left[\frac{d}{dw} f(w), w\right]$ que devuelve el valor de para el cual $\frac{d}{dw} f(w) = 0$. Utilizando Mathcad tendríamos:

- a) nivel en el cual el rendimiento del cultivo por unidad de terreno es maximizado, W_m

$$w_m(w) := \text{root}\left(\frac{d}{dw} y(w), w\right)$$

- b) nivel en el cual el ingreso neto por unidad de terreno es maximizado, W_l

$$p(w) := R(w) - c(w)$$

$$w_l(w) := \text{root}\left(\frac{d}{dw} p(w), w\right)$$

- c) nivel en el cual el ingreso neto por unidad de agua es maximizado, W_w

$$r(w) := \frac{p(w)}{w} \quad w_w(w) := \text{root}\left(\frac{d}{dw} r(w), w\right)$$

- d) nivel en el cual el ingreso neto es igual al del riego total cuando el terreno es limitado, W_{el}

$$w_{el}(w) := \text{root}(p(w_m(0)) - p(w), w)$$

(Con este nivel de riego el ingreso neto, es decir, ingreso menos costo, es igual al obtenido para el nivel de riego de máximo rendimiento del cultivo).

- e) nivel en el cual el ingreso neto iguala al riego total cuando el agua es limitante, W_{ew}

En el programa elaborado se obtiene aplicando la metodología de English (1990).

Para desarrollar este ejemplo de determinación de las láminas óptimas de agua de riego se toman los resultados de una experimentación realizada en una hacienda agrícola en la provincia de Catania, en el curso de la estación de riego del año 2005, en un cultivo de lechuga tipo Batavia roja variedad Emini (ciclo cultural estival ~50 días hasta la plena maduración), donde se obtuvieron los siguientes resultados para el análisis (Capra, Consoli & Scicolone, 2008c):

Precio del cultivo (Euro/t):

$$P_c = 470$$

Función de producción (t/ha):

$$y(w) = -0.00054 \cdot w^2 + 0.2654 \cdot w + 25.3639$$

Ingresos estimados para el riego (Euro/ha):

$$R(w) = P_c \cdot y(w)$$

$$R(w) = -0.2549 \cdot w^2 + 124.7408 \cdot w + 11921.033$$

Función de costo económico (Euro/ha):

$$c(w) = 0.0121 \cdot w^2 - 2.5453 \cdot w + 14083$$

3. Resultados y discusión

Se presenta la comparación de los resultados obtenidos con el método propuesto, aplicando MathCad, con los de English (1990) calculados de la forma tradicional, para los niveles óptimos correspondientes a las ecuaciones de la (4) a la (7), y también se obtiene el valor resultante para las ecuaciones (9) y (10). En las figuras 1 a 5 se reportan los gráficos obtenidos con MathCad.

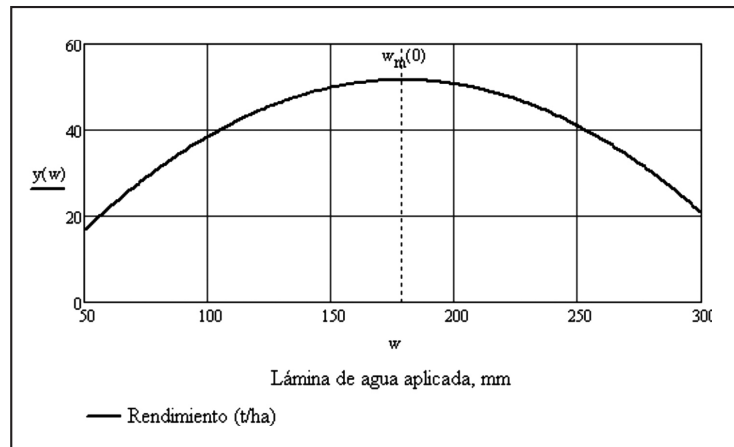


Figura 1. Nivel hídrico que maximiza la producción por unidad de superficie (W_m).

El nivel en el cual el rendimiento del cultivo por unidad de terreno (óptimo agronómico) es

maximizado, W_m , corresponde a 178.9 mm utilizando los dos métodos.

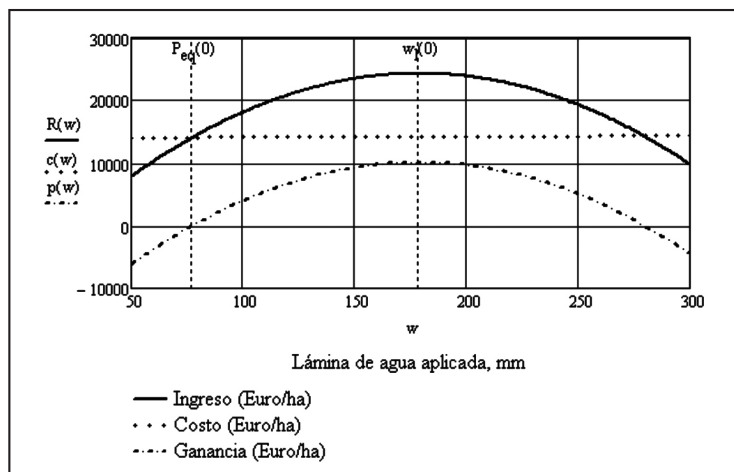


Figura 2. Nivel hídrico que maximiza el ingreso neto por unidad de terreno (W_p).

El nivel en el cual el ingreso neto por unidad de terreno es máximo, W_p , es igual a 178.29 mm utilizando tanto MathCad como la ecuación de English. El punto de equilibrio en el cual la ganancia por riego es cero, calculado con MathCad

($P_{eq}(w) = \text{root}(p(w), w)$), es 77.2 mm. El nivel en el cual el ingreso neto por unidad de agua es maximizado, W_w , resultó inferior a W_l siendo igual a 146.86 mm. También en este caso no se obtuvieron diferencias entre los dos métodos de cálculo.

Asimismo para el nivel en el cual el ingreso neto es igual al del riego total (sin déficit aplicado)

cuando el terreno es limitado, W_{el} , es de 177.67 mm, sin diferencias con ambos métodos.

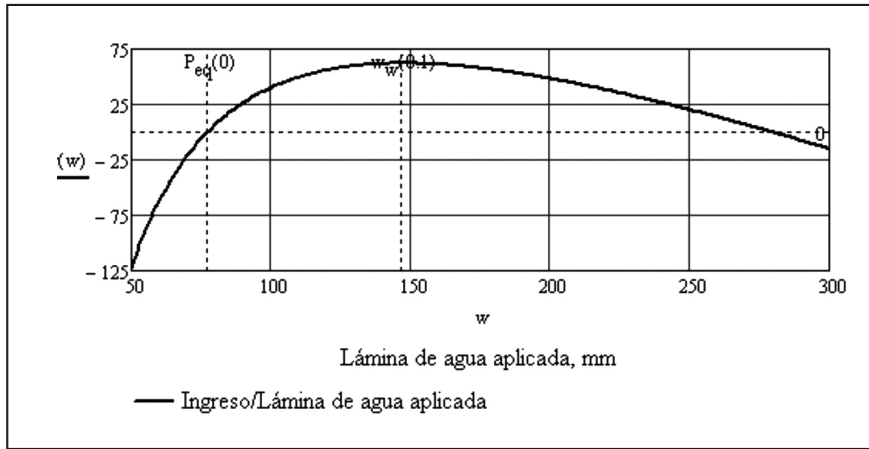


Figura 3. Nivel hídrico que maximiza el ingreso neto por unidad de agua (W_w).

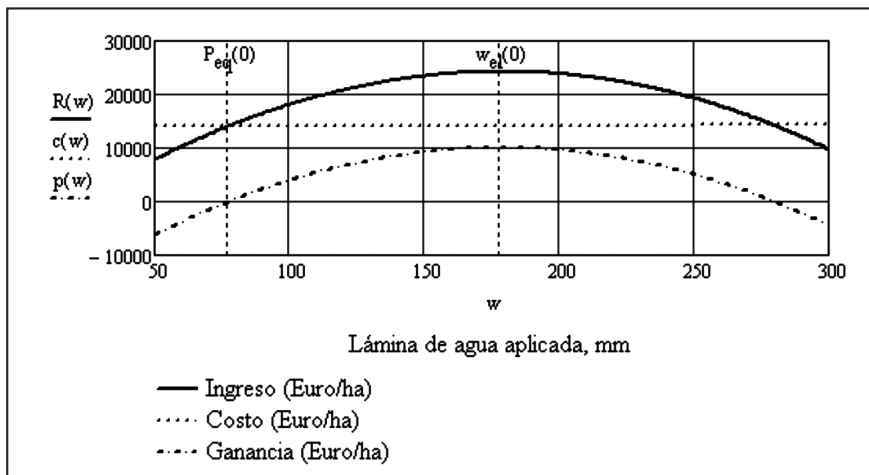


Figura 4. Nivel hídrico en el cual el ingreso neto es igual al del riego total cuando el terreno es limitado (W_{el}).

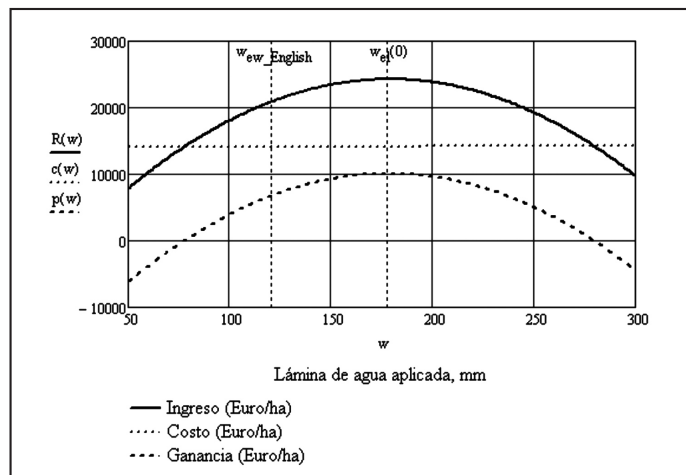


Figura 5. Nivel hídrico en el cual el ingreso neto es igual al del riego total cuando el agua es limitada (W_{ew}).

Finalmente, el nivel en el cual el ingreso neto iguala al riego total cuando el agua es limitante, W_{ew} , también calculado por ambos métodos, dio como resultado 120.55 mm.

En el caso examinado, el máximo rendimiento de la lechuga (óptimo agronómico, W_m) se alcanzó con aproximadamente 180 mm de agua aplicada en el riego. Si el terreno es limitado, los niveles de agua aplicada (correspondientes al óptimo económico, W_p , y al déficit en el cual la ganancia iguala al riego total, W_{el}), han sido muy próximos a W_m . Este resultado es coherente con el hecho de que de la lechuga se utiliza su biomasa. Si el agua es limitada (y esto es posible para aumentar el área bajo riego), el máximo ingreso neto puede ser obtenido reduciendo la aplicación de agua de W_m a W_w . El nivel óptimo de agua debe ser 147 mm, con un ahorro de 33 mm (330 m³/ha) cerca del 18%, que podrían ser utilizados para ampliar la superficie irrigada si el interés fuese maximizar el rédito global de una región, en vez de una sola hacienda.

4. Conclusiones

Como se ha observado, en el cálculo de los niveles de riego óptimos a suministrar en el riego

deficitario existe coincidencia en los resultados obtenidos aplicando las ecuaciones propuestas por English o aplicando los métodos de cálculo con el uso de MathCad, lo que permite utilizar uno u otro.

El uso de MathCad facilita la realización de los cálculos y la visualización gráfica de los resultados, lo que contribuye a la toma de decisiones en la producción agrícola. Con el uso del MathCad, además, se reduce la posibilidad de cometer errores y se disminuye el tiempo de cálculo. También cuando varían las condiciones de producción (tipo y precio de cultivo, funciones de producción y de costo, etc.), es posible determinar en forma rápida y precisa los niveles óptimos de las láminas de agua a aplicar en el riego deficitario, y esta posibilidad es particularmente interesante en los casos en los cuales son necesarias numerosas simulaciones.

Además, el procedimiento desarrollado puede ser de utilidad en la docencia universitaria, permitiendo la vinculación de conceptos matemáticos y económicos con la realidad productiva en el sector agrícola.

Referencias

- Capra, A., Consoli, S. & Scicolone, B. (2008a). Deficit irrigation: theory and practice. In Alonso, D. and Iglesias, H.J. (Eds), *Agricultural Irrigation Research Progress*, Nova Science Pub., USA, 53-82.
- Capra, A.; Consoli, S.; Russo, A. & Scicolone, B. (2008b). Integrated agro-economic approach to deficit irrigation on lettuce crops in Sicily (Italy). *Journal of Irrigation and Drainage Division (ASCE)*, 134(4), 437-445.
- Capra, A.; Consoli, S. & Scicolone, B. (2008c). Water management strategies under deficit irrigation. *Journal of Agricultural Engineering - Rivista di Ingegneria Agraria*, 4, 47-56.
- Capra, A. & Consoli, S. (2011). Economic Analysis of Citrus Orchards under Deficit Irrigation in South Italy. *Acta Hort.* 922, ISHS 2011, 209-215.
- English, M.J. (1990). Deficit irrigation: an analytical framework. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE*, 116(3), 399-412.
- English, M.J. & Nuss, G.S. (1982). Designing for deficit irrigation. *Journal Irrigation and Drainage Engineering, ASCE*, 108(2), 91-106.
- English, M.J. (1990). Deficit irrigation: an analytical framework. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE*, 116 (3), 399-412.
- English, M.J. & Raja, S.N. (1996). Perspective on deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 32, 1-14.
- FAO (2003). *Unlocking the water potential of agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fereres, E. & Soriano, A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *J. Exp. Bot.* 58, 147-159.
- Hargreaves, G.H. & Samani, Z.A. (1984). Economic considerations of deficit irrigation. *Journal Irrigation and Drainage Division, ASCE*, 110(4), 343-358.

- Hsiao, T.C.; Steduto, P. & Fereres, E. (2007). A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. *Irrigation Science*, 25, 209-231.
- James, L.D. & Lee, R.R. (1971). *Economics of water resources planning*. New York, USA, McGraw-Hill, 325.
- Jury, W.A. & Vaux, H. Jr. (2005). The role of science in solving the world's emerging water problems. *Proc Natl Acad Sci*, 102, 15715-15720.
- Lecler, N.L. (1998). Integrated methods and models for deficit irrigation planning. In RM Pert; RB Curry (Ed.), *Agricultural systems modelling and simulation*, Marcel Dekker.
- Pereira, L.S. (2002). Irrigation demand management to cope with drought and water scarcity. In Rossi, G., Cancelliere, A., Pereira, L.S., Oweis, T., Shatanawi, M., Zairi, A. (eds). *Tools for drought mitigation in Mediterranean regions*.
- Postel, S. (2000). Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. *Ecol. Appl.*, 10, 941-948.
- Riquenes Rodríguez, M. & García Pérez, I. (2008). *Resolución de problemas de optimización a través del cálculo diferencial*. Ciudad de La Habana. Editorial Universitaria.
- Sepaskhah, A.R. & Gharaman, B. (2004). The effects of irrigation efficiency and uniformity coefficient on relative yield and profit for deficit irrigation. *Biosystems Engineering*, 87(4), 495-507.

Contenido de agua y consistencia Bostwick en granos de maíz (Zea mays amylacea) tostados con microondas a diferentes tiempos

Water content and Bostwick consistency in maize kernels (Zea mays amylacea) microwave roasted at different times

Nelly Lara¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

Resumen

El producto conocido en Ecuador como “tostado” es un tipo de «snack» autóctono obtenido por la tostación del grano seco de los cultivares de maíz harinoso. En este estudio se planteó: evaluar la reducción del contenido de agua (CA) y la variación de la consistencia Bostwick (CB) en los granos de maíz completamente harinoso sometidos al efecto del tiempo de tostación por microondas; estandarizar los resultados con respecto a los valores iniciales determinados en granos crudos; e interpretar el grado de modificación del endospermo harinoso de los granos tostados. Se adquirió muestras del cultivar comercial más utilizado por los productores artesanales y se equilibró el contenido de agua en los granos de maíz a 14 g/100g de muestra. En muestras de granos de maíz tratadas con microondas por: 0; 78; 156; 234; 312 y 390 segundos (horno microondas a 492 w de potencia) se determinaron, el contenido de agua y la consistencia Bostwick. El análisis de varianza evidenció el efecto significativo del tiempo de tostación sobre las dos variables de medición indicadas. Los resultados del análisis multivariante y de regresión simple y múltiple revelaron la validez de los conceptos aplicados para el entendimiento y la interpretación del grado de modificación que se ha producido al interior de los granos de maíz, así como, la importancia de generar mayor conocimiento en el tema de grado de modificación del grano de maíz tostado con microondas.

Palabras clave: maíz tostado, microondas, contenido de agua, consistencia Bostwick.

Abstract

A product known in Ecuador as “tostado” is a type of snack autochthonous, obtained by dry kernel toasting from floury maize cultivars. This study aimed to evaluate the Bostwick consistence and released water in maize kernels by effect of microwave toasting time; to standardize these results with respect to the initial values for raw kernels; and to interpret the modification degree relative to floury endosperm in toasted kernels. Samples of more popular commercial cultivar used to make “tostado” by artisanal people were purchased. After, the water content of samples was equilibrated to 14 g/100g (wet sample). Water content and Bostwick consistence were determined in maize kernel samples toasted by microwaves oven at 492 w, during 0; 78; 156; 234; 312 y 390 seconds. The variance analysis showed the significant effect of toasting time on Bostwick consistence and remaining water. The multivariate analysis, simple and multiple regression results revealed the validity of fundamentals used to understand the modification degree caused into maize kernels, as well as the importance of future research on modification degree of maize kernel by microwave toasting.

Keywords: supplementation, animal growth, calf, weight, growth, body condition.

1. Introducción

Tanto en hogares como en pequeños negocios de la región Andina, los granos de maíz con endospermo completamente harinoso (*Zea mays amilacea*), alargados y de color amarillo son utilizados para la elaboración de un tipo de «snack» conocido como “tostado” o “cancha” (Lim, 2013; Johson, 2000). Este tipo de producto es consumido desde la época de las civilizaciones aborígenes y su forma de preparación es considerada un arte que ha evolucionado de generación en generación. En sus inicios, los granos secos eran colocados sobre una superficie caliente y llevados a tostación uniforme al revolver con la ayuda de algún tipo de espátula. Se podría anotar que dicho producto fue una clase de cereal para desayuno y «snack» aborígen. En la actualidad, la tostación de los granos secos es una forma de freído en muy poca grasa. De tal forma, el maíz tostado ha prevalecido y es utilizado para acompañar las comidas típicas de los países de la región Andina (Bechoff, 2003). A más de la apariencia del maíz tostado o sus atributos de sabor y textura (Bechoff, 2003), otro aspecto de calidad es el grado de modificación del almidón debido al calor seco transmitido desde una superficie caliente o por aplicación de microondas. El calor seco causa la hidrólisis del almidón y contribuye a la formación de cadenas más cortas de dextrinas en harina tostada (Vaclavik, 2002).

Aun cuando, no se dispone de información publicada relativa al uso de calor seco para la tostación de grano de maíz por diversos medios, se estima que la modificación del almidón en maíz tostado difiere en algunos aspectos respecto al patrón de gelatinización descrito por varios autores para las mezclas almidón-agua tratadas térmicamente por diferentes métodos (Zhang, Zhang, Xue & Zhou, 2014; Wang, Li Wang, Liu & Adhikari, 2012; Xue, Fukuoka & Sakai, 2010; Di Paola, Asis & Aldao, 2003). En humedad alta, los gránulos de almidón absorben agua, se hinchan, pierden cristalinidad y liberan amilosa (Di Paola et al., 2003). En condiciones de baja humedad, la gelatinización no es completa, no son posibles, tanto el hinchamiento, como la ruptura de los gránulos de almidón y la pérdida de cristalinidad es parcial (Baks et al., 2008; Xue, Fukuoka, & Sakai, 2008). Análogo comportamiento se ha observado en el almidón de grano de arroz por efecto del secado (Jaiboon et al., 2011). Sin embargo, también se evidencia que depende del proceso, ya que, mediante extrusión se reporta 100% de gelatinización para mezclas de maíz y soya con 8 a 18% de humedad (Konstance et al., 1998).

La reducción del contenido de agua en el grano tostado depende del tiempo de calentamiento, la transformación del agua interna en vapor, el flujo de éste hacia la superficie del grano y la salida al exterior a través o por ruptura del pericarpio. En función al tiempo de calentamiento y la reducción del contenido de agua del grano de maíz por eliminación en forma de vapor, la variación de la consistencia Bostwick es el producto del grado de modificación del almidón. La consistencia Bostwick es un parámetro de control muy utilizado en la industria de harinas precocida (Konstance et al., 1998; Pacheco de Delahaye, 1990), de alimentos para bebés a base de arroz precocido (Hsich & Luh, 1991) y otras fuentes amiláceas precocidas (Mouquet, Greffeuille & Treche, 2006).

Para las pequeñas empresas y asociaciones artesanales productoras de tostado, la posibilidad de evaluar el grado de gelatinización del almidón por métodos térmicos o espectrofotométricos puede ser limitada. De ahí, la importancia de estandarizar la reducción del contenido de agua y la variación de la consistencia Bostwick en el grano tostado respecto a los valores iniciales en grano crudo, lo cual es una valoración empírica del grado de modificación del almidón. Los objetivos de este estudio fueron: conocer la variación del contenido de agua y la consistencia Bostwick en el grano de maíz por efecto de la tostación con microondas a diferentes tiempos; estandarizar la reducción del contenido de agua y la variación de la consistencia Bostwick en el grano tostado respecto a los valores iniciales en grano crudo; determinar correlaciones y establecer modelos matemáticos para interpretar la variación de los parámetros de medición por influencia del tiempo de tostación con microondas.

2. Materiales y métodos

1.1. Grano de maíz y preparación de muestras

Se utilizó grano de maíz de un cultivar harinoso (Carhuay) proveniente del Perú, de preferencia alta en el mercado ecuatoriano por su grano alargado, de color amarillo y endospermo muy suave. Con intervalo de 20 días, tres muestras diferentes de dos kilogramos fueron adquiridas en el mercado local de Quito, Ecuador, y acondicionadas a 14 % de humedad (14 g de agua/100 g de muestra) en concordancia con lo reportado por Sezer et al. (2011) y Coşkun, Yalçın, & Özarlan (2006). De cada muestra de grano acondicionado, fueron tomadas 6 muestras de 150 gramos. Cada muestra se colocó en un sobre de papel kraft de 17.5 por 24 cm, rotulado al

azar en cada repetición. Los sobres completamente cerrados fueron mantenidos en una cámara a temperatura ambiente hasta realizar la tostación del grano.

1.2. Tostación de los granos de maíz con microondas

Uno a uno, los sobres con el grano de maíz fueron colocados sobre una placa de porcelana (placa de desecador) para distribuir de manera uniforme la muestra en el interior del sobre. A continuación, con toda la placa se aplicó la tostación con microondas por los tiempos seleccionados de 0, 78, 156, 234, 312 y 390 segundos. Se utilizó un horno microondas con control de tiempo digital (Panasonic, 1,200 w, 10 niveles de potencia, China). Para todos los tratamientos se fijó el nivel de potencia en 492 w, y se continuó la tostación de los experimentos individuales a los tiempos correspondientes. Cada 60 segundos, el funcionamiento del horno fue interrumpido para agitar rápidamente la placa con la muestra y continuar con la tostación hasta completar el tiempo preestablecido al inicio. De esa forma se operó hasta completar el período de tostación determinado para cada tratamiento. Al final de la tostación se abrió el sobre y se enfrió el grano a temperatura ambiente por 20 minutos. El grano tostado se colectó individualmente en botellas herméticas para continuar con la molienda de las muestras.

1.3. Molienda y tamizado de las muestras

Las muestras de granos tostados de las tres réplicas fueron molidas en un molino de martillos (marca Cuisinart, Spice and nut grinder, USA). Con un tamiz de 630 μm de abertura se verificó que el tamaño más grande de partículas de los granos molidos fuera menor que 630 μm . Las muestras de grano molido fueron envasadas en los recipientes herméticos.

1.4. Contenido de agua y consistencia Bostwick en muestras de grano molido

El contenido de agua de las muestras de todos los tratamientos se determinó por diferencia de peso mediante secado en estufa de vacío a 100°C y 100 mm Hg (AOAC, 1995). La consistencia se determinó con base al desplazamiento alcanzado por la mezcla de grano molido-agua sobre la escala horizontal graduada del consistómetro Bostwick (Perona 2005; Lucisano et al., 2010). Las mezclas de grano molido-agua de los diferentes tiempos de tostación fueron preparadas al 73% de sólidos secos. Las suspensiones, después de un reposo de 10 minutos, fueron colocadas en el reservorio del consistómetro Bostwick (marca CSC Scientific, modelo 458, USA), con una escala horizontal graduada de 24 cm. Al levantar la compuerta del reservorio, la muestra se desplazó so-

bre la escala graduada. La distancia recorrida fue registrada a los 30 s de iniciado el desplazamiento de la muestra. Los resultados fueron expresados en cm/s.

1.5. Estandarización de la reducción del contenido de agua y la variación de la consistencia Bostwick

Se aplicó la expresión que estandariza la entalpía ΔH de una muestra gelatinizada (g) respecto de la entalpía de la muestra cruda (r), determinadas por calorimetría diferencial de barrido, DSC por sus siglas en inglés (Baks et al., 2007; Di Paola et al., 2003), donde DG (%) es interpretado como grado de gelatinización en porcentaje:

$$DG (\%) = (1 - [\Delta H_g / \Delta H_r]) \times 100 \quad (1)$$

Con criterio similar, fueron estandarizados los resultados de la reducción del contenido de agua (CA) y la variación de la consistencia Bostwick (CB) de los granos tostados con microondas a los diferentes tiempos. Los valores estandarizados (VE) fueron estimados desde las expresiones mostradas a continuación, donde los subíndices θ y t fueron los resultados de CA y CB, obtenidos en la muestra cruda y en las muestras a los diferentes tiempos t , respectivamente:

$$VE (\%) = (1 - [CA_t / CA_\theta]) \times 100 \quad (2)$$

$$VE (\%) = (1 - [CB_t / CB_\theta]) \times 100 \quad (3)$$

1.6. Análisis estadístico

Todo el trabajo fue replicado tres veces para los granos de maíz del cultivar seleccionado. Los resultados de las mediciones físicas fueron sujetos de análisis de varianza de una vía y las diferencias entre medias fueron determinadas al 5% de probabilidad mediante la prueba Tukey HSD. Se aplicó la correlación de Pearson para determinar significancia entre parámetros evaluados y el tiempo de tostación. Regresión simple y regresión múltiple fueron usadas para entender los fenómenos físicos de reducción de agua e incremento de consistencia. El software Statgraphics Centurion XV (STATGRAPHICS Inc. USA) fue utilizado.

3. Resultados y discusión

3.1 Variación del contenido de agua y la consistencia Bostwick

El contenido inicial de agua de los granos de maíz, expresado con base en los sólidos secos (g H₂O/100g s.s.), disminuyó significativamente ($p \leq 0.05$) por efecto del tiempo de tostación con microondas. Todos los

niveles de tiempo de tostación resultaron ser estadísticamente diferentes. Para cada tiempo de tostación fueron graficados los valores promedio con sus respectivas desviaciones estándar (Figura. 1a). Se encontró que la reducción del contenido de agua en el grano, por liberación en forma de vapor al medio circundante, fue más pronunciada de 0 a 78 s que de 78 a 390 s, lo cual causó el inicio del inflado de los sobres cerrados de papel kraft. La observación de dos tendencias más marcadas en la reducción del contenido de agua del grano de maíz, evidenció que la eliminación del agua del grano se realizó principalmente en dos etapas diferenciadas entre sí por el movimiento del agua líquida y su evaporación en algún punto en el interior del grano, en concordancia con el principio básico de secado de granos. Sin embargo, es importante señalar que el vapor de agua quedó retenido dentro del sobre cerrado que contenía el grano, el cual fue completamente liberado con la apertura del sobre al término de cada tratamiento de tostación. Aparentemente, se podría estimar que la interrupción momentánea de la tostación para agitar los sobres fue similar para todos los tiempos aplicados, ya que no se observó alteraciones irregulares en el conjunto de puntos de reducción del agua contenida en el

grano versus tiempo de tostación. En adición, la desviación estándar se exhibe pequeña en todos los tiempos de tostación con microondas (Figura 1a).

La Figura 1b, muestra la consistencia Bostwick (cm/s) en función del tiempo de tostación de los sistemas (mezclas) de multicomponentes, grano molido-agua. El gradiente no lineal decreciente demostró que las diferencias en desplazamiento de los sistemas grano molido-agua entre los tiempos de tostación 0 s, 78 s y 156 s no fueron significativas ($p \geq 0.05$). La velocidad de desplazamiento fue significativa ($p \leq 0.5$) desde el tiempo 234 s en adelante y el valor más bajo fue a los 390 s de tostación de los granos de maíz. Se observó que mientras más baja fue la velocidad de desplazamiento, mayor fue el poder espesante (consistencia Bostwick) debido a la absorción de agua de los gránulos de almidón afectados parcialmente por el tratamiento con microondas. Sin embargo, es importante anotar que a más del almidón, la harina del grano tostado contiene proteína y fibra, los cuales según Uarrotta, Amante, Demiate, Vieira, Deladillo & Maraschin (2013), pueden contribuir a una mayor absorción de agua en un sistema de multicomponentes.

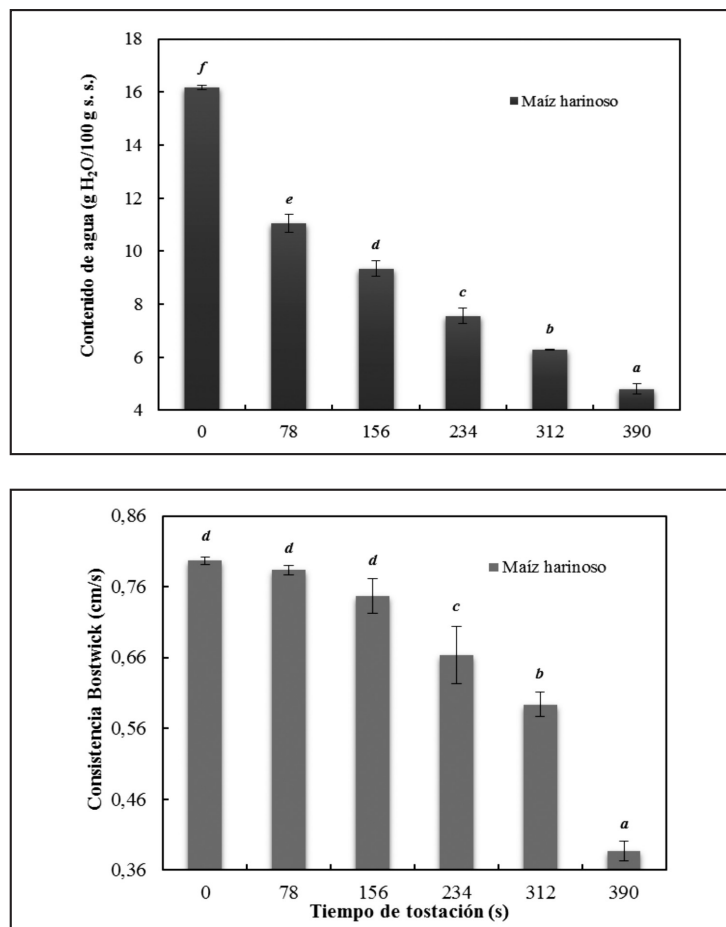


Figura 1. Efecto del tiempo de tostación con microondas sobre propiedades físicas del grano entero seco de maíz harinoso: a) reducción del contenido de agua y b) variación de la consistencia Bostwick. Letras diferentes por barra muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$).

De la tendencia que mostró la curva de consistencia versus tiempo se observó que a mayor tiempo de tostación fue menor el recorrido que alcanzó la muestra sobre la escala del consistómetro. De este modo se corroboró que la consistencia Bostwick es una medida empírica, que puede ser utilizada para estimar el grado de modificación de productos amiláceos tratados térmicamente (Mouquet, et al., 2006).

3.2 Valores estandarizados de la variación de contenido de agua y consistencia Bostwick

Los cambios acumulados de CA y CB por efecto de los tiempos de tostación crecientes fueron estandarizados mediante las ecuaciones 2 y 3, respectivamente. La estandarización que en la práctica significa la división para los respectivos valores iniciales ($t = 0$) permite eliminar la influencia de diferencias existentes entre valores iniciales y que pueden distorsionar el efecto a determinar. Otro de los propósitos de la estandarización, aplicado por varios autores es para cuantificar el grado de modificación de parámetros específicos como el almidón debido a la aplicación de algún tratamiento determinado (Baks et al., 2007; Di Paola et al., 2003). Con este propósito, se estandarizó los cambios acumulados de CA y CB en las muestras de maíz sometidas a los tiempos de tostación con microondas, desde 0 a 390 s.

Al estandarizar el cambio de CA con respecto al contenido inicial de agua en la muestra cruda, se cuantificó para cada tiempo de tostación la relación de comportamiento entre muestra procesada y muestra cruda. En porcentaje estas relaciones de cambio de CA y agua inicial variaron desde 0% a 70.35%. Bajo similar criterio de estandarización, la relación de variación de CB fue calculada para los diferentes tiempos de tostación microondas. El rango de variación de las relaciones de CB se extendió desde 0 a 51.75%. La acción del calentamiento con microondas se expande desde el centro hacia la superficie del grano y el efecto de la migración del agua en forma de vapor a través del endospermo harinoso fue in-

terpretado con base a las relaciones estandarizadas, tanto de CA, como de CB. Por tanto, estas relaciones estandarizadas (%) determinadas desde el tiempo 0 al tiempo 390 s fueron entendidas como indicativos del grado de modificación de los multicomponentes de los granos tostados. En adición, las entalpías de gelatinización de granos molidos, tostados (2.78 ± 0.14 J/g al tiempo 390 s) y crudos (3.73 ± 0.04 al tiempo 0) fueron determinadas por DSC para calcular el grado de gelatinización del almidón en el grano tostado a 390 s. Utilizando la relación estandarizada de entalpías, reportada por Baks et al. (2007), el grado de gelatinización de los granos molidos de las tres réplicas en promedio fue $33.11 \pm 2.62\%$ para el tiempo de tostación con microondas de 390 s, y fue significativamente más bajo que los grados de modificación por CA y CB, determinados para igual tiempo de tostación. Los resultados encontrados revelaron la validez de los conceptos aplicados y la necesidad de continuar con futuras investigaciones en el tema de determinación del grado de modificación en las propiedades del maíz por tostado con microondas.

3.3 Correlación de Pearson

Los resultados del análisis multivariante ($n = 18$) ejecutado entre contenido de agua (CA), consistencia Bostwick (CB), los valores estandarizados de éstos (VECA) y (VECB), respectivamente y el tiempo de tostación con microondas exhibieron coeficientes de correlación superiores a 0.8 en valor absoluto y alta significancia ($p \leq 0.0001$). El cambio en CA correlaciono positiva y significativamente con la variación de CB, negativa y significativamente con los VECA, VECB y tiempo de tostación con microondas. La correlación fue negativa y significativamente alta entre la variación de CB frente a los VECA, VECB y el tiempo de microondas aplicado. El VECA correlacionó positiva y de forma significativa con el VECB y el tiempo. Finalmente, entre VECB y tiempo de tostación, la correlación fue positiva y de significancia alta (Tabla 1).

Tabla 1. Correlación de Pearson entre las variables dependientes y el tiempo de tostación con microondas (r , coeficiente de correlación entre 0.812 y 0.958; $n = 18$ y p , valor de probabilidad menor que 0.000001).

Correlaciones	CA	CB	VECA	VECB	Tiempo
Contenido agua (CA)		0.813	-1.000	-0.813	-0.958
Consistencia Bostwick (CB)	0.813		-0.813	-1.000	-0.923
Valor estandarizado (VECA)	-1.000	-0.813		0.812	0.958
Valor estandarizado (VECB)	-0.813	-1.000	0.812		0.922
Tiempo	-0.958	-0.923	0.958	0.922	

Los resultados de la correlación de Pearson evidenciaron la pertinencia de establecer modelos matemáticos para explicar los cambios ocurridos en los granos enteros tostados con microondas. La aplicación de regresión simple develó el nivel de significación entre variables, esto es entre los parámetros de medición CA, CB, VECA, VECB y la variable independiente, tiempo de tostación. Los parámetros estadísticos demostraron la validez de los modelos establecidos (Tabla 2). Los coeficientes de correlación (r), en valor absoluto, fueron igual o superiores a 0.98. Con valores desde 96.34% a 99.59%, (coefi-

cientes de determinación R^2), la variabilidad experimental fue explicada con los modelos seleccionados. El error estándar de los estimadores fue relativamente bajo. Los valores de probabilidad del estadístico Durbin-Watson no fueron significativos ($p \geq 0.05$) lo cual significa ausencia de auto correlación serial en los residuos. En adicción, al graficar los datos experimentales de Ca y CB versus los valores estimados con los modelos correspondientes (Tabla 2) no se encontró puntos alejados de la línea de tendencia, con lo cual se confirmó la validez de los modelos y el buen ajuste alcanzado (Figuras 2a y 2b).

Tabla 2. Parámetros estadísticos y modelos de regresión simple seleccionados para estimar el CA, VECA, CB y VECB respecto al tiempo de tostación con microondas

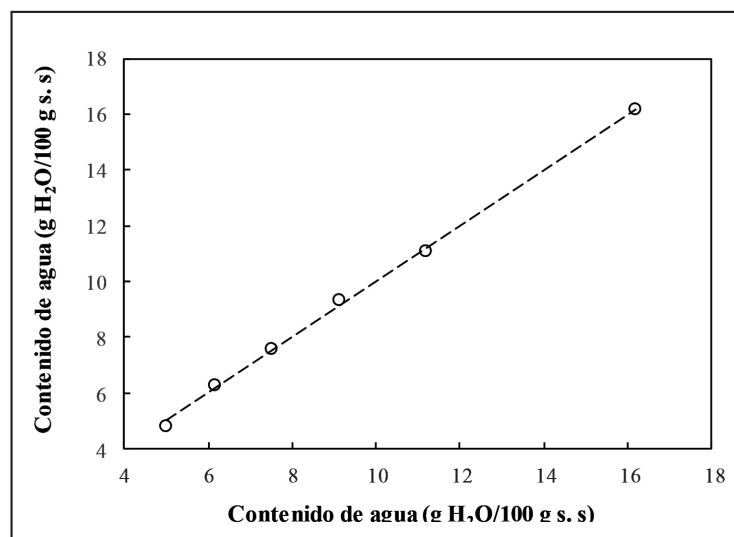
Relación	r	R^2	Error estándar	Valor- p del estadístico D-G	Modelo
CA vs t	-0.998	99.585	0.254	0.643	$Y = a + b \cdot X^{0.5}$
VECA vs t	0.998	99.591	1.559	0.658	$Y = a + b \cdot X^{0.5}$
CB vs t	-0.988	97.533	0.028	0.843	$Y^2 = a + b \cdot X^2$
VECB vs t	0.982	96.336	3.660	0.537	$Y = a + b \cdot X^2$

r , coeficiente de correlación

R^2 coeficiente de determinación

Error estándar del estimador

Valor- p , valor de probabilidad del estadístico Durbin-Watson



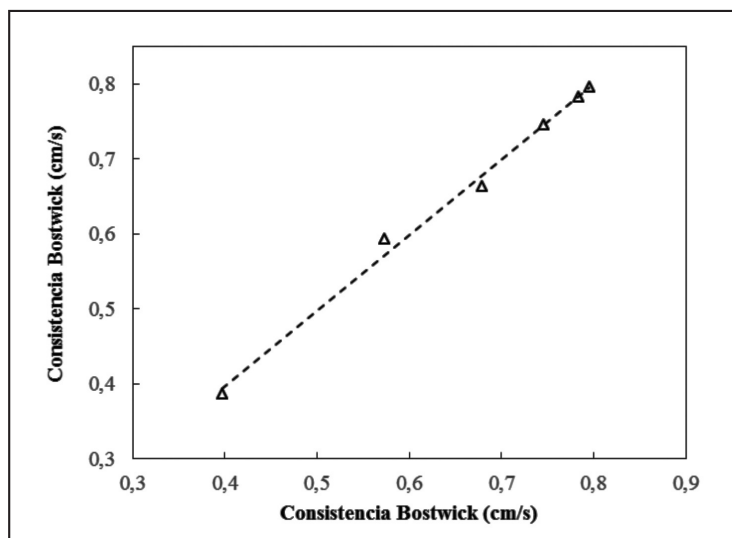


Figura 2. Valores experimentales y estimados con los modelos seleccionados: a) contenido de humedad ($Y = a + b \cdot X^{0.5}$) y b) consistencia Bostwick ($Y^2 = a + b \cdot X^2$).

Los valores estandarizados de CA y CB con sus respectivas curvas de ajuste evidenciaron que los grados de cambio alcanzados después de 390 s de tostación fueron del orden de 70.35% y 51.75%, respectivamente (Figura 3). La comparación entre los valores

estandarizados y los estimados reveló que la discrepancia más notoria se presentó en las curvas de CB a los 312 s, quizá debido al cambio decreciente significativo detectado entre los niveles de tiempo de tostación de 312 y 390 s, ya mostrados en la Figura 1.

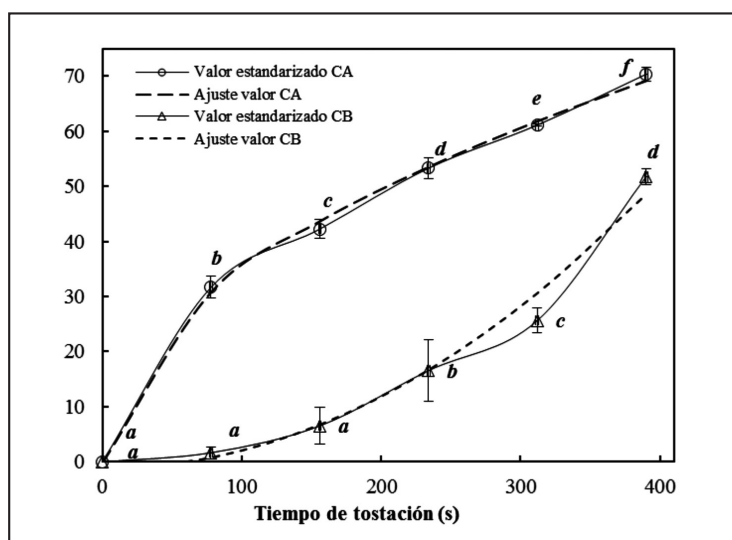


Figura 3. Interpretación del grado de modificación del maíz por influencia del tiempo de tostación sobre la cantidad de agua eliminada (CA) y la consistencia Bostwick (CB). Letras diferentes en las curvas denotan diferencias significativas entre niveles de tiempo ($p \leq 0.05$).

Por regresión múltiple, el VECB fue estimado desde los valores de tiempo de tostación y CA. La Figura 4, muestra la superficie de respuesta de la dependencia de los VECB sobre el tiempo y CA. La superficie de respuesta permitió

la ubicación visual del rango de niveles de tiempo y CA relativos a los VECB concordantes a los obtenidos de forma experimental estandarizada. Los parámetros estadísticos denotaron que la validez de la regresión y la ausencia de auto correlación

serial en los residuos. El 91.11% (coeficiente de determinación R^2) de la variabilidad de los datos experimentales fue explicada con el modelo de re-

gresión ejecutado. El error estándar del estimador de los residuos fue de 5.89 y la probabilidad del estadístico Durbin-Watson fue de 0.07 (≥ 0.05).

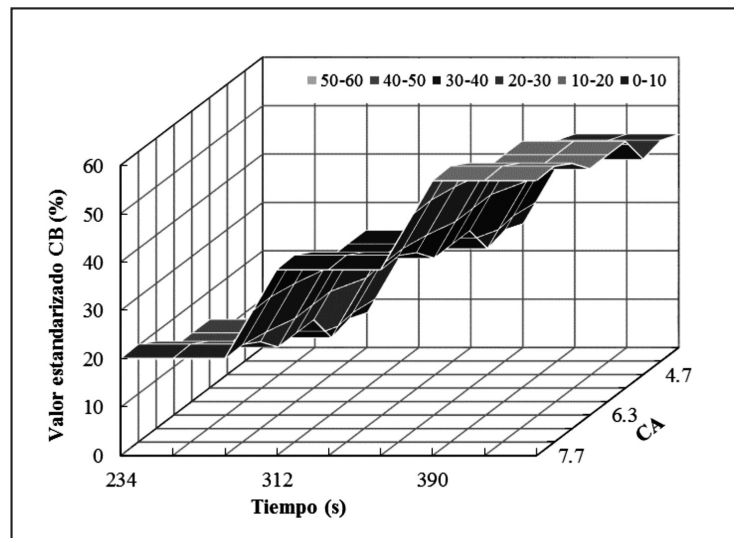


Figura 4. Estimación de la dependencia del valor estandarizado de consistencia Bostwick sobre el tiempo de tostación y el contenido de agua en el grano.

4. Conclusiones

Dado que es un tema no investigado y de interés para el Ecuador y su estrategia de cambios en la matriz productiva, este estudio aporta los primeros conocimientos sobre la valoración del grado de modificación de multicomponentes en granos de maíz harinoso tostados en horno microondas. A los 390 s de tostación, los grados de modificación debidos a la estandarización del contenido de agua y de la consistencia Bostwick de los granos tostados fueron de 70.35% y 51.75%, respectivamente. El grado de gelatinización del almidón estimado por DSC fue de 33.11% para el tiempo 390 s de tostación de los granos de maíz. Los resultados de la evaluación estadística demostraron la validez de los conceptos aplicados y la necesidad de continuar con futuras

investigaciones en el tema de determinación del grado de modificación del grano de maíz harinoso tostado con microondas. La prueba de consistencia Bostwick ofrece la posibilidad de evaluar las modificaciones reológicas en granos tostados de forma económica y rápida.

Agradecimientos

La autora desea reconocer la ayuda técnica de Susana Fuertes y Elena Coyago, Analistas de Laboratorio del Departamento de Ciencia y Biotecnología de los Alimentos de la EPN. Este trabajo fue aprobado como Investigación I en el marco del curso regular del profesor Javier Enrione de la Universidad de Santiago, Chile. En tal sentido la autora agradece el reconocimiento a la calidad de un tema netamente ecuatoriano.

Referencias

- AOAC (1995). *Official methods of analysis* (16th ed.). Maryland: Association of Official Analytical Chemists
- Baks, T., Ngene, I., Soest, J., Janssen, A., & Boom, R. M. (2007). Comparison of methods to determinate the degree of gelatinization for both high and low starch concentrations, *Carbohydrate Polymers*, 67 (4), 481-490
- Baks, T., Bruins, M. E., Janssen, A. E. M., & Boom, R. M. (2008). Effect of pressure and temperature on the gelatinization of starch at various starch concentrations. *Biomacromolecules*, 9, 296-304.
- Bechoff, A. (2003). "Mesure de la dureté du maïs frite équatorien: mise au point d'un test instrumental et

- corrélacion á l'analyse sensorielle", M. Sc. Thesis, ENSEA, Montpellier, Francia.
- Coşkun, M. B., Yalçın, I., & Özarslan, C. (2006). Physical properties of sweet corn seed (*Zea mays saccharata* Sturt). *Journal of Food Engineering*, 74, 523–528.
- Di Paola, R.D., Asis, R., & Aldao, M. A.J. (2003). Evaluation of the Degree of Starch Gelatinization by a New Enzymatic Method. *Starch/Stärke*, 55, 403–409.
- Hsich, F., & Luh, B. S. (1991). Breakfast rice cereal and baby foods. In: *Rice: utilization*. Bor S. Luh (Ed.). AVI Book, NY, USA. Second edition, 2, pp. 177-194.
- Jaiboon. P., Prachayawarakorn, S., Devahastin, P., Tungtrakul, P., & Soponronnarit, S., (2011). Effect of high-temperature fluidized-bed drying on cooking, textural and digestive properties of waxy rice. *Journal of Food Engineering*, 105, 89–97.
- Johson, A. L. (2000). Corn: the mayor cereal of the Americas. In K. Kulp, & J. G. Ponte Jr. (eds.), *Handbook of Cereal Science and Technology*, Second Edition Revised and Expanded (31-80) New York: Marcel Dekker, Inc.
- Konstance, R.P., C. I. Onwulata, C.I., Smith, P.W., Lu, D., Tunick, M.H., Strange, E.D., & Holsinger, V. H. (1998). Nutrient-based Corn and Soy Products by Twin-screw Extrusion. *Journal of Food Science*, 63, 1-5.
- Lim, T. K. (2013). *Edible medicinal and no-medicinal plants* (Volume 5 Fruits). New York: Springer.
- Lucisano, M., Cappa, C., Fongaro, L., & Mariotti, M. (2010). Methods for the characterisation of breadcrumb, an important ingredient of stuffed pasta. *Journal of Cereal Science* 51, 381-387
- Mouquet, C., Greffeuille, V., & Treche S. (2006). Characterization of the consistency of gruels consumed by infants in developing countries: assessment of the Bostwick consistometer and comparison with viscosity measurements and sensory perception. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 57, 459-469.
- Pacheco de Delahaye, B., & Portillo, M., (1990). Enriquecimiento de harina precocida de maíz blanco (*Zea mays*) con harina de semilla de amaranto (*Amaranthus sp.*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 40, 360-368.
- Perona, P. (2005). Bostwick degree and rheological properties: an up-to-date viewpoint. *Applied rheology*, 15, 218–229.
- Sezer I., Balkaya, A., Karaagaç O., & Öner, F. (2011). Moisture dependent of some physical and morphological properties of dent corn (*Zea mays* var. indentata Sturt) seeds. *African Journal of Biotechnology*, 10, 2857-2866.
- Vaclavik V. A. (2002). *Fundamentos de Ciencia de los Alimentos*. Acirbia, S. A: Zaragoza.
- Uarrota, V. G., Amante, E. R., Demiate, I. M., Vieira, F., Deladillo., & Maraschin, M. (2013). Physicochemical, thermal, and pasting properties of flours and starches of eight Brazilian maize landraces (*Zea mays* L.). *Food Hydrocolloids*, 30, 614-624
- Wang, B., Li a, D., Wang, L., Liu, Y., & Adhikari, B. (2012). Effect of high-pressure homogenization on microstructure and rheological properties of alkali-treated high-amylose maize starch. *Journal of Food Engineering*, 113, 61–68.
- Xue, C., Fukuoka, M., Sakai, N. 2010. Prediction of the degree of starch gelatinization in wheat flour dough during microwave heating. *Journal of Food Engineering*, 97, 40–45.
- Xue, C., Fukuoka, M., Sakai, N. 2008. Use of microwave heating to control the degree of starch gelatinization in noodles. *Journal of Food Engineering*, 87, 357–362.
- Zhang, H., Zhang, w., Xu, C., Zhou, X. 2014. Studies on the rheological and gelatinization characteristics of waxy wheat flour. *International Journal of Biological Macromolecules*, 64, 123-129.

Crecimiento y producción inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana de estados sucesionales diferentes

Growth and initial production of 15 tropical tree species from the Ecuadorian Amazonia with different successional stages

Herman Hernández Benalcázar¹, Daniel Gagnon², Robert Davidson³

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

² University of Regina, Faculty of Science, Department of Biology. Laboratory Building, LB244, 3737 Wascana Parkway, Regina, Saskatchewan, S4S0A2, Canada

³ Institute of Environmental Sciences, Université du Québec à Montréal. Montreal, Canada

Resumen

Se determinaron las características de crecimiento y de producción iniciales de 6 especies de árboles pioneros y de 9 especies de árboles de estados sucesionales avanzados, todas nativas de la Amazonia ecuatoriana. Las 15 especies fueron plantadas en un dispositivo experimental de bloques aleatorios completos, con 1 testigo y 2 tratamientos con fertilizantes. Los 2 tratamientos no difieren más que en el tiempo de liberación de los nutrientes (70 días y 180 días). El ensayo se situó en el recinto Domono, Macas, Morona Santiago, Ecuador. El crecimiento (altura, diámetro basal) de todas las plantas fueron medidas en 7 ocasiones durante los 6 meses que duró la experiencia. Tres recolecciones parciales de plántulas fueron efectuadas para medir la biomasa. Los resultados indican que *Nectandra membranaceae* es una de las especies de estados sucesionales avanzados que tienen mucha dificultad de adaptarse al crecimiento en plena luz, ya que su sobrevivencia fue casi nula. Las especies que tienen mejor crecimiento tanto en altura como en diámetro basal y biomasa son las especies pioneras: *Heliocarpus americanus*, *Pollalesta discolor* y *Erythrina poeppigiana*. El análisis de varianza sobre el efecto de los fertilizantes entre las especies, muestra que no hubo efectos significativos sobre el crecimiento en altura, diámetro basal y sobre la biomasa durante los tres primeros meses. Los resultados de este trabajo servirán para seleccionar de manera más acertada las especies pioneras susceptibles de producir lo más rápidamente una cubierta vegetal densa sobre sitios de suelos degradados y a las especies de árboles de estados sucesionales avanzados.

Palabras claves: árboles nativos, altura, diámetro, biomasa, suelo degradado, medio tropical húmedo.

Abstract

Growth and production initial characteristics of 6 pioneer tree species and 9 advanced successional stages tree species were determined. The 15 species are native of the Ecuadorian Amazon. They were planted in a randomized complete blocks, with two fertilizer treatments (70 days and 180 days were the time of release of nutrients) and one witness. The study site is located in Domomo, Macas, Morona Santiago, Ecuador. Plant growth (height, basal diameter) was measured 7 times during 6 months. Three seedlings partial collections were made to measure the biomass. As result, *Nectandra membranaceae* is one of the advanced successional species with hard adaptation for growing in broad daylight, as its survival was almost zero. *Heliocarpus americanus*, *Pollalesta discolor* and *Erythrina poeppigiana* were the pionner species with better growth in height,

basal diameter and biomass. No significant effects were observed by fertilizer treatments on height growth, basal diameter and biomass during the first three months. The results will serve for selecting the pioneer species more susceptible to produce a dense vegetation cover on degraded soils and the tree species of advanced successional stages.

Keywords: native trees, height, diameter, biomass, degraded soils, humid tropical areas.

1. Introducción

Desde algunas décadas atrás, los bosques tropicales han atraído la atención tanto por la importancia en los procesos planetarios como por la impresionante diversidad de especies. De la misma manera que ha llamado la atención por la debilidad de producción de los suelos tropicales, después de poco tiempo de haber sido intervenidos (Fournier, 1978). La dinámica de este ecosistema tropical húmedo puede variar rápidamente, tomando diferentes direcciones según la perturbación y el grado de intervención. Las actividades humanas con frecuencia han causado deterioro acelerado de estos ecosistemas. Es verdad que actualmente se están practicando y ensayando algunos sistemas alternativos de manejo y control de los ecosistemas forestales, como por ejemplo: los sistemas silviculturales, agroforestales, agro-silvo-pastoriles, huertos caseros mixtos, los sistemas extractivistas, de rotación de cultivos, agricultura itinerante, etc (Peck 1990; Boese 1992; Lamprecht, 1990; Graaf & Poels 1990; Bennett et al., 1994; Allegretti 1990).

Sin embargo, cada uno de ellos tienen sus ventajas y desventajas y algunos han sido cuestionados más que otros. Así por ejemplo, Peck (1990) manifiesta que las plantaciones de árboles de múltiples propósitos, pueden jugar un rol crítico en el establecimiento de la productividad, la estabilidad del ecosistema y la diversidad biológica de tierras degradadas de los trópicos. Pero, así mismo dentro de una perspectiva de desarrollo sostenido, Lamprecht (1990) plantea que en la selección de las especies arbóreas se requiere sumo cuidado. Tanto en la regeneración natural, como en las plantaciones ésta juega un papel preponderante. La regeneración natural garantiza la aptitud medioambiental. En general, esto es válido también para plantaciones con especies de árboles locales.

Las primeras etapas del establecimiento de plantaciones forestales son consideradas como unos sistemas biológicos jerárquicos (Margolis &

Brand, 1990). A pesar de que son las condiciones medioambientales que controlan los procesos fisiológicos de las plantas y su ritmo de crecimiento (Margolis & Brand, 1990), el hombre puede ayudar al restablecimiento de los ecosistemas forestales del mismo modo que los ha destruido, si logra comprender ciertos procesos ecofisiológicos, el comportamiento y la dinámica de las especies que componen una comunidad vegetal.

Una medida que puede ser de utilidad, es la correcta clasificación de las especies con las que no se tiene experiencia en uno de los tres grupos siguientes: en el de las pioneras, en el de las nómadas o en el de las especies esciófilas. En todo caso, la cuestión está en la optimización de todos los sistemas alternativos posibles de conservación y manejo de los bosques tropicales húmedos, a través de técnicas y procedimientos silvoculturales adecuados y ajustados a las condiciones medioambientales naturales que controlan los procesos fisiológicos y el ritmo de crecimiento.

Es necesario conocer las condiciones medioambientales óptimas requeridas por las especies para su regeneración y establecimiento (humedad, temperatura, nutrientes, materia orgánica del suelo, posibilidades de distribución, de germinación y competencia, etc.), la reacción de las plantas a nivel bioquímico, fisiológico o morfológico y las limitaciones en esos mismos parámetros.

Con este criterio, el propósito es encontrar especies de árboles pioneros que garanticen una rápida cubierta vegetal en suelos intervenidos y degradados de los trópicos húmedos. Esta condición permitirá el establecimiento de nuevas especies de sucesión secundaria avanzada en un sistema de regeneración natural del bosque. De igual manera la búsqueda de las especies de sucesión secundaria inicial y avanzada que cumplan múltiples propósitos y aporten de alguna manera al sostenimiento y subsistencia familiar a través de una utilidad inmediata y de largo plazo.

Por último, es importante determinar los niveles de adaptabilidad y crecimiento de las especies nativas del trópico en condiciones adversas y favorables, para poder realizar la selección más acertada a fin de lograr mejores resultados en todos los sistemas alternativos de producción, manejo y conservación de los bosques tropicales húmedos y de esta manera contribuir al desarrollo sostenido de los trópicos.

Esta investigación apunta a determinar el crecimiento inicial en altura, diámetro basal y biomasa de 15 especies de árboles de la Amazonía ecuatoriana. Estas 15 especies de estados sucesionales diferentes fueron probadas sobre un suelo degradado con 2 tratamientos de fertilización y un testigo.

2. Materiales y Métodos

2.1 Descripción del sitio experimental

El sitio experimental está situado en una hacienda ubicada aproximadamente a 10 km al norte de la ciudad de Macas, en el sector Domono, provincia de Morona Santiago, Ecuador. Geográficamente se encuentra entre 02° 06' Lat. S. y 78° 06' Long. W. a una altitud de 1,300 m.s.n.m. La zona se caracteriza por la presencia de colinas bajas y planicies entrecortadas por pequeños ríos afluentes del río Upano que es la principal cuenca hidrográfica de la región.

La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación total anual de 3,000 mm. De acuerdo a Cañadas (1983), esta área corresponde a la región bioclimática húmeda subtropical y zona de vegetación de bosque muy húmedo Pre-Montano (bmhPM). En cuanto a la composición y estructura de las formaciones vegetales tropicales, corresponde a la de los bosques húmedos siempre verdes deciduos (Lamprecht, 1990).

La plantación se realizó en un terreno abandonado después de haber mantenido un cultivo de caña de azúcar y se muestra que es un suelo altamente degradado. Hay predominio de plantas herbáceas no útiles como alimento de ganado.

2.2 Crecimiento de las especies de árboles en experimentación

Se observó el crecimiento inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana durante 6 meses. Seis especies de sucesión secundaria

inicial y 9 especies de sucesión secundaria avanzada. Las especies de sucesión secundaria inicial son: *Heliocarpus americanus* Linnaeus, *Pollalesta discolor* Kunt, *Erythrina poeppigiana*. *Inga densiflora* Bentham, *Piptadenia pteroclada* Bentham y *Croton Lechleri* Muell. Las especies de sucesión secundaria avanzada son: *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken, *Cedrela odorata* Linnaeus, *Cariodendron orinocense* Karsten, *Virola dukei* A.C.Smith, *Ocotea floccifera*, *Platymiscium pinnatum*, C. DeCandolle, *Clarisia biflora* Ruiz & Pavón, *Nectandra* sp. y *Nectandra membranacea* (Swart) Grisebach.

Para la selección de las especies experimentales se consideraron las siguientes condiciones: la presencia de árboles semilleros en el lugar de plantación o en lugares cercanos, utilidades que pueden prestar cada una de las especies, la posibilidad de encontrar semillas para la siembra y la reproducción de plántulas, el tiempo y el índice de germinación.

Las 6 especies pioneras seleccionadas son de rápido crecimiento, capaces de producir una cubierta vegetal en corto tiempo. *P. discolor*, *H. americanus* y *C. lechleri*, tienen gran facilidad de dispersión. A estas especies se las encuentra entre las primeras colonizadoras en terrenos removidos, en las orillas de las carreteras y en terrenos degradados por uso excesivo. A *I. densiflora* se la encuentra generalmente en cultivos, formando parte de los árboles frutales. *Erythrina poeppigiana*, es una especie que se la está usando para la construcción de cercas vivas y se la siembra en los pastizales para la producción de sombra y fijación de nitrógeno. *P. pteroclada* es una *Mimoseae* que crece en los pastizales y los campesinos la mantienen porque produce madera de buena calidad. *C. lechleri* tiene propiedades medicinales, su latex es utilizado como cicatrizante de heridas y ulceraciones y tiene gran valor comercial. *P. discolor* es una especie muy comercial, su madera se la utiliza para la construcción de cajas de embalaje para el transporte de frutas, especialmente de naranja (*Solanum quitoensis* Lam).

Las especies de sucesión secundaria avanzada, son de crecimiento lento pero pueden alcanzar dimensiones mayores a los 25 m de altura y 1 m de diámetro del fuste (ADP). Son tolerantes a la sombra y necesitan de la protección de las especies pioneras inicialmente. La utilidad, generalmente es la producción de madera de buena calidad.

Algunas especies de sucesión secundaria avanzadas son muy conocidas por su amplia distribución ecológica y por la calidad de madera que proporcionan. *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata* y *Platymiscium pinnatum*, por ejemplo, son especies domesticadas y adaptadas a condiciones exigidas por especies pioneras. *Nectandra* sp. y *Ocotea floccifera* son especies muy explotadas por su calidad de madera. A *Nectandra* sp. se la encuentra en el interior de los bosques naturales y también en campos abiertos. *O. floccifera* se la encuentra únicamente en el interior del bosque. *Virola dukei* produce madera de buena calidad, se la usa para la construcción de viviendas y los indígenas de la Amazonia le dan otros usos por su contenido de alcaloides (Bennett & Alarcón, 1993). *Cariodendron orinocense* es una especie que produce madera de regular calidad, pero las semillas son cosechadas por los indígenas para su alimentación porque contienen un alto porcentaje de aceites y proteínas. A esta especie se la encuentra tanto en los bosques naturales como en campos abiertos. Finalmente, *Clarisia biflora* produce madera de buena calidad y también de estos árboles se extrae el látex que tiene propiedades medicinales.

2.3. Recolección de las semillas

Las plántulas se reprodujeron en un vivero a partir de semillas recolectadas durante el mes de junio, a excepción de *Platymiscium pinnatum*, *Erythrina* sp., *Ocotea floccifera* y *Nectandra* sp. por haber pasado la época de cosecha. Sin embargo, las plántulas se las encontró en el interior del bosque natural.

2.4. Dispositivo experimental

En una superficie de 972 m² de terreno se establecieron 3 bloques y cada uno de ellos divididos en 45 parcelas de 6 m² cada una, dando un total de 135 parcelas (15 especies, 3 tratamientos, 3 bloques). La selección de las parcelas para cada especie y tratamientos se realizó de manera aleatoria.

En cada parcela se sembraron 15 plántulas de la misma especie. Las plantas fueron numeradas del 1 al 15 con la finalidad de facilitar el trabajo de medición y registro. En todo el dispositivo se plantaron 2,025 plantas de 15 especies. Se aplicaron tres tratamientos, incluido el testigo. Los dos tratamientos consisten en adicionar 20 g de fertilizantes que contienen los mismos elementos químicos: N, P y K y la misma estructura en su composición química, pero

que difieren solo en el tiempo de liberación de los nutrientes (70 y 180 días). Se hicieron 7 mediciones de altura y diámetro basal: una por cada mes durante los 6 meses de experimentación, más una medida inicial. Estas dos medidas se tomaron de manera simultánea. La biomasa se midió en tres ocasiones; una inicial, otra a los 3 meses y la última a los 6 meses de crecimiento. Solo se calculó la biomasa de la parte aérea de las plantas, es decir, hojas y tallos utilizando el método de pesajes en el laboratorio de la Universidad del Azuay.

Para el análisis del suelo, se seleccionaron al azar 9 parcelas por cada bloque, es decir, 27 parcelas en total. En estas parcelas seleccionadas se midió la temperatura y se tomaron las muestras de suelo (27 muestras) para el cálculo de la humedad, el pH, la materia orgánica y la determinación de los bio-elementos. Las muestras de suelo se tomaron en una profundidad de entre 5 y 10 cm. La temperatura se midió una vez cada mes, en una profundidad de 10 cm. La humedad se calculó una vez cada mes y se utilizó el método de pesajes. Este análisis se realizó en la Universidad del Azuay.

El cálculo de la materia orgánica del suelo se realizó en los laboratorios de la Universidad de Quebec en Montreal (UQAM) por dos ocasiones, utilizando el método de calcinación y pesajes. Para la extracción del NO₃ y del NH₄ se utilizaron 10 g de suelo seco desmenuzado (partículas < 100mesh) disueltos en 40 ml de KCl 2M como extractante. El aparato de detección fue el Tecator Fiastar. Para la extracción del fósforo asimilable se utilizó el método Bray. Para la detección se usó el Espectro-fotómetro. Estos dos análisis se los realizó en los laboratorios del Biodome de Montreal.

La extracción de los cationes K⁺, Ca⁺, Mg⁺ y Mn⁺ se hizo utilizando el método sugerido por Stewart (1989). La extracción del Fe y Al, se hizo mediante el método descrito por Hendershot y Lalande (1993), utilizando el espectro de absorción atómica de la UQAM. De acuerdo al plan experimental, se utilizó la ANOVA, para la comparación múltiple de las medias y la prueba de significación de Tukey como modelos de análisis estadístico. Se hizo el análisis de los diferentes índices de crecimiento de las planta tanto en altura como en diámetro basal y biomasa total (Hunt, 1990): tasa de crecimiento relativo (RGR) en altura por cada mes, RGR en diámetro basal y RGR en biomasa.

3. Resultados y Discusión

3.1. Suelo

El análisis de varianza detecta un efecto bloque para la materia orgánica y NO_3 del suelo, tanto en el tiempo inicial como en el tiempo final del experimento. Para las variables Mg, Al, P y NH_4 el efecto bloque se detecta solamente en el tiempo inicial, en cambio para el Ca, Mn el efecto bloque se detecta en el tiempo final. En cuanto a los tratamientos se observa que hay efecto de estos solamente en la variable P en el tiempo final (Tabla 1). A pesar de que la concentración de P es muy baja, se pudo detectar una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, encontrándose mayor contenido de P en el tratamiento 2 con relación al testigo y al tratamiento 3.

Se deduce que el suelo y la luz son los recursos más importantes que habrían influido en el crecimiento de las 15 especies, cuando ANOVA detecta un efecto bloque al inicio y al final del experimento, especialmente para la materia orgánica y el NO_3 . Por

otra parte se pudo observar que en las especies de menor crecimiento se produce foto inhibición por la presencia del color amarillo de sus hojas, provocando a su vez la gran variación de crecimiento individual entre unos y otros árboles de la misma especie.

De igual manera, observadas las características del suelo donde se realizó el experimento (Tabla 1) se puede detectar que hay una deficiencia absoluta de fosforo asimilable y bajos niveles de los demás elementos nutritivos. La deficiencia de nutrientes más las variaciones de humedad, temperatura y compactación, seguramente habría afectado directamente al desarrollo de las raíces de las plantas individualmente.

Las medias de crecimiento anual en altura revelan que hay una tendencia positiva del efecto de los tratamientos en el crecimiento. Se puede afirmar que la mayor tasa de crecimiento tanto en altura como en diámetro basal y biomasa la tienen las especies *Pollalesta discolor*, *Heliocarpus americanus* y *Erythrina* sp seguidas por *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*.

Tabla 1. Características del suelo del dispositivo experimental.

	Noviembre 1993 n = 27	Mayo 1994 n = 27
pH	5.53	5.27
NO_3 (ppm)	13	37
NH_4 (ppm)	111	92
P (ppm)	0*	0*
K (ppm)	155	186
Ca (ppm)	174	191
Mg (ppm)	59	81
Al (ppm)	43	54
Mn (ppm)	9	5
Materia orgánica (%)	10.7	10.8

3.2. Supervivencia y crecimiento de los árboles

Las ANOVAs de altura, diámetro basal y biomasa total, demuestra que siempre hay una dife-

rencia significativa de crecimiento entre las especies estudiadas (Tabla 2).

Tabla 2. Sumario de análisis de varianza de RGR de variables de crecimiento.

	Especie	Altura			Diámetro			Biomasa		
		RGR	Rango ¹	Sig. ²	RGR	Rango	Sig.	RGR	Rango ¹	Sig.
Especies de sucesión inicial	<i>P. discolor</i>	0.22	1	a	0.16	2	a	0.37	2	a
	<i>H. americanus</i>	0.18	2	a	0.16	3	a	0.34	3	ab
	<i>Erythrina sp.</i>	0.16	3	a	0.18	1	a	0.34	4	ab
	<i>C. lechleri</i>	0.07	4	b	0.08	4	b	0.38	1	ab
	<i>I. densiflora</i>	0.07	5	b	0.07	5	b	0.13	5	ab
	<i>P. pteroclada</i>	0.07	6	b	0.06	6	bc	0.03	6	b
	<i>C. alliodora</i>	0.11	1	a	0.09	1	a	0.16	1	ab
	<i>C. odorata</i>	0.11	2	a	0.08	2	a	-0.07	8	b
Especies de sucesión avanzada	<i>Nectandra sp.</i>	0.07	3	b	0.08	3	a	0.05	5	b
	<i>O. floccifera</i>	0.07	4	b	0.07	4	a	0.15	2	ab
	<i>C. biflora</i>	0.05	5	bc	0.06	5	ab	0.14	3	ab
	<i>C. orinocense</i>	0.05	6	bc	0.06	6	ab	0.05	6	b
	<i>P. pinnatum</i>	0.04	7	bc	0.06	7	ab	0.06	4	b
	<i>V. dukei</i>	0.02	8	c	0.01	8	b	0.00	7	b
			R ² =0.70		R ² =0.66		R ² =0.85			

1 Rango separado por especie inicial y especies de sucesión inicial y especies de sucesión avanzada.

2 Significación de diferencias estadísticas para todas las especies; la misma letra significa no diferencia estadística.

De acuerdo a lo que se observa en el Cuadro 1, sobre el RGR (Relative Growth Rate), se identifican tres grupos definidos. En el primer grupo se ubican: *Pollalesta discolor*, *Erythrina sp* y *Heliocarpus americanus*, a las cuales les identificaríamos como heliófilas efímeras, porque su ciclo de vida lo cumplen solamente en sitios abiertos y tienen una vida relativamente corta (10 - 15 años). Los sistemas de fotosíntesis de estas especies son muy eficaces en plena luz y como consecuencia de esta estrategia su madera es liviana, suave y de poca fuerza y resistencia, pero con una gran capacidad para producir materia orgánica que cubre rápidamente el suelo. El segundo grupo lo constituyen: *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Piptadenia pteroclada* e *Inga densiflora*, a las cuales las consideraríamos como heliófilas durables porque mantienen un conjunto de características que les permite la explotación de sitios abiertos y los ocupan durante períodos más largos que las heliófilas efímeras, la capacidad de fotosíntesis es intermedia y el crecimiento es más o menos rápido, la calidad de madera es buena por ser moderadamente densa y moderadamente liviana. Este grupo de especies es sumamente interesante para la producción forestal tanto en bosques naturales como en plantaciones y sistemas agroforestales. En el tercer grupo

se ubicarían: *Platimiscium pinnatum*, *Cariodendron orinocense*, *Clarisia biflora*, *nectandra sp*, *Ocotea floccifera* y *Virola duckey*, a las mismas que las consideraríamos como esciófitas parciales en razón de que el patrón general de asignación de recursos es de un crecimiento más lento y de inversión en la producción de estructuras permanentes más duraderas que las heliófitas (Finegan, 1992). Por último a *Nectandra membranacea*, por no haber sobrevivido a la plantación a plena luz la ubicaríamos en el grupo de las esciófitas totales.

A nivel de sobrevivencia la mayoría de especies muestran una tasa mayor del 95%. Solamente *Nectandra membranacea* muestra una tasa de sobrevivencia inferior al 5%, en cambio *Nectandra sp* mantiene una sobrevivencia aproximada del 60%. Estos resultados son atribuibles posiblemente a una mala aclimatación de las plántulas silvestres.

4. Conclusiones

Los resultados del análisis del suelo donde se realizó la plantación experimental evidencian una acentuada degradación al inicio de la plantación y después

de 6 meses se nota una pequeña recuperación de K, Ca y Mg, sin embargo, en comparación de otros suelos degradados el P asimilable se mantiene en 0 (ppm) el Al se incrementa, aumenta levemente la acidez y no se observa incorporación de materia orgánica.

Más del 95% de las plantas de las especies estudiadas sobrevivieron en condiciones adversas de suelos degradados, a excepción de las plantas de *Nectandra membranacea*.

Se identificaron tres grupos de especies más o menos definidos que aprovechan de diferentes maneras la asignación de recursos: el grupo de las heliofitas efímeras, en el que se ubican las pioneras *Pollalesta discolor*, *Erythrina poeppigiana* y *Heliocarpus americanus*; el grupo de las heliófitas durables en el que se ubican: *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Piptadenia pteroclada* e *Inga densiflora*. El tercer grupo es el de las esciófitas parciales en el que se ubican: *Platymiscium pinnatum*, *Cario-dendron orinocense*, *Clarisia biflora*, *Nectandra* sp, *Ocotea floccifera* y *Virola duckei*.

Los tratamientos con abonos no influyeron significativamente en el crecimiento de altura, diámetro basal y biomasa de las plantas, con relación al testigo.

Las 14 de las 15 especies de árboles tropicales estudiadas en la Amazonía ecuatoriana son aptas para iniciar plantaciones forestales mixtas en suelos degradados y sin la utilización de abonos.

El efecto de los tratamientos se detecta solamente a partir del cuarto mes de crecimiento. El tratamiento 2 presenta un efecto estadísticamente significativo en el crecimiento de *Clarisia biflora* y el tratamiento 3 para la especie *Cedrela odorata* entre la especie de sucesión secundaria avanzada. Así mismo, entre las especies pioneras se observa que el tratamiento 3 ejerce mayor efecto en el crecimiento de *Piptadenia pteroclada* a partir del cuarto mes.

En el mes de marzo se produce un crecimiento acelerado en la mayoría de las especies, lo que se demuestra que el aumento de la precipitación a ciertos niveles, puede detener el crecimiento de las especies estudiadas.

Las especies que más biomasa producen son: *Pollalesta discolor*, *Heliocarpus americanis* y *Herythrina poeppigiana*, entre las plantas pioneras y entre las de sucesión avanzada se destacan: *Caryodendron orinocense*, *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*.

Referencias

- Allegretti, M. (1990). *Extractive Reserves: An alternative for reconciling development and environmental conservation in amazonia. Altrnatives to Deforestation Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press. 252-264.
- Bennett, B., & Alarcón, R. (1994). *Osteophloeum Platyspermum* and *Virola dukei* (Miristicaceae): New ly reported as hallucinogens from amazonian Ecuador. *Económic Botany*, 48(2), 152 - 158.
- Boese, E., (1992). Actividades forestales y silviculturales en la región Amazónica ecuatoriana: Experiencias y resultados 1985 - 1990, Lumbaqui, provincia de Sucumbios.
- Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador, Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Quito, Ecuador: PRONAREG.
- Fournier, F., (1978). Balance hídrico, Ecosistemas de los bosques tropicales, Informe UNESCO/PNUMA/FAO.
- Graaf, N., & Poels, R. (1990). *The CELOS, Management System: A polycyclic method for sustained timber production in south american rain forest. Altrnatives to Deforestation Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press.
- Hunt, R. (1990). Basic growth analysis. Plants growth analysis for baguinness. London Un Win Hayman.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Instituto de Silvicultura de la Universidad Göttigen. Cooperación técnica - República Federal de Alemania.
- Peck, R. (1990). *Programing agroforestry practices among small producers: The case of the Coca agroforestry proyect in amazonian Ecuador. Cap. II. Altrnatives to Deforestation Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press.

El aporte del turismo comunitario al fortalecimiento de los principios de soberanía alimentaria en el Ecuador

Community based Tourism contribution to strengthen the food sovereignty principle in Ecuador

Enrique Cabanilla¹, Cecilia Bagnulo², Matías Álamo², Edison Molina¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

² Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

Resumen

El presente artículo explora la situación del estado del hambre a nivel mundial y los programas que se están desarrollando por los organismos supranacionales. Desde este enfoque global se analiza y expone los aportes del marco constitucional y legal del Ecuador, como cuerpos que apuntalan los principios de soberanía alimentaria y su sistema alimentario, con sus respectivos procesos y subprocesos. Posteriormente se presentan algunos de los resultados obtenidos dentro del programa Impulso al Turismo Comunitario (ITC), especialmente sobre cómo se enlaza el turismo comunitario con los principios de soberanía alimentaria y cómo, este proceso productivo, puede ayudar a lograr metas claves, establecidas en los planes de desarrollo del Ecuador, en lo referente a las políticas de soberanía alimentaria. El principal objetivo es medir si efectivamente el turismo comunitario es una práctica que puede contribuir a fortalecer el concepto de soberanía alimentaria en los territorios donde se podría implantar este proceso productivo.

Palabras clave: turismo comunitario, soberanía alimentaria, estado del hambre, ley de soberanía alimentaria, nutrición, agroproducción.

Abstract

This article explores the situation of the state of world hunger and the programs that are being developed at supranational organizations level. From this comprehensive approach it is analyzes and explains the contributions of the constitutional framework of Ecuador, as bodies that underpin the principles of food sovereignty and food system, with its respective processes and threads. Then are some of the results obtained under the program that was made to reinforce Community Based Tourism, especially about community tourism that is linked to the principles of food sovereignty and how this production process, can help achieve key goals set out in the Ecuador's development plans, in terms of policies for food sovereignty. The main objective is to measure whether or not the community tourism is a practice that can help to strengthen the concept of food sovereignty in the territories where they could implement this production process.

Keywords: community tourism, food sovereignty, state of hunger, food sovereignty law, nutrition, agro-production.

1. Introducción. El estado del hambre y los programas para erradicarla

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) la soberanía alimentaria “existe cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades alimentarias para desarrollar una vida activa y sana” (FAO, 2015: p.1). Para el 2014 se reconoció un decremento, pero aún existen 805 millones de personas crónicamente subalimentadas. América Latina ha sido una de las regiones con mayores progresos. En Ecuador, desde la aprobación de la Constitución del 2008, hay una legislación vanguardista, mediante varios postulados en la carta magna y en una ley específica de soberanía alimentaria. La Constitución menciona:

“Art. 13.- *Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria*” (República del Ecuador, 2008: p.5).

Esta declaración basada en los principios mismos del modelo del Sumak Kawsay (Buen Vivir) es fundamental para demandar todo el apoyo para construir un sistema alimentario que cumpla con lo dispuesto en la Constitución. Posteriormente, esta revolucionaria y novel carta magna, propone el Capítulo Tercero que delimita las responsabilidades del Estado, con diferentes estrategias que pueden ser visibles en la Figura 1.

Este cuerpo legal es trascendental en cuanto a sus compromisos con los actores locales, con incentivos que podrían ser fiscales o subvenciones de otro tipo, que apunten a la asistencia tecnológica, a profundizar en el derecho a la tierra, colaborar en varios procesos del sistema alimentario y provocar un agenda pública enfocada a la salud por medio de una buena y sana nutrición.

2. Materiales y métodos de investigación

El método mixto es una alternativa coherente y aliñada para obtener los mejores resultados de la presente investigación. De esta manera se desarrolla un estudio documental sobre el marco teórico del pano-

rama mundial y ecuatoriano como concepto de soberanía alimentaria y, posteriormente, un análisis de los resultados obtenidos de una investigación con el método etnográfico, que privilegia la inmersión en la comunidad para su estudio, dado en 170 comunidades del Ecuador entre el 2002 y el 2013, bajo el programa de *Impulso al Turismo Comunitario* auspiciado por la Universidad de Especialidades Turísticas de Quito, Ecuador. Para esto se utilizó una herramienta que facilita el trabajo de campo para: elaborar diagnósticos participativos, diseñar un plan estratégico de turismo a escala local y desarrollar un plan de negocios del principal proyecto productivo (Cabanilla, 2013).

La distribución de las comunidades responde a tres niveles: un primer nivel (A) que agrupa al 80% de las comunidades en relación de proximidad a la ciudad de Quito, con distancias que no superan las 3 horas de viaje, un segundo nivel (B) con una proximidad de hasta 5 horas de viaje (12%) y el restante, tercer nivel (C) 8% para lugares que superan este radio (Figura 2).

Se considera una muestra válida, ya que se aplicó el método etnográfico hasta obtener resultados redundantes en los diferentes aspectos estudiados. Es afín al tema, ya que un gran porcentaje de los proyectos productivos realizados por los voluntarios con la comunidad, tiene relación directa con la provisión de alimentos y bebidas al turista, tal como lo muestra la Tabla 1.

3. Resultados y discusión. El turismo comunitario como mecanismo para impulsar los objetivos y metas de los sistemas alimentarios y de la soberanía alimentaria

El turismo comunitario es un modelo de acción colectiva en un territorio comunitario para dejar de ser objetos pasivos de un modelo fordista del turismo y convertirse en actores activos de un modelo posfordista de desarrollo territorial. Bajo políticas estatales de auspicio podría convertirse en un elemento clave para lograr indicadores de desarrollo como por ejemplo los Objetivos del Milenio de Naciones Unidas. Uno de los fines del modelo es la generación y redistribución de los nuevos ingresos, tanto operativos como de utilidades finales de gestión, en aquellos aspectos que se hayan decidido de forma consensuada. Un aporte fundamental es la posibilidad de fortalecer la cadena local con otras actividades productivas de las comunidades, como por ejemplo la agricultura y ganadería (Cabanilla, 2015).

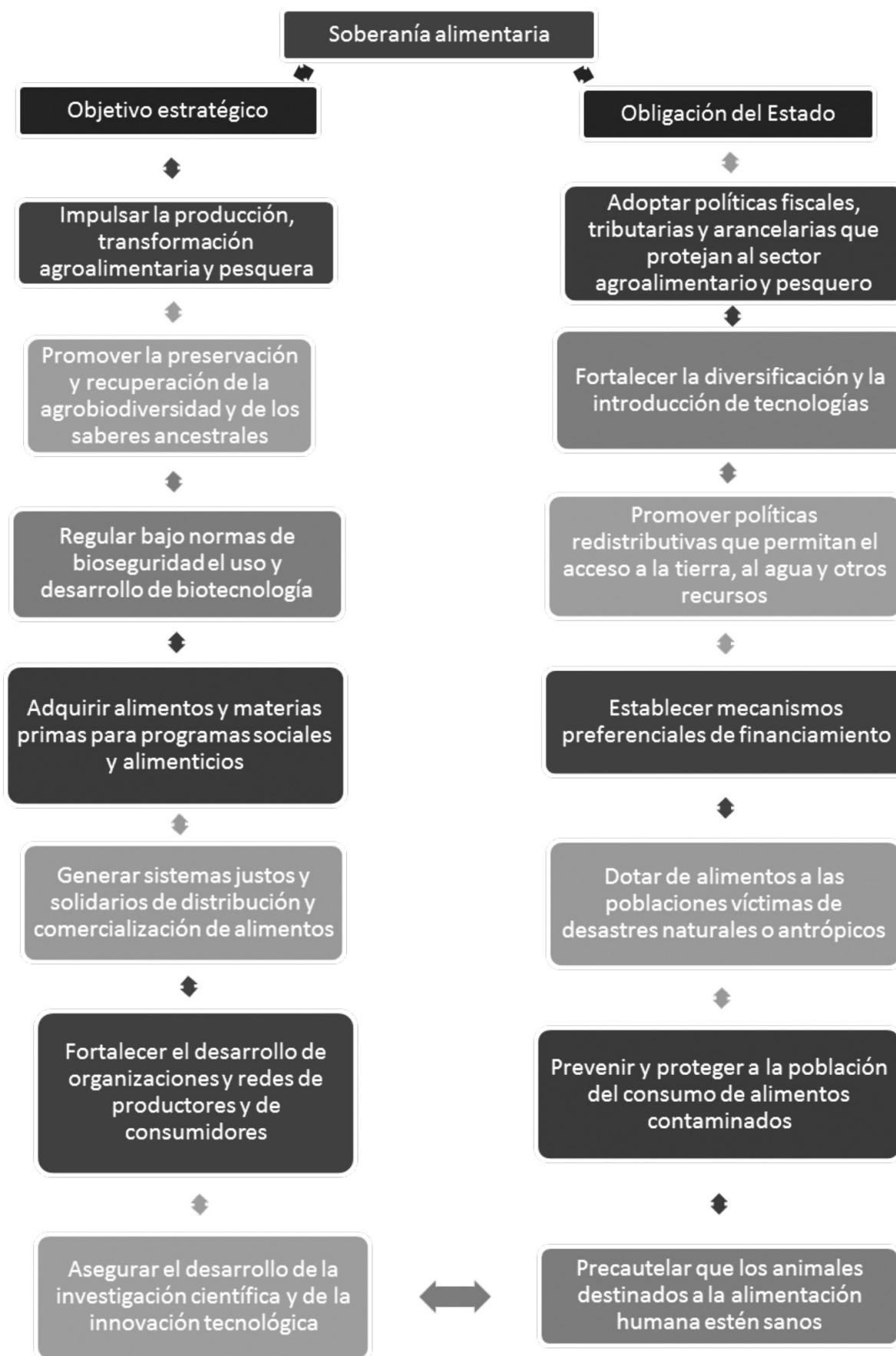


Figura 1. Deberes y estrategias del Estado ecuatoriano sobre la soberanía alimentaria.

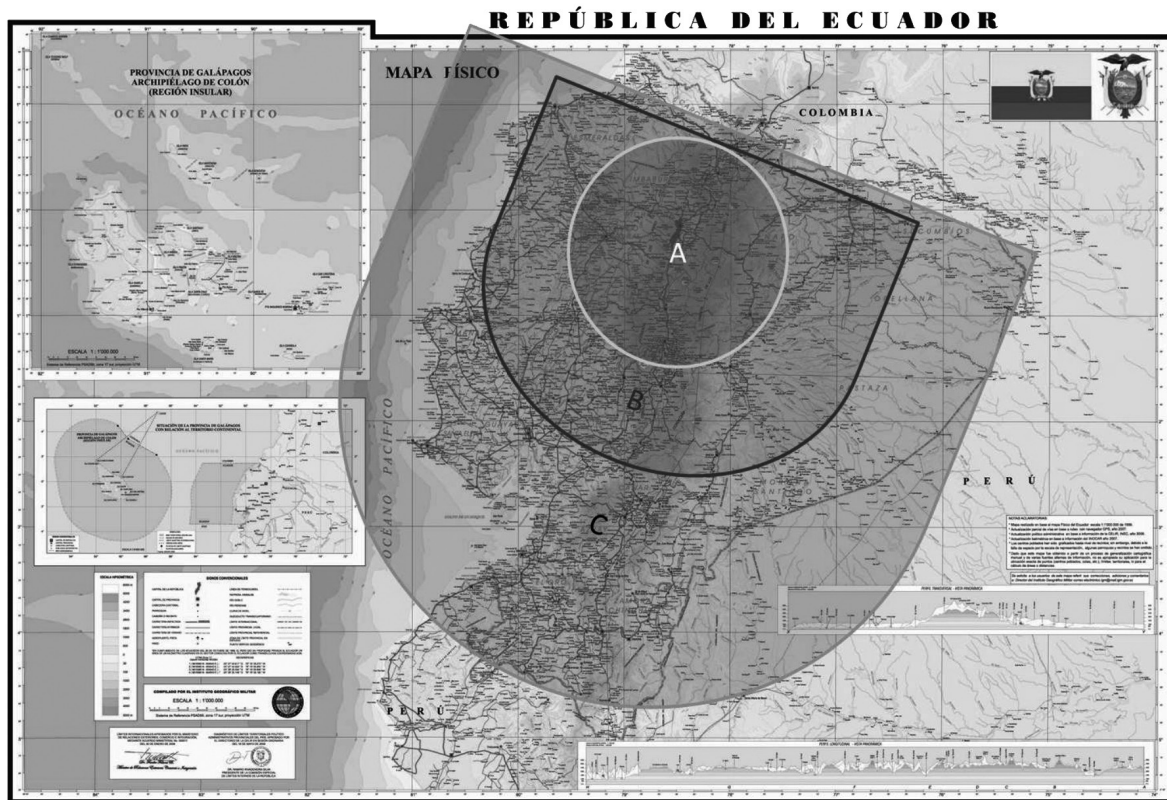


Figura 2. Distribución de los estudios trabajados con comunidades.

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del Instituto Geográfico Militar (IGM) del Ecuador

Tabla 1. Porcentajes de enfoques y especializaciones de los proyectos realizados bajo el programa ITC 2002 – 2010.

Enfoque final del proyecto de implantación	Porcentaje respecto al total	Subdivisión
Desarrollo de una empresa turística comunitaria.	68.24	Empresas comunitarias principalmente relacionadas con: Servicios de alimentación 30.17%* Servicios de alojamiento 43.97%* Venta de artesanía 1.72% Servicios de Información 6.03% Operación turística 8.62%* Servicios de recreación 9.48%
Desarrollo e implementación de infraestructuras para el aprovechamiento de un atractivo.	25.29	Desarrollo basado en un atractivo: Cultural 20.93% Natural 79.07%
Programas de fortalecimiento y capacitación.	6.47	Programas enfocados a la promoción 27.27% Programas enfocados al voluntariado 9.09% Programas de capacitación 54.55% Programas de certificación 9.09%

4. Resultados y discusión. El turismo comunitario como mecanismo para impulsar los objetivos y metas de los sistemas alimentarios y de la soberanía alimentaria

El turismo comunitario es un modelo de acción colectiva en un territorio comunitario para dejar de

ser objetos pasivos de un modelo fordista del turismo y convertirse en actores activos de un modelo posfordista de desarrollo territorial. Bajo políticas estatales de auspicio podría convertirse en un elemento clave para lograr indicadores de desarrollo, como por ejemplo, los Objetivos del Milenio de Naciones Unidas. Uno de los fines del modelo es la generación y redistribución de los

nuevos ingresos, tanto operativos como de utilidades finales de gestión, en aquellos aspectos que se hayan decidido de forma consensuada. Un aporte fundamental es la posibilidad de fortalecer la cadena local con otras actividades productivas de las comunidades, como por ejemplo la agricultura y ganadería. (Cabanilla, 2015).

Desde este enfoque el turismo comunitario tiene varios puntos de unión con los procesos y subprocesos del sistema alimentario, bajo el cual se sostienen los objetivos planteados en la soberanía alimentaria. En la Tabla 2 se presentan los resultados y ejemplificaciones de estos enlaces.

Tabla 2: Resultados de algunos enlaces detectados en propuestas de turismo comunitario en Ecuador y el sistema alimentario, en el programa de Impulso al Turismo Comunitario (ITC)

Fuente: Elaboración propia de los autores en base a los informes del programa ITC.

Sistema alimentario	Turismo Comunitario	¿Cómo se interconectan? Resultados obtenidos
Pre – producción: Importancia del producto	Oferta de gastronomía local en los emprendimientos de turismo comunitario.	<p>Parte del producto turístico comunitario es su oferta gastronómica. En varios artículos se realza su importancia. A nivel mundial el turismo gastronómico ha cobrado una fuerza inusitada, por lo cual el turismo comunitario no está ausente de esta tendencia. “La cultura, el folklore, las tradiciones ancestrales, la artesanía, la gastronomía, son elementos que forman parte de la vida cotidiana de las comunidades y que debidamente valorizados representan un interés no sólo para el visitante, sino también para las nuevas generaciones”. (Morales, 2006, p. 260). En un estudio con 170 comunidades, llevado a cabo desde el 2002 al 2013, con un grupo de estudiantes - voluntarios, se ejecutó de forma continua el proyecto de investigación, vinculación y asistencia técnica, llamado “Impulso al turismo comunitario” (ITC), bajo el auspicio de la Universidad de Especialidades Turística, en el cual se realizaron entrevistas a profundidad y trabajo de campo con las comunidades que solicitaron unirse al programa, cuya finalidad es principalmente identificar potencialidades, estrategias y posibles líneas de emprendimiento en cada comunidad, como un aporte para la toma de decisiones a nivel local. Un primer resultado a destacar es que en el 100% de las comunidades se encontró una oferta local alimentaria, relacionada con productos del medio y con recetas vinculantes a la cultura. En varias comunidades, lo gastronómico-cultural fue potencialmente alto y, por lo tanto, fundamentó el desarrollo de propuestas de emprendimiento basadas en la alimentación, por citar uno de los varios que hubo, está el de Patiño (2011), llamado “Proyecto comunitario feria gastronómica Uyumbicho”, que presenta como un alternativa comunitaria una feria permanente para el servicios de alimentos y bebidas, en una comunidad cercana a una reserva natural y a apenas ubicada a una hora de la ciudad de Quito. No solo que el proyecto rescató un potencial recurso, sino que se enlaza a una zona de alto consumo de alimentos y bebidas por los pobladores de Quito y de sus valles contiguos, aprovechando así un flujo de estimable proporción.</p>

<p>Pre – producción: Políticas del sector público</p>	<p>Fortalece las cadenas de valor a nivel local</p>	<p>El turismo comunitario, concebido como un modelo de gestión, es un eje transversal en las estrategias de desarrollo territorial. Al ser una actividad vinculante al territorio, las políticas del sector público tienen oportunidad de asociarlo en estrategias comunes con tipos de producción agrícola, diversidad, políticas para reforzar la comercialización local, entre otras. “Dado el visible impacto en la mejora de las condiciones de vida de las comunidades implicadas, así como en formas sostenibles de patrimonios y recursos naturales y culturales, las políticas públicas deberán propender al fortalecimiento de las operaciones existentes y al fomento de nuevas operaciones, así como dotar de la asistencia técnica y los recursos necesarios para que factores como la calidad de los servicios y productos, el acceso al mercado en condiciones apropiadas, la promoción, la articulación con el sector privado en términos justos –entre otros—, redunden en un fortalecimiento de capacidades locales.” (Ruiz & Solís, 2007, p. 289) Entre los primeros estudios del programa ITC, en la comunidad de San Luis de Agualongo, provincia de Imbabura en Ecuador, Tamayo y Hervas (2004) presentaron el desarrollo, consensuado con la comunidad, de una finca agroturística: “La Granja, la naturaleza en tus manos”, en esta propuesta el principal atractivo es la agricultura como un proceso de atraktividad y a la vez como un proveedor de insumos alimenticios para un emprendimiento de alimentación y alojamiento. En el detalle de las actividades es muy evidente como lo agroproductivo es el principal motivador turístico y a su vez, base de la oferta gastronómica como su principal proveedor de insumos, reforzando el concepto de cadena local sobre lo cual es muy factible desarrollar políticas que refuercen el proceso.</p>
<p>Pre – producción: Instituciones relevantes</p>	<p>Mundialización de un modelo de gestión que busca la sustentabilidad y armonía de los procesos productivos en los territorios.</p>	<p>Hay varias instituciones que fortalecen proyectos de turismo, pero cuyo principal enfoque es el tema agrícola – ganadero. Quizá uno de los organismos más representativos es el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, que impulsa varios proyectos relacionados a la implementación turística que acompaña a los procesos del sistema alimentario. En un taller para tratar sus procedimientos y apoyar el agroturismo (modalidad turística que ofertan varias comunidades), está explícito el enfoque conceptual bajo el cual este instituto trabaja en turismo. Debe haber un acuerdo entre la agricultura, el turismo, para crear una ventaja competitiva para cada país, utilizando el concepto de bienestar como la estrategia para la entrada en el mercado global. Con base en la contratación de Fundación Solidaridad y Fundación para la Paz y el Desarrollo, el programa ITC desarrolló varias intervenciones con comunidades de la provincia de Orellana, cantón Aguarico y cantón Loreto, dichos estudios formaron parte de lo que posteriormente se convertiría en la Red Solidaria de Turismo en la Rivera del Río Napo, REST¹, y de la Red de Turismo Huataraco Suno, RETHUS², en las citadas localidades. Este proceso fortalece la interacción necesaria y oportuna con organizaciones no gubernamentales que pueden brindar asistencia técnica y fortalecimiento en sus fases iniciales, al mismo tiempo permite, por medio de las redes de estas ONGs, mundializar el modelo de gestión y presentar esta propuesta de gestión. Es importante decir que, además de la intervención en turismo, estas y otras ONGs también auspician modelos de trabajo agroproductivo como el caso del cacao para la zona de Loreto, o el manejo de proyectos de piscicultura en la REST, construyen al mismo tiempo un sistema local que desarrolla sinergias de crecimiento de varios procesos productivos.</p>

¹ <http://www.rest.ec/index.php/en/>

² <http://rethus.org/>

<p>Producción: Prácticas culturales</p>	<p>No pretende reemplazar las prácticas culturales ancestrales, sino incorporar-se como otra alternativa.</p>	<p>Como una de las principales estrategias de desarrollo del turismo en Ecuador, el Plan Estratégico de Desarrollo de Turismo Sostenible para Ecuador – PLANDETUR, 2020 – en la estrategia 6 manifiesta como acción a emprender el “Desarrollo y fortalecimiento del turismo comunitario y patrimonio cultural para el turismo de Ecuador”, dentro del cual existe un proyecto específico para impulsar la certificación de prácticas ancestrales comunitarias para el turismo sostenible, entre estas los temas agropecuarios. Dentro del programa ITC en el año 2009, el grupo de voluntariado conformado por Llive y Pacheco, trabajaron en la comunidad de San José de Saloya, en el cantón San Miguel de los Bancos, a una hora y media de la ciudad de Quito, la propuesta llamada “Círculo turístico de fincas comunitarias El Naranjillado”. Esta zona estuvo colonizada por el pueblos yumbos entre los años 800 y 1660 d.C (Jara & Santamaria, 2007) y aportó con valiosas estructuras ceremoniales y culturales que dan hoy base al Museo de Tulipe. La base de la iniciativa turística comunitaria propuesta por las voluntarias fue un circuito en el cual el turista conozca y participe en las actividades cotidianas de la comunidad, como el cultivo y cosecha de la naranjilla, la elaboración de la pulpa y el naranjillado (bebida tradicional). La naranjilla es un fruto originario de la zona comprendida entre Colombia, Ecuador y Perú. Hay varios estudios sobre sus propiedades, pero lo más evidente que se encontró es que la naranjilla (<i>Solanum quitoense</i>) está presente como una práctica cultural en esta región. Las voluntarias, junto con la comunidad, tomaron esta fortaleza y presentaron la idea final de un circuito agroturístico.</p>
<p>Manejo en Post-Cosecha: Cosecha, empaque</p>	<p>Invita a una convivencia armónica entre la comunidad receptora y sus visitantes, conociendo y respetando sus culturas y su relación con la naturaleza.</p>	<p>En los productos turísticos comunitarios, en gran parte de los emprendimientos, se ofrece al turista la posibilidad de realizar actividades de cosecha y extracción de varios productos agrícola-ganaderos, especialmente de aquellos utilizados en las prácticas alimentarias de la comunidad receptora. Los lugares son diversos, a veces son chacras, terrenos pequeños, extensiones más considerables, en ríos, lagunas e inclusive en el mar. Lo importante es que el turista participa en un proceso de aprendizaje de cómo se recolectan los insumos que luego van a ser parte de una preparación culinaria. Esta cosecha gastronómica, es generalmente parte de las actividades turísticas programadas y son desarrolladas por guías nativos que involucran a los turistas a la recolección de los productos necesarios para, posteriormente, elaborar la comida que les será servida por la comunidad. Este involucramiento en la cosecha ha sido muy bien aceptado por los turistas, como un hecho de importancia en su experiencia de aprendizaje. En otros casos, donde la producción es de un tamaño considerable, el turista es testigo y participe del empaque y almacenamiento. Hinojosa y Barragán, en el 2006, trabajaron en la comunidad de Ingapi, al noroccidente de Quito, en la propuesta que se denominó “Finca modelo de agroturismo Campo Libre”. Una de las actividades, a gran escala, en las que las autoras, junto con la comunidad, proponen la participación activa con del turista es la zafra de la caña de azúcar. El turista es parte del equipo de la finca que acarrea en mulas la cosecha hacia el trapiche artesanal en el cual se procede con la molienda para la producción de panela, esta producción es luego empaquetada para llevarla a mercados cercanos o venderla a intermediarios. Hay varias experiencias como estas, en las que nuevamente lo agrícola marca la pauta turística.</p>

<p>Mercadeo: Agroprocesamiento</p>	<p>El turismo comunitario presenta una oferta de atractivos vinculados con las formas socio-productivas de los territorios, para ser mostrados a los visitantes.</p>	<p>En cuanto a agroprocesos hay varios lugares especializados en producción y exportación de diversos productos, entre estos cabe citar la producción de quesos, mermeladas, pulpa de frutas, por citar algunos. Esta vinculación con el turismo comunitario redonda en una propuesta que torna visible el conjunto de tareas agroproductivas comunitarias y, al mismo tiempo, brinda información de la cadena de valor. En los trabajos de campo realizados dentro del programa ITC, Morales y Proaño (2006), realizaron el proyecto “Implementación procesos mejoramiento Hostería el Refugio” en Salinas de Bolívar, un poblado con alta capacidad agroprocesadora, ubicado en el centro de los Andes del país a 4 horas de la ciudad de Quito, donde a través de un excelente proceso cooperativo producen y comercializan varios productos. En la investigación de campo se observó que inclusive se realiza un circuito por el poblado para que el turista pueda observar los procesos productivos de las empresas comunitarias tales como: quesería El Salinerito, hilandería inter-comunal Salinas, tejidos Salinas TEXAL, secadora de hongos, planta de elaboración de embutidos, carpintería, mecánica industrial, taller de artesanías, piscicultura, fábricas de: botones, mermeladas, turrone; planta procesadora de chocolate y el departamento de comercialización que se encarga de la promoción y venta de todos los productos de la parroquia, mostrando un proceso completo relacionado con el agroprocesamiento.</p>
--	--	--

Fuente: Elaboración propia de los autores en base a los informes del programa ITC.

En la anterior tabla se evidencia un estrecho enlace entre varios procesos y subprocesos del sistema alimentario con el turismo comunitario, hechos que impulsan una producción ligada a los procesos ancestrales. Sin embargo, a más de lo citado anteriormente, en una convivencia armónica, el turismo comunitario y la soberanía alimentaria tienen otros puntos de conexión especialmente en temas de diversificación de la producción, sanitación y nutrición.

En cuanto a la diversificación de la producción, el turismo comunitario demanda en la colectividad el desarrollo de nuevas competencias agropecuarias que le permitan satisfacer las expectativas culinarias de los visitantes e inclusive ofertar productos dentro del llamado turismo gastronómico. Para la Organización Mundial del Turismo (OMT), en su reporte mundial del turismo gastronómico, este se concibe como “*un viaje experiencial a una región gastronómica, con fines recreativos o de ocio, que incluye visitas a productores primarios y secundarios de alimentos, festivales gastronómicos, ferias gastronómicas, eventos, mercados de agricultores, demostraciones de cocina, degustaciones de productos agroalimentarios de calidad o cualquier actividad turística relacionada con los alimentos. Además, este viaje experiencial está relacionado con un estilo de vida particular, que incluye la*

experimentación, el aprendizaje de diferentes culturas, la adquisición de conocimientos y la comprensión de las cualidades o atributos relacionados con los productos turísticos, así como con las especialidades culinarias producidas en una región (Hall & Sharples en WTO, 2012, p. 6). En el mismo informe destaca que el abanico de consumo va desde turistas que viajan a un lugar por el tema gastronómico de forma exclusiva, hasta aquellos en los cuales el tema de la comida es un ingrediente más de un producto turístico con otras opciones. Este abanico ha motivado que las comunidades desarrollen dos procesos, el primero un rescate sobre lo ancestral y un segundo sobre nuevas opciones culinarias basadas en los productos que se obtienen en su territorio, sean estos ancestrales o no.

En el primer caso, sobre el rescate ancestral, la diversidad se evidencia ya que los platos de comida tienen un mestizaje entre lo consumido por los antepasados, con ciertos productos que han sido incorporados actualmente. Un ejemplo de esta mixtura es un plato muy tradicional para varias comunidades del Ecuador, que comprende un cuy³ asado con algunas

³ Conocido también como conejillo de indias, cobayo, cobaya, acure, curí, cuye, cuilo, cuis o cuy es una especie de roedor histicomorfo de la familia Caviidae originaria de la región andina de América del Sur.

guarniciones. Allauca y Vaca (2004), trabajaron junto con la comunidad Miño San Antonio en la parroquia San Juan de Pastocalle, provincia de Cotopaxi, distante a una hora y media de Quito, en el programa

ITC, un proyecto llamado el Palacio del Cuy, cuya propuesta básica es un restaurante especializado en servir platos cuyo ingrediente principal sea este animal. La idea principal fue desarrollar un espacio en el cual el turista pueda mirar la zona de crianza del animal, otra área donde se exhibe la principal planta que lo alimenta (alfalfa) y finalmente el restaurante. En la carta que se desarrolló se observa más claramente el principio de diversidad, pues si bien el ingrediente principal es un emblema cultural- ancestral, con la comunidad se presentaron otros platos que cubran otras preferencias del grupo de turistas, tomando en cuenta que no todos estarán dispuestos para comer cuy. Por lo tanto en la carta propuesta hay platos como arroz con una presa de pollo frito y ensalada, caldo de gallina criolla, ensalada de apio, picadillo de papas, manzanas a la canela y un plato vegetariano, que aprovechan otros productos que se producen en el sector y dan diversidad para que un mismo grupo encuentre en el Palacio del Cuy un lugar donde hay algo para cada gusto.

Con otros productos que se dan en los territorios de algunas comunidades, como el caso del palmito (*Bactris gasipaes*), planta nativa americana, Durán y Endara (2011), en el marco del programa ITC, recopilaron la preparación del llamado ceviche de palmito en la comunidad Paraíso Escondido Bajo, ubicada al noroccidente de Quito. Este plato se ha difundido bastante en la zona, lleva como ingredientes: palmito, tomate, naranja, limón, cebolla, aceite de soya o maíz, culantro y sal; la mayoría de estos ingredientes se producen en la misma comunidad y en sus alrededores. La innovación de este ceviche es mezclar en su preparación el proceso del conocido plato internacional, difundido especialmente en Perú y Ecuador, y reemplazar los mariscos con un producto de la zona. De este proceso se ha desarrollado un plato que es muy apetitoso y altamente consumido por los turistas que visitan estas comunidades.

4. Conclusiones

Es evidente que el tema sobre el estado del hambre debe ser una prioridad en las políticas mundiales de desarrollo. La alarmante cifra de que 1 de

cada 8 personas con mal nutrición es un dato que debe relacionar toda propuesta proactiva, para cambiar esta realidad global, con un proceso de acción colectiva mundial. Es además un hecho sobre el cual las políticas locales, nacionales y regionales deben aunar esfuerzos para colaborar a escala global, asumiendo el reto de los objetivos del milenio como un primer paso para reducir las grandes brechas existentes en la alimentación mundial.

El Ecuador tiene una Constitución y una Ley vanguardista en este aspecto, la misma se encuentra en un proceso de implementación y sería muy conveniente monitorear este proceso. De esta forma, con investigaciones relativas al tema, se podrá retroalimentar con valiosos conocimientos sobre los principales impactos –positivos y negativos– que genere este cuerpo legal en su aplicación en el territorio. Hay aquí una línea de investigación que bien se la podría desarrollar en base a equipos multidisciplinarios.

El turismo comunitario tiene propuestas positivas para aportar a las políticas de soberanía alimentaria. Destaca su potencial relación con varios procesos y subprocesos del sistema alimentario, al mismo tiempo que es una fuerte conexión para lograr la diversificación productiva y, más aún, para asentar temas transversales como la sanitación y nutrición. Destacan programas del Estado ecuatoriano para reforzar el manejo de alimentos y temas nutricionales, con base en campañas públicas y a cursos de capacitación (considerando las Normas INEN sobre puestos de trabajo en el turismo). Esta relación ha dado relevancia turística al proceso agroindustrial en comunidades, ya que en varios casos, como por ejemplo Salinas de Bolívar, los turistas observan y participan en algunas técnicas de producción de alimentos y bebidas como una experiencia enriquecedora de aprendizaje. En otras comunidades los turistas participan en actividades como la cosecha gastronómica, en la cual se vincula la participación de los visitantes desde su involucramiento en las labores agroproductivas del territorio, hasta la producción de alimentos y bebidas con interesantes características culturales.

Se han elaborado propuestas, en conjunto con las comunidades, sobre posibles implantaciones de empresas comunitarias turísticas con un fuerte enfoque en lo gastronómico. En todas las comunidades destaca el principio de rescate cultural de la gastronomía, como un eje transversal. Además,

sobresalen propuestas de proyectos productivos que se han generado sobre la significación de productos e ingredientes determinados, como por ejemplo los citados casos de la naranjilla o el con-

sumo del cuy. Inclusive se han realizado estudios que proponen la innovación culinaria basada en productos ancestrales, tal como el citado caso del amaranto.

Referencias

- Allauca, J., & Vaca, I. (2004). *Miño San Antonio, una comunidad productiva y con futuro* (Tesis). Universidad de Especialidades Turísticas. Ecuador.
- Barragán, S. Hinojosa, E. (2006). *Campo Libre. Finca de Agroturismo* (Tesis). Universidad de Especialidades Turísticas. Ecuador
- Cabanilla, E. (2005). Turismo Comunitario. Marca Competitiva del Ecuador. *Turismo, patrimonio y desarrollo (TURPADE)*. Confederación Panamericana de Escuelas de Hotelería Gastronomía y Turismo.
- Cabanilla, E. (2013). Manual integral de trabajo de campo, con un enfoque participativo, en lo social, espacial y económico, para la determinación potencial de la relación comunidad / turismo. Del diagnóstico al plan de negocio. Ecuador: Licencia Creative Common. Atribución-Compartir Igual 3.Unported.
- Cabanilla, E. (2015). Impactos culturales del turismo comunitario en Ecuador sobre el rol del chamán y los ritos mágico-religiosos. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 24, p. 356 – 373
- Durán, C. Endara, R. (2011). *Circuito de senderos agroturísticos Achiotillo y Cafetería* (Tesis). Universidad de Especialidades Turísticas. Ecuador
- FAO. (2013). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma: FAO
- FAO. (2015). *El estado del hambre*. Recuperado de: <http://www.fao.org/hunger/es/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2008). *Norma de Puesto de Trabajo: Cocinero Polivalente. Norma NTE INEN 2 441:2008*. Ecuador: INEN.
- Jara, H., & Santamaria, A. (2009). *Atlas arqueológico: Distrito Metropolitano de Quito (Vol. 1)*. Quito: FONSAL.
- Llive, C. Pacheco, M. (2009). *Circuito turístico de fincas comunitarias “El Naranjillado” Comunidad de San José de Saloya* (Tesis). Universidad de Especialidades Turísticas. Ecuador
- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2007). *Plan estratégico de desarrollo del turismo sostenible en Ecuador hacia el año 2020: PLANDETUR 2020*. Quito: MINTUR.
- Morales, C. Proaño, X. (2006). *Implementación de procesos de mejoramiento de los servicios de la hostería El Refugio* (Tesis). Universidad de Especialidades Turísticas. Ecuador
- Morales, F. (2006). Turismo comunitario: una nueva alternativa de desarrollo indígena. *AIBR: Revista de Antropología*
- Patiño, A. (2011). *Feria Gastronómica Uyumbicho* (Tesis). Universidad de Especialidades Turísticas. Ecuador
- Quintero, D. (2012). *Capacitación culinaria en manipulación, servicio, preparación, y costeo de alimentos y bebidas, para la red de turismo comunitario del pueblo Cañari Sumak Pacha del cantón Cañar*. (Tesis). Universidad de Cuenca. Ecuador.
- República del Ecuador. (2008). *Constitución Política*. Ecuador: Asamblea Nacional.
- Ruiz, E. Solís, D. (2007). *Turismo comunitario en Ecuador: desarrollo y sostenibilidad social*. Ecuador: Editorial Abya Yala.
- Tamayo, V. & Hervas, V. (2004). *La Granja* (Tesis). Universidad de Especialidades Turísticas. Ecuador
- World Tourism Organization WTO (2012). *Global Report on Food Tourism*. Madrid: UNWTO.

Las energías renovables en la actividad turística. Innovaciones hacia la sostenibilidad

Renewable energy and the tourism sector. Innovations towards sustainability

Xavier Lastra Bravo¹, Juan Gabriel Coloma Martínez¹, Dennise Espinosa Jarrín¹, Fernando Herrera Ronquillo¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

El consumo de combustibles fósiles ha provocado graves impactos ambientales a nivel mundial, principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), causa del cambio climático. Por ello, en las últimas décadas se ha dado un mayor impulso a las energías limpias o procedentes de fuentes renovables, caracterizadas principalmente por su menor emisión de GEI, el aumento directo en el ahorro económico y en la reducción de los problemas de suministro y almacenamiento de combustible. El turismo, por su cada vez mayor importancia en la economía nacional, representa un sector con grandes posibilidades para implementar este tipo de tecnologías limpias, así como también de implementar medidas para un mayor ahorro energético que conlleva a una mayor eficiencia energética. En este artículo, se analiza las posibilidades de uso de energía procedente de distintas fuentes renovables en el sector turismo. Primero, se analiza la importancia de las energías renovables en la actualidad. Posteriormente, se aborda brevemente la situación del turismo en el Ecuador de acuerdo con las estadísticas oficiales. Finalmente, se recoge información bibliográfica sobre las distintas fuentes de energía renovable que son aplicables en el sector turismo en el Ecuador, y medidas para mejorar la eficiencia energética de sus instalaciones.

Palabras clave: turismo, energías limpias, eficiencia energética, Ecuador.

Abstract

Fossil fuels consumption has caused severe environmental impacts worldwide, mainly by the greenhouse gases emissions which have led into of climate change. Therefore, the latest decades clean energies of renewable energy resources have been boosted. These energies are characterized by lower greenhouse gasses emissions, direct increase in the cost savings and problems supply and fuel storage reduction. By its growing importance in the national economy, Tourism represents a sector with great potential for implementing clean technologies as well as energy savings measures that leads to greater energy efficiency. In this manuscript, the possibilities of renewable energy use from several sources in the tourism sector are analysed. First, the renewable energy prominence at present is analysed. Then the main figures of tourism in Ecuador are briefly shown. Finally, bibliographic information on the different renewable energy sources that could be applied in the tourism sector in Ecuador and the measures to improve the energy efficiency of their facilities is summarized.

Keywords: tourism, clean energy, energy efficiency, Ecuador.

1. Introducción

El alto consumo de energía procedente de combustibles fósiles constituye una gran preocupación mundial, junto con las fuentes limitadas de los mismos, el cambio climático y el calentamiento global y sus posibles consecuencias a largo plazo, y el crecimiento de la población (Vera & Langlois, 2007; Omer, 2008a; Schreyer & Mez, 2008). Más aún, cuando la energía es el principal insumo para el desarrollo socio-económico, dependiendo las áreas urbanas dependen de las fuentes de energía comercial y las rurales de las no comerciales (e.g. leña y residuos agrícolas), por tanto, su sostenibilidad es un factor importante a considerar (Omer, 2008a). El desarrollo de un territorio, generalmente se traduce en una mejor calidad de vida, y por lo tanto, en un mayor consumo de energía primaria en todos los sectores: transporte, industria, servicios, residencial, etc. (Abulfotuh, 2007). La fuerte relación existente entre el uso de energía y la actividad económica, según la teoría económica, está dada porque la energía, junto con el capital y la mano de obra, es un factor de entrada en la función de producción, y por tanto uno de los principales motores del crecimiento económico (Kemmler & Spreng, 2007).

En concreto, el calentamiento global, o efecto invernadero, es consecuencia del aumento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), clorofluorocarbonados, halones, óxido nitroso (N_2O), ozono y peroxiacetilnitrato en la atmósfera, que a su vez incrementan la manera en cómo estos gases atrapan el calor irradiado por la superficie terrestre, elevando la temperatura de la tierra (Dincer & Rosen, 1999). La emisión y acumulación de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera es resultado directo del progreso y desarrollo tecnológico mundial (Omer, 2008a; Sari & Soytas, 2009), y probablemente es el problema ambiental más importante causado por las actividades relacionadas con la energía (Dincer & Rosen, 1999; EC, 2009).

Las políticas de eficiencia energética son un aspecto importante en la consecución del desarro-

llo sostenible y en la reducción de las emisiones de GEI y el cambio climático, poniendo de manifiesto la interrogante sobre cómo lograr que estas políticas sean lo más efectivas posibles (Varone & Aebischer, 2001). Los países que han incrementaron su eficiencia energética, a través de la ejecución de políticas y programas, han tenido éxito en reducir el consumo de energía, su intensidad energética, y sus emisiones de GEI. Además, los impactos positivos de carácter ambiental (reducción del consumo de recursos, de la contaminación, degradación de ambientes, etc.) y social (p.e. la generación de empleos directos e indirectos, redistribución de riqueza e ingresos de divisas, la revalorización de la cultura local, etc.).

En este sentido, se han llevado a cabo estudios para medir la relación entre la reducción de emisiones de GEI y el crecimiento económico. Por ejemplo, se ha establecido que a largo plazo no existe una relación de equilibrio entre el consumo de energía, el trabajo y los ingresos (Sari & Soytas, 2009), por tanto, la reducción en el consumo de energía, al no perjudicar su crecimiento económico, puede constituirse en una herramienta eficaz para reducir las emisiones de CO_2 . También, se ha determinado que existe una relación no lineal estadísticamente significativa entre emisiones de CO_2 e ingresos, y una relación positiva entre consumo eléctrico y emisiones de CO_2 , en cinco países de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (Lean & Smyth, 2010).

Esta situación requiere el uso de fuentes energéticas más limpias y seguras que permitan alcanzar una mayor sostenibilidad (Dincer & Rosen, 1998; Lidula et al., 2007). El uso de energía procedente de fuentes renovables está íntimamente ligado al desarrollo sostenible, ya que para alcanzarlo y obtener avances ante los problemas ambientales existentes, la sociedad precisa de un suministro sostenible de recursos energéticos y de un uso eficaz y eficiente de los mismos (Omer, 2008a). En este sentido, se define energía sostenible cuya producción y consumo tenga un mínimo impacto en la salud humana y en el funcionamien-

to saludable de los sistemas ecológicos vitales, incluido el ambiente en general (Omer, 2008b). Para Charters (2001), la energía procedente de fuentes renovables es un recurso sostenible y disponible a largo plazo, de manera sencilla y duradera, obtenida a un costo razonable y que puede ser utilizado en todas las tareas sin causar impactos negativos. Pero, su producción presenta algunos impactos negativos que deben ser resueltos para alcanzar una visión equilibrada de sus virtudes y deficiencias (Abbasi & Abbasi, 2000).

En este artículo, se analiza las posibilidades de uso de energía procedente de distintas fuentes renovables en el sector turismo. Primero se recoge brevemente la situación del turismo en el Ecuador de acuerdo con las estadísticas oficiales. Posteriormente, se recoge información bibliográfica sobre las distintas fuentes de energía renovable que son aplicables en el sector turismo en el Ecuador, y medidas para mejorar la eficiencia energética de sus instalaciones.

2. Importancia del sector turismo en cifras

En Ecuador, el Turismo fue en el año 2013 el cuarto sector por ingresos de divisas, con un monto total de USD 1,251.3 millones (5% del total), después de los ingresos percibidos por banana, camarón y productos del mar. En relación con el PIB, representó 1.3%, con un incremento de 2 puntos porcentuales en comparación con el 2009 (MINTUR, 2014).

La recaudación tributaria de hoteles y restaurantes de carácter turístico alcanzó los USD 112,564,164 (MINTUR, 2014). Se observó un incremento superior al 50% en comparación con el 2009. Por provincias, Pichincha aportó con el 55.9%, seguida de Guayas (22%) y Azuay (5.1%). Procedente de las agencias de viajes, organizadores de excursiones y guías turísticos se recaudaron 19,321,138 USD, un 87.6% más en comparación con 2009.

El número de establecimientos turísticos registrados fue de 21,069 (2013), incluyendo alo-

jamiento (4,672), servicio de alimentos y bebidas (14,057), transporte (378), operación (734), intermediación (1,034) y otras instalaciones recreativas (194) (MINTUR, 2014). Estos establecimientos generaron 114,113 empleos directos, principalmente en alojamientos (31,904) y servicios de alimentos y bebidas (69,782). El número total de plazas fue de 206,384.

3. Energías renovables y turismo

El consumo de energía procedente de fuentes limpias tiene entre sus ventajas la reducción del consumo de combustibles fósiles, que conlleva a su vez un aumento directo en el ahorro económico y en la reducción de los problemas de suministro y almacenamiento de combustible (EC, 2014). Además, se minimiza la producción de contaminantes como los procedentes de la quema de combustibles fósiles, la energía producida es de baja tensión, reduciendo las probabilidades de accidentes peligrosos, y contribuyen a la descentralización y diversificación de la producción de energía. En relación con el empleo, se generan más puestos de trabajo comparado con la producción convencional de energía. Finalmente, promueven las economías rurales, donde no es imprescindible el tendido eléctrico para la distribución de energía, ya que ésta puede ser suministrada por energías limpias. Para el sector hotelero, el uso de las energías limpias podría dar un mayor impulso al turismo rural, especialmente a las pequeñas instalaciones que podrían ser autosuficientes energéticamente. En la Tabla 1 se recogen las principales ventajas y desventajas de las distintas fuentes de energía renovable utilizadas en la actualidad en el sector turístico.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los tipos de energía procedente de fuentes renovables.

	Ventajas	Desventajas
Termosolar	<ul style="list-style-type: none"> • bajo costo • contrastado y fiable • amplia disponibilidad • se puede instalar en cualquier zona (no requiere red eléctrica) 	<ul style="list-style-type: none"> • estacionalidad • requiere sistemas de almacenamiento térmico para periodos nublados o ser complementado con otras fuentes • requiere una inversión significativa
Fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> • se puede generar energía incluso en días nublados • no produce ruido, emisiones nocivas o gases contaminantes • puede instalarse tanto en zonas rurales como urbanas • requieren un mantenimiento mínimo • se pueden instalar módulos fácilmente y ampliarse cuando se requiera 	<ul style="list-style-type: none"> • tienen una eficiencia de conversión relativamente baja (10-15%). Sin embargo, la eficiencia aumenta conforme se realizan mayores avances científicos • requieren superficie para su instalación
Geotermal	<ul style="list-style-type: none"> • alta disponibilidad • muy bajo impacto visual • no depende de las condiciones climáticas • durabilidad a largo plazo de la instalación 	<ul style="list-style-type: none"> • requieren altas inversiones
Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> • bajo costo • puede ser almacenado y utilizado • libera menos CO que los combustibles fósiles 	<ul style="list-style-type: none"> • la quema de residuos sólidos urbanos (basura) puede liberar sustancias químicas • posible presencia de metales pesados en las cenizas producto de la combustión • los cultivos energéticos requieren gran cantidad de terreno • afecta el paisaje agrícola, pudiendo producir riesgo de reducción de la diversidad biológica y alto consumo de fertilizantes y pesticidas
Eólica	<ul style="list-style-type: none"> • bajo costo • instalación rápida • proporciona una alta potencia • contaminación ambiental baja 	<ul style="list-style-type: none"> • ruido (mecánico y aerodinámico) • puede causar interferencia electromagnética • impacto visual • impacto ambiental si interfiere con rutas migratorias de aves • produce sombra que puede afectar a la fauna

Fuente: UNEP (2003), *Hotel Energy Solutions* (2011), EC (2014)

3.1. Sistemas termosolares

Estos sistemas pueden proveer calor o agua caliente sanitaria (ACS) de manera más rentable en instalaciones que requieren de temperaturas inferiores a 100°C, tanto en instalaciones domésticas pequeñas como en sistemas industriales grandes.

En la actualidad, los calentadores solares de agua son sistemas maduros y comerciales, utilizados ampliamente en negocios de hostelería que requieren de un suministro constante de ACS (UNEP, 2003). En las empresas de hostelería, aproximadamente el 12% de los costos totales de la energía y el 20% del consu-

mo de energía corresponden a ACS, porcentajes que podrían ser reducidos mediante el uso de los calentadores solares. De esta manera, se reduciría el pago de la factura de la luz y de combustibles (principalmente gas de uso doméstico), reduciría el riesgo financiero por cambios en el precio de la energía y compensaría un deficiente abastecimiento. En los climas subtropicales y tropicales, entre el 80 y el 100% de las necesidades de ACS pueden ser cubiertas, especialmente en las zonas ecuatoriales y tropicales, donde la disponibilidad de sol es abundante a lo largo del año (UNEP, 2003; EC, 2014). Además, considerando una duración media de 20 años y el bajo mantenimiento que requieren, son una opción rentable. Más aún, cuando en la

zona ecuatorial se estima que con dos horas de luz solar brillante sobre un panel colector de aproximadamente 2 m², se podría mantener el agua de un tanque de 225 litros entre 40 y 60°C, cuando se utiliza a una tasa de consumo continua de 8.8 litros min⁻¹.

La mayoría de los calentadores solares incluyen dispositivos de calefacción adicional para proporcionar ACS cuando la luz solar es ineficiente (en la noche o en periodos nublados) o cuando se requiere una mayor temperatura (mayor a 45-55°C). Pueden ser adaptados a los edificios existentes con algunas modificaciones, y en los nuevos se integran en su diseño (instalándolos generalmente en el techo). En su funcionamiento posee varias ventajas, como el uso de menores tramos de tubería y un mayor acceso a las mismas, lo que ayuda a reducir los costos.

Para su uso en calefacción, se distribuyen adecuadamente las tuberías de ACS en todo el edificio, conectadas a radiadores o colectores especiales. El principal uso en este sentido es para el calentamiento de piscinas, siendo una opción simple y rentable. Los colectores solares para este uso suelen ser de mayor tamaño que aquellos utilizados para ACS. Tales sistemas incorporan generalmente una manta plástica aislante sobre la piscina para evitar la pérdida de calor cuando no está en uso. Se estima que estos sistemas ayudan a sustituir el consumo de 120 MWh o 12,000 m³ de gas, y a reducir la emisión de 65 kg de N₂O y 32 000 kg año⁻¹ de CO₂ (UNEP, 2003; EC, 2014).

La cocción a través de cocinas solares puede ser aplicada de manera generalizada en actividades de senderismo y turismo rural en general, evitando el uso de leña o carbón.

3.2. Energía fotovoltaica

La generación de electricidad en áreas remotas puede realizarse a través de energía fotovoltaica, supliendo de esta manera los problemas de suministro por parte de la red eléctrica general (UNEP, 2003). Su plazo de amortización es más largo, en relación con otras fuentes de energía renovable (EC, 2014). Estos sistemas generalmente se utilizan junto con otras fuentes de energía (por ejemplo generados a diésel). Los paneles solares son unidades de pequeña superficies que pueden ser instalados, principalmente, en los techos de los edificios. En los países desarrollados existe la posibilidad

de vender el exceso de energía a las empresas energéticas, de manera que se pudiera obtener un ingreso extra. En relación con la estética de los edificios, factor que tiene gran importancia en las actividades turísticas, en la actualidad se busca incorporar los paneles solares en el diseño del edificio, de manera que se mimeticen con la estructura turística.

Además de la producción de energía eléctrica, otros usos en la actividad turística son purificación de agua, desalinización, alimentación de equipos pequeños como parquímetros, letreros o cámaras de video (EC, 2014).

3.3. Energía geotérmica

La energía geotérmica, procedente del calor de la Tierra, se puede recuperar a temperaturas comprendidas entre 35 y 150°C (UNEP, 2003). Se utiliza para calefacción de edificios y de invernaderos, en instalaciones de acuicultura, para proporcionar calor en procesos industriales y producción de electricidad (a altas temperaturas). La eficiencia en el uso de la energía geotérmica de manera directa es del 50-70%, en comparación con el 5-20% de su uso indirecto para generar electricidad, aunque el calor residual de la generación de electricidad también se puede utilizar, mejorando la eficiencia global del sistema (UNEP, 2003).

El principal uso comercial de este sistema son las bombas de calor geotérmicas (BCG), que aprovechan el calor, casi constante y natural, de la tierra. Se utilizan para calefacción y refrigeración de edificios, ACS y para piscinas. Si bien su instalación es más costosa, se amortiza a corto plazo ya que es uno de los sistemas más eficientes y rentables. Utiliza mucho menos energía que los sistemas convencionales de calefacción/refrigeración, y provee una cantidad de energía 3 a 4 veces mayor que la que consume. Esto se debe a que las BCG mueven el calor hacia o desde el suelo en lugar de generarla mediante bombas de calefacción o compresores eléctricos. En Norteamérica se ha utilizado esta tecnología en hoteles, reportando un ahorro energético del 40-70% en el invierno, y 30-60% en verano (UNEP, 2003). En su mayoría se han utilizado para la refrigeración de locales, y se han diseñado para cubrir toda la demanda de energía para aire acondicionado de los edificios. Otras ventajas son su funcionamiento silencioso, la mejora de la

calidad del aire interior (incluyendo niveles confortables de humedad, y la reducción de contaminantes y de los alérgenos por la falta de combustión), ausencia de dependencia de aire desde el exterior del edificio, y la ausencia de instalaciones externas (por ejemplo, torres de enfriamiento y bombas de aire) que podrían poner en peligro la estética exterior.

Para calefacción, el calor de las aguas subterráneas es absorbido por el refrigerante que circula en las BCG, el cual una vez caliente es bombeado hacia una bomba de calor que transfiere el calor del refrigerante al agua. Cubre aproximadamente el 80% de la demanda. El agua caliente se puede utilizar directamente como ACS o circular a través de radiadores para la calefacción de los edificios. También, se puede hacer circular aire alrededor de las tuberías de agua caliente, para calentarlo, a través de ductos de aire acondicionado, lo que se conoce como un sistema de agua-aire. Para refrigeración, el proceso anterior se invierte, es decir, el refrigerante absorbe el calor de los espacios interiores del edificio y lo transfiere al suelo.

3.4. Biomasa

La biomasa puede ser aprovechada en varias aplicaciones de calefacción, en función del tipo y disponibilidad de recursos (UNEP, 2003). Los principales recursos de biomasa sostenible son los residuos industriales y agrícolas (bagazo de la caña de azúcar, residuos madereros, y residuos de cultivos de ciclo corto), residuos orgánicos (ganadería, paja), cultivos energéticos (caña de azúcar, maíz, plantaciones forestales de rotación corta), residuos domésticos y municipales (aguas residuales y basura).

Los principales procesos para la utilización de las diversas fuentes de biomasa incluyen la combustión directa (en calderas o como combustibles en motores), gasificación (conversión física o química a combustible gaseoso secundario), digestión anaeróbica bacteriana (producción de biogás rico en metano) y conversión bioquímica (producción de etanol, metanol u otros combustibles líquidos).

De las distintas fuentes, procesos y tecnologías para aprovechar la biomasa, la combustión directa es el proceso comercial más desarrollado, especialmente de madera (pellets). En muchas zonas rurales,

donde la deforestación no es un problema, la leña es un combustible más barato que el gas o la electricidad, incluso considerando los costos de mano de obra para el corte, recolección y reabastecimiento.

Desde el punto de vista turístico, hay que considerar que los turistas suelen apreciar la estética de una fogata o chimenea, especialmente en las cabañas o en las habitaciones de hotel, aunque requiere mayor mano de obra para abastecerlas. Para las empresas turísticas localizadas cerca de aserraderos u otras plantas de procesamiento de madera, el uso de aserrín y otros residuos madereros podría ser una buena opción para la calefacción y/o cocción.

3.5. Energía eólica

La generación de energía a partir del viento es una tecnología madura y económicamente competitiva en comparación con la mayoría de combustibles fósiles (UNEP, 2003). El uso de turbinas eólicas es una opción atractiva para las instalaciones turísticas localizadas en zonas costeras, en planicies y en puertos de montaña expuestas a un flujo constante de viento. Las instalaciones requieren poco mantenimiento, y no emiten GEI u otro tipo de polución.

Para su instalación se requiere analizar la velocidad del viento de la zona, factor crítico de este tipo de instalaciones, la cual debe ser de al menos $5.5\text{-}6\text{ m s}^{-1}$ o 22 km h^{-1} , para que sea viable comercialmente. Considerando que la velocidad del viento es intermitente, se recomienda instalar estas facilidades en zonas donde previamente se ha realizado un estudio de las corrientes y la velocidad del viento (EC, 2014).

De acuerdo con los requerimientos energéticos, se pueden instalar facilidades pequeñas (<1 KW), medianas (100-700 KW) y grandes (>700 KW). En el caso del sector turismo, facilidades pequeñas y medianas son las más apropiadas. Es importante que previo a su instalación se consideren los impactos ambientales que pueden producir, entre ellos el impacto sobre el paisaje, el ruido, la aviación y los recorridos migratorios de las aves, entre otros. En zonas rurales también puede ser una manera de alcanzar autosuficiencia energética, principalmente cuando se combina con energía fotovoltaica (sistemas híbridos), u otros generadores.

En el caso de los sistemas híbridos, el pico máximo de producción de la energía eólica no coincide con el de la producción de energía fotovoltaica, compensándose. Es decir, durante el día la energía fotovoltaica alcanza su pico de producción, y generalmente los vientos suelen ser de menor velocidad, mientras que por la noche, los vientos suelen ser más fuertes, aumentando la producción de energía eólica, y obviamente reduciéndose la producción de energía fotovoltaica. Cuando se den circunstancias adversas, no hay viento y es de noche, los sistemas híbridos incluyen generadores en base a combustibles fósiles para compensar la falta de producción de energía renovable. Otra aplicación útil de esta tecnología es para el bombeo de agua, tanto para la agricultura como para el turismo rural.

3.6. Medidas de eficiencia energética de aplicación a corto plazo

La energía que se consume en el sector hotelero no solo es costosa, sino que también contribuye a los problemas ambientales. Los hoteles se encuentran entre los cinco principales tipos de edificaciones que consumen energía, después de las instalaciones para la producción de alimentos, comercio y salud. Un hotel promedio libera anualmente entre 160-200 kg de CO₂ por m² de superficie de habitación. Al reducir las emisiones de CO₂, los hoteles pueden hacer una contribución positiva al medio ambiente y, al mismo tiempo, reducir sus costos operativos (Hotel Energy Solutions, 2011).

Como se mencionó anteriormente, el sector hotelero podría ahorrar en costos operativos mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables, así como también mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética. Se estima que el 40% de la energía utilizada en los hoteles es electricidad, y el 60% proviene de combustibles fósiles. Las tres cuartas partes se utilizan para calefacción, ACS, aire acondicionado y ventilación, e iluminación. Por tanto, estos usos de la energía presentan un gran potencial para aumentar la eficiencia energética (Hotel Energy Solutions, 2011).

Existen distintas medidas que pueden ser aplicadas por el sector turismo para reducir el consumo de energía en sus instalaciones, entre esas medidas se encuentran:

- Modificaciones en la iluminación. Posiblemente es el método más asequible y

práctico para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones turísticas, a través del uso de focos fluorescentes compactos, de bajo consumo, y de sensores para la iluminación de áreas menos transitadas. Otro método utilizado es un mayor aprovechamiento de la iluminación natural.

- Restricción del consumo energético en las habitaciones. Mediante el uso de tarjetas para limitar automáticamente el consumo de electricidad en las habitaciones cuando el turista no se encuentra en ellas, evitando el consumo inútil de energía.
- Electrodomésticos energéticamente eficientes. En la actualidad los electrodomésticos poseen una certificación energética en función de su eficiencia, consumiendo menos energía, y por tanto, ahorrando en costos de funcionamiento. Los principales electrodomésticos utilizados en el sector turismo son refrigeradores, congeladores, lavavajillas y lavadoras de carga frontal.
- Regular la calefacción y la refrigeración de espacios. Generalmente es la actividad que más consume energía en una instalación hotelera, por ello, es importante, además de incorporar equipos más eficientes energéticamente, regular la temperatura de acuerdo a las necesidades reales y el grado de ocupación de cada área, habitaciones, espacios comunales, zonas de ocio, etc.
- La compensación de carbono. Al igual que en otros sectores de la industria del turismo, muchos alojamientos ofrecen programas de compensación de carbono que permiten a los turistas compensar el impacto de su viaje.
- Compra de créditos de energía renovable. Si el alojamiento consume energía procedente de fuentes renovables (eólica, solar o hidroeléctrica), se da un paso más hacia la sostenibilidad.

Es importante que el personal también participe y sea consciente de la importancia de su actuación para alcanzar una mayor eficiencia energética. Su mayor conocimiento, grado de concientización y partici-

pación activa, serán determinantes para lograr que el turista también adquiera mejores prácticas en el uso de las instalaciones turísticas. El transmitir que las restricciones en el uso de los recursos no son para incomodar o reducir el confort de los turistas, sino para aumentar el cuidado del ambiente, será una tarea fundamental del personal de las instalaciones turísticas.

En cuanto al diseño, el considerar el diseño pasivo de edificios, que busca mantener un equilibrio entre la economía y la construcción, es una buena opción para reducir el consumo de energía. Para ello, se requiere considerar una buena envolvente, un buen sistema de aislamiento y realizar un control riguroso de las infiltraciones de aire indeseadas y de los puentes térmicos. El diseño solar pasivo es una de las formas más simples y rentables para calentar y enfriar edificios, estimándose un ahorro de hasta el 40% en los costos de calefacción (UNEP, 2003). El diseño pasivo se centra en reducir al máximo la demanda energética, su principal valor será la rigurosidad de su diseño, el cálculo de su proyecto y la ejecución de la obra, garantizando que los valores teóricos calculados se ajusten a los valores reales obtenidos una vez construido el edificio (IDAE, 2011). Se ha comprobado que las medidas más eficientes son la disposición de aislamiento térmico en envolventes, la instalación de bombillas de bajo consumo, la instalación de colectores termosolares para la producción de ACS, equipos de instalación de energías renovables y el mantenimiento regular de los sistemas de calefacción (Gaglia et al, 2006).

A través del uso de algunos principios básicos se puede aprovechar la variación diaria y estacional

del sol. En climas más cálidos, la construcción de edificios con aleros o salientes más amplios, con porches (espacios arquitectónicos abiertos lateralmente y cerrados por la parte superior adosado a una construcción), el uso en los techos de colores claros y de materiales/diseños que no absorben el calor y promueven la ventilación cruzada pueden ayudar a evitar o reducir la necesidad de sistemas de aire acondicionado más costosos. En los edificios nuevos, la inclusión de sistemas pasivos implica un costo adicional muy bajo o casi nulo, ya que simplemente se aprovecha la orientación y el diseño de un edificio para capturar y utilizar la radiación solar. Los edificios solares pasivos se ven como cualquier otro edificio, pero son generalmente más cómodos para vivir y menos costosos para funcionar.

4. Conclusiones

En la actualidad se dispone de una gran variedad de energía procedente de fuentes renovables, las cuales pueden ser incorporadas en las instalaciones turísticas en función de su disponibilidad en cada territorio.

La energía fotovoltaica y termosolar son las tecnologías más utilizadas, cuyos beneficios, tanto económicos como ambientales, están ampliamente demostrados. En el caso de Ecuador, existe una alta potencialidad de uso de las distintas fuentes de energía renovable, requiriéndose mayores incentivos gubernamentales para la instalación de pequeñas facilidades en el sector turístico.

Referencias

- Abbasi, S.A & Abbasi. N. (2000) The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources. *Applied Energy*, 65, 121-144.
- Abulfotuh, F. (2007) *Energy efficiency and renewable technologies: the way to sustainable energy future*, Desalination, 209, 275-282.
- Charters, W.W.S. (2001). Developing markets for renewable energy technologies, *Renewable Energy*, 22, 217-222.
- Dincer, I., & Rosen, M.A. (1998). A worldwide perspective on energy, environment and sustainable development. *International Journal of Energy Research*, 22(15), 1305-1321.
- Dincer, I., & Rosen, M.A. (1999). Energy, environment and sustainable development. *Applied Energy*, 64, 427-440.
- European Commission (EC) & Tourism Business Portal. (2014) *Which renewable energy sources are the most appropriate for the tourism sector?*.
- European Communities (EC). (2009) *Panorama of energy. Energy statistics to support EU policies and solutions*. EUROSTAT, Statistical books. Luxembourg.

- bourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Gaglia, A.G.; Balaras, C.A.; Mirasgedis, S.; Georgopoulou, E.; Sarafidis, Y. & Lalas, D.P. (2007) Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings. *Energy conversion and Management*, 48, 1160 – 1175.
- Hotel Energy Solutions (2011) *Hotel Energy Solutions: Fostering innovation to fight climate change - Public Report*. Hotel Energy Solutions project publications.
- Instituto para la Diversificación & Ahorro de la Energía (IDEA) (2011). *Guía práctica de la energía: Consumo eficiente y responsable*. España: Gráficas Montreina, S.A.
- Lean, H.H. & Smyth, R. (2010). CO2 emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87, 1858–1864.
- Kemmler, A. & Spreng, D. (2007) Energy indicators for tracking sustainability in developing countries. *Energy Policy*, 35, 2466-2480.
- Lidula, N.W.A.; Mithulananthan, N.; Ongsakul, W.; Wijaya, C. & Henson, R. (2007) ASEAN towards clean and sustainable energy: Potentials, utilization and barriers. *Renewable Energy*, 32, 1441-1452.
- Ministerio de Turismo. (2014). *Boletín de Estadísticas Turísticas 2009 – 2013*. Ecuador: Ministerio de Turismo.
- Omer, A.M. (2008a). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 2265–2300.
- Omer, A.M. (2008b) Green energies and the environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 1789–1821.
- Sari, R. & Soytaş, U. (2009). Are global warming and economic growth compatible? Evidence from five OPEC countries?. *Applied Energy*, 86, 1887-1893
- Schreyer, M. & Mez, L. (2008). *ERENE – European Community for Renewable Energy*. Heinrich-Böll-Stiftung, Vol. 3.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2003). *Switched on. Renewable Energy Opportunities in the Tourism Industry*. Division of Technology, Industry and Economics Production and Consumption Branch.
- Varone, F. & Aebischer, B. (2001). *Energy efficiency: the challenges of policy design*. *Energy Policy*, 29, 615-629.
- Vera, I. & Langlois, L. (2007). *Energy indicators for sustainable development*. *Energy*, 32, 875 882.

El potencial de Tena como destino de turismo de aventura

The potential of Tena as a destination of adventure tourism

Denisse Espinosa¹, Fernando Herrera¹, Ángela Lapo¹, Luis Pérez¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

El presente artículo analiza las actividades turísticas de aventura que oferta la ciudad de Tena, Ecuador, en relación con el tipo de turista que visita el lugar, de manera particular en la provincia de Napo, en la Amazonia ecuatoriana. La ciudad de Tena ha experimentado un considerable desarrollo en infraestructura turística, además posee lugares naturales únicos en el mundo, idóneos para realizar turismo de aventura. Para determinar las características del turista de aventura en el Tena, se realizaron 100 encuestas a turistas nacionales y extranjeros. Entre los principales resultados, se obtuvo que el 83% de visitantes fueron de origen nacional y el 17%, extranjero, y que en la mayor parte sus gastos se realiza en alimentación y bebida, realización de deportes de aventura y alojamiento. Se evidenció la necesidad de un plan promocional para incrementar el porcentaje de visitantes, principalmente extranjeros.

Palabras clave: Amazonia ecuatoriana, demanda turística, destino turístico, calidad de vida, Ecuador.

Abstract

The present article analyzed the adventure tourism which is offered at Tena, Ecuador and the Tourism who was coming to visit the prefecture of Napo, Ecuadorian Amazonia. The city of Tena has developed into a natural paradise and offered to tourism comfort and adventures activities which are looking for foreigner and citizens. In order to define the tourists' characteristics at Tena, it has applied a survey to 100 national and foreigner tourists. In addition, the survey shows that a major spend goes to food and beverages, adventure sports and accommodation. The result of this investigation showed of 83% of national tourism and 17% of foreigner tourism, so that, this prefecture need to have a promotional plan to increase the number of international tourism.

Keywords: Ecuadorian Amazon, tourism demand, tourism destination, quality of life, Ecuador.

1. Introducción. El turismo de aventura

Desde sus orígenes, el término “turismo” ha sido asociado a la acción de “viajar por placer”, empleando el tiempo libre y buscando recreación. Para la Organización Mundial del Turismo (OMT), el turismo comprende actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su residencia habitual, por menos de un año y con fines de ocio, negocios, estudio, entre otros. El turismo es una actividad multisectorial muy compleja que genera, directa e indirectamente, una serie de

beneficios a los distintos niveles de la sociedad. Para ello, moviliza a diversos agentes y grupos sociales de manera ordenada y planificada (MINCETUR, 2015).

Con el objeto de aclarar conceptos sobre el turismo de aventura, se analizarán a continuación las tendencias que rigen el desarrollo de estos destinos turísticos internacionales. El turismo de aventura es una modalidad de turismo, en la que, como afirma Mediano (2004, p.11.), “*el turista participa de manera activa en el conocimiento del territorio visitado*”; y se diferencia del turismo ecológico

porque en este caso “la naturaleza es el elemento pasivo, siendo descubierta por el turista, quién suele realizar también actividades deportivas y a veces arriesgadas”. En otro punto de vista, según la OMT (1998, p.85), el turismo de aventura corresponde a “actividades turísticas que introducen un elemento de dificultad física y en ocasiones entrañan verdadero riesgo”. Entre las actividades aludidas se encuentran el descenso de cursos de agua en balsas, el andinismo, la pesca deportiva, las caminatas en la naturaleza, etc. Por otra parte, la Asociación Mundial de Turismo de Aventura promueve la siguiente definición: Viajes de “aventura” incluyen dos de los siguientes tres aspectos: actividad física, interacción con la naturaleza, e intercambio o aprendizaje cultural. Finalmente, Sung *et al.* (1996) precisan que el crecimiento del turismo de aventura viene acompañado de una gran variedad y disponibilidad de productos, y de viajes de aventura de carácter internacional.

En la actualidad, el turismo de aventura se ha convertido en uno de los segmentos de mercado de más rápido crecimiento, especialmente porque la variedad y disponibilidad de los productos de turismo de aventura incluye una amplia gama de intereses y habilidades, que pareciera no tener límites. Según cifras mundiales, el turismo de aventura genera un rubro de 263 mil millones de USD, y se estima que un turista promedio gasta alrededor de 3,100 USD, sin considerar los boletos de avión para pernoctar 8.8 días (MINTUR, 2014).

En este marco, se ha considerado oportuno establecer las principales actividades que se desarrollan dentro del turismo de aventura, recogidas en la Tabla 1. Más aún, cuando al igual que cualquier demanda turística existen diferentes segmentos de mercado con variados intereses gustos y preferencias, por lo que el turismo activo busca también dar respuesta a las diferentes inquietudes del turista surgiendo una amplia oferta de actividades adaptadas a ello.

Tabla 1. Clasificación de las actividades del turismo activo/aventura.

1. Actividades terrestres		
• Áreas de marcha	• Puenting	• Perros con trineo
• Alpinismo/escalada	• Paintball	• Tiro con arco
• Marcha a caballo	• Barranquismo	• 4x4
• Ciclismo	• Esquí de travesía	• Vías ferratas
• Cicloturismo	• Raquetas	• Outdoor training
2. Actividades acuáticas		
• Praguismo/kayak	• Surf/Windsurf/kitesurf	• Hidrobob/Hidrospeed
• turismo fluvial	• Moto náutica	• Vela
• Buceo/submarinos	• Rafting	• Esquí acuático
3. Actividades aéreas		
• Ala delta	• Paracaidismo de pendiente	• Vuelo sin motor
• Globo aerostático	• Paracaidismo	• Hellexcursión
• Parapente	• Ultraligeros	

Fuente: Elaboración propia a partir de Oliveira (1995) y Martínez & Fernández (2011)

En Ecuador, en los últimos años se han realizado campañas para dar a conocer y conservar la riqueza natural existente, en este sentido, el turismo de aventura brinda al turista el contacto con la naturaleza, a través de sus distintas formas de deportes de aventura que buscan tanto extranjeros como ecuatorianos. Ecuador ofrece deportes de aventura

catalogados, de acuerdo con la OMT, como vuelo en globo, vuelo en ala delta, vuelo en parapente, paracaidismo, buceo autónomo, buceo libre, descenso en ríos, kаяquing, pesca recreativa, montañismo, canotaje, escalada deportiva y en roca, ciclismo de montaña, caminata de alto impacto o trekking, rappel, cabalgata, entre otras.

Con el propósito de precautelar y salvaguardar la integridad de los viajeros que realizan turismo de aventura en Ecuador, el Ministerio de Turismo, mediante Acuerdo Ministerial, expidió el Reglamento de Operación Turística de Aventura, en el cual se regula toda operación turística de aventura en el país. Ecuador ha dado un paso enorme en la consolidación de un gran proyecto, como es ofrecer un marco regulatorio moderno, adecuado y responsable para el turismo de aventura.

2. Orígenes del Tena y de su actividad turística

Los habitantes originarios de la zona son “Los Quijos”, quienes por ser confundidos con una etnia que vivía en las faldas de la cordillera occidental fueron llamados Yumbos. Este es un grupo étnico casi extinto de las estribaciones occidentales de la provincia de Pichincha, quienes fueron obligados a desplazarse por efecto de la conquista española, llegando así a la provincia de Napo, de allí la relación existente entre los quichuas del Alto Napo y los Yumbos. Más tarde, los misioneros les dieron el nombre de “Alamas”, y hoy se los conoce como “Quichuas”, quienes convertidos en sus primeros habitantes, sobresalieron por su espíritu libertario y su concepto de independencia, y supieron aprovechar claramente la ruptura de relaciones entre los comerciantes blancos y los misioneros para obtener notorias ventajas en la conservación de su status de vida libre y nómada.

El oro, la canela, el ishpingo, las pieles y los animales exóticos, que abastecían la demanda serraniega, daban a la zona una fama de riqueza. Su gente se caracteriza por su forma de guerrear, por ser un pueblo fuertemente identificado entre sí, por su amor a la selva con sus propias técnicas de caza, pesca, manejo de la tierra, su mundo espiritual y su comportamiento social. De esta unión nació su cultura, religión, costumbres, tradiciones y su afán de conquista, alcanzando un significativo nivel cultural en la región.

Posteriormente, la región se pobló con los migrantes de la Sierra y la Costa que llegaron a la ciudad de Tena en calidad de colonos, y por los misioneros originarios de Europa y EEUU. Esta integración cultural marcó el inicio para que San Juan de los Dos Ríos de Tena se convierta en la provincia de Napo, y en el referente de la identidad amazónica. Su desarrollo actual es el vivo reflejo de todo este proceso cultural. Tena va tomando forma a co-

mienzos del siglo XX con la construcción de la Plaza Central, marcando de esta manera el inicio del desarrollo de la ciudad. Hoy su desarrollo se sustenta en el compromiso de todos sus ciudadanos por mejorar su educación, ampliar la cobertura de salud y diversificar las distintas actividades productivas, procurando en todo momento cumplir con el objetivo del “Sumak Kawsay”. Todo esto sin duda ha permitido para que Tena en la actualidad se haya convertido en un verdadero destino turístico (AME, 2014).

La ciudad de Tena presenta varios atractivos de interés natural dentro de su territorio, siendo la belleza escénica y paisajística amplia y variada debido a su ubicación geográfica. Su altitud promedio es de 512 m.s.n.m. (a nivel del centro urbano), y en las estribaciones de la Cordillera de los Llanganates la altura puede llegar a los 2,800 m.s.n.m. El clima es cálido húmedo por la abundante presencia de vegetación y bosque, y debido al variado rango altitudinal se tiene la presencia de distintos pisos altitudinales, los cuales conjugados con la temperatura promedio de 22 a 28°C, y las precipitaciones anuales recibidas en la parroquia de 3,000 mm, dan origen a la gran biodiversidad presente en sus bosques (Ron, 2009).

Entre los atractivos de mayor relevancia y jerarquización resaltan las cuencas hidrográficas de los ríos Tena, Pano, Jatun Yacu y Misahuallí, que atraviesan la ciudad, y el Parque Amazónico La Isla, ubicado en el centro de la ciudad en la confluencia (delta) de los ríos Tena y Pano. Ésta es un área de conservación de especies vegetales y animales, considerado a su vez como un Centro de Interpretación Ambiental. Este parque desarrolla actividades educativas a los pobladores con el fin de concientizar sobre la importancia de los ecosistemas. En sus 24 hectáreas de extensión, hasta el momento, se ha determinado la existencia de 135 especies, lo cual ha contribuido a su conservación debido a la importancia que posee a nivel nacional. Entre las especies animales más representativas se consideran las siguientes: colibrís, guanta, guatusa, armadillos, monos barizos y mono chichico de cola roja. Las especies vegetales simbólicas de la localidad son chonta duro, kili, guayusa, canela, ortiga y anona.

Otro atractivo es el Bosque Protector Colonso-Chalupas, zona de biodiversidad de reciente valoración debido a estudios ornitológicos y de mamíferos. En la actualidad, es considerado como uno de las áreas protegidas municipales de mayor importancia a

nivel nacional, su extensión va desde las estribaciones orientales de la cordillera de los Llanganates hasta los páramos de Chalupas, en la provincia de Cotopaxi. El acceso por el cantón Tena es siguiendo la vía que se dirige por la parroquia rural de Muyuna hacia el poblado de Alto Tena-Shitig. De la cuenca del río Colonso se abastece de agua potable al cantón. Es un área con una alto índice de biodiversidad, entre sus joyas escondidas se encuentra la cascada de Pachimbi, que quiere decir el “agua donde hay mucho Pachin” (un pez de la Amazonía), con una altura de más de 30 metros. Esta caída de agua es uno de los encantos que ofrece este bosque, que con sus aguas cristalinas y el cantar de sus aves, es un paraíso por descubrir. Si se tiene suerte, con un poco de sigilo y bajo el acompañamiento de un guía de la zona, se puede apreciar al oso de anteojos, para ello se tiene que caminar en silencio, tener buenos ojos para ver en el follaje de la selva, y paciencia (Mora et al., 2014).

La mayoría de las especies de flora y fauna del cantón Tena son representativas de todas las provincias amazónicas, debido a que están situadas en un rango altitudinal similar, existiendo coincidencias de hábitats de las especies y en su distribución geográfica. Se debe considerar que a su vez existen características diferenciadoras en ciertos aspectos debido a que el cantón se encuentra rodeado por las estribaciones orientales de la cordillera de los Llanganates. De cierta manera, la variación de sus pisos altitudinales y zonas de vida hacen que la localidad cuente con variedades de flora y fauna de una mayor cantidad de hábitats, esto la diferencia de algunas provincias como Orellana y Sucumbios.

Además, cabe resaltar la presencia de varias áreas naturales protegidas pertenecientes al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Llanganates, Parque Nacional Sumaco, Napo Galeras, Bio Parque La Isla), así como también áreas protegidas privadas como la Estación Biológica Jatun Sacha, y los Bosques Protectores Municipales, lo cual constituye una verdadera zona de protección de los recursos naturales existentes en la localidad, para el aprovechamiento y desarrollo sostenible de las actividades turísticas vinculadas con los deportes de aventura.

Las actividades turísticas efectuadas en el territorio del Tena muestran una proyección hacia el desarrollo de actividades de naturaleza, como es la práctica de deportes extremos y deportes de aventura, realiza-

dos principalmente en los ríos Jatunyacu, Anzu, Napo y Arajuno. A pesar de esta fuerte potencialidad para el desarrollo del turismo de aventura, el interés de la población por el desarrollo de las actividades turísticas está en decadencia, debido al deficiente desarrollo e innovación de los productos turísticos que oferta la localidad. Además, se ha visto superada por ciudades vecinas con las que compete, y por la ineficiente labor desempeñada por las instituciones públicas que manejan el turismo en Tena, CATUNA (Cámara de Turismo de Napo), Mintur- Dirección regional 2 y la Dirección de Biodiversidad y turismo del GAD-TENA. Estos son los principales problemas que afronta el territorio para alcanzar un trabajar conjunto, en pos de organizar las actividades turísticas.

3. Metodología

La investigación se realizó en el cantón Tena, provincia de Napo, Ecuador. El cantón tiene una superficie de 391,809 ha, que equivale al 11.4% de la provincia de Napo, y al 1.4% del territorio nacional. Está ubicado entre las coordenadas X: 788,047 Y: 9°897,100 m por el oeste y las coordenadas X: 273,903 Y: 9°898,213 m por el este. El sistema de proyección es UTM, Datum WGS-84, en la zona 18S. La provincia de Napo, es una de las provincias de la Región Centro Norte, situada principalmente en la región amazónica ecuatoriana, incluyendo parte de las laderas de los Andes.

El estudio combinó metodología cualitativa y cuantitativa, con el objetivo de reunir el máximo de información que permitiera explicar la situación del turismo de aventura en el Tena. Las fuentes de información que se han trabajado nos han permitido tener un amplio marco referencial sobre el turismo de aventura en el Tena, según el Plan Estratégico de Desarrollo para el Turismo Sostenible del Ecuador al 2020 (PLANDETUR 2020), y el Plan Integral de Marketing Turístico de Ecuador (PIMTE 2014). Turísticamente, la provincia de Napo, Amazonía Norte, se han consolidado como producto “B”, es decir, cuenta con gran afluencia de turistas nacionales y extranjeros. De acuerdo con las estadísticas llevadas por la Unidad de Turismo del Cantón Tena, la afluencia turística a la provincia de Napo fue de 83,659 turistas durante el año 2010, último levantamiento de información.

Para el estudio, en 2014 se realizaron encuestas a turistas nacionales y extranjeros, consi-

derando como universo 83,659 turistas nacionales y extranjeros, se trataron los datos a nivel estadístico, determinando una muestra de 100 encuestas, con un error de la muestra deseado del 10% y un nivel de confianza del 95%. Las preguntas de las encuestas fueron cerradas, y las variables resultantes fueron edad, género, procedencia, estado de los atractivos, estado de las vías, seguridad, alimentos y bebidas, alojamiento, distribución del gasto y satisfacción general del turista. Los resultados fueron procesados a través de métodos descriptivos, base de la investigación del presente artículo.

4. Resultados y discusión

4.1. Deportes de aventura en el Tena

El Ecuador es un país privilegiado y propicio para realizar turismo de aventura, actividades que ofrecen al turista la posibilidad de experimentar las emociones y adrenalina propia de un deporte extremo, tales como: rafting, kayak, trekking, ciclismo de montaña, y ofrece una gran variedad de viajes de cross country, descenso, puenting, tours y excursiones MTB. A continuación se describen algunas de estas actividades.

En la ciudad del Tena, los deportes de aventura más conocidos son **rafting** y **kayak**, pues los ríos que nacen en las cumbres nevadas de los volcanes Antisana y Cotopaxi se desplazan vertiginosamente a los dos lados de los Andes, hacia el Pacífico y hacia la inmensa llanura amazónica. Adicionalmente, cada bote de rafting es acompañado de un kayaker de seguridad, el cual brinda apoyo logístico durante el trayecto en los ríos de aguas rápidas, haciendo uso de comunicadores para mantener contacto con el equipo en tierra, permitiendo brindar una experiencia óptima y satisfactoria en los ríos del cantón Tena. Los ríos donde se lleva a cabo esta actividad deportiva de aventura son el río Jatun Yacu, catalogado como uno de los mejores ríos para esta actividad, el río Anzu, de un grado de dificultad media, y el río Misahuallí, de grado de dificultad avanzado.

El **puenting** es una actividad que ofrece al turista la posibilidad de experimentar las emociones y adrenalina propia de un deporte extremo. El puenting es un columpio gigante, que consiste en realizar un salto tipo pendular desde un puente amarrado con cuerdas dinámicas, y equipos homologados y estandarizados que cumplen todas las regulaciones internacionales.

Se cuenta con unos pocos metros de caída libre hasta que las cuerdas se tensionan. La emoción que provoca el puenting es casi indescriptible. Como en un columpio para niños, nunca hay “templón”, siguiendo el recorrido del péndulo y sin rebote.

El **canyoning**, o descenso por cascadas, es otro tipo de deporte de aventura. Este deporte consiste en el descenso de cascadas con cuerdas, actividad que permite sentir la caída del agua en el rostro y el cuerpo, con la agradable sensación que produce sentir el agua fluir. No necesita experiencia ni condición física para disfrutar al máximo de esta aventura.

El **ciclismo de montaña** ofrece una gran variedad de viajes de cross country, descenso, tours y excursiones MTB para ciclistas. Existe la posibilidad de realizar estas actividades en uno de los ecosistemas mega diversos del planeta, como es la Amazonia ecuatoriana, atravesando el bosque nublado de la selva amazónica. El visitante tiene la posibilidad de conocer varias parroquias rurales como Talag, Pano y Muyuna. La ruta de ciclismo más requerida y ofertada va desde la parroquia Pano hacia la parroquia Muyuna, por una vía de segundo orden que atraviesa un paisaje de variados ríos, tiene una distancia de 32 km, y un grado de dificultad medio.

La **observación de aves** o **birdwhatching** es una de las actividades de mayor acogida dentro de la demanda de los visitantes en Tena, debido a la gran variedad de especies de aves existentes, como loros y pericos, los cuales pueden ser apreciados en los denominados “saladeros de aves”. Estos son sitios donde estas aves llegan a consumir barro por sus propiedades digestivas, que hacen efecto en su organismo, ayudando a las aves a eliminar toxinas que son ingeridas en su dieta de varios frutos silvestres. En el cantón existen infinidad de estos sitios, de los cuales los más conocidos se encuentran localizados en la parroquia Talag (saladero de Icho Urco). Para aprovechar y participar de esta experiencia es necesario estar provisto de elementos simples como unos buenos binoculares y una cámara de alta resolución, además de predisponerse a efectuar una caminata de dificultad media por la selva amazónica. Es una de las actividades de mayor demanda puesto que los turistas nacionales, y sobre todo extranjeros, pagan altos precios por lograr vivir esta experiencia.

El **trekking** es muy común en las zonas que poseen un entorno abundante de flora y fauna, así como paisajes y bellezas escénicas únicas y hermosas cas-

cadadas. Caminar a lo largo de senderos ecológicos crea una sensación de contacto con la naturaleza mucho más íntima entre el visitante y el medio natural. Este tipo de senderos se encuentran ubicados en varias de las áreas naturales existentes en el cantón Tena y sus parroquias, además de existir senderos ecológicos para la visita de atractivos en zonas privadas. La observación de especies de flora como orquídeas, bromelias y heliconias, son una actividad que se desarrolla en la mayoría de las ofertas turísticas, incluido el conocimiento de plantas ancestrales y medicinales de la zona.

El *tubbing* es una actividad que va tomando auge en la localidad, es el descenso en balsas neumáticas por las cuencas de ríos de niveles intermedios de dificultad (clase 1 y 2). En la zona se lo realiza en la cuenca alta del río Tena, el Pano y el Napo.

4.2. Turistas en el Tena

El bajo nivel de desarrollo promocional por parte de las agencias de viajes y otros actores del sector turístico ha traído como consecuencia la baja afluencia de turistas al destino Tena.

A través de la encuesta se llegó a determinar que el 60% de turistas son hombres y el 40% son mujeres, que llegan a la provincia a realizar caminatas y excursiones en la selva, entre las edades de 25 y 41 años, motivados por las actividades que se ofertan (Tabla 2). El lugar de origen de estos turistas son ecuatorianos, con un 83%, seguido de turismo internacional, con el 17%, por lo que se demostró que la provincia del Tena necesita mayor promoción internacional.

Tabla 2. Procedencia de los turistas encuestados. Diciembre de 2014.

Informantes	Resultados	Informantes	Resultados	Informantes	Resultados
Ecuador	83	Alemania	2	Ucrania	1
EE.UU	5	Austria	2	España	1
Colombia	3	Francia	2	Perú	2

Los encuestados calificaron al servicio turístico como excelente en un 40%, y bueno en un 55% (Tabla 3). El estado de las vías es excelente en un 31% y bueno en un 45% en vías de primer orden. La seguridad del visitante es buena en un 54%. Los alimentos y bebidas son buenos para el 51% de los encuestados, y el

alojamiento es considerado excelente en un 26%, en relación con la comodidad que el encuestado percibe en hoteles y lodges, y un 21% no pernocta en la localidad. El nivel de satisfacción de los turistas es del 68%, y el 100% de ellos recomendarían visitar la provincia del Tena a amigos y familiares.

Tabla 3. Satisfacción de los encuestados con los servicios recibidos. Diciembre de 2014.

Categorías	Estado de atractivo	Vías	Seguridad	Alimentos y bebidas	Alojamiento	Satisfacción servicio
Excelente	40%	31%	32%	27%	23%	30%
Bueno	55%	45%	54%	51%	46%	63%
Regular	3%	20%	23%	15%	10%	5%
Malo	0%	4%	0%	1%	0%	0%
Muy Malo	0%	0%	0%	0%	0%	0%
No ha visitado	2%	0%	1%	63%	21%	4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

La distribución del gasto principalmente se la divide en alojamiento, alimentos y bebidas y deportes de aventura, con un 56% (Tabla 4). El 25% de las personas encuestadas manifiestan que

su mayor inversión lo realizan en alimentos y bebidas (A&B), aunque también invierten para realizar actividades recreacionales como son los deportes de aventura y alojamiento.

Tabla 4. Gasto de los encuestados por actividad o servicio. Diciembre de 2014.

Del 100% de su gasto total, indique los porcentajes gastados en:

Categoría	Frecuencias	Porcentajes
Alojamiento	15	15%
A&B	25	25%
Guías	9	9%
Servicios Recreacionales	9	9%
Deportes de Aventura	16	16%
Artesanías	8	8%
Transporte	12	12%
Alquiler de Equipos	0	0%
Entradas	6	6%
TOTAL	100	100%

Fuente: elaboración propia

A partir de los resultados de la investigación, se evidencia que se requiere incrementar el trabajo promocional del cantón Tena, comprometiendo en este trabajo a los municipios locales y agencias de viajes a través de un plan promocional internacional, tanto para mercados europeos como americanos. Dicho plan debería enfocarse en mostrar las bondades naturales que posee la localidad con el objetivo de incrementar la afluencia de visitantes, que conlleve a generar fuentes de empleo alternativas a los pobladores. Para lograr un manejo adecuado de los recursos naturales y culturales es importante primero una adecuada organización del territorio. Además, se requiere el incremento de fuentes de información primaria acerca de la demanda que registra el cantón, ya que esta información no la posee el Ministerio de Turismo o la Cámara de turismo del sector, por lo que los datos y fuentes de información son muy reducidos, haciendo muy difícil el levantamiento de información para la realización del diagnóstico del territorio.

5. Conclusiones y recomendaciones

La presente investigación busca dar a conocer la realidad de las actividades turísticas en la localidad, y determinar las problemáticas existentes, que obstaculizan en la actualidad el desarrollo del turismo de aventura. La principal problemática que existe es la falta de fuentes de información

primaria acerca de la demanda que registra el cantón, limitando la obtención de información útil y de aplicación inmediata.

Se recomienda al GAD-TENA tomar medidas ambientales respecto del manejo de las cuencas hidrográficas del cantón, que se encuentran en proceso de contaminación por la falta de alcantarillado sanitario, y por el manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos, puesto que los ríos y acuíferos son la base del desarrollo de estas actividades de aventura.

Se recomienda a las autoridades del MAE-TENA realizar controles sobre el incremento de actividades extractivas de oro en los ríos Latunyacu y Anzu, principales ríos aprovechados para actividades de rafting, tubing y kayaking. Así como también, la implementación de planes de bio-remediación de los ríos Pano y Tena, principales ríos visitados por los turistas locales y foráneos en las cercanías de la ciudad.

Se recomienda trabajar en la vinculación institucional de entidades públicas y privadas, a fin de fortalecer la planificación de las Juntas Parroquiales del Cantón Tena, para trabajar de manera conjunta en relación con las actividades de turismo de aventura.

Se plantea implementar una campaña de difusión del Cantón en medios de comunicación local y nacional para fomentar la visita a este del lugar.

Referencias

- Asociación de Municipalidades del Ecuador – AME. (2014). *Historia del Cantón Tena*. Obtenido de Cantón Tena: <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/57-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-napo/200-canton-tena>
- Martínez, A. S. & Fernández, R. (2011). Estudio comparativo de empresas de turismo de aventura de la provincia de Valencia. *Gran Tour: Revista de Investigaciones Turísticas*, 3, 51-68.
- Mediano, L. (2004). *La Gestión de Marketing en el Turismo Rural*. 1ª Edición. Editorial Pearson Educación
- MINCETUR. (2015). Conceptos fundamentales de turismo. Obtenido de: http://www.mincetur.gob.pe/TURISMO/Producto_turistico/Fit/fit/Guias/Amazonas.pdf
- MINTUR (2014). *Operación Turística de Aventura en Ecuador cuenta con reglamento*. Obtenido de: <https://www.turismo.gob.ec/operacion-turistica-de-aventura-en-ecuador-cuenta-con-reglamento/>
- Mora, M. Ruiz, C. Palacios, Y. & Yépez, R. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Tena*. GAD Tena.
- Olivera, J. (1995). Las actividades físicas de aventura en la naturaleza: análisis sociocultural, *Revista Apuntes*, 41, 5-8.
- Organización Mundial del Turismo – OMT. (1998). *Introducción al Turismo*. Publicación de la OMT en Educación Turística. 1ª Edición.
- Ron, K. (2009). *Diseño de un plan de marketing turístico para el cantón Tena, provincia de Napo*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero de empresas turísticas y áreas naturales. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Turismo y Preservación Ambiental, Hotelería y Gastronomía, Carrera de Turismo y Preservación Ambiental.
- Sung, H. Morrison, A. O'Leary, J. (1996) *Definición de turismo de aventura*. Disponible en URL: <http://www.ilustrados.com/tema/3834/turismoaventura.htm> [consulta 11 de febrero del 2015]
-

Agricultura en el Cono Sur ¿Qué se conoce, qué falta por conocer?

Agriculture in the South Cone ¿What is known, what needs to be known?

Fernando O. Garcia¹

¹IPNI Cono Sur – Acassuso, Buenos Aires, Argentina

Resumen

Las crecientes demandas de alimentos a nivel global han impulsado la producción de granos en los países del Cono Sur (Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay). El aumento de la producción de granos de los últimos 20 años se ha basado principalmente en una fuerte expansión del área sembrada, en especial la de soja, a partir de la incorporación de nuevas áreas y del cambio de uso de la tierra con una drástica reducción de las áreas bajo pasturas y, en menor medida, por el incremento en los rendimientos. Si bien la región muestra interesantes incrementos de rendimientos de trigo y maíz con respecto a los estimados mundiales, los mismos no serían suficientes para satisfacer la demanda para el año 2050 que requiere que éstos se dupliquen. La expansión y crecimiento de la producción de granos en el Cono Sur presentan aspectos positivos y negativos. Entre los aspectos positivos se pueden incluir los aumentos en producción con el consecuente beneficio económico y social, el desarrollo de la industria y la mayor seguridad alimentaria. Sin embargo, la expansión del área de cultivo y el crecimiento de la producción ha generado costos y externalidades negativas en aspectos ambientales, económicos y sociales entre los que se pueden incluir erosión hídrica y eólica, salinización de suelos, desertificación, reducción de los contenidos de la materia orgánica, pérdida de fertilidad de los suelos, pérdida de estructura y compactación de suelos, contaminación difusa de aguas, suelos y aire, presencia de malezas resistentes, pérdidas de biodiversidad, reducción de efectividad y eficiencia de recursos e insumos, concentración de tierras y pérdidas de fuentes de empleo. Muchos de estos costos y externalidades han contribuido a que los rendimientos de los cultivos se hayan estancado en muchos agroecosistemas de la región. En este artículo se discuten aspectos relacionados al manejo de suelos y cultivos y de los sistemas de producción en cuatro países del Cono Sur en lo que se refiere a: 1) su compleja actualidad (que se conoce), y 2) conceptos y líneas de trabajo que podrían contribuir a una agricultura sostenible (¿qué se debe conocer?).

Palabras clave: producción de granos, externalidades agrícolas, agricultura intensiva, agricultura sustentable, Cono Sur.

Abstract

The growing global demand for food has promoted grain production in four countries from the South Cone (Argentina, Bolivia, Paraguay, and Uruguay). The increment in productivity of the last 20 years has been based mainly in aggressive land incorporation to agriculture, especially with soybeans, and a drastic reduction of the areas under pastures, and, in a minor scale, for yield increments. Yield increments of wheat and corn in the region are interesting; however, they will not be enough to satisfy the demand by 2050 which requires duplication in yields. The South Cone land expansion and grain yield increments have had positive and negative impacts. Among the positive impacts are the increased productivity and the consequent social and economic benefit, industry development, and greater food security. On the other hand, expansion and yield increment have also had economic and social negative impacts such as water and wind erosion, soil salinization, decrements in soil organic matter content, desertification, soil compaction, soil fertility reduction, diffuse soil, water and air pollution, presence of resistant weeds, biodiversity

losses, reduction in inputs and resources use efficiency, and land concentration and reduction in job opportunities. Several of these negative impacts have contributed to the yield stagnation in many agro systems of the region. This article discusses aspects related to soil and crop management in the production systems of the region regarding: 1) its actual complexity (what is known), and 2) concepts and lines of work which can contribute to a sustainable agriculture (¿what needs be known?).

Keywords: grain production, externalities of agriculture, intensive agriculture sustainable agriculture, Southern Cone.

1. Introducción: Marco global de referencia

La creciente demanda global de alimentos, forrajes, fibras, biocombustibles y biomateriales se atribuye al sostenido crecimiento demográfico, la escasez de tierras agrícolas, y al fuerte crecimiento de los países emergentes (China e India, principalmente), con una creciente urbanización e incorporación de millones de personas a las clases medias (Adámoli, 2013). La ONU ha estimado una población superior a los 9 mil millones de habitantes para el 2050, siendo los países en vías de desarrollo los que contribuirán en mayor medida a ese aumento. Asimismo, se estima que el 70% de la población será urbana hacia 2050, comparada con aproximadamente un 50% en el 2010 (Buhaug & Urdal, 2013; FAO, 2013). Al crecimiento de la población de los países en vías de desarrollo y la creciente urbanización, se asocia un cambio en las dietas alimenticias con previsión de incrementos en el consumo de carnes, leche y derivados y aceites vegetales.

Entre 1961 y 2010, la población mundial paso a ser más que el doble, pero el incremento de la producción global de alimentos fue aún superior, a pesar de una reducción del 50% del área cultivable por persona, registrándose un aumento en la producción anual per cápita del 16% (Vilella & Renis, 2013). A la mayor productividad de la tierra se sumó una mayor productividad del trabajo que aumentó un 48% a nivel mundial para el mismo periodo, condición que Vilella y Renis (2013) describen como conocimiento agregado por ha y hora a través de las mejoras tecnológicas, organizacionales e institucionales. Los mismos autores indican que la mayor productividad ha resultado en menores precios para los consu-

midores. Sin embargo, los incrementos en producción y productividad han sido muy heterogéneos y la distribución de alimentos y otros productos de la agricultura entre la población mundial sigue siendo limitante para muchas regiones y aún para áreas de un mismo país.

El crecimiento en producción y productividad registrado en los últimos 50 años ha generado costos y externalidades negativas a nivel económico, social y ambiental. El desafío para la humanidad es reducir el impacto de estos costos y externalidades y evitar que los mismos se amplifiquen y/o que se sumen nuevos a los ya existentes (Sutton et al., 2013). A este desafío se suma el cambio climático y su potencial impacto en la producción y en los recursos naturales, económicos y sociales (Magrin, 2013; St. Clair & Lynch, 2010; Wheeler & von Braun, 2013).

Se espera que regiones como África, Latinoamérica y el sudeste de Asia contribuyan significativamente a suplir las demandas a través de la expansión del área bajo cultivo y del aumento de la productividad. La expansión de la agricultura hacia áreas aún no explotadas, a través de la deforestación e incorporación de ecosistemas más frágiles, constituye una amenaza a la sostenibilidad de los sistemas. El cambio de uso de las tierras constituye un aspecto principal en el manejo y conservación de los recursos naturales (agua, suelo y aire), con impactos económicos, ambientales y sociales. La alternativa es impulsar el crecimiento de la productividad en las tierras actualmente en uso y no exponer nuevas tierras a costos y externalidades tales como la degradación de los suelos debida a la erosión eólica e hídrica, la pérdida de fertilidad por extracción de nutrientes, la salini-

zación, la desertificación, y la contaminación por uso inadecuado de insumos, entre otros.

En este artículo se discuten aspectos relacionados al manejo de suelos y cultivos y de los sistemas de producción en general en cuatro países del Cono Sur de Latinoamérica en lo que se refiere a: 1) su compleja actualidad, que se conoce, y 2) conceptos y líneas de trabajo que podrían contribuir a una agricultura sostenible, ¿qué debemos conocer?

2. El marco de referencia regional: lo que se conoce

Las crecientes demandas a nivel global han impulsado la producción de granos en los países de América del Sur, especialmente en el Cono Sur (Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay). Entre 1991 y 2011, los cuatro países aumentaron la producción de trigo, maíz y soya en aproximadamente 85, 230 y 380 %, respectivamente. El aumento de la producción de granos de los últimos 20 años se ha basado principalmente en una fuerte expansión del área sembrada, en especial la de soya, a partir de la incorporación de nuevas áreas y del cambio de uso de la tierra con una drástica reducción de las áreas bajo pasturas; y, en menor medida, por incremento en los rendimientos (Figura 1).

La Tabla 1 muestra las tasas de variación en área, rendimiento y producción de trigo, maíz y soya de los cuatro países en el período 1991-2011. La producción de trigo se incrementó a partir de aumentos en el rendimiento de Uruguay y Argentina y la expansión en área en Paraguay y Uruguay. En el caso de maíz, el crecimiento en producción se basó en incrementos en área de Argentina y Paraguay y, en menor medida, de Bolivia y en el rendimiento de Argentina y Uruguay. Finalmente, la constante expansión en superficie explica el marcado incremento en la producción de soya, registrándose incrementos moderados en los rendimientos promedio de Argentina y, en menor medida, de Uruguay.

El incremento del área sembrada de soya se observa comparando los cambios en la proporción del área bajo esta leguminosa con respecto a trigo y maíz. En el quinquenio 2007-2011, se sembraron

31.2 millones de ha de los tres cultivos en el Cono Sur, de las cuales 68, 18 y 14% fueron sembradas con soya, trigo y maíz, respectivamente; mientras que en el quinquenio 1997-2001 se habían sembrado 20.3 millones de ha con 49, 33 y 18% de soya, trigo y maíz, respectivamente.

Las tasas de incremento de los rendimientos se pueden comparar con las tasas determinadas recientemente a nivel mundial (Ray, Mueller, West, & Foley, 2013). En el caso de trigo y maíz, los incrementos de los cuatro países son superiores a los estimados a nivel mundial. Los incrementos en trigo han sido de 23-69 kg/ha/año (Tabla 1) y el rango estimado a nivel mundial es de 4-52 kg/ha/año. En maíz, el incremento para los cuatro países es de 51-160 kg/ha/año, y el rango estimado a nivel mundial es de 41-124 kg/ha/año. En el caso de la soya, el incremento en los cuatro países varió de 24 a 31 kg/ha/año, mientras que el rango estimado mundial es de 6-50 kg/ha/año. Si bien la región muestra interesantes incrementos de rendimientos de trigo y maíz con respecto a los estimados mundiales, los mismos no serían suficientes para satisfacer la demanda del 2050 que requiere que éstos se dupliquen en los próximos 40 años. En el caso de soya, las tasas de aumento de rendimiento son bajas, en especial en Bolivia, Paraguay y Uruguay, por lo que sería de interés regional determinar qué factores están limitando este crecimiento.

Las evaluaciones de las tasas de incremento de rendimiento de los cultivos deben realizarse considerando los rendimientos actuales y los alcanzables para cada área ecológica homogénea dentro de cada país, es decir, sabiendo qué rendimiento se puede alcanzar dadas las condiciones de clima, potencial genético y, en el caso de agricultura de secano, agua (M. K. van Ittersum & Rabbinge, 1997). La brecha entre los rendimientos actuales y los alcanzables o potenciales ha sido definida y estudiada por varios autores (Lobell, Cassman & Christopher, 2009; M. van Ittersum et al., 2013). La definición del rendimiento alcanzable a nivel de productor para cada área ecológicamente homogénea y la brecha de rendimiento con respecto al logro actualmente permiten hacer una evaluación cualitativa de las tasas de incremento actuales y las expectativas para el futuro.

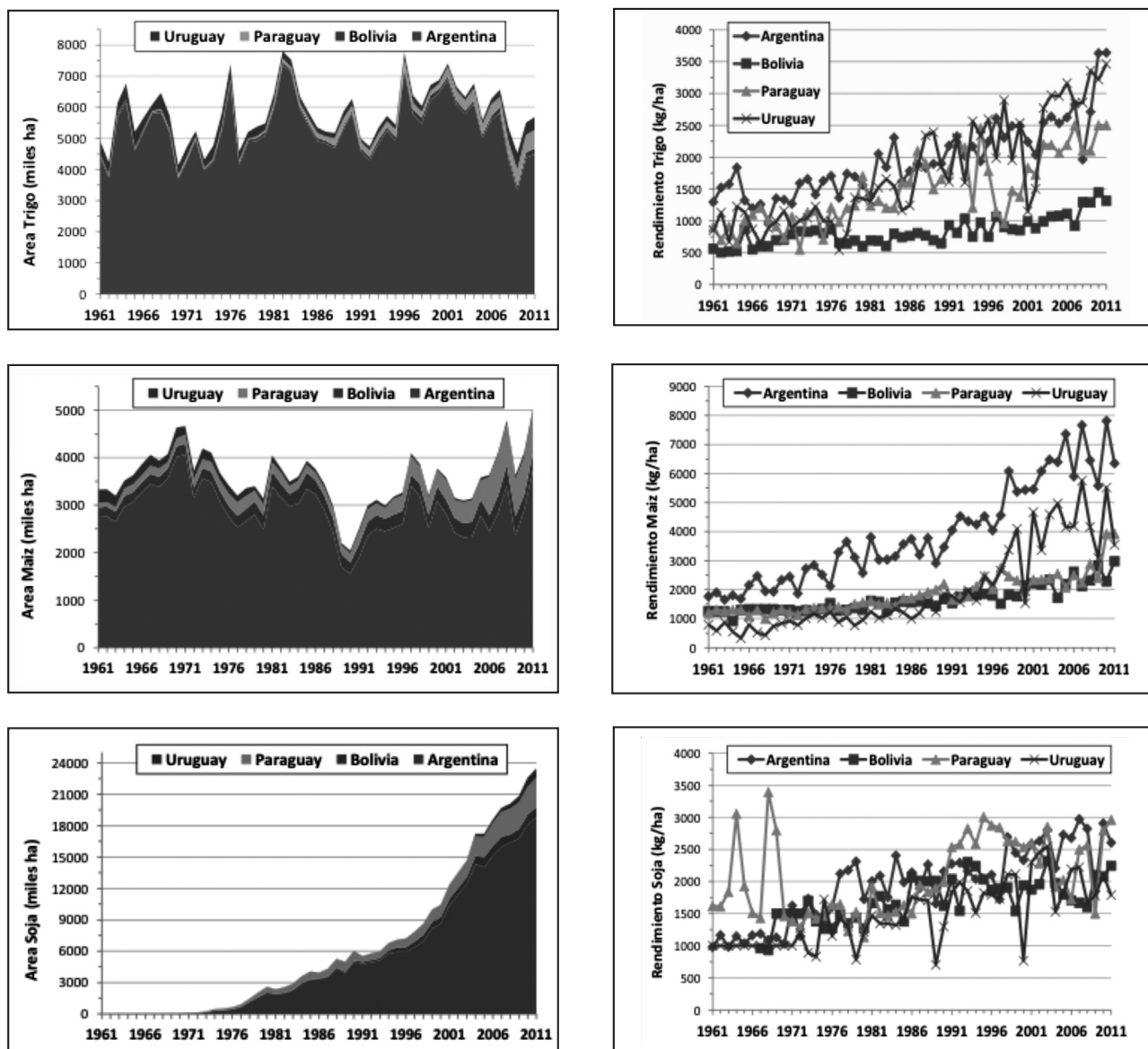


Figura 1. Área sembrada y rendimientos promedio de trigo, maíz y soja en los cuatro países del Cono Sur (Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay) en el periodo 1961-2011 (FAO, 2013).

Las brechas de rendimiento se pueden estimar por medio de diferentes métodos: ensayos de campo, concursos de rendimientos, encuestas de máximos rendimientos, modelos de simulación de cultivos a nivel local, o aproximaciones estadísticas empíricas y modelos de simulación a nivel global (M. van Ittersum et al., 2013). Cuando no se cuenta con información suficiente, se pueden utilizar alternativas más simples como, por ejemplo, funciones de línea límite basadas en la relación de los rendimientos con el agua disponible para el cultivo como la propuesta para cereales (V. O. Sadras & Angus, 2006). Esta función estima rendimientos alcanzables de trigo y maíz en función del abastecimiento de agua (agua en el suelo más precipitaciones y riego) en determinada localidad. Por ejemplo, para

una disponibilidad de agua de 500 mm durante un ciclo de cultivo de maíz, el rendimiento alcanzable sería de 9,680 kg/ha, mientras que para 300 mm de agua disponible en el ciclo del trigo, el rendimiento alcanzable sería de 5,280 kg/ha (Rendimiento = 22 kg/ha/mm * (Agua disponible – 60 mm)).

3. Causas y consecuencias del crecimiento de los cultivos de grano en el Cono Sur

Las expansión y crecimiento de la producción de granos en el Cono Sur presentan aspectos positivos y negativos (Viglizzo et al., 2011). Entre los aspectos positivos se pueden incluir, los aumentos en producción con el consecuente beneficio econó-

mico y social para los productores y para la región, el desarrollo de industrias relacionadas y la mayor seguridad alimentaria. Sin embargo, en muchas situaciones, la expansión del área de cultivo y el crecimiento de la producción ha generado costos y externalidades negativas en aspectos ambientales, económicos y sociales como se discutió en párrafos anteriores. Entre los costos y externalidades se pueden incluir la erosión hídrica y eólica, salinización de suelos, desertificación, reducción de los conte-

nidos de la materia orgánica, pérdida de fertilidad de los suelos, pérdida de estructura y compactación de suelos, contaminación difusa de aguas, suelos y aire, presencia de malezas resistentes, pérdidas de biodiversidad, reducción de efectividad y eficiencia de recursos e insumos, concentración de tierras y pérdidas de fuentes de empleo. Muchos de estos costos y externalidades han contribuido a que los rendimientos de los cultivos se hayan estancado en muchos agroecosistemas de la región.

Tabla 1. Tasas anuales de incremento en área, rendimiento y producción de trigo, maíz y soya en Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Periodo 1991-2011. Elaboradas a partir de datos de FAOSTAT (FAO, 2013).

Cultivo	Variable	Argentina	Bolivia	Paraguay	Uruguay
Trigo	Área, miles ha/año	-30.5	2.0	18.5	12.5
	Rendimiento, kg/ha/año	49	23	35	69
	Producción, miles t/año	156.8	5.5	49.5	52.8
Maíz	Área, miles ha/año	31.0	5.8	33.3	0.6
	Rendimiento, kg/ha/año	157	51	67	160
	Producción, miles t/año	594.3	28.7	120.2	13.0
Soya	Área, miles ha/año	774.8	40.8	120.7	38.3
	Rendimiento, kg/ha/año	31	-1	-24	9
	Producción, miles t/año	2199	80.4	272.2	73.3

Los beneficios, los costos y las externalidades se deben a causas que se deben reconocer y enfrentar para poder generar sistemas de producción efectivos y eficientes que contribuyan a la seguridad alimentaria y a la provisión de fibras, biomateriales y biocombustibles a nivel regional y global, preservando y mejorando la condición de vida de comunidades rurales y urbanas y la condición de los recursos ambientales, en síntesis buscando el paradigma de sostenibilidad económica, social y ambiental.

En los últimos 20 años, numerosas tecnologías de manejo de los cultivos y de producción de insumos contribuyeron al incremento de los rendimientos, así como a la expansión de cultivos de granos hacia tierras menos productivas. Estas tecnologías se desarrollaron a partir de la evolución del conocimiento y se adaptaron rápidamente en la región. Se pueden citar a la genética, mecanización, manejo de plagas, malezas y enfermedades, manejo del cultivo, siembra directa, fertilización y manejo específico por sitio.

Entre las causas de los costos y las externalidades negativas se pueden mencionar a la expansión de la frontera agrícola hacia tierras y ecosistemas frágiles, sistemas de producción con baja eficiencia y efectividad en el uso de recursos e insumos (por ejemplo los sistemas de monocultivo), menor área bajo pasturas, balances de nutrientes negativos, falta de programas de conservación de suelos, alto precio de la tierra y subsidios e impuestos distorsivos a nivel regional e internacional.

Este desarrollo de la agricultura en el Cono Sur se dio dentro del proceso del cambio climático, cuyo efecto puede tener consecuencias negativas para la agricultura a nivel económico, ambiental y social. Entre las principales consecuencias están la mayor frecuencia de inundaciones y sequías, aumento de incendios forestales, pérdida de biodiversidad, aumento de enfermedades fúngicas y bacterianas, aparición de nuevas plagas de insectos en zonas más secas, acortamiento del ciclo de los cultivos y disminución de la productividad en zonas cálidas y templadas cálidas.

Sin embargo, también existen consecuencias positivas como el aumento de productividad en zonas templadas húmedas (Magrin, 2013; St. Clair & Lynch, 2010; Wheeler & von Braun, 2013). Estos impactos generan un escenario altamente variable para la producción agrícola y se hace necesario desarrollar estrategias de adaptación en el manejo de suelos, cultivos y el agroecosistema en general. La agricultura debe contribuir a la mitigación del cambio climático reduciendo la deforestación y la emisión de gases efecto invernadero (GEI) o mediante el secuestro de carbono (C) en el suelo. La agricultura contribuye con 10-12 % del total mundial de las emisiones de GEI, incluyendo aproximadamente al 50 y 60% de la emisión total de CH₄ y N₂O, respectivamente. Estos son gases de efecto invernadero con alto potencial de calentamiento (Smith et al., 2007). Las emisiones de GEI pueden ser reducidas en términos absolutos y/o por unidad de producto mediante la implementación de mejores prácticas de manejo (Burney, Davis, & Lobell, 2010; Snyder, Bruulsema, Jensen, & Fixen, 2009).

A continuación se discuten brevemente algunas causas y sus consecuencias positivas o negativas, relacionadas al manejo de suelos y de cultivos y a la producción de granos en el Cono Sur:

3.1 Alta adopción de siembra directa

El Cono Sur es la región de mayor adopción de siembra directa en sistemas de producción de granos (50% a 90% del área cultivada según la zona). La siembra directa permitió estabilizar y elevar los rendimientos en muchas de estas zonas de la región y logró también incorporar nuevas áreas de producción. Los sistemas de siembra directa son menos afectados por la erosión y contribuyen al desarrollo de una mayor actividad biológica en el suelo y son más eficientes en el uso del agua.

3.2 Uso de genética líder

En el Cono Sur se han incorporado masivamente variedades e híbridos de alta producción e incluso genes de resistencia a insectos y herbicidas que reducen costos de producción, facilitan las labores y reducen el impacto ambiental de plaguicidas (Vilella & Renis, 2013).

3.3 Falta de control de procesos erosivos

A pesar de la incorporación masiva de la siembra directa en numerosas zonas, la falta de implementa-

ción de prácticas y/o estructuras de control de la erosión ha resultado en significativas pérdidas de suelo y en consecuencia de la producción (Cisneros, 2012).

3.4 Alta frecuencia de soya en la rotación y/o monocultivo

Como se comentó previamente, los cuatro países evaluados en el Cono Sur presentan una muy alta frecuencia de soya en los sistemas de producción. Las condiciones de mercado (precio de granos e insumos y costo de la tierra) han promovido el predominio de soya, existiendo hasta sistemas de monocultivo. La falta de rotación con otros cultivos resulta en un bajo aporte de residuos con alto contenido de C que enriquezcan el suelo con materia orgánica, genera balances negativos de nutrientes, promueve la infestación con malezas, plagas y enfermedades, estimula los procesos de compactación del suelo y reduce la capacidad del sistema de ofertar servicios ecosistémicos (Alvarez, 2013; Andriulo & Cordone, 1998; Bayer, Dieckow, & Carvalho, 2010; Studdert & Echeverría, 2000). Es importante destacar que la soya constituye un cultivo clave en los agroecosistemas de la región por su gran valor económico (en aceite y proteína), por su capacidad de fijar nitrógeno (N) por vía simbiótica y por su rol como antecesor de otros cultivos. Por lo tanto, es muy probable que siga siendo el cultivo más importante en la región, pero sin duda que se beneficiará de la rotación con otros cultivos.

3.5 Manejo de nutrientes

La eficiencia de manejo de los nutrientes puede evaluarse a través de distintos índices. Las estrategias de manejo orientadas a optimizar el uso de nutrientes deben evaluar varios de estos índices en forma simultánea para comprender el impacto de éstas en la producción. Dos indicadores de eficiencia de uso de nutrientes muy útiles para el análisis a nivel regional son el balance parcial de nutrientes (BPN = cantidad de nutriente removido/dosis de nutriente aplicado) y la productividad parcial del factor (PPF = rendimiento/dosis de nutriente aplicado).

Los balances de nutrientes para los cultivos varían entre países y dentro de los países a causa de diferencias en suelos, cultivos, prácticas de manejo, rendimientos y adopción de tecnología. En Argentina y Bolivia, y en algunos casos de Paraguay y Uruguay, son comunes valores de BPN superiores

a 1 (Cano, Ernst, & García, 2006; García & González Sanjuan, 2013). Estas situaciones de extracción superior a la aplicación han resultado, por ejemplo, en apreciable reducción de los niveles de fósforo (P) extractable en una gran parte de la región productora de granos de Argentina (Sainz Rozas, Echeverría & Angelini, 2012).

En general, dosis de nutrientes menores a las necesarias pueden generar altos valores de BPN y de PPF indicando situaciones de sobre-extracción de nutrientes que resultan en pérdidas de fertilidad del suelo. Bajos valores de BPN y PPF pueden indicar que las dosis aplicadas son excesivas, lo que puede llevar a problemas de contaminación. Ambos extremos afectan seriamente la eficiencia de uso de nutrientes y efectividad del sistema.

La Figura 3 muestra la evolución de las estimaciones de BPN y PPF para N y P de trigo, maíz y soja en Argentina para el periodo 1993-2012. Se puede observar que los valores de BPN de N y P en trigo y maíz se han aproximado a 1.0 en los últimos años indicando que se logra reponer el N y P extraídos en el grano. Los valores de PPF de N de maíz promedian 79 kg de maíz por kg de N aplicado, nivel que se considera adecuado (Dobermann & Cassman, 2002). En el caso de la soja, el BPN de P promedió un valor de 4.0 en las últimas campañas indicando que se extrae cuatro veces más P en el grano que la cantidad que se repone vía fertilización. Esta observación de sub-fertilización fosfatada en soja se confirma al contrastarla con el valor de PPF de P que, si bien se ha reducido a lo largo de los años, aún tiene en valores altos (742 kg de soja por kg de P aplicado).

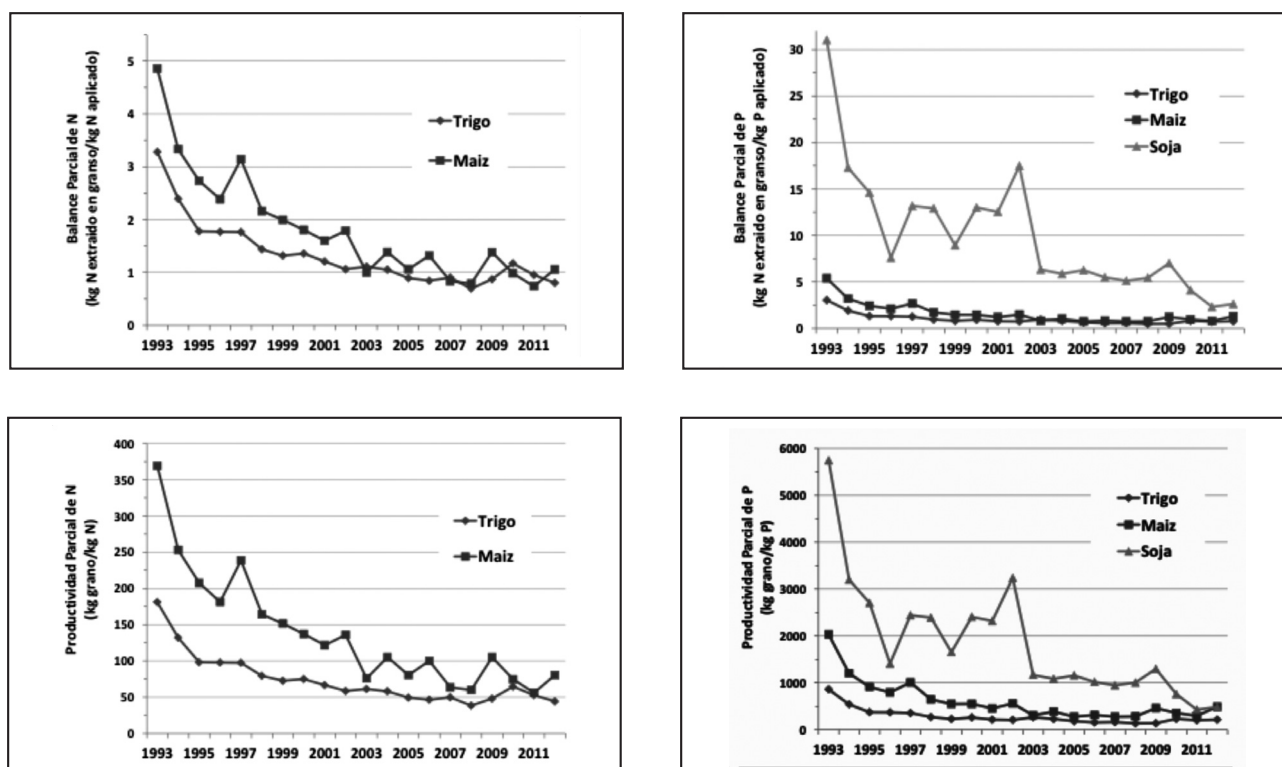


Figura 3. Evolución del balance parcial de N para trigo y maíz y de P para trigo, maíz y soja, y de la productividad parcial de N para trigo y maíz y de P para trigo, maíz y soja en Argentina desde 1993 a 2012. Elaborado en base a datos de MinAgri y Fertilizar AC.

4. ¿Qué se debe conocer?

Una agricultura sostenible en lo económico, ambiental y social debería responder a los desafíos planteados previamente. Dicha agricultura requiere del uso adecuado de la tierra (ordenamiento territorial), el mantenimiento y/o mejoramiento de los

recursos suelo, agua y aire, la reducción de los impactos ambientales negativos y el desarrollo económico y social de las comunidades involucradas en el proceso productivo. El concepto de intensificación sostenible, o intensificación productiva sostenible, está incluido dentro del marco de agricultura sostenible con un enfoque dirigido al incremento de la

producción para satisfacer las crecientes demandas globales, sin aumentar la superficie cultivada, con mínimo impacto ambiental y buscando el desarrollo social a través de enfoques alternativos y/o complementarios (FAO, 2011; Garnett et al., 2013; Tilman, Balzer, Hill, & Befort, 2011).

La intensificación sostenible puede beneficiar a productores a todas las escalas, desde pequeños a grandes, en consecuencia a toda la sociedad. Entre las prácticas esenciales de sistemas ecológicamente intensos están las rotaciones, ausencia de remoción del suelo (siembra directa), prácticas que eviten y/o reduzcan los procesos erosivos, mayor ocupación del suelo, nutrición balanceada y manejo integrado de plagas, malezas y enfermedades. La implementación de estas prácticas y el desarrollo de respuestas a los dinámicos desafíos que aparecen en los sistemas de producción hacen que sea necesario conocer los componentes del sistema, su estado y los procesos y mecanismos de funcionamiento de los sitios en los cuales están involucrados (suelo, planta, rizósfera, interacción genotipo-ambiente). El mejor conocimiento de los sistemas, componentes y procesos permite integrarlos, responder a los desafíos, aprovechar las oportunidades, dar valor agregado a la producción, mejorar los procesos de reciclado, validar prácticas y certificar procesos.

A continuación se discuten brevemente algunos aspectos relacionadas con el manejo de suelos y cultivos en la producción de granos en el Cono Sur en los cuales se debe enfatizar y/o en los que hay que continuar los trabajos de investigación y/o extensión para lograr una intensificación ecológica dentro de una agricultura sostenible.

4.1 Brechas de rendimiento

Dado que las posibilidades de expansión del área agrícola en el Cono Sur son escasas, la producción total de granos en esta región debería basarse en la búsqueda de rendimientos más altos para evitar la expansión de la agricultura a ecosistemas frágiles. Como se discutió en párrafos anteriores, el incremento de los rendimientos pasa por la reducción de las brechas entre rendimientos actuales y los alcanzables, considerando como alcanzables a aquellos que pueden obtenerse en el contexto diario de producción, usualmente del 75 al 85% del rendimiento potencial (Cassman, 1999; Hall, C. Feoli, Ingaramo & Balzarini, 2013; M. van Ittersum et al., 2013).

La reducción de las brechas de rendimiento en el Cono Sur probablemente involucre la adopción de prácticas y tecnologías ya probadas por otros productores, incluyendo el uso de materiales genéticos de alto potencial, la fecha y densidad de siembra ajustadas a la variedad/híbrido y ambiente, siembra cuidadosa, control integrado de plagas y enfermedades, nutrición correcta. Existen numerosos ejemplos de incrementos de rendimiento por arriba de los obtenidos en una zona determinada cuando las prácticas y tecnologías ya probadas se adoptan simultáneamente, aprovechando los efectos interactivos y complementarios que existen entre los factores de producción. A nivel regional se debería determinar los rendimientos alcanzables y, a partir de ellos, estimar las brechas existentes con los rendimientos actuales, para de esta forma determinar las áreas de manejo de suelos y cultivos en las que debería trabajar.

4.2 Rotaciones y cultivos de cobertura

Sin lugar a dudas, un punto central de los sistemas agrícolas y su intensificación sostenible es el manejo de las rotaciones de los cultivos y la intensificación del factor de ocupación del suelo, es decir más cultivos por año que permitan una mayor captura de C y eficiencia de uso de los recursos (Caviglia & Andrade, 2010). La alternancia de cultivos a través de rotaciones presenta numerosas ventajas productivas, económicas, ambientales y sociales (Bayer et al., 2010; Quincke, Sawchik & Morón, 2010; Salado-Navarro & Sinclair, 2009; Studdert & Echeverría, 2000). Los planes de uso y manejo del suelo permiten utilizar herramientas regulatorias que sistematicen las rotaciones de acuerdo a las características específicas del sitio para controlar procesos de degradación como la erosión u otros (Hill & Clerici, 2011).

De los cuatro países considerados, las zonas de producción de granos de Bolivia y Paraguay, con mayores temperaturas e incluso precipitaciones, disponen de un mayor número de especies para utilizar como cultivos de cobertura entre los cultivos de producción. En todos los casos, el manejo de rotaciones y cultivos de cobertura es un área del conocimiento e información que debe actualizarse de manera constante en toda la región.

4.3 Gestión del agua

En la agricultura de secano y de riego, el agua es el principal limitante para la producción por lo su

uso eficiente es esencial para lograr sistemas sostenibles (Frank & Viglizzo, 2012). El agua dulce es un recurso limitado a nivel mundial y la agricultura es responsable del 92% de la huella hídrica global (Hoekstra & Mekonnen, 2012). El uso de variedades e híbridos más eficientes en el uso del agua y/o tolerancia a sequía, la adecuada fecha de siembra, la correcta nutrición, el control integrado de plagas, malezas y enfermedades, las rotaciones de cultivos y la buena condición física del suelo contribuyen a lograr altas eficiencias de uso del agua disponible (V. Sadras, Grassini, & Steduto, 2011). Conocer, valorar y mejorar la eficiencia de uso de agua y reducir la huella hídrica de los sistemas de producción es una línea de trabajo prioritaria.

4.4 Nutrición correcta de suelos y cultivos

La adopción de las mejores prácticas de manejo de nutrientes y fertilizantes siguiendo el Manejo Responsable de los 4Rs (los cuatro requisitos) puede generar mayor eficiencia de uso de los nutrientes disponibles y/o aplicados (Bruulsema, Fixen, & Sulewski, 2013). La adopción de la dosis correcta aplicada con la fuente correcta, en el momento correcto y la ubicación correcta permite maximizar la producción y la eficiencia de uso de otros recursos e insumos, mantener y/o mejorar la fertilidad de los suelos y evitar problemas de contaminación de aguas, suelos y aire.

El manejo responsable de los 4Rs contribuirá a reducir las brechas de rendimiento en numerosas agroecosistemas del Cono Sur e influirá directamente en el mantenimiento y/o mejora de la fertilidad de los suelos.

4.5 Potencial del mejoramiento y la biotecnología

La biotecnología, como herramienta del mejoramiento genético, ha permitido avances significativos con variedades e híbridos de mayor potencial de rendimiento, mayor estabilidad y resistencia a insectos y herbicidas que facilitan el control de plagas y malezas y reducen el uso de agroquímicos. Se esperan nuevos avances que podrían incorporar materiales con mayor tolerancia a sequía o mayor eficiencia del uso de N. Asimismo, los desarrollos en microorganismos de la rizosfera deberían mejorar en abastecimiento y captación de agua y nutrientes por las raíces.

4.6 Expansión y optimización del manejo por sitio específico

El desarrollo y la implementación de la agricultura por sitio específico han avanzado notablemente en los últimos 15 años en los países del Cono Sur. Esta tendencia debería continuar y multiplicarse para lograr un manejo eficiente y efectivo de recursos e insumos en cada sector del lote o predio agrícola.

4.7 Integración y monitoreo del sistema de producción

Los sistemas de producción agrícolas tienen una gran cantidad de componentes y procesos y las prácticas de manejo ejercen efectos múltiples, que van más allá del componente o proceso que se afecte inmediatamente. Existen abundantes ejemplos de efectos interactivos de prácticas de manejo sobre la eficiencia de uso o productividad de recursos e insumos agrícolas. Ejemplos son la fertilización con azufre (S) que incrementa la eficiencia de uso del N (Salvagiotti, Castellarin, Miralles, & Pedrol, 2009), la fertilización NPS que optimiza la eficiencia de uso de agua (Correndo, Boxler & García, 2012), el espaciado entre hileras que mejora la eficiencia de uso de N (Barbieri, Echeverría, Saínz Rozas & Andrade, 2008), la nutrición que incrementa a la tolerancia de los cultivos a las enfermedades (Huber & Graham, 1999).

Los sistemas deben ser evaluados a través de indicadores productivos, pero simultáneamente también con indicadores socioeconómicos como la rentabilidad, la estabilidad de la producción, la eficiencia de uso de la energía, la productividad del trabajo, el ingreso del productor, la capacidad de proveer empleo y las condiciones de trabajo; e indicadores ambientales como la calidad del agua y el aire, la biodiversidad, la provisión de otros servicios del ecosistema, la huella del C y del agua y la emisión de GEI.

4.8 Producción de calidad, con mayor valor agregado

La sociedad demanda de manera creciente productos de calidad superior, con trazabilidad, certificados desde el origen de la producción. Este es un desafío, pero al mismo tiempo una oportunidad para el sector agrícola para encontrar un mayor valor agregado de sus productos. El valor agregado se obtiene a través de la industrialización de la producción *in situ*, con programas de certificación de procesos y de calidad, y/o a través de la integración de las cadenas produc-

tivas, con los consecuentes beneficios económicos y sociales para las distintas regiones.

4.9 Procesos de contaminación de aguas, suelo y aire

La pérdida de nutrientes como N y P o de plaguicidas hacia cursos de agua superficiales o subsuperficiales, su acumulación en suelos, o las pérdidas hacia la atmósfera generan externalidades negativas que deben eliminarse o reducirse a un mínimo. Se debe conocer la situación actual de estos tres recursos y cuantificar a nivel regional los procesos que generan estas externalidades. A partir de ese conocimiento, el uso de las mejores prácticas de manejo (MPMs) de nutrientes y plaguicidas debe estar orientado tanto a los aspectos productivos como los ambientales y sociales.

4.10 Reciclamiento

La concentración de animales en condiciones de producción (ganadería de leche y carne, galpones de aves parrilleras y ponedoras y cría de porcinos) resulta en una significativa acumulación de residuos orgánicos como efluentes, estiércol, cama de pollo y otros. Estos residuos tienen alto valor nutricional y deben ser manejados para evitar problemas ambientales y sanitarios. Esos materiales son una fuente de nutrientes para la misma explotación o explotaciones vecinas. El creciente número de estas explotaciones requiere del conocimiento e implementación de prácticas de manejo que deben considerar su valor en términos productivos y ambientales. Las investigaciones de los últimos años y las en curso en la región aportan al desarrollo de las MPMs de estas fuentes de nutrientes (Ciganda & La Manna, 2012; Domingo, Picone, Videla, & Maceira, 2013; Wyngaard, Videla, Picone, Zamuner & Maceira, 2012).

4.11 Inversión en investigación y desarrollo (I+D)

La inversión en I+D ha crecido, pero sigue siendo limitada en numerosas países de Latinoamérica. En el caso de Uruguay, es del 2 % del Producto Bruto Interno, en Brasil es algo menor al 2 % y en otros cinco países ésta se encuentran por arriba del promedio regional del 1% (CEPAL-FAO-IICA, 2011). Los expertos sugieren una cifra del 2 % para países en desarrollo. Obviamente, las necesidades de respuesta a los numerosos desafíos requiere de inversión en I+D.

La investigación, y las instituciones que la generan, probablemente deban ser reestructuradas para

encontrar visiones más holísticas que incluyan las comunidades y la sociedad y no solamente los actores agrícolas del proceso de producción, con equipos multidisciplinarios interactivos que aborden los problemas y desafíos del sistema integral y no de aspectos aislados (Jorgensen, 2012). Simultáneamente, deberían expandirse los sistemas de capacitación en todos los niveles.

4.12 Mirar a largo plazo

En la producción agrícola de la región, la dinámica de la demanda y las condiciones socio-económicas de la producción generan frecuentemente situaciones de coyuntura que inducen a una visión cortoplacista del sistema. Si bien es difícil escapar a estas situaciones, las prácticas de manejo y las acciones correspondientes presentan efectos residuales de importancia en componentes y procesos directamente e indirectamente involucrados con una práctica determinada. Un ejemplo claro, comentado en párrafos anteriores, es el de rotaciones de cultivos que aportan mayor cantidad de residuos y en el mediano o largo plazo pueden generar acumulaciones mayores de C. Estos efectos residuales, a mediano/largo plazo, pueden ser positivos o negativos sobre los procesos y componentes del sistema o sobre la eficiencia de uso de los insumos y herramientas. Así, las MPM de la fertilización pueden mejorar y/o mantener la fertilidad del suelo y lograr alta eficiencia de uso de nutrientes, no sólo para el cultivo que se fertilice, sino también para los cultivos subsiguientes (García & González Sanjuan, 2013; Salvagiotti et al., 2009). Sería recomendable que las investigaciones sobre el uso y manejo de recursos e insumos se enfocaran en objetivos de corto así como de largo plazo, para aumentar el conocimiento del funcionamiento del sistema y predecir desafíos y amenazas también a mediano y largo plazo.

5. Comentarios finales

La región del Cono Sur presenta condiciones agro-ecológicas inmejorables para el desarrollo de una agricultura sostenible, cuenta con recursos naturales y humanos de gran valor y enfrenta desafíos y oportunidades como los discutidos en este artículo y en muchos otros aspectos como logística, por ejemplo.

La agricultura sostenible requiere de la participación de toda la sociedad: productores, asesores,

investigadores, instituciones oficiales, empresas, ONGs, consumidores, estados, etc. No se puede ser dogmático y los actores se deben preparar para responder a la dinámica de las demandas de la sociedad, las oportunidades del mercado y los desafíos del cambio climático, conociendo los procesos y mecanismos que gobiernan a los sistemas

de producción en todas las escalas. Hablar con y escuchar a la sociedad/comunidad, comunicarse, educar y educarnos, es un proceso largo, pero que brindará muchos frutos. Estas demandas requieren de conocimientos y equipos interdisciplinarios y de inversión social y económica en el desarrollo de esos conocimientos y equipos.

Referencias

- Adámoli, J. (2013). *Producción y ambiente: Desafíos y oportunidades*. Paper presented at the Simposio Fertilidad 2013, Rosario, Argentina.
- Alvarez, C. (2013). Condición física de los suelos limosos bajo siembra directa: Caracterización, génesis y manejo. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 10, 2-9.
- Andriulo, A., & Cordone, G. (1998). Impacto de labranzas y rotaciones sobre la material orgánica de suelos de la región pampeana húmeda. In J. Panigatti, H. Marelli, D. Buschiazzi, & R. Gil (Eds.), *Siembra directa* (pp. 65-96). Buenos Aires, Argentina: Ed. Hemisferio Sur.
- Barbieri, P., Echeverría, E., Sainz Rozas, H., & Andrade, F. (2008). *Nitrogen Use Efficiency in Maize as Affected by Nitrogen Availability and Row Spacing*. *Agron. J.*, 100.
- Bayer, C., Dieckow, J., & Carvalho, P. C. F. (2010). *Uma síntese da pesquisa em sequestro de carbono e mitigação de Gases de efeito estufa em sistemas de produção agropecuária no sul do Brasil*. Paper presented at the Taller SUCS-ISTRO, Colonia, Uruguay.
- Bruulsema, T., Fixen, P., & Sulewski, G. (Eds.). (2013). *4R de la nutrición de plantas: un manual para mejorar el manejo de la nutrición de plantas*. Norcross, USA: IPNI, Traducción al español IPNI Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Buhaug, H., & Urdal, H. (2013). An urbanization bomb? Population growth and social disorder in cities. *Global Environmental Change*, 23, 1-10.
- Burney, J. A., Davis, S. J., & Lobell, D. B. (2010). Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *PNAS*, 107(26), 12052-12057.
- Cano, J., Ernst, O., & García, F. (2006). Balance aparente de fósforo en rotaciones agrícolas del litoral oeste del Uruguay. *Informaciones Agronómicas Cono Sur*, 32, 8-11.
- Cassman, K. G. (1999). *Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 96, 5952-5959.
- Caviglia, O. P., & Andrade, F. H. (2010). *Sustainable intensification of agriculture in the argentinean pampas: capture and use efficiency of environmental resources*. *The Americas J. Plant Sci. Biotech*, 3, 1-18.
- CEAPAL-FAO-IICA. (2011). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2011-2012*. San José, Costa Rica: IICA.
- Ciganda, V., & La Manna, A. (2012). *Estudio sobre el potencial de contaminación de los sistemas intensivos de engorde bovino a corral sobre los recursos suelo y agua en el Uruguay*. Paper presented at the 1er. Congreso de la Sociedad Uruguaya de la Ciencia del Suelo, Montevideo, Uruguay.
- Cisneros, J. (2012). *Erosión Hídrica. Principios y técnicas de manejo*: Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria.
- Correndo, A., Boxler, M., & García, F. (2012). *Oferta hídrica y respuesta a la fertilización en maíz, trigo y soja en el norte de la región pampeana argentina*. Paper presented at the XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo- XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, Argentina.
- Dobermann, A., & Cassman, K. G. (2002). *Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the United States and Asia*. *Plant Soil*, 247, 153-175.

- Domingo, M. N., Picone, L., Videla, C., & Maceira, N. (2013). *Volatilización de amoníaco y emisiones de dióxido de carbono a partir de un sistema intensivo de producción de carne*. *Cienc. Suelo*, 31(1), 107-118.
- FAO. (2011). *Ahorrar para crecer. Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenibles de la producción agrícola en pequeña escala* (pp. 102). Roma: FAO.
- FAO. (2013). FAOSTAT. Retrieved 2 de Agosto, 2013, from <http://faostat.fao.org>
- Frank, F. C., & Viglizzo, E. F. (2012). *Water use in rain-fed farming at different scales in the Pampas of Argentina*. *Agricultural Systems*, 109, 35-42.
- García, F., & González Sanjuan, M. F. (2013). *La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos?* *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 9, 2-7.
- Garnett, T., Appleby, M., Balmford, A., Bateman, I., Benton, T., Bloomer, P., Godfray, H. (2013). *Sustainable intensification in Agriculture: Premises and policies*. *Science*, 341, 33-34.
- Hall, A. J., C. Feoli, C., Ingaramo, J., & Balzarini, M. (2013). *Gaps between farmer and attainable yields across rainfed sunflower growing regions of Argentina*. *Field Crops Research*, 143(1), 119-129.
- Hill, M., & Clerici, C. (2011). *Planes de uso y manejo del suelo*. *Revista INIA*, 26, 48-52.
- Hoekstra, A., & Mekonnen, M. (2012). *The water footprint of humanity*. *PNAS*, 109, 3232-3237.
- Huber, D. M., & Graham, R. D. (1999). *The role of nutrition in crop resistance and tolerance to disease*. In Z. Rengel (Ed.), *Mineral Nutrition of Crops Fundamental Mechanisms and Implications* (pp. 205-226). New York: Food Product Press.
- Jorgensen, R. A. (2012). *A vision for 21st century agricultural research*. *Font. Plant Sci.*, 3, 157-160.
- Lobell, D. B., Cassman, K. G., & Christopher, B. F. (2009). *Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and Causes*. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 4.1-4.26. doi: 10.1146/annurev. environ.041008.093740
- Magrin, G. (2013). *Impactos del cambio climático en América Latina: Vulnerabilidad y Adaptación*. Paper presented at the Jornadas de Conservación de Suelos, Buenos Aires, Argentina.
- Quincke, A., Sawchik, J., & Morón, A. (2010). *Siembra directa y rotación con pasturas: Efectos sobre carbono orgánico, nitrógeno total y potencial de mineralización de nitrógeno en un suelo agrícola del sudoeste de Uruguay*. Paper presented at the Taller SUCS-ISTRO, Colonia, Uruguay.
- Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2013). *Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050*. *PLoS ONE*, 8(6). doi: 10.1371/journal.pone.0066428
- Sadras, V., Grassini, P., & Steduto, P. (2011). *Status of water use efficiency of main crops. SOLAW Background Thematic Report - TR07* Retrieved from <http://www.fao.org/nr/solaw/thematic-reports/en/>.
- Sadras, V. O., & Angus, J. F. (2006). *Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments*. *Austr. J. Agric. Res.*, 57, 847-856.
- Sainz Rozas, H., Echeverría, H., & Angelini, H. (2012). *Fósforo disponible en suelos agrícolas de la región Pampeana y ExtraPampeana argentina*. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 38, 33-39. Retrieved from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86423614007>
- Salado-Navarro, L., & Sinclair, T. R. (2009). *Crop rotations in Argentina: Analysis of water balance and yield using crop models*. *Agricultural Systems*, 102, 11-16.
- Salvagiotti, F., Castellarin, J. M., Miralles, D. J., & Pedrol, H. M. (2009). *Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake*. *Field Crops Research*, 113, 170-177.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., . . . Sirotenko, O. (2007). *Agriculture*. In B. Metz, O. Davidson, P. Bosch, R. Dave, & L. Meyer (Eds.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, US: Cambridge University Press
- Snyder, C., Bruulsema, T., Jensen, T., & Fixen, P. (2009). *Review of greenhouse gas emissions from crop pro-*

- duction systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133, 247–266.
- St. Clair, S., & Lynch, J. P. (2010). *The opening of Pandora's Box: climate change impacts on soil fertility and crop nutrition in developing countries. Plant Soil*, 335, 101-115.
- Studdert, G., & Echeverría, H. (2000). *Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64, 1496-1503.
- Sutton, M. A., Bleeker, A., Howard, C. M., Bekunda, M., Grizzetti, B., de Vries, W., . . . Zhang, F. S. (2013). *Our Nutrient World: The challenge to produce more food and energy with less pollution Global Overview of Nutrient Management*. Edingburgh, UK: Centre for Ecology and Hydrology, on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management and the International Nitrogen Initiative.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). *Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. PNAS*, 108(50), 20260-20264.
- van Ittersum, M., Cassman, G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., & Hochman, Z. (2013). *Yield gap analysis with local to global relevance—A review. Field Crops Research*, 143, 4-17.
- van Ittersum, M. K., & Rabbinge, R. (1997). Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Res.*, 52, 197-208.
- Viglizzo, E. F., Frank, F. C., Carreño, L. V., Jobbágy, E. G., Pereyra, H., Clatt, J., Ricard, F. M. (2011). *Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. Global Change Biology*, 17, 959-973.
- Vilella, F., & Renis, S. (2013). *La demanda actual y proyectada de alimentos: El rol del sector agropecuario y sus desafíos*. Paper presented at the Tercera Jornada del INBA: Aportes de la microbiología a la producción de cultivos, Buenos Aires, Argentina.
- Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). Climate changes impacts on global food security. *Science*, 342, 508-513.
- Wyngaard, N., Videla, C., Picone, L., Zamuner, E., & Maceira, N. (2012). *Nitrogen dynamics in a feedlot soil. J. Soil Sci. & Plant Nutr.*, 12(3), 563-574.

Sistemas de producción en áreas con cangahua habilitada en la Sierra Norte de Ecuador

Production systems in areas with reclaimed cangahua soils in the Northern Highlands of Ecuador

Jaime Hidrobo¹, Mathilde da Costa², Christian Prat^{1,3,4}, Germán Trujillo¹, Julio Moreno⁴, Carlos Alberto Ortega¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

² Ecole Supérieure d'Agro-Développement International (ISTOM), Cergy, Francia

³ Programa "Prometeo"- SENESCYT

⁴ Instituto Espacial Ecuatoriano

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar las experiencias agroecológicas de los campesinos que poseen lotes con cangahuas recuperadas, situados en una pequeña región del callejón interandino ecuatoriano, específicamente del cantón Cayambe. Las cangahuas son tobas volcánicas estériles que cubren amplias áreas de este sector y su rehabilitación y manejo presentan varios desafíos ambientales, sociales y económicos que frenan considerablemente el desarrollo agrícola de esta zona. La habilitación de la cangahua abre la posibilidad de dinamizar la deprimida agricultura característica de las zonas donde ha aflorado este sustrato. El estudio de la gestión de las parcelas recuperadas revela una homogeneidad global entre los sistemas de producción. Las diferencias observables pueden ser explicadas por el poco apoyo financiero y técnico, y por la limitación de acceso al agua. La conversión de las cangahuas a tierras agrícolas y sobre ellas la implementación de parcelas con manejo agroecológico podría responder a las expectativas de los campesinos y hacer frente a los problemas ambientales.

Palabras clave: cangahuas, suelo, erosión, sistemas agrícolas, agroecología, habilitación agrícola.

Abstract

This investigation was conducted to characterize the experiences in agro ecological production used by farmers on reclaimed cangahua soils in a small inter-Andean region from the Cayambe Township, in the Ecuadorian sierra. The cangahuas are sterile volcanic tuffs which cover huge surfaces of this area, and its reclamation and management pose many environmental, social and economic issues which hinder considerably the agricultural development in this area. Nonetheless, cangahua rehabilitation offers the possibility of revitalizing the depressed agriculture of this zone. The evaluation of the management practices of the recovered plots highlights the existence of an overall homogeneity in the production systems. The observed differences can be explained by the poor financial and technical support, and by limited access to water resources. Cangahua conversion into agricultural land and the implementation of fields with agro ecological management could meet the farmer's needs and address environmental issues.

Keywords: cangahuas, soil, erosion, farming systems, agroecology, reclamation.

1. Introducción

Las cangahuas son rocas conformadas por materiales piroclásticos que normalmente fueron cubiertas por cenizas volcánicas recientes sobre las cuales se desarrolló un suelo profundo y fértil. En Ecuador, las cangahuas están presentes en las estribaciones de los Andes de la Sierra Norte en un área aproximada de 270 000 ha, estimándose que las cangahuas han aflorado en 83 000 ha después de que el suelo superficial se ha erosionado. Las cangahuas expuestas son duras y tienen muy bajo contenido de nitrógeno (N) y materia orgánica (MO), razón por la cual no se pueden utilizar para la producción agrícola (Zebrowski *et al.*, 1997). Sin embargo, después de aflojarlas por medio de trabajo manual o con maquinaria pesada, algunos campesinos logran habilitar la cangahua y cultivarla con el uso limitado de insumos (Zebrowsky y Azucena, 1996).

Actualmente, el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP), entrega maquinaria pesada para recuperación de cangahuas a prefecturas y municipios del país mediante el Programa Nacional de Habilitación Agrícola de Cangahuas. Sin embargo, el trabajo de habilitación se conduce sin poner en práctica las mejores estrategias técnicas, agronómicas y sociales requeridas para la recuperación exitosa del material endurecido. Estos procesos son costosos tanto para el país así como para los mismos campesinos.

Si bien es cierto que se han realizado muchos estudios en el ámbito de rehabilitación de cangahuas en las décadas de los años 80 y 90 (de Noni, Viennot, Asseline, & Trujillo, 2001; Zebrowski, 1997), es necesario actualizarlos y complementarlos ya que muchos aspectos relacionados con este tema no fueron tratados durante esos años. Además, se carece actualmente de información sobre la descripción y evaluación de los sistemas de producción agrícola que ubicados en las áreas degradadas por erosión en la Sierra de Ecuador, y menos aún en el caso áreas donde han aflorado las cangahuas.

Teniendo en cuenta las condiciones anteriormente descritas, la Universidad Central del Ecuador propuso, dentro de sus líneas de investigación, un proyecto de caracterización de las cangahuas y de los métodos para su rehabilitación en el contexto del Cambio de Matriz Productiva y de la Seguridad Alimentaria del país, bajo un enfoque de producción agroecológica. El presente

trabajo se desarrolló como parte de este proyecto y tiene como objetivo caracterizar las experiencias agrícolas de campesinos que tienen parcelas que poseen cangahuas habilitadas en comunidades del cantón Cayambe, provincia de Pichincha.

El estudio se condujo en la parroquia Cangahua, ubicada a 13 km al sur de la ciudad de Cayambe, capital del cantón Cayambe. Esta parroquia con sus 329 km², representa el 30% de la superficie total del cantón y de sus 16 200 habitantes, el 63% se dedica a la producción agrícola (INEC, 2010).

La zona de estudio está ubicada en la cuenca del río Pisque. Los procesos geológicos y tectónicos son responsables de la presencia de una topografía irregular, existen extensos valles, altas terrazas, lenguas, domos y picos, en muchos casos con pronunciadas pendientes (> 50%).

La temperatura promedio anual del cantón, registrada en la Estación Meteorológica de Cayambe ubicada a 2,840 m.s.n.m, es de 14.1°C, pero existe un amplio rango entre temperaturas diurnas y nocturnas que pueden variar de 20 °C durante el día a 6 °C durante la noche. Sin embargo, las diferencias topográficas de la zona generan contrastes climatológicos muy marcados y globalmente se pueden distinguir 4 niveles altitudinales que caracterizan la temperatura:

- Piso de 2,600 a 2,800 m.s.n.m., temperatura promedio anual entre 13 y 22 °C
- Piso de 2,800 a 3,600 m.s.n.m., temperatura promedio anual entre 10 y 13 °C
- Piso de 3,600 a 4,200 m.s.n.m., temperatura promedio anual entre 0 y 10 °C
- Piso > 4,200 m.s.n.m., temperatura promedio anual alrededor de 0 °C

La lluvia se distribuye a lo largo del año en un patrón sencillo: una temporada seca (junio a agosto) y una temporada de lluvias (septiembre a mayo). Octubre y abril corresponden a los meses más húmedos del año (Figura 1). Las lluvias, aunque siguen un patrón parecido al de la temperatura (> altitud > precipitaciones), presentan fuertes disparidades locales relacionadas a los relieves muy irregulares que generan muchos microclimas como se observa en los registros de las estaciones

meteorológicas de cantón Cayambe que se presentan en la Tabla 1 (MIDENA, SENPLADES, IEE, & Gobierno Autónomo Decentralizado de Pichincha, 2013).

La geología, clima, relieve y el uso antrópico del suelo ha promovido la formación de distintos tipos de suelos que se describen brevemente a continuación (IUSS Working Group WRB, 2014; PRO-NAREG-ORSTOM, 1982):

- A altitudes inferiores a los 2,500 m.s.n.m., en las riberas de los ríos Pisque y Guachalá, se encuentran suelos arenosos clasificados como Fluvisoles.
- Entre 2,500 y 3,600 m.s.n.m. se encuentran suelos clasificados como Molisoles, de alto contenido de MO y que a menudo presentan un horizonte de acumulación de arcilla sumamente compacta que genera problemas de circula-

ción de agua en el perfil. Estos suelos de espesor variable son los que recubren las cangahuas.

- En las áreas erosionadas a nivel de los piedemontes, también ubicadas entre 2,500 y 3,600 m.s.n.m., aparecen las cangahuas, particularmente en las rupturas de las pendientes. Este es el caso de la parroquia Cangahua, cantón Cayambe.
- Entre los 3,600 hasta los 4 500 m.s.n.m. se encuentran los páramos donde predominan Andosoles desarrollados en un régimen per-húmedo de humedad del suelo, generalmente muy profundos y con capacidad de retener enormes cantidades de agua (3 a 4 veces su peso seco).
- Por arriba de los 4,500 m.s.n.m. se encuentran únicamente rocas poco evolucionadas (Regosoles) y luego el dominio del glaciar (Cryosoles).

Tabla 1. Ubicación y pluviometría anual (series climáticas 1985-2009) de cinco estaciones meteorológicas del cantón Cayambe (MIDENA et al., 2013).

Código	Nombre estación	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m).	Pluviometría anual (mm)
		Este	Norte		
M023	Olmedo-Pichincha	825692	1001569	3,120	820
M344	Cangahua	815332	9993576	3,140	641
M359	Cayambe	818117	1000560	2,840	941
M566	Ascázubi INAMHI	801828	9991375	2,580	796
M628	Hda. Pesillo	826871	1001756	3,160	734

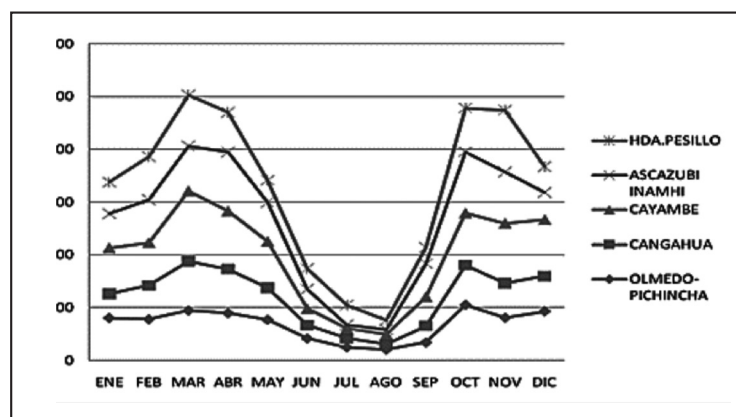


Figura 1. Precipitaciones medias mensuales de 5 estaciones Meteorológicas (Series climáticas 1985-2009) del cantón Cayambe (MIDENA et al., 2013).

De igual forma, la vegetación se distribuye de acuerdo al relieve, tipo de suelo y clima. De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida de Holdridge, la zona donde aparecen las cangahuas corresponde al “bosque seco de sierra baja” (Holdridge, 1969). La vegetación es una mezcla de vegetación arbustiva (espontánea y cultivada) y de cultivos. Existen bosques de eucaliptos y a veces de pinos. Los árboles nativos se encuentran en las quebradas y alrededor de los lotes agrícolas. En las áreas más degradadas es común encontrar el penco negro (*Agave americana* L.).

2. Materiales y métodos

Los objetivos del estudio fueron: 1) Determinar cuáles son los sistemas de producción establecidos en la zona de influencia del proyecto y 2) Evaluar las diferentes maneras de habilitación de lotes con cangahua utilizadas en la zona y su manejo agronómico. Este trabajo comenzó con una extensa búsqueda bibliográfica de la información local e internacional sobre cangahuas y con la organización de encuentros con las autoridades cantonales y parroquiales, con la ONG Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras (AVSF) que trabaja en esta área desde el año 2013 y con líderes de la comunidad. Se organizaron visitas a lotes de campesinos y productores con representantes de estas organizaciones. Además, con el apoyo del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) se obtuvieron los mapas detallados de la topografía de la zona, así como los mapas generales de suelos y los de afloramientos de cangahua.

Después de haber obtenido la información básica sobre la zona de intervención se procedió a elaborar encuestas con un cuestionario diseñado para obtener la información requerida por los objetivos del estudio. Las encuestas fueron respondidas por las autoridades locales, administradores zonales, personal de las ONG y naturalmente los pequeños productores y campesinos de la zona. Las encuestas de campo se desarrollaron en 6 de las 8 comunidades de la parroquia Cangahua (Buena Esperanza, Cuniburo, Pitaná Alto, Pitaná Bajo, Santa Marianita de Pingulmi y Santa Rosa de Pingulmi). Las encuestas se realizaron directamente en las parcelas con los dueños o usuarios. La entrevista, de tipo semi directivo, tuvo una duración de media hora. La localización de cada una de las parcelas evaluadas se referenció con GPS. Los criterios utilizados en las encuestas fueron los siguientes:

- Sistemas de producción: presencia o ausencia de sistemas de riego, tipo de tratamiento fitosanitario (biológico, mezclado, químico o ninguno), tipo de fertilizante (orgánico, mixto, química o ninguno), rotación de cultivos y cultivos intercalados.
- Habilitación agrícola de cangahuas y su protección: tenencia de la tierra, edad de habilitación de las cangahuas, forma de rehabilitación y colaboradores (instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales), métodos de conservación y manejo del suelo.

Los datos recolectados en la matriz de la encuesta se analizaron de acuerdo a la metodología de cuadros dinámicos y de análisis de componente múltiple. En el primer caso se creó una función de concatenación entre 5 criterios escogidos para definir los sistemas de producción y el segundo se utilizó programa STATA 10 para analizar los procesos de habilitación de cangahuas y los métodos de conservación.

3. Resultados

3.1 Localización de las cangahuas

Sobre el mapa de suelos elaborado por PRO-NAREG-ORSTOM (1982) y digitalizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) se seleccionaron las zonas donde las cangahuas han aflorado completamente o en forma parcial para definir las zonas de intervención del proyecto en la parroquia Cangahua. Basándose en esta información se decidió elegir las áreas con afloramiento de cangahua ubicadas entre 2,600 y 3,200 m.s.n.m. y con pendientes menores a 40% como zonas susceptibles a ser habilitada para agricultura. La superficie que cumplió con estos criterios cubre un área de 1,623 ha, de las cuales, 351 ha (21%) son lotes abandonados (Figura 2) que, en general, son parcelas aisladas que se encuentran lejos de las viviendas, de difícil acceso, sin riego y sumamente erosionadas. Cuando logra crecer vegetación, ésta está compuesta principalmente por pencos y en algunos sitios se encuentran bosques de eucalipto. Estas zonas fueron excluidas del posible proceso de rehabilitación. Las 1,272 ha restantes corresponden a zonas con cangahuas que potencialmente pueden ser habilitadas para agricultura.

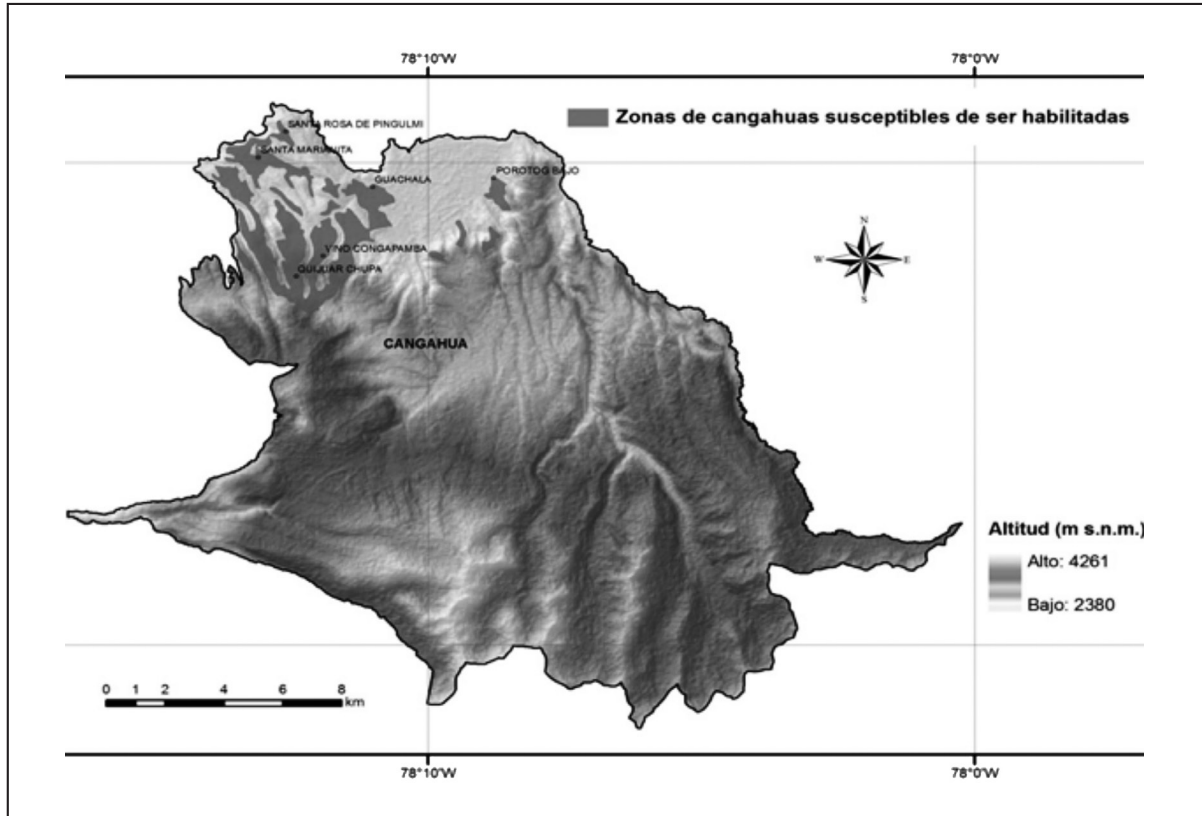


Figura 2. Ubicación geográfica de las zonas con cangahuas susceptibles de ser habilitadas.

Fuente: MAGAP, 2012 & MAGAP – GEOPORTAL, 2013)

3.2 Tipología de los Productores

Inicialmente se entrevistaron 75 familias pertenecientes a 6 de las 8 comunidades de la parroquia de Cangahua, pero se conservaron finalmente 65 familias para procesar los resultados. Cabe destacar que 95% de las personas encuestadas fueron mujeres debido a que la mayoría de los hombres trabaja fuera de la comunidad, en particular en empresas floriculturas del cantón. Los hombres apoyan al trabajo de campo los fines de semana y durante periodos de mayor actividad (siembra y cosecha), mientras que las mujeres se dedican al campo todos los días del año al mismo tiempo que atienden las tareas domésticas.

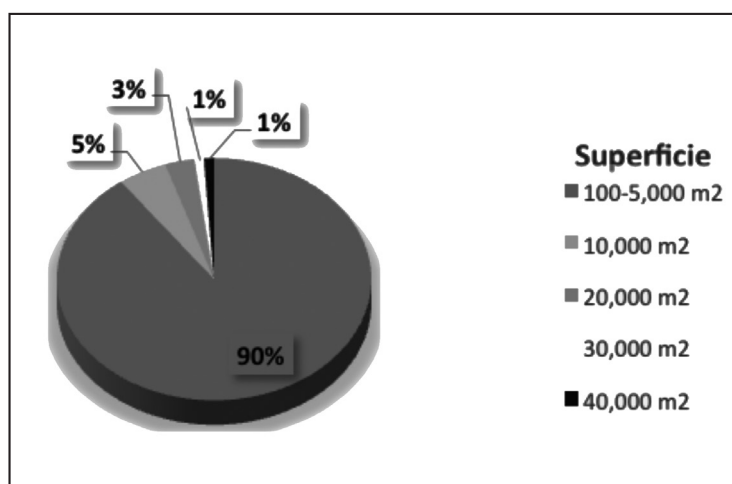
La estructura de los hogares entrevistados corresponde a familias de 3 a 5 hijos, a menudo con una diferencia significativa de edad entre los ellos. En general, las mujeres tienen un nivel de educación primaria, a diferencia de sus esposos quienes tienen educación secundaria. Por otra parte, los hijos mayores continúan con educación superior y por esta razón tuvieron que dejar el campo y migrar

a las ciudades (incluyendo Quito). El aumento del nivel de educación se traduce en una mejor situación económica de los habitantes de la zona. Sin embargo, esta condición también está asociada con el abandono de la tierra cultivada ancestralmente por sus padres. Las nuevas generaciones que salieron a estudiar en las ciudades pierden interés en el trabajo del campo y prefieren quedarse en las zonas urbanas para continuar con su vida.

Los datos demostraron que los productores de la zona donde aflora la cangahua se concentran en dos grandes grupos basándose en la disponibilidad de riego. En efecto, la presencia o no del agua se traduce por un modo de gestión de la tierra completamente distinto. En los lotes sin riego, los cultivos son temporales, principalmente monocultivos, mientras que en los lotes con riego existen cultivos asociados (Tabla 2). Todos los productores tienen animales, una vaca y/o caballo, con o sin ovejas y/o un chanco, pero casi todos tienen cuyes y gallinas. Por esta razón se determinó que éste no es un elemento discriminatorio.

Tabla 2. Tipología de productores en zonas con afloramiento de cangahuas.

	Categorías de personas	Actividad agrícola principal	Superficie cultivada	Destino del cultivo	Con tierras degradadas o habilitadas	Proporción %
SIN RIEGO	Pequeños agricultores con animales	Monocultivos (cereales-forrajes)	< 1 ha	Venta	Si	93
	Pequeños agricultores con animales	Asociación (maíz/fréjol/leguminosa)	< 1 ha	Venta y autoconsumo	Si	5,5
	Medianos agricultores con animales	Monocultivos (maíz-forrajes-leguminosas)	1 a 4 ha	Venta y autoconsumo	Si	1,5
						100
CON RIEGO	Pequeños agricultores con animales	Agricultura Diversificada (cereales-leguminosas-frutas-legumbres-forrajes)	0.01 a 0.3 ha	Autoconsumo y a veces venta	Si	15
	Pequeños agricultores con animales	Asociación (maíz/fréjol - leguminosas-quinua)	< 1 ha	Autoconsumo y a veces venta	Si	67
	Pequeños agricultores con animales	Monocultivos (cereales-forraje)	< 1 ha	Autoconsumo y a veces venta	Propia	18
						100

**Figura 3.** Superficie de lotes con cangahuas degradadas o habilitadas.

Una característica determinante de las condiciones de estas familias es que las parcelas son muy pequeñas. El 89% la superficie de los lotes degradados o habilitados no supera el área de una hectárea, el lote más grande fue de 4 ha y la media general del tamaño de los lotes de 0.6 ha (Figura 3). Aun si se añaden las tierras que no están erosionadas (sin presencia de cangahua), la superficie de los lotes sigue siendo pequeña, por esta razón

los campesinos no pueden sobrevivir solamente de la producción agrícola. El ingreso económico externo conseguido con el trabajo del hombre permite que la familia pueda satisfacer las necesidades básicas. La producción agrícola de los lotes sirve primero para auto-consumo y el sobrante se comercializa. Sin embargo, el principal destino de los cereales es la venta en los mercados locales o entre vecinos (Figura 4).

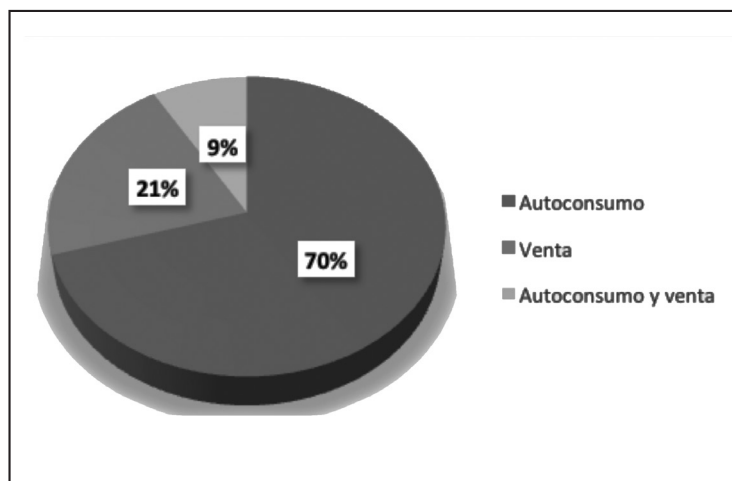


Figura 4. Destino de la producción de la zona en estudio.

3.2 Tipos de cultivos

Los principales cultivos de los lotes incluidos en el estudio son cereales (trigo, maíz, cebada y avena), hortalizas (col, coliflor, cebolla, brócoli, zanahoria, alverja, haba y fréjol), cultivos andinos (chocho y quinua) y frutales (aguacate, tomate de árbol y chirimoya). Algunas personas han invertido en invernaderos para cultivos comerciales como tomate y flores. Pocos campesinos cultivan papas debido a que la tierra erosionada tiene baja fertilidad y los rendimientos son precarios. Los agricultores prefieren cultivar papas en lotes ubicados sobre los 3,600 m.s.n.m., sitios donde la tierra es fértil, pero estas zonas no deberían utilizarse para cultivos por ser tierras de páramo que deben ser utilizadas exclusivamente para conservación.

Como se indicó, todos los productores tienen cría de animales, por lo tanto, la presencia de plantas forrajeras, cultivadas o no, es común en la zona. Las principales especies son raygrass, alfalfa, holco, llantén, kikuyo, vicia y avena. Generalmente, los productores tienen pocos animales: vacas lecheras, cuyes, cerdos, gallinas y en ocasiones cabras u ovejas. La cría de animales es fuente de proteínas y de ingresos complementarios, así también se constituye en una fuente importante de nutrientes para mantener la fertilidad del suelo.

3.3 Sistemas de cultivos

Los lotes sin riego se utilizan principalmente con monocultivos o son terrenos abandonados que man-

tienen una vegetación raquítica llamada localmente "chaparro". Los monocultivos son de cebada, avena, maíz o trigo. La única asociación en estos lotes es de maíz-frejol. Estos monocultivos reciben ocasionalmente fertilización mineral, pero cuando no se usan fertilizantes se utilizan los residuos de corral dejados por la crianza de animales, particularmente de bovinos y cuyes, como fuente de nutrientes. Por otro lado, el 69% de las parcelas con riego tienen asociaciones diversas de cultivos. La mayoría de los agricultores utilizan pocos pesticidas porque los cultivos no generan suficientes recursos para destinarlos a la compra de agroquímicos, pero también se debe mencionar que en la zona se produce poca papa que es uno de los cultivos más afectados por plagas y enfermedades, lo que reduce drásticamente el uso de biocidas. Se usa curacrón para luchar contra la larva de la polilla americana del maíz (*Spo-doptera frugiperda*) y cuando se cultiva papa se utiliza mancozeb, curacron, furadan, sursate o ridomil para controlar problemas ocasionados por insectos como las polillas (*Phthorimaea operculella*, *Symmes-trichema tangolias*, *Tecia solanivora*), la pulguita (*Epitrix spp.*), el gusano blanco (*Premnotrypes spp.*) y el hongo llamado comúnmente *lancha* (*Phytophthora infestans*). Los agricultores no han recibido capacitación para el uso de estos productos, lo que puede provocar problemas de salud, así como contaminación ambiental. Algunos campesinos utilizan productos orgánicos como bioles y extractos de ajo, pimiento u ortiga para controlar los problemas sanitarios de los cultivos, pero la falta de capacitación en técnicas de control biológico dificultan el uso y la producción de estos materiales. Los sistemas de

cultivo encontrados en la zona donde se condujo el estudio se presentan en la Tabla 3.

Se detectó que en las parcelas sin riego existen dos tipos de sistemas de producción agroecológicos (N° 1 y 5 en la parte superior de la Tabla 3), los cuales se basan en el uso de productos orgánicos y en asociación de cultivos. Sin embargo, la ausencia de riego limita en gran medida las posibilidades de escoger entre muchos cultivos para

mantener las asociaciones. Estos dos sistemas representan solamente 15% de las parcelas observadas, las demás son monocultivos. En las parcelas con riego se encontraron dos tipos de sistemas de cultivo agroecológico (N° 1 y 5 en la parte inferior de la Tabla 3), pero en este caso representan el 74% de los lotes con uso agrícola. Además, son sistemas mucho más complejos por los tipos de asociaciones existentes. Este tipo de sistema de cultivo se describe en la Tabla 4.

Tabla 3. Sistemas agrícolas identificados en los lotes sin riego y con riego en la zona de estudio.

CRITERIOS DE REFERENCIAS UTILIZADOS						
	Ref.	Producto Fitosanitario	Fertilización	Manejo de Cultivos	Rotación	Parcelas Identificadas (%)
S I N R I E G O	1	Orgánico	Orgánico	Asociación	Si	4
	2	Mixto	Orgánico	Asociación	Si	5
	3	Químico	Mixto	Monocultivo	Si	5
	4	Sin	Mixto	Monocultivo	Si	5
	5	Sin	Orgánico	Asociación	Si	11
	6	Sin	Orgánico	Monocultivo	Si	27
	7	Sin	Químico	Monocultivo	No	5
	8	Sin	Sin	Monocultivo	Si	11
	9	Sin	Sin	“Chaparro”	No	27
	Total					100
C O N R I E G O	1	Orgánico	Orgánico	Asociación	Si	15
	2	Químico	Mixto	Monocultivo	No	2
	3	Químico	Orgánico	Asociación	Si	7
	4	Sin	Mixto	Asociación	Si	3
	5	Sin	Orgánico	Asociación	Si	59
	6	Sin	Orgánico	Monocultivo	No	8
	7	Sin	Orgánico	Monocultivo	Si	6
	Total					100

Tabla 4. Sistemas agroecológicos existentes en las áreas con riego en la zona de intervención.

	Características del sistema	Superficies	Parcelas Identificadas (%)
Sistema 1	<ul style="list-style-type: none"> Fertilización orgánica Uso de productos fitosanitarios orgánicos Asociaciones de cultivos muy complejas con arboles Rotaciones 	100 a 5,000 m ²	15
Sistema 2	<ul style="list-style-type: none"> Fertilización orgánica Ausencia de productos fitosanitarios orgánicos Asociaciones de cultivos complejas Rotaciones 	100 a 10,000 m ²	59

El sistema 1, que es en realidad un sistema de agroforestería, fue desarrollado hace 10 años por la Fundación francesa SEDAL (Servicios para el Desarrollo Alternativo) que implementó un proyecto de agroecología a través de la organización de mujeres BIOVIDA. Aunque han salido algunos de sus miembros, esta agrupación de mujeres continua su trabajo en varias actividades comunitarias incluyendo las prácticas agroecológicas.

Además de la variedad de los cultivos y de la siembra en alta densidad para reducir la presencia de malezas y proteger el suelo de la erosión, la producción de cultivos se complementa con la ganadería. Los animales consumen el forraje cultivado en las parcelas y sus deyecciones se incorporan al suelo, junto con gallinaza comprada a productores avícolas. Los residuos de cultivos también se incorporan al suelo. Si bien es cierto que este sistema requiere mayor cuidado y mejor mantenimiento, la productividad, la variedad y la calidad de los productos cosechados hacen que sus dueños obtengan un ingreso mayor que los otros sistemas de cultivo prevalentes en la zona y, además, no tienen efectos nocivos para la salud y son amigables con el ambiente.

3.4 Dinámica de los procesos de habilitación agrícola de las cangahuas

Muchas parcelas sin riego fueron habilitadas para la agricultura hace varios años, pero dejaron de ser cultivadas. El mal manejo de estas parcelas, particularmente la falta de un sistema de control de erosión luego de la habilitación de las cangahuas o la falta de mantenimiento de dicho sistema, hicieron que el suelo recuperado se erosione nuevamente, dejando aflorar cangahuas duras y estériles donde solo crece chaparro.

Se demostró que existen dos grupos de propietarios que habilitaron cangahuas para cultivarlas. Los

campesinos del primer grupo son aquellos que han elegido, por su propia iniciativa, recuperar su propiedad. Lo hicieron a mano (con pico y pala) o mediante la contratación de los servicios de una excavadora y en muchos casos lo hicieron de ambas formas, cuando los recursos económicos no eran suficientes para permitir hacer toda la labor mecánicamente.

El segundo grupo está constituido por personas que se beneficiaron de programas de asistencia realizados por instituciones públicas (Municipio o Consejo Provincial) o instituciones privadas como ONGs o Fundaciones (IEDECA, SEDAL, Casa Campesina, PACHAMAMA). La fundación PACHAMAMA fue la primera en habilitar cangahuas en esta parroquia hace 25 años, pero sus actividades cesaron hace varios años. Actualmente, el Municipio local puso en marcha proyectos para ayudar a los productores a habilitar mecánicamente sus lotes con cangahua. La asistencia prestada por estas organizaciones es financiera (ayuda para obtener créditos, uso subvencionado de un bulldozer, etc.) y/o técnica para la siembra y manejo de los cultivos en los lotes recuperados. Una de estas recomendaciones es sembrar vicia (*Vicia sativa*) en combinación con avena (*Avena sativa*) para incorporación al suelo como abono verde, inmediatamente después de la recuperación.

Se conoce que la habilitación más antigua de cangahua se la lleva a cabo con pico y pala hace más de 40 años, luego la rehabilitación se realizó mayormente en forma mecánica. En la Figura 5 se presenta la información sobre la edad de rehabilitación de las cangahuas y las organizaciones envueltas en el proceso. Además, el uso de maquinaria pesada y/o de un tractor corresponde a habilitaciones hechas desde hace 15 años y se observa una correlación entre la edad de habilitación agrícola, la presencia de las organizaciones no gubernamentales y el tipo de habilitación (Figura 6).

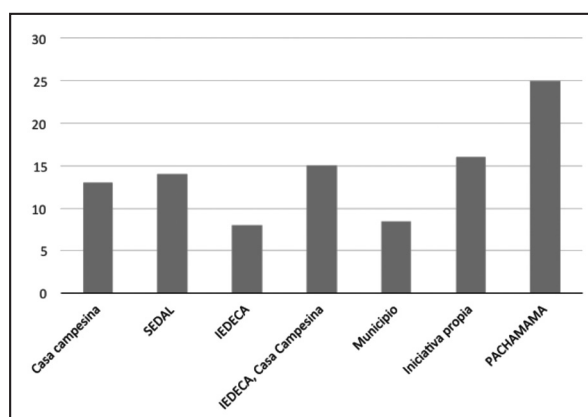


Figura 5. Relación entre la edad promedio de habilitación de las parcelas y las organizaciones envueltas en el proceso.

Por otro lado, se encontró también que existe una correlación entre la edad de habilitación de las parcelas y el tipo de cultivo sembrado inicialmente. En el caso de las parcelas recuperadas anteriormente, el primer cultivo fue siempre el maíz a pesar de que los rendimientos fueron extremadamente bajos en los 2-3 primeros años de habilitación. El primer cultivo de las parcelas trabajadas durante los últimos años ya no se limita al maíz, que se sigue sembrando en asocio con fréjol, sino que además se siembran abonos verdes (vicia y avena) u otros cultivos siguiendo la recomendación de los organismos envueltos en la rehabilitación.

El procesamiento de las diferentes variables recolectadas en las encuestas mediante correlaciones múltiples encontró para las variables de mayor interés (rendimiento, presencia o no del riego, edad de habilitación de las cangahuas, tipo y sistema de cultivo sembrado) presentaban las siguientes tendencias (Figura 7):

- Las variables que califican rendimiento, tipo de cultivo y tipo de riego tienen alta correlación

entre ellas. Esto significa que el riego juega un papel muy importante en el tipo de sistemas de cultivo de la zona del estudio. Los productores que tienen un sistema de riego en sus parcelas tienen cultivos más diversificados y presentan una situación socio-económica más estable que la de los demás campesinos. Por esta razón, la existencia de un sistema de riego es sumamente importante para los productores, e incluso parece esencial para que existan sistemas agroecológicos diversificados en esta área.

- Existe una fuerte correlación entre el sistema de cultivo, edad de habilitación de los lotes y la intervención de las organizaciones que promueven estos trabajos. Esta observación también es de interés ya que confirma las relaciones anteriores. El trabajo de las organizaciones que promueven el mejor manejo de las cangahuas rehabilitadas facilita las operaciones y hace eficiente el uso del suelo mediante la implementación de prácticas agroecológicas por parte de los dueños de las parcelas.

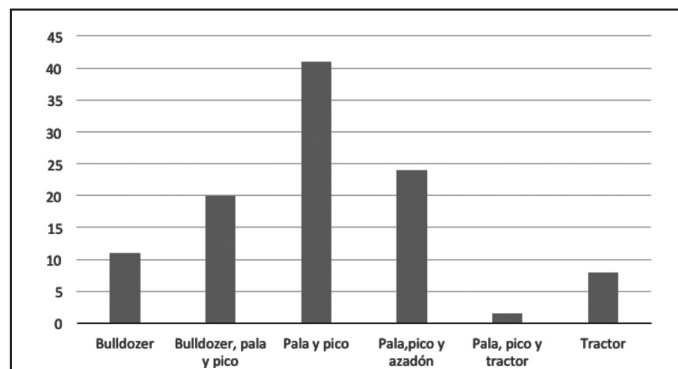


Figura 6. Relación entre la edad promedio de habilitación de la parcela y el modo de habilitación.

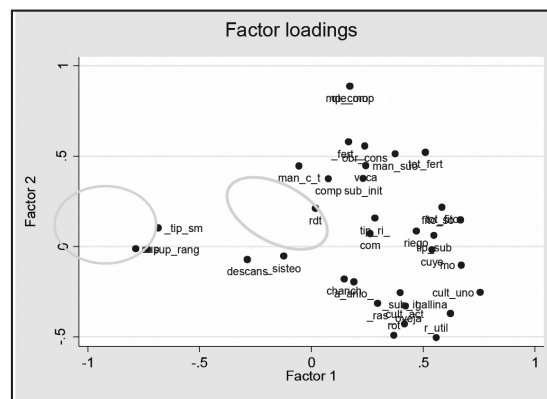


Figura 7. Correlaciones múltiples de las variables recolectadas en el estudio.

4. Conclusiones

La habilitación agrícola de las cangahuas no es solo remover el material. Esta investigación permitió desarrollar el primer diagnóstico del proceso de habilitación de lotes de cangahua por sus dueños. Este proceso de conversión de rocas a suelos que es impulsado por instituciones públicas como los gobiernos locales, por instituciones privadas como las ONGs o fundaciones, e incluso por los propios agricultores, contribuye al desarrollo agrícola y a la estabilización y mejoramiento del paisaje andino. Aunque las superficies habilitadas siguen siendo muy bajas (0,6 ha por familia en promedio), se observó que dentro de estas existe un sistema de producción agroecológica que permite un mejor uso de la tierra y que además promueve condiciones sociales, económicas y ambientales sostenibles. Estas parcelas agroecológicas, basadas en la diversificación de producción, en la complementariedad con la ganadería y en diferentes técnicas de cultivo y conservación de suelos, parecen tener todas las condiciones necesarias para garantizar la seguridad alimentaria de los productores de la zona, protegiendo y mejorando rápidamente los suelos. A pesar de que este tipo de experiencia es todavía marginal en el municipio de Cangahua, tanto por el número de familias implicadas como de superficie trabajada, podría servir como modelo de desarrollo agrícola que encaja bien en la propuesta de cambio de matriz productiva, desarrollo sustentable y protección de la salud humana y del ambiente.

Sin embargo, esta propuesta agroecológica es factible únicamente si existe riego y si se implementan prácticas de control de la erosión inmediatamente después de la habilitación de las cangahuas. Las instituciones priorizan el trabajo mecánico de habilitación de las cangahuas, pero frecuentemente se olvidan de promover prácticas de control de la erosión luego de la remoción y ablandamiento del material, si esto sucede el suelo rehabilitado se pierde inexorablemente.

Las recomendaciones actuales se enfocan a promover el incremento rápido de la fertilidad del nuevo suelo, en particular a través de abonos verdes en la primera siembra, así como del uso de abonos orgánicos (estiércol, composta, etc.), prácticas que son aceptadas por los productores porque tienen buenos resultados agronómicos.

Existen otras alternativas de cultivos en el caso de no existir riego. Por ejemplo, en Cayambe y en particular en la parroquia Cangahua, se está implementando la siembra del penco (*Agave americana*) para extraer y fermentar la sabia y producir chaguar-mishqui. Este producto envasado técnicamente se ha incorporado a una cadena local de producción y venta que al momento se está ampliando. La alcaldía de Cayambe, los productores y una pequeña empresa (INDESLAE) están trabajando juntos para rescatar este cultivo y otros productos ancestrales para beneficio de todos los productores.

La sistematización de las experiencias agrícolas de la parroquia Cangahua demostró que existe cierta homogeneidad de las prácticas agrícolas y que en el caso de las zonas con riego, predomina el sistema agroecológico. Si bien estas prácticas son agroecológicas, no lo son por estricta convicción del productor sino porque las circunstancias los obligaron a utilizarlas. En otras palabras, la falta de recursos económicos hace que los campesinos no puedan comprar agroquímicos y por lo tanto no los puedan usar. Sin embargo, esta falta de recursos desarrolla la inventiva y obliga a reciclar. Por esta razón, sería conveniente aprovechar de los trabajos de habilitación de cangahuas para capacitar a los campesinos en las técnicas de producción agroecológica y promover la producción y mercadeo de insumos orgánicos como abonos, compostas y productos biológicos de control de plagas y enfermedades.

Este estudio confirma que es posible y rentable convertir las cangahuas estériles y duras en un suelo fértil y productivo. Para esto es necesario inversión institucional basada no solamente en los trabajos mecánicos de remoción de material endurecido, sino también en una capacitación técnica de los campesinos orientada hacia el desarrollo sistemas agroecológicos sostenibles en las áreas con riego. En las áreas sin riego y con pendientes muy inclinadas es posible desarrollar la agaveforrestería como una alternativa de uso del suelo y de generación de recursos. Para todo esto es fundamental tener un plan de acción, basado en mapa de suelos y dispersión de las cangahuas, localización de las áreas con riego, distribución de la población y de datos agro-socioeconómicos de las zonas que potencialmente se podrían intervenir.

Referencias

- Báez, A. (2008). *Formación de agregados y captura de carbono en materiales de origen volcánico de México*. México: Campus Montecillo. Postgrado de edafología, p 255. Tesis (Dr. en ciencias).
- Benítez D., Navarro H. (1996). *Rendimiento de maíz-frijol en un tepetate en el segundo año de rehabilitación agrícola*. Los suelos con cangahua en Ecuador. Suelos volcánicos endurecidos. III Simposio Internacional. p 279-286.
- Da Costa, M. (2014). *Etude exploratoire des modes de mise en valeur agroécologiques en terrains de cangahua habilités dans le nord de la sierra équatorienne, canton de Cayambe*. Memoire de fin de curs. Istom-CTI-UCE. París. 83 p.
- De Noni G., Viennot M., Asseline J., Trujillo G. (2001). *La lutte contre l'érosion dans les Andes Equatoriennes. Terres d'altitude, terres de risque*. IRD, 216p. collection latitude 23.
- Doré T., Le Bail M., Martin P. 2006. *Système de cultura et territoire. L'agronomie aujourd'hui*. France: Quae. 24-27p.
- Espinosa, J. (2014). *La erosión en Ecuador un problema sin resolver. Siembra un mejor futuro sostenible, 83 años por la soberanía alimentaria de los ecuatorianos*. Volumen 1: 56-58.
- Flores D., Navarro H. (1996). *Manejo agronómico diferencial de la asociación maíz-haba en tepetate de quinto año de uso agrícola*. Los suelos con Cangahua en Ecuador. Suelos volcánicos endurecidos, III Simposio Internacional. p287-295.
- Flores R. (2014). *La agricultura y el desarrollo en Ecuador*. Universidad Católica.
- Gem B., Cisneros S., Jorge A., Flor I., Trujillo G. (1995). *Diagnóstico del contenido de elementos en dos cangahuales de la provincia de Pichincha*. Los suelos con Cangahua en Ecuador. Suelos volcánicos endurecidos. III Simposio Internacional. p185-193.
- IRR (eds), (2006). *Manual de prácticas agroecológicas de los Andes ecuatorianos*. Quito, Ecuador.
- MAGAP. 2012. *Mapas de fertilidad de Suelos*. 1:250000.
- MAGAP geoportal. (2013). [On line]. [06/06/2014] <URL: <http://geoportal.magap.gob.ec/inventario.html>>
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Beneficios del manejo sostenible de la Tierra, segundo documento técnico*.
- Parroquia de Cangahua. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Cangahua*. <URLhttp://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/leytransparencia/literal_k/ppot/cayambe/ppdot_cangahua.pdf>.
- Prat, C. (1996). *Erosión, conservación e hidrodinámica*. Los suelos con Cangahua en Ecuador. Suelos volcánicos endurecidos. III Simposio Internacional. p 325-330.
- Prat, C., Boun-Tieng Lu., Lepigeon I., Faugère G., Jean-Louis A. (1996). *Los sistemas agropecuarios de producción en tepetates, en cuatro comunidades del altiplano mexicano*.
- Quantin, P. (2000). *L'induration des matériaux volcaniques pyroplastiques en Amérique Latine: Processus géologiques et pédologiques*. Bondy: France ORSTOM.
- Salgado R. (2012). *Cangahua estudio del entorno natural y social*. Quito: Graficas UPEGUI.
- Zebrowski C., Azucena V. 1996. *El cultivo de la cangahua en el medio campesino tradicional en el Ecuador*. Los suelos con Cangahua en Ecuador. Suelos volcánicos endurecidos. III Simposio Internacional.

Instrucciones para autores

Envío de artículos

Los manuscritos deben ser enviados al email siembra.fag@uce.edu.ec, con el formato indicado en las “Instrucciones para autores”. La recepción de manuscritos no implica de ninguna manera compromiso de publicación por parte de la revista.

Los manuscritos serán recibidos por un miembro del Comité Editorial, quien en primera instancia revisará si el trabajo sigue el formato de la revista y cumple con criterios mínimos de calidad en cuanto a redacción y contenido. De ser este el caso, el manuscrito será enviado a revisores externos a la Universidad Central del Ecuador, quienes evaluarán la calidad, novedad y solidez de la contribución, recomendando su:

- Rechazo
- Publicación con revisiones mayores
- Publicación con revisiones menores
- Publicación sin revisión.

Aspectos éticos

Se reciben artículos inéditos ya sean originales o de revisión, los cuales no deben haber sido publicados con anterioridad, ni deben estar sometidos a revisión en otro medio de difusión científica. Los autores reconocen también que tomaron parte activa en la elaboración del manuscrito, que han leído la última versión de la contribución y que aprueban su presentación.

El material que se publica en *Siembra* es propiedad de la revista y los autores son responsables por los conceptos e información vertidos en los artículos. Además, se autoriza la reproducción parcial o total de los artículos que aparezcan en la revista con la obligación de citar la fuente. Es importante señalar que cuando en los artículos se mencionen marcas de productos comerciales, esto en ningún caso sugiere que la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador recomiende su uso.

Estructura del manuscrito

Las contribuciones no deben exceder las 5000 palabras, incluyendo referencias, tablas y figuras. Las contribuciones deben seguir la siguiente estructura:

Página de título

Debe incluir la siguiente información:

- El título del artículo en español e inglés
- Una lista con los nombres de los autores (sin rangos ni grados académicos), sus afiliaciones.
- El nombre completo y la información de contacto del autor de correspondencia.

Resumen

Debe describir de forma breve el objetivo del estudio, sus principales resultados y conclusiones. El resumen debe ser fácilmente comprensible para todos los lectores de la revista, incluso para los no especialistas y no debe exceder de 250 palabras. No debe incluir citas bibliográficas ni siglas.

Palabras clave

Deben reflejar el contenido preciso del manuscrito y no deben coincidir con las del título. Deben incluirse cinco palabras clave.

Abstract

Debe reflejar fielmente el contenido del resumen.

Keywords

Deben ser consistentes con las palabras clave.

1. Introducción

Debe: reflejar el problema de investigación y el contexto en el que ocurre; justificar la investigación enfatizando las razones que la motivaron; y, plantear los objetivos y las hipótesis de estudio de ser el caso. Esta sección debería terminar con un breve enunciado de lo conseguido a través del estudio.

2. Materiales y Métodos

Esta sección debe iniciar con una descripción pertinente del área de estudio. Se explica brevemente los materiales y métodos utilizados durante la parte experimental o la fase de campo/laboratorio del estudio. Los materiales utilizados y su uso se incluyen en el texto. ¡¡No se debe crear una lista de materiales!!

3. Resultados

Los resultados se pueden presentar solos o combinados con la discusión (Resultados y Discusión). Esta sección debe hacer uso efectivo de Tablas y Figuras para explicar los resultados. Las Tablas y Figuras deben ir numeradas con números arábigos y ser referenciadas en el texto.

4. Discusión

En la sección de Discusión el autor debe enfatizar sobre la importancia de los resultados, situándolos en el contexto de estudios previos. Esta sección deberá concluir con una explicación clara y convincente de los resultados desde una perspectiva de su uso práctico.

5. Conclusiones

Se debe indicar de manera definitiva, resumida y exacta las aportaciones concretas al conocimiento, respaldadas por los resultados demostrables y comprobables del estudio. Las conclusiones deben limitarse a los resultados obtenidos y no deben presentar argumentos basados en suposiciones o conjeturas.

Referencias

En concordancia con la política institucional, las citas y las referencias deben ceñirse a las normas APA 6ta edición:

Libros

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Díaz, M. d. P., Robledo, C. W., & Balzarini, M. G. (2008). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. Córdoba, Argentina: Universidad de Córdoba.

Capítulos en libros

Isch, E. (2010). La acumulación en el agro: una realidad presente que no queremos en el futuro. *Tierra y Agua: Interrelaciones de un acceso inequitativo* (pp. 25-34). Quito, Ecuador: SIPAE.

Revistas científicas

Ail-Catzim, C., García-López, A., Troncoso Rojas, R., González-Rodríguez, R., & Sánchez-Segura, R. (2015). Insecticidal and repellent effect of extracts of *Pluchea sericea* (Nutt.) on adults of *Bemisia tabaci* (Genn.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(1), 33-41.

Tesis

Caguana, M. (2008). *Impactos de la migración sobre el sistema andino tradicional, expresión de un capital social: El caso de las parroquias de Juncal, Ingapirca y el cantón El Tambo*. (Master on Public Policies Thesis (MSc)), FLACSO, Cañar, Ecuador.

Base de datos

INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda*.

Reporte

Miluka, J., Carletto, G., Davis, B., & Zezza, A. (2007). *The Vanishing Farms? The Impact of International Migration on Albanian Family Farming*. Washington D.C.: World Bank.

Tablas

Las Tablas deben ser situadas dentro del texto en un pasaje apropiado, deben ser ubicadas consecutivamente en el texto y numeradas con arábigos (Tabla 1, Tabla 2, etc.). Los encabezados de cada Tabla deben ser concisos y reflejar el contenido de la misma.

Figuras

Todas las ilustraciones incluyendo mapas, esquemas y fotografías entran en la categoría de Figuras y se citan consecutivamente en el texto con numerales arábigos (Figura 1, Figura 2, etc.). Todas las figuras deben presentarse en blanco y negro o escala de grises.



Esta edición que consta de 1.000 ejemplares en papel bond de 75 grs., se terminó de imprimir el 7 de octubre de 2015, siendo Rector de la Universidad Central del Ecuador el señor Dr. Fernando Sempértegui Ontaneda, y Directora de Comunicación y Cultura Ivanova Nieto Nasputh.

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador

Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521 Quito, Ecuador

Telf: +593 2 2556 885 / **Email:** info.fag@uce.edu.ec

Correspondencia: *Para suscripciones, canje, donación y correspondencia dirigirse al Dr. Cristian Vasco, Director de "Siembra", Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.*

Dirección de correo electrónico: *siembra.fag@uce.edu.ec*



siembra.fag@uce.edu.ec

Diseñado e Impreso en:

