

1^{er} CONGRESO INTERNACIONAL

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

Promoviendo una agricultura climáticamente inteligente en la Amazonía

21-23 DE NOVIEMBRE, 2018
ORELLANA-ECUADOR



Estación Experimental
Central de la Amazonía



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo



ARTÍCULOS

**Primer Congreso Internacional Alternativas
Tecnológicas para la Producción Agropecuaria
Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana**

*“Promoviendo una Agricultura Climáticamente Inteligente en la
Amazonía”*

Orellana, Ecuador

Noviembre 21-23 de 2018

Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

“Promoviendo una Agricultura Climáticamente Inteligente en la Amazonía”

ARTÍCULOS DEL EVENTO

Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

Primera edición, 2018

400 ejemplares

Caicedo, Carlos., Buitrón, Lucía., Díaz, Alejandra., Velástegui, Francisco., Yáñez, Carlos., Cuasapaz, Patricio., (Eds). 2018. Artículos del Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. 21 - 23 de noviembre de 2018. La Joya de los Sachas, Ecuador. Pp 215.

Prólogo: Carlos Caicedo, MBA. Director de la Estación Central de la Amazonía INIAP

Impreso en IDEAZ

Quito, noviembre 2018

ISBN: 987-9942-35—604-8

ISBN: 978-9942-35-604-8



“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”

Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

“Promoviendo una Agricultura Climáticamente Inteligente en la Amazonía”

Comité Organizador:

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Carlos Caicedo, MBA.	Jimmy Pico, Ms.C.	Luis Lima, Ing.
Carlos Yáñez, Ms.C.	Nelly Paredes, Ms.C.	Julio Macas, Ing.
José Luis Zambrano, Ph.D.	Yadira Vargas, Mgs.	Servio Bastidas, Ing.
Alejandra Díaz, Ing.	Carlos Congo, Ing.	Armando Burbano, Ing.
Lucía Buitrón, Ing.	Paulo Barrera, Ms.C.	Leider Tinoco, Ing.
Francisco Velástegui, M.V.Z.	Antonio Vera, Ms. C.	
Cristian Subía, Ms.C.	Fabián Fernández, Ing.	
Dennis Sotomayor, Ing.	José Intriago, Ing.	

AGN LATAM

Patricio Cuasapaz, Ing.

Comité Científico:

Carlos Caicedo, MBA	Servio Bastidas, Ing.	Carlos Congo, Ing.
César Tapia, Ph.D.	Digner Ortega, Ph..D.	Luis Pinargote, Dr.
Nelly Paredes, Ms.C.	Julio Macas, Ing.	Nelson Mazón, Ms.C.
Rey Loor, Ph.D.	Jimmy Pico, Ms.C.	Beatriz Brito, Ms.C.
Cristian Subía, Ms.C.	Paulo Barrera, Ms.C.	Franklin Sigcha, Ms.C.
Víctor Barrera, Ph.D,	Ernesto Cañarte, Ph.D.	Eduardo Morillo, Ph.D.
Dennis Sotomayor, Ing.	Christopher Suarez, Ing.	Roberto Celi, Ph.D.
Elena Villacrés, Ms.C.	William Viera, Ms.C.	Carlos Yáñez, Ms.C.
Armando Burbano, Ing.	Yadira Vargas, Mgs.	
Manuel Carrillo, Ph.D.	Luís Rodríguez, Ing.	

Comité Revisor Externo:

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE):

Elías de Melo Virgilio Filho, Ph.D.

Universidad Estatal Amazónica (UEA)

Segundo Valle, Ph.D. Orlando Caicedo, Ph.D.

Universidad San Francisco de Quito (USFQ):

Mario Caviedes, Ph.D. Gabriela Albán, Ms.C.

Comité Editor:

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Carlos Caicedo, MBA	Francisco Velástegui, M.V.Z.
Lucía Buitrón, Ing.	Carlos Yáñez, Ms.C.
Alejandra Díaz, Ing.	Patricio Cuasapaz, Ing.

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO

Actualmente están priorizados los Objetivos Mundiales que son los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los mismos que son un llamado universal a la reflexión y acción con medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad, en cuyo contexto se enmarca la producción agroecológica de alimentos para la seguridad y soberanía alimentaria.

La Amazonía ecuatoriana es un ecosistema especial por su diversidad de culturas, alta biodiversidad y agrobiodiversidad. A pesar de su fragilidad, tiene al menos 108.000 Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) que abarcan el 18% de la superficie total en donde se realizan diversos tipos de agricultura: industrial, agroecológica y orgánica.

El INIAP a través de la Estación Experimental Central de la Amazonía organizó el 1er Congreso Internacional de Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía ecuatoriana: V Foro Agroforestal, Feria Tecnológica y Emprendimientos el mismo que fue un espacio de presentación, socialización e intercambio de experiencias de los avances y/o resultados de investigaciones.

Esta publicación contiene la información del Congreso Científico, en donde se presentaron 11 conferencias magistrales, 21 presentaciones orales y 25 presentaciones en posters, distribuidos en las siguientes áreas temáticas: Agroecología y Agroforestería; Recursos Fitogenéticos y Mejoramiento Genético; Manejo Integrado de Cultivos; Nutrición Humana, Animal y Valor Agregado; Cambio Climático y Ganadería Sostenible. Entre los rubros presentados se destacan cacao, café, pastos, frutales, forestales, yuca, maíz, palma aceitera, pitahaya, arroz, camarón, tomate de árbol, banano, ganadería, ovejas y, otros como microorganismos benéficos, nemátodos, chakras, endoparásitos, agrobiodiversidad.

Esta información corresponde a 4 instituciones a nivel internacional: CATIE de Costa Rica; Universidad de Córdoba, España; SUPPLANT, Israel; CEFA-GIZ, Unión Europea, IICA; 15 Instituciones a nivel nacional: INIAP-EECA, INIAP-EESC, INIAP-LS, UEA, UCE, ESPOL, ESPOCH-ENA, ESPOCH, IKIAM, ESPOL, USFQ, UTC, ESPE-Santo Domingo; EPN, GADP-Morona Santiago y 3 organizaciones privadas: Fundación Heifer, Palmar del Río; Hatun Runa.

Carlos Estuardo Caicedo Vargas

DIRECTOR DE ESTACIÓN

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Agroecología: Estrategias para la Sustentabilidad Socioambiental

David Gallar Hernández¹

¹*Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) Universidad de Córdoba – España*
E-mail: david.gallar@uco.es

Agroecología y Soberanía Alimentaria para el derecho a la Alimentación Adecuada

Desde la agroecología y su articulación política, la propuesta de la soberanía alimentaria, se entiende que es, además de posible, necesaria la transición hacia modelos locales de producción y consumo de alimentos, para generar modelos de desarrollo endógeno y sustentable que satisfagan las necesidades básicas de la gente.

Paradójicamente, la actual crisis puede suponer una oportunidad para avanzar hacia la soberanía alimentaria fortaleciendo el tejido rural, que está siendo uno de los espacios más castigados pero que, sin embargo, tiene potencial social para construir procesos de transición.

Las bases para la transición hacia este modelo de desarrollo local en el medio rural -y las derivaciones que ello tiene en el aspecto territorial y sus redes agroalimentarias con las ciudades- se identifican con los pilares de la soberanía alimentaria: 1) acceso a los recursos, 2) modelos de producción, 3) transformación y comercialización, 4) seguridad y consumo alimentario y 5) políticas agrarias. Estos son los ejes sobre los que se asienta la presente propuesta de investigación y acompañamiento de procesos locales y regionales hacia la soberanía alimentaria y desarrollo endógeno.

Desde el marco institucional hay que enmarcar este proceso de transición social hacia modelos de desarrollo endógeno bajo el paraguas del reconocimiento internacional del Derecho a la Alimentación Adecuada (DAA) como uno de los Derechos Humanos universales.

En este sentido, entendemos la agroecología no sólo como una forma de manejo de los recursos naturales en finca, sino como un enfoque científico y práctico de las consecuencias del sistema agroalimentario globalizado. La Agroecología, *como práctica, propone el diseño y manejo sostenible de los agroecosistemas con criterios ecológicos* (Altieri, 1987; Gliessman, 1989) *a través de formas de acción social colectiva y propuestas de desarrollo participativo que impulsan formas de producción y comercialización de alimentos y demás productos agroganaderos que contribuyen a dar respuesta a la actual crisis ecológica y social en las zonas rurales y urbanas* (Sevilla Guzmán; Woodgate, 1997). Desde la agroecología se apuesta por formas colectivas de desarrollo endógeno desde lo agroalimentario: procesos que afectan e involucran a productores y consumidores en torno a alimentos sanos y de calidad, mediante formas de manejo ecológicas del territorio y la construcción de economías locales y estilos de vida sustentables. Las formas de manejo agroecológico en finca y la perspectiva de la agroecología política son elementos fundamentales para generar procesos de acompañamiento hacia la soberanía alimentaria.

En definitiva, la Soberanía Alimentaria y la Agroecología se conciben como el marco práctico y conceptual desde el que alcanzar un modelo de desarrollo agrario y rural, equitativo y ecológicamente sostenible, para que el DAA de toda la población pueda ser satisfecho, empezando por la situación de los pequeños y medianos productores y las personas en riesgo de exclusión alimentaria.

Transición Agroecológica para la Soberanía Alimentaria

Esta propuesta se sitúa en el marco de la Soberanía Alimentaria para alcanzar el DAA: es decir, entendemos que es necesario un cambio integral en el modelo productivo a través del acceso a los recursos, el cambio en los manejos agrarios, en los mercados y en las formas de distribución de alimentos para que toda la población pueda acceder a la Soberanía Alimentaria, *“a alimentos adecuados desde el punto de vista saludable y cultural obtenidos a través de métodos sostenibles y ecológicos y su derecho a definir sus propios sistemas alimentarios y agrícolas”*, partiendo de un cambio en el modelo de desarrollo rural y agrario que genere empleo y economía social, cuide del territorio y promueva procesos radicalmente democráticos.

La situación actual del medio rural requiere de un proceso de transición integral que aproveche los recursos locales y promueva procesos de participación política. La transición de la cadena de producción, distribución y consumo de alimentos hacia formas más ecológicas, más justas y más apropiadas se considera un espacio ideal para apoyar esta transformación social.

Esta propuesta aborda la transición social agroecológica a partir de los cinco pilares de la soberanía alimentaria: 1) acceso a los recursos, 2) modelos de producción, 3) transformación y comercialización, 4) seguridad y consumo alimentario y 5) políticas agrarias.

Atendiendo a los pilares necesarios para el cambio social y productivo, consideramos imprescindible que haya una apuesta en todas las escalas para fortalecer procesos ya existentes analizando sus aprendizajes positivos y negativos en el logro de sus objetivos. Igualmente es necesaria una apuesta por la promoción y apoyo para *reaplicar* dichos aprendizajes en la construcción de nuevas experiencias y procesos locales allá donde se localice suficiente potencial agrario, económico, social y político.

Acceso a Recursos

El acceso a los recursos es un elemento estructural ineludible para poder avanzar hacia la transición municipal y regional en términos agroecológicos hacia la soberanía alimentaria. Es imprescindible construir procesos de acceso a los recursos productivos desde una lógica que aproveche y fomente el uso de los recursos locales, poniéndolos a disposición de la población local.

Desde el punto de vista agrario, los recursos necesarios para la transición hacia modelos de desarrollo local sustentable son, fundamentalmente: la tierra, la biodiversidad, el agua y los conocimientos, además de las infraestructuras productivas (maquinaria, crédito, etc.). Desde la perspectiva de transición agroecológica hacia la soberanía alimentaria se plantea la necesidad de una reforma agraria integral: no sólo el acceso a la tierra sino el acompañamiento para un cambio de modelo basado en nuevos estilos agrarios ecológicos, diversificados y orientados a generar economías locales.

Tierra

La tierra es el primer factor limitante para cualquier transición puesto que condiciona la estructura productiva y la toma de decisiones acerca de sus usos y sus opciones de transformación.

La concentración de la propiedad de la tierra ha sido una de las características históricas del sector agrario, pero lo más preocupante es que este proceso va en aumento en los últimos años. La tierra está cada vez en menos manos, destinado a un modelo productivo industrial e intensivo orientado a la producción de materias primas para las

empresas de transformación y distribución del mercado globalizado. Es un modelo de agricultura industrial integrado en el sistema agroalimentario dominado, por un lado, por las empresas de insumos (semillas, fertilizantes, herbicidas y plaguicidas) y, por otro, por la gran distribución (las grandes superficies cada vez intervienen más en el sector productivo de base). Este modelo de agricultura industrial (la Revolución Verde) impuesto por las políticas agrarias desde los años 60 ha perjudicado a los pequeños y medianos productores, expulsando a los pequeños productores y forzado a quienes se mantienen en la actividad a prácticas cada vez más productivistas para mantenerse en la cadena de producción y distribución.

En la práctica este modelo ha provocado la expulsión de miles de explotaciones agrarias al año, y ha destruido infinidad de empleos. El esfuerzo por el acceso a los recursos productivos, a la tierra en este caso, debe plantearse desde la ruptura con ese modelo de producción. En este sentido es que el acceso a la tierra no puede desvincularse de un cambio en el modelo productivo y su integración en el sistema agroalimentario. La concentración de la tierra es una consecuencia de este modelo productivo.

Por todo ello, se entiende que el acceso a la tierra reproduciendo los mismos patrones productivos e integrándose del mismo modo en el sistema agroalimentario no es una alternativa real. La alternativa para los pequeños y medianos productores no puede ser única y exclusivamente la ampliación de sus explotaciones para poder competir en el actual sistema agroalimentario.

El acceso a la tierra requiere de políticas públicas activas que eviten dejar la reforma agraria en manos de los mecanismos de mercado. Una reforma agraria a través del mercado como propone la OMC no es una solución, puesto que genera concentración de capitales y acaparamiento de tierras, dejando fuera a los pequeños productores y orientando su producción a la producción intensiva de materias primas para el mercado globalizado, o para mercados que no responden a las necesidades de las poblaciones locales.

Uno de los fundamentos de la reforma agraria ha de ser recuperar la noción de “función social de la tierra”, como recogen varias constituciones, y como parte de la protección del Derecho a la Alimentación como uno de los derechos humanos universales. La función social de la tierra se refiere a la capacidad productiva del suelo agrario para producir alimentos con la consiguiente creación de empleo.

Con cualquiera que sea la fórmula de entrada y acceso a tierra, las políticas públicas debieran atender a las necesidades específicas de los perfiles de quienes pretendan acceder a estas tierras desde una transición completa. Cada uno de estos perfiles requiere acompañamientos y programas específicos, para dar respuesta a las necesidades de mecanismos legales de relevo generacional en transición, formas de acceso a la titularidad de la explotación, necesidades de formación, estrategias de viabilidad y diversificación, necesidades de inversión inicial o inversiones de establecimiento, etc. En este sentido, es fundamental prestar especial atención al papel de las mujeres en este nuevo escenario agrario que promueve nuevas formas de manejo, nuevos cultivos y nuevas formas de entender la actividad agraria y su interacción con nuevas redes entre productores y consumidores.

Biodiversidad

La biodiversidad agraria (semillas y razas ganaderas) es considerada desde la soberanía alimentaria como un recurso imprescindible y básico para la agricultura, junto a la tierra, el agua y el aire; se considera un prerrequisito para la producción sostenible. La

pérdida de la biodiversidad agrícola es una de las principales amenazas ambientales en la producción de alimentos. Como plantea La Vía Campesina, “*la biodiversidad debe ser base para garantizar la seguridad alimentaria como un derecho fundamental y básico de los pueblos, no negociable*” (LVC, 2001). Sin embargo, la biodiversidad está en especial peligro por el proceso de privatización y concentración oligopolística en torno a la producción y comercialización de semillas.

Se ha establecido un proceso de concentración empresarial que ha hecho desaparecer cientos de empresas locales y ha dejado la producción de semillas en manos de un puñado de grandes corporaciones transnacionales (Mooney, 2002). Es esta concentración, unida a la introducción de los derechos de propiedad intelectual, la que puede provocar precios excesivamente elevados de los insumos agrícolas (ONU, 2009b). La estructura oligopolística del mercado proveedor de insumos puede hacer que las personas sin recursos económicos dedicadas a la agricultura se vean privadas del acceso a recursos productivos como las semillas, esenciales para su subsistencia, y podría provocar un aumento del precio de los alimentos, haciéndolos menos asequibles para la población más pobre (Ibíd.).

Frente a ese escenario de simplificación, privatización y concentración, la biodiversidad es fundamental para la transición agroecológica hacia la soberanía alimentaria. La biodiversidad aporta a la agricultura una serie de beneficios sin los cuales se acentuarían los problemas ambientales y sociales actuales. A saber, tiene un papel fundamental en la (i) productividad, ya que como, contenedora de una amplia gama de genes da como resultado una gran variabilidad de productos responsables alimentación de la población mundial y de otras especies; en la (ii) adaptabilidad, contribuyendo, dicha variedad de caracteres y genes, a la resistencia de los ecosistemas agrícolas y a la capacidad de recuperarse de condiciones ambientales adversas: un alto grado de adaptabilidad asegura las producciones agrícolas y ofrece posibilidades evolutivas ante la problemática del cambio climático; y en el (iii) mantenimiento de las funciones de los agroecosistemas - y zonas adyacentes-, como la descomposición de la materia orgánica y la regulación de los ciclos de nutrientes para mantener la fertilidad del suelo, las interacciones intra e interespecíficas que dan lugar a una mayor complejidad del sistema y a conexiones sinérgicas, la resistencia de las especies a enfermedades y el control de plagas, la polinización para la fecundación de los cultivos y especies silvestres y el mantenimiento de una biodiversidad agrícola dinámica. Al fomentar estas funciones lo que se consigue es un aumento de disponibilidad de nutrientes, una mejora del uso del agua y la energía, una reducción de la necesidad de insumos externos (fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, combustibles fósiles, etc.), mejorar la estructura del suelo y un control natural de las plagas.

Una característica importante es que proveen de autonomía a los campesinos al recuperar el control de una parte de sus cultivos. Son el resultado de un proceso de coevolución en el que existe un doble proceso de selección: la selección natural derivada de factores ambientales y la selección cultural derivada de determinadas técnicas de cultivo, gustos y necesidades de las comunidades rurales. Los sistemas campesinos tradicionales basan su reproducción agrícola en el uso y manejo de variedades tradicionales, autóctonas o locales. Para incorporar variabilidad genética en los agroecosistemas que manejan los agricultores tienen su propia tecnología de mejora campesina para el uso y conservación de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA).

Desde el punto de vista de la transición agroecológica hacia la soberanía alimentaria los mercados de semillas no estructurados son especialmente importantes para la seguridad

de las semillas. Los sistemas formales de semillas producen y difunden las variedades mejoradas y las semillas certificadas; pero existen otros circuitos de aprovisionamiento de semillas, como los canales informales que proporcionan una cantidad no despreciable de semillas al sector agrícola. Los circuitos informales y las redes de semillas son fundamentales para mantener la biodiversidad y los cultivares autóctonos.

Por tanto, es imprescindible que el acceso a la tierra vaya acompañado de políticas activas que permitan y promuevan la gestión colectiva desde los propios productores alcanzando un alto nivel de conservación *in situ*, acompañados por centros de investigación, redes y bancos de semillas abiertos al intercambio, etc.

Agua

El agua es otro de los recursos productivos básicos para la soberanía alimentaria. Los procesos de privatización son cada vez más preocupantes, tanto en la gestión para consumo como para su uso en la agricultura. Por otro lado, la actual forma de uso del agua y las políticas públicas que lo amparan están destinadas a un modelo productivo intensivo, con un gasto desmesurado e ineficiente de agua. Frente a ese modelo despilfarrador de agua, la propuesta agroecológica plantea un manejo de cultivos y territorios que proteja y haga uso eficiente del agua.

Es imprescindible apoyar una nueva cultura del agua en el sector agrario desde manejos agroecológicos y una mayor democratización en la toma de decisiones sobre la asignación en los usos del agua, entendiendo que es un recurso limitado en disputa.

Conocimientos y Tecnologías Apropriadas

La propuesta de transición agroecológica hacia la soberanía alimentaria debe complementarse con la recuperación y puesta en práctica de los conocimientos asociados a los nuevos estilos de manejo ecológicos, diversificados y orientados a generar economías locales, desde procesos democratizadores.

La agricultura y la ganadería agroecológica que se propone es de pocos insumos y muchos conocimientos. Esto genera dificultades en los inicios de la transición agroecológica, pero a medio y largo plazo repercute en una alta autonomía de los productores, evitando las dependencias con respecto a las empresas de insumos y tecnología.

La formación e investigación científica para la aplicación de los manejos (agro) ecológicos, junto a la recuperación de saberes tradicionales que poseen la práctica de manejo de los agroecosistemas históricos, son pilares básicos para dar sentido y poder manejar los recursos a los que da acceso la reforma agraria integral. Por otro lado, es imprescindible profundizar en la investigación y promoción de “tecnologías blandas” con el medio ambiente, es decir con poco impacto en la capacidad de autorregulación y la resiliencia de los agroecosistemas; y la investigación y promoción de tecnologías “apropiadas”, que pueden ser fabricadas, controladas, entendidas, desarrolladas y mejoradas en el ámbito comunitario sin necesidad de grandes inversiones ni dependientes de conocimientos externos. Además, es imprescindible reconocer y aprovechar la experimentación campesina y los intercambios controlados con otros conocimientos, que son parte de la cultura de la innovación tecnológica campesina.

La agricultura agroecológica requiere de programas de formación sobre aspectos técnicos que ayuden a solucionar los problemas inmediatos y concretos sobre los cultivos y animales. Esta formación debe dar respuesta a los primeros niveles de transición agroecológica en finca: 1) incrementar la eficiencia de prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos o

ambientalmente nocivos, 2) sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles, y 3) rediseño del agroecosistema de forma tal que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos. Las agriculturas y ganaderías agroecológicas no responden a “recetas”, sino que han de adaptarse a las condiciones locales para alcanzar su máxima eficacia: sin embargo, todas las prácticas responden a los mismos principios de equilibrio, complejidad, diversidad, complementariedad, observación, resiliencia, rusticidad, adaptación, innovación, etc. Son estos principios los que deben fomentarse y multiplicarse como práctica concreta en el manejo de los cultivos, ganaderías y masas forestales.

Esta dimensión técnico-productiva de la transición agroecológica requiere de programas de formación, investigación y difusión de conocimientos y tecnologías desde aquellos actores más preparados y con más conocimientos acerca de las necesidades de cultivos, ganaderías y masas forestales. La universidad y los servicios de investigación públicos con el conocimiento científico ha de tener un protagonismo importante en este proceso, pero es imprescindible que se cuente con los productores más experimentados para intercambiar y aportar conocimientos a la rama científica, y que sean miembros protagonistas de las dinámicas de formación a través de metodologías participativas. Los procesos de difusión e intercambio de experiencias y conocimientos entre productores son una parte fundamental en la incorporación y asimilación de cambios tecnológicos y de estilos de manejo. Existen diferentes modos de organizar estos procesos de transmisión y difusión de conocimiento que van más allá del cambio tecnológico e incluyen dinámicas de transición social y de enfoques sobre las articulaciones entre productores y consumidores: aulas de agroecología, fincas experimentales, introducción escalonada de tecnologías, visitas a experiencias, “tutoras” que acompañan a quienes están iniciando el proceso de transición, etc. En este caso las metodologías participativas y la educación popular son herramientas usadas en las dinámicas de “extensión agroecológica”. El diálogo de saberes y la complementariedad entre la práctica y la teoría, y entre el saber científico-académico y el saber experiencial de los productores, debe ser un pilar básico en esta estrategia de programas de formación y acompañamiento técnico para la transición en finca.

Reforma Agraria Integral

Desde esta perspectiva, la reforma agraria integral se basa en la transformación de la estructura productiva apoyando diversos procesos de relevo, transición e incorporación de nuevos actores mediante distintas fórmulas de acompañamiento y atendiendo a las necesidades distintas de los diferentes perfiles de quienes apuesten por avanzar en el proceso de transición agroecológica en finca para generar dinámicas de desarrollo local sustentable, aprovechando los recursos locales.

La reforma agraria consiste en facilitar el acceso a los recursos productivos, pero debe cuidarse tanto la calidad de los mismos como la capacidad de mantenerse y autorregularse con autonomía desde el inicio. Es decir, facilitar suelos áridos para producir cultivos industriales que necesitan múltiples insumos y con una orientación al mercado convencional supone una apuesta viciada desde el inicio.

La transición agroecológica en finca requiere de un acceso verdadero a los recursos productivos. Es necesario acceder no sólo a la tierra sino al resto de recursos, incluyendo el conocimiento y la tecnología, todo ello desde un estilo de manejo que genere autonomía y no dependencias. Suelos fértiles y apropiados, a los que alimentar y cuidar, manteniendo y aumentando la fertilidad del suelo, evitando la erosión; el uso de prácticas culturales de manejo y semillas o animales rústicos y adaptados; el cierre de

ciclos de nutrientes y materiales; el uso de tecnologías blandas y apropiadas, etc., son elementos que evitan la dependencia de insumos químicos que son caros y contaminantes, de los que no se controla ni la composición ni el proceso productivo, y que están enfocados a un modelo de producción intensiva y de especialización que repercute en el círculo vicioso de la dependencia, a lo que hay que añadir la dependencia con respecto al mercado a la hora de la comercialización. De ahí que sea necesario un acompañamiento cercano y adaptado a las necesidades de cada uno de los perfiles para conseguir la permanencia y la transición completa en el ámbito técnico-productivo. Esta transición en finca, modificando los estilos de manejo de los productores y productoras, sin embargo, no es sostenible si no se acompaña de modificaciones en el resto de la cadena agroalimentaria: sin embargo, estas modificaciones requieren del apoyo del resto de la sociedad y de las instituciones públicas. Más aún, cuando en términos productivo-agronómicos hay un período de cierta caída de la producción e inestabilidad en los cultivos y animales hasta que se recupera el equilibrio agroecológico y se adaptan los conocimientos para manejar este nuevo modelo de hacer agricultura.

Desde una perspectiva amplia, entendemos que la transición agroecológica en finca es un proceso complejo que no sólo afecta a cambios tecnológicos sino que supone una transformación de mentalidades y maneras de entender la “profesión” agrícola como una forma de vida, vinculada a la producción de alimentos sanos y de calidad de una manera respetuosa con el medio ambiente, entendiendo que la comercialización no puede ser delegada sin corresponsabilidades. Se concibe este proceso de transición y transformación productiva y social con una responsabilidad social para con el medio ambiente, con la economía local de sus pueblos y con sus consumidores, además de una corresponsabilidad en la generación de procesos radicalmente democráticos. A cambio, más allá de los beneficios personales y económicos, los productores y productoras locales que se incorporen a estos procesos se verán arropados y acompañados en los aspectos técnicos, por redes de consumidores en mercados locales, serán más valorados socialmente y las instituciones públicas se comprometerán a apoyarles en este tránsito.

Por otro lado, aparte de los cambios en los estilos productivos, esta transición agroecológica retroalimenta necesariamente cambios estructurales en la situación de las economías locales y del empleo agrario, en los mercados locales y en los alimentos que llegan a los consumidores. Fortalecer estos procesos de cambio estructural depende de la potencia de los actores implicados en ellos, y de la voluntad política de apoyar estos cambios estructurales hacia la soberanía alimentaria y el desarrollo endógeno.

Economía Local y Empleo Rural desde Modelos Agroecológicos

La formación en nuevos estilos de manejo de cultivos y ganaderías, y la transformación de los productos agroalimentarios de calidad son ejes estratégicos. La diversificación y transformación son pilares básicos para aumentar la renta agraria de los productores - que actualmente se ven expulsados y maltratados por el sistema hegemónico de distribución así como por los insumos. La calidad y la producción ecológica, así como la transformación para generar valor añadido en dichas producciones son elementos imprescindibles para la generación de economías locales en el medio rural. De hecho, en la actualidad la agricultura ecológica está creciendo en número de operadores, en empleo, en la cantidad de valor que genera en la agricultura andaluza, y además sigue teniendo un alto potencial de crecimiento y expansión. Sin embargo, de cara a promover un desarrollo endógeno hay que mejorar las dinámicas sectoriales para lograr que la agricultura ecológica revierta en procesos locales.

Así pues, este modelo de producción puede permitir el mantenimiento de productores y productoras, además de la incorporación mediante relevo o nuevas entradas de otras productoras, lo que supone un freno a la tendencia actual de destrucción de empleo y expulsión de explotaciones agrarias de la economía. La propuesta de transición agroecológica en los municipios rurales supone una oportunidad de generar explotaciones viables a tiempo completo o a tiempo parcial. La agricultura agroecológica, por un lado, tiende a estilos de manejo con menos costes de producción en el apartado de insumos y, por otro, se complementa con un acceso directo a los mercados locales para apoderarse del valor añadido sin la intervención de intermediarios. Esto genera mayores márgenes de beneficio económico sin necesidad de intensificar la producción: por lo tanto la posible reducción de productividad en manejo ecológico con respecto a las producciones convencionales se compensa por mejor acceso al mercado. Como se demuestra permanentemente en el sector agrario, el problema no es la productividad sino cómo se genera y cómo se reparte la cadena de valor de los productos agrarios. La venta directa en mercados locales y a consumidores organizados facilita la relocalización de las tareas, las decisiones y los beneficios, repercutiendo, evidentemente, en la creación de puestos de trabajo locales, menos dependientes de inestabilidades externas. Estas dinámicas responden a un cambio de mentalidad en las que los productores agrarios asumen más responsabilidad (individual o colectiva) en la gestión del destino de sus productos pudiendo tomar decisiones más complejas y de manera coordinada en entornos más favorables que en los actuales canales de comercialización. Esto implica invertir en conocer y cuidar los canales de comercialización directa y local, a la vez que abre vías de negocio para la transformación de productos ecológicos locales a pequeña escala.

Por otro lado, estas explotaciones agroecológicas parten de aplicar el principio de diversificación: por criterios ecológicos de manejo pero también por mejorar su acceso a los mercados de forma más constante con una oferta más variada. El cambio de estilos de manejo incluye una reorganización y rediseño de los cultivos y productos, buscando una mayor diversidad de producciones que respondan a los requerimientos agronómico-productivos de biodiversidad y equilibrio, que a su vez suponen una oferta más completa para acceder a mercados locales que no reclaman “cantidad” sino “calidad” y “diversidad”. Esta diversificación en los cultivos repercute en el mantenimiento de la necesidad de mano de obra para gestionar el aumento de producciones que acceden a los mercados. Es decir, se trata de aumentar la diversidad de producciones para mantener el trabajo durante todo el año, generando nuevos ingresos por producciones distintas y diversas.

En definitiva, para los productores la transición agroecológica implica una mayor diversificación productiva que orientar a mercados con los que mantiene una relación más directa ofreciendo diferentes productos de calidad. La viabilidad de explotaciones agroecológicas se basa, pues, en la reducción de los costes de producción y su autonomía en la gestión productiva, económica y social. Todo ello hace que esta transición agroecológica permita mantener y generar economías locales y empleo en el campo.

Después de haber comprobado las oportunidades que ofrece la diversificación en finca, debemos resaltar que la transformación de productos es otra oportunidad que este modelo de cambio de la estructura productiva propone: aumentar el valor añadido de los productos de calidad, locales y ecológicos procesándolos. Sin embargo, estas iniciativas se encuentran bloqueadas por las normativas restrictivas que no se adaptan a las condiciones de producción a pequeña escala y de productos artesanales.

En cualquier caso, la construcción de redes locales para la transformación y procesado a pequeña escala es uno de los campos con más capacidad de desarrollo. Estas redes son capaces de complementar y reforzar los procesos de producción y diversificación en el sector ecológico, aumentando el valor añadido en los productos agroalimentarios sosteniendo desde criterios de economía social formas cooperativas y corresponsables de abastecimiento de materias primas y productos transformados. Se trata, en definitiva, de generar espacios de integración entre productores y transformadores/procesadores en los que haya coparticipación y búsqueda de sinergias en el diseño de las producciones y en las ventas de productos y canales complementarios.

Estas redes agroalimentarias de pequeña escala tienen su condición de sostenibilidad en su anclaje a formas cooperativas y criterios de economía social que haga copartícipes a sus miembros en la gestión y reparto de unas economías con unos márgenes de beneficio muy ajustados.

A su vez, todo este entramado productivo requiere de una infraestructura logística y comercial que haga circular los productos desde el campo hasta los consumidores. Ya sea de nueva creación o reforzando estructuras ya existentes, este nuevo sector agroecológico fortalecerá las economías locales y puede servir de elemento dinamizador para el desarrollo endógeno y la participación política.

Mercados Locales

No es posible ni útil mantener los cambios en el ámbito productivo si no se interviene en el resto de eslabones de la cadena alimentaria: los canales cortos de comercialización y los mercados locales son las herramientas imprescindibles para generar alternativas reales en las que los productores locales orientados a la calidad y a cuidar de sus territorios y sus vecinos (locales y regionales) puedan dar salida a sus productos, a la vez que los consumidores puedan acceder a productos sanos, de calidad y a precios justos.

Resultado de un proceso histórico, el sistema agroalimentario se ha complejizado, apareciendo nuevos agentes, actividades e interconexiones a la vez que se ha impulsado la industrialización agroganadera y alimentaria, la separación de los espacios rurales y los urbanos y la consecuente desconexión entre producción y consumo alimentario, entre espacios públicos y espacios privados. Hoy no es posible comprender qué sucede en las fincas y las comunidades rurales o las cocinas de los hogares sin prestar atención a los procesos y toma de decisiones en espacios urbanos y sectores industriales y terciarios que conviven en el complejo entramado del sistema agroalimentario global. Así, las decisiones que toman (o pueden tomar) y lo que sucede a campesinos y campesinas así como a las y los consumidores en todo el mundo está hoy mediado por las decisiones e intereses de agentes tan diversos y ajenos como grandes empresas productoras de fertilizantes y fitosanitarios agroquímicos, cadenas globalizadas de supermercados, multinacionales de la transformación alimentaria o agentes financieros que operan en mercados de futuros donde se fijan los precios internacionales de mercancías agrarias.

Entendemos en este caso los mercados locales como aquellas formas de organización y sus espacios físicos en los que se produce una compra-venta de alimentos lo más directa posible entre productores y consumidores. Es decir, partimos de la unidad del territorio físico y social en el que participan productores y consumidores, haciendo depender estos mercados locales de que haya productores que desarrollan prácticas de manejo agroecológicas aprovechando los recursos y las aptitudes agronómicas locales, y que a través de diferentes formas de organización gestionan la venta directa (individual o

colectiva) de sus productos (al menos *mayoritariamente* propios) a consumidores más o menos organizados y con distintos grados de compromiso y diferentes motivaciones.

Las formas de organización de estos mercados locales son diversas y responden a las necesidades colectivas de productores y consumidores. Estas formas pueden ir desde la creación de mercados de productores en la calle de manera periódica, la ocupación por productores locales de puestos en los mercados de abastos, tiendas especializadas en productos ecológicos-locales, cooperativas de consumidores y grupos de consumo, venta directa en la finca, etc. Las tiendas locales han de ser en este caso un aliado fundamental en esta estrategia de relocalización de la producción y consumo de alimentos locales. Puede haber espacios físicos de mercados tradicionales, pedidos a demanda, sistema de cestas (abiertas o cerradas), etc.

El objetivo de estos mercados locales es construir espacios de autonomía donde productores y consumidores puedan establecer las normas de funcionamiento entre sí de manera justa y equitativa, dando cobertura a las necesidades de ambos, frente a los actuales canales de comercialización que secuestran la participación de productores y consumidores en favor del beneficio económico de las empresas de distribución y comercialización. La relocalización de estos procesos afecta a la creación de puestos de trabajo tanto en el campo como en la distribución y comercialización.

Consideraciones finales

El medio rural tiene un enorme potencial para la transición agroecológica hacia la soberanía alimentaria, generando desarrollo endógeno y procesos de participación política. Sin embargo, es necesaria una apuesta política que facilite los procesos locales ya existentes y promueva su extensión.

Esta propuesta integral de investigación y acompañamiento de experiencias de transición agroecológica hacia la soberanía alimentaria trata de plantear un escenario de análisis y refuerzo de procesos locales teniendo en cuenta los pilares de la soberanía alimentaria: 1) acceso a los recursos, 2) modelos de producción, 3) transformación y comercialización, 4) seguridad y consumo alimentario y 5) políticas agrarias.

La relación entre procesos sociales y políticas públicas puede orientarse hacia una espiral virtuosa en la que se aprovechen las experiencias existentes y sus aprendizajes para orientar las políticas públicas que a su vez promuevan y faciliten el fortalecimiento de estas iniciativas y el surgimiento de nuevas experiencias. En este sentido la interacción entre procesos sociales y políticas públicas puede darse en cualquiera de los ámbitos planteados en esta propuesta, y lo importante sería que se compensasen y equilibrasen las fuerzas y capacidades de cada actor para reforzar estas dinámicas de transición agroecológica.

Esta propuesta aporta diferentes vías de entrada y de intervención para las políticas públicas que quieran servir de paraguas a los procesos sociales locales, teniendo en cuenta que es necesario el cambio en todos los ejes de trabajo para que la transición agroecológica sea efectiva y viable generando procesos de desarrollo endógeno. En definitiva, esta propuesta trata de aportar elementos de análisis para el fortalecimiento y extensión de procesos locales y regionales a partir de la interacción virtuosa entre los procesos sociales y las políticas públicas desde una perspectiva integral y anclada en los recursos y necesidades locales.

Agroecología, Desafíos y Oportunidades en Ecuador

Carlos Nieto Cabrera¹

¹ *Profesor investigador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador.
E-mail: cnieto@uce.edu.ec*

Análisis Introductorio y de Contexto

En Ecuador, hoy más que nunca, dadas las circunstancias sociales y económicas que se viven, se vuelve la mirada al sector agropecuario, como opción para salir de la crisis. El debate agrario ha sido prolífico y tema preferido de académicos, políticos, líderes gremiales, líderes comunitarios nacionales y locales, pero siempre ha sido manejado bajo el paradigma que “Ecuador es un país agrícola por excelencia”: La planificación del desarrollo nacional ha sido realizada bajo esta misma consideración. También se han ensayado políticas públicas nacionales y locales para fomentar la agricultura, como la mejor y hasta la única opción de desarrollo rural. Las instituciones de investigación y los centros académicos también se han ocupado del país agropecuario, manejado como paradigma que favorece el desarrollo nacional.

En este contexto, se podría afirmar sin temor a equivocación que el resultado principal de impulsar un Ecuador agropecuario, ha sido, la consolidación de un modelo agrícola nacional de tipo extractivo, poco conservador de la base productiva que soporta este mismo modelo, en términos de los recursos naturales y de la calidad ambiental de sus entornos de influencia. Este modelo agropecuario, ha logrado –con el apoyo de la clase política de turno-, el acaparamiento de las pocas y mejores tierras de vocación agrícola, para la agricultura industrial y/o de exportación, la que sin duda ha contribuido a la economía nacional, pero empieza a mostrar síntomas de insostenibilidad en forma preocupante; por ejemplo, el caso de la producción de palma de aceite, que enfrenta un problema agronómico-sanitario de magnitud y todavía sin solución a la vista.

La consideración principal que subyace en el contexto del modelo consolidado de producción primaria en Ecuador, que demuestra insostenibilidad es el sistema convencional de producción imperante, aquel denominado de la “Revolución verde”, que es muy conocido por sus premisas y derivaciones, entre las que sobresalen: el cambio de uso del suelo de bosque a monocultivo, el cambio de insumos locales de base orgánica o biológica a insumos sintéticos (Agro tóxicos de la industria química) y obviamente es un modelo altamente dependiente de energía de origen fósil, que no solamente ha comprometido la calidad ambiental de los entornos, por los pasivos ambientales que genera, pero además, ha demostrado ser altamente concentrador de los beneficios y acumulador de riqueza en pocas manos.

En contraste, en Ecuador perdura la estructura agraria representada por Unidades Productivas Agropecuarias, UPA, pequeñas o micro, que representan no menos del 75% del total de predios a nivel nacional. Esta agricultura a la que se le conoce como: “agricultura familiar” es la “agricultura de subsistencia”, pero, según varios investigadores y analistas es la que más empleo o autoempleo genera, y es la base de la oferta de alimento de consumo nacional, (UCE, 2017; Gaybor, 2013; Rosset & Altieri, 2017). Sin embargo, este tipo de agricultura masiva por el número de participantes, enfrenta obstáculos como el acceso limitado a los recursos productivos, marginación desde la política agraria, (UCE, 2017); pero, por sobre todo, enfrenta una muy limitada competitividad como resultado de trabajar en UPA cuya superficie está por debajo de la mínima requerida para lograr un ingreso neto mínimo,

necesario para la supervivencia familiar digna, (Nieto, 2011). En tales circunstancias, la sostenibilidad de este tipo de agricultura también está en riesgo.

En este contexto, es pertinente un análisis de los desafíos y oportunidades de la Agroecología como ciencia alternativa a la agronomía convencional que estimula el modelo convencional. La Agroecología como ciencia y arte, inscribe un nuevo paradigma de hacer producción primaria, bajo principios filosóficos, prácticas ancestrales y teorías modernas, que impulsan la nueva “ética productiva conservacionista”, como garantía de la sostenibilidad de los sistemas productivos. Pero, la Agroecología no es solamente una alternativa productiva, mas es una propuesta que trasciende lo productivo para incursionar en todas las etapas de la cadena agroalimentaria. Como soporte de lo dicho, se resalta el espíritu del Foro Agrario, que fue dedicado a la “investigación y la agroecología”, que se realizó en julio del 2017 en la Universidad Central, como un espacio de participación amplia y democrática, cuyos resultados sobresalientes fueron: i) La Constatación de la urgencia de un cambio de rumbo desde el modelo convencional, depredador y no sostenible, hacia un modelo de gestión sustentable de los recursos naturales, que asegure la producción de alimentos, recupere los equilibrios ecosistémicos y garantice la vida; ii) La necesidad de un nuevo paradigma, que significa reconocer el carácter multidimensional de la agricultura, que trasciende la producción, para incluir la salud, el ambiente, el paisaje, la cultura y la familia, UCE (2017).

La Agroecología, Principios y Fundamentos.

Desde una visión conceptual agronómica la *Agroecología es la ciencia y el arte de producir bienes primarios sobre la base de garantizar la gestión sustentable de los recursos “Medios de producción”, para facilitar la sostenibilidad de los agroecosistemas como garantía de la seguridad alimentaria y soporte de la soberanía alimentaria de la población.* La agroecología como modelo de producción alternativo a la producción convencional, es la fusión sinérgica de los principios y fundamentos de la agronomía y de la Ecología y es la opción de producción de alimentos sin socavar la base productiva de la misma.

Contrariamente a la propuesta simplicista y utilitaria del concepto de agroecología como una opción productiva amigable con el ambiente, sinónimo de otros modelos de producción no convencionales como agricultura orgánica o agricultura ecológica, donde lo primordial parece ser sustitución de insumos o el cambio de técnicas de producción; la Agroecología es una propuesta de ruptura del paradigma de la producción convencional para reconocer la multifuncionalidad de la agricultura, que trasciende el modelo de “producción-consumo”, para intervenir en la salud, en el ambiente, en el paisaje, en las opciones de ocupación de los actores y, sobre todo, aparecer como un espacio cultural y de realizaciones del núcleo familiar. Este reconocimiento de la multifuncionalidad de la producción agroecológica, implica una agricultura sostenible, soberana y solidaria, entre otras características que carece la agricultura convencional. La necesidad de mirar un nuevo paradigma de la producción primaria implica el reconocimiento y aplicación de algunos principios básicos como los siguientes: (UCE, 2017).

- i. La consideración de las aptitudes ecológicas de los territorios y de la diversidad de las unidades productivas, en comunión con las características sociales y culturales de cada región, lo que supone abandonar un modelo único de agricultura;
- ii. La concentración en el bien común, sobre el individual, lo que implica reconocer la relación entre agricultura, nutrición y salud de la población;
- iii. La aplicación de procesos agroecológicos en toda la cadena agro-productiva, que garantice la conservación de la biodiversidad y la optimización del uso de recursos escasos, como agua y suelo agrícola;

- iv. El fortalecimiento de los sistemas productivos campesinos familiares, haciendo de éstos, espacios económicamente viables, menos dependientes de insumos externos, con mayor incorporación de mano de obra familiar, y capaces de aprovechar creativamente los conocimientos;
- v. El fortalecimiento de la red de comercio de productos agroecológicos y sus derivados, que se sustenten tanto en la asociatividad de los productores como en la mayor conciencia involucramiento y responsabilidad de los consumidores y;
- vi. El reconocimiento del papel de las mujeres como actrices y promotoras del modelo agroecológico, especialmente en aquella agricultura que es capaz de convivir con la biodiversidad y relacionarse con las responsabilidades relacionadas con la nutrición y salud de la familia y de la comunidad.

Por otro lado, la agroecología como ciencia multi y transdisciplinaria se sustenta en principios filosóficos y teorías fundamentales que garantizan la funcionalidad y sostenibilidad del agroecosistema, como sujeto de múltiples realizaciones, dentro de la lógica del sistema agroalimentario complejo, para diferenciarla de la agricultura convencional, que privilegia la unidad productiva individual como objeto del negocio. La Teoría sistémica es una de las principales reclamadas por la agroecología y parte del hecho que la agricultura no es una actividad asilada ni individualizada que entra exclusivamente en la lógica productivista. La visión sistémica reconoce que los agroecosistemas, en todos sus niveles de escalamiento (parcela, UPA, comunidad), son la base de las relaciones agroalimentarias. La funcionalidad armónica e interactiva de los elementos del agroecosistema, (cultivos, pastos, árboles, animales, microorganismos y otros), con sus entradas, (insumos) salidas (productos), está garantizada con la conducción del agricultor agroecólogo, que mira a su unidad productiva como sujeto de las realizaciones del núcleo familiar, en lugar de un objeto de explotación y acumulación económica. La agroecología reclama la aplicación de la visión sistémica en la gestión de los agroecosistemas como garantía de la conservación de la base productiva de la cadena agroalimentaria, la base productiva representada por el suelo agrícola el agua, el entorno paisajístico que incluye los elementos bióticos y los abióticos. Esta visión es la única garantía de la sostenibilidad de los agroecosistemas.

Adicionalmente, la agroecología se fundamenta en la Teoría del holismo, que claramente tiene conexión con la visión ancestral indígena de la naturaleza (Pacha mama), de la cual el humano es parte integrante, que contrasta diametralmente con la visión “occidental” de la corriente civilizatoria, que nos arrastra a excluirnos de la naturaleza y a reclamar el derecho a ponerla a su servicio. El Holismo representa el agroecosistema como un todo funcional y complejo que no es igual a la suma de sus partes. Cuando un agroecólogo gestiona el agroecosistema con visión holística busca la funcionalidad del todo en lugar de gestionar por separado sus componentes. Los componentes del agroecosistema, manejados por separado lleva al caos, en lugar de a la armonía y, el resultado es la parcela utilitaria disfuncional, en lugar del agroecosistema sostenible. La ciencia holística explicada por Elbers, (2013), claramente contrasta con la visión científica reduccionista, que proclama el estudio de las partes para entender el todo. Esto no significa en modo alguno negar ni minimizar los avances científicos y los grandes aportes de la ciencia para resolver los problemas de la humanidad, lo que se reivindica es el fracaso de la ciencia para entender la complejidad de la naturaleza mediante la aplicación del mismo paradigma reduccionista de separar los elementos y estudiarlos por separado y pretender con ese conocimiento fragmentado intervenir y/o modificar la naturaleza compleja y lo que es peor, hacer una intervención con una visión puramente utilitaria.

Otro principio sobresaliente reclamado por la agroecología es la diversidad, representada mayoritariamente por los elementos de la Agrobiodiversidad. La visión holística de la agroecología contrasta con la visión simplicista de la agricultura convencional. La primera proclama la construcción de agroecosistemas homólogos a los ecosistemas originales, tratando en lo posible de imitar la abundancia y variabilidad genética y la distribución espacial aleatoria de los elementos del agroecosistema, para preservar la complejidad funcional (equilibrio ecológico), como garantía de la sostenibilidad y resiliencia del agroecosistema. Las interacciones y coacciones que se generan en una parcela compleja sin duda fortalecen la resiliencia de la misma.

La vulnerabilidad de la parcela convencional a los riesgos de fenómenos como las derivaciones del cambio climático, epidemias por pestes e incluso a los vaivenes del mercado y los precios de las cosechas, es evidente en cualquier parte del mundo y también en Ecuador. Por ejemplo, la enfermedad en banano conocida como “mal de Panamá”, cuyo agente causal es el hongo *Fusarium oxysporum*, (Rodríguez, 2012). provocó en los años 1940 a 1950 la desaparición de los campos de cultivo de banano, la variedad “Gross michel”, la principal o única variedad sembrada en América Central y del Sur, hoy reemplazada por la variedad “Cavendish”, que sin duda está expuesta a un riesgo parecido. La resistencia del hongo a los fungicidas hizo que esta enfermedad sea considerada como la mayor plaga en la historia del cultivo del banano. El caso más reciente o actual es la “Putridión de cogollo” en palma africana, que aparece como un problema no resuelto. El cultivo de papa, especialmente la variedad “Súper chola”, una variedad de alta demanda en Ecuador está seriamente amenazada por la enfermedad conocida como “Punta morada”, una peste que aparece con caracteres de epidemia y para la cual no hay nada propuesto ni menos resuelto. Todo esto sin duda es el resultado de la estrechez genética de los cultivos, es decir la falta de diversidad en los campos de cultivo.

La Ecoeficiencia es otro de los principios básicos reclamados por la agroecología, en contraste con solo la eficiencia económica impulsada por la agricultura convencional. Buscar que la producción primaria sea Ecoeficiente significa aceptar la responsabilidad por los pasivos ambientales causados por la actividad. Una producción agropecuaria ecoeficiente significa que los ingresos netos logrados de la actividad deben ser superiores al costo de los daños ambientales causados por la misma. Lamentablemente como en la mayoría de países del mundo, incluyendo el Ecuador, a pesar de las tantas leyes y regulaciones ambientales, no hay todavía quien reclame por el pago de los pasivos ambientales como: erosión del suelo, contaminación de las aguas, contaminación del aire, destrucción del paisaje, acumulación de desechos no biodegradables, causados como resultado de la actividades agropecuarias, entonces prevalece una agricultura ecológicamente ineficiente, que sin duda está llevado a la insostenibilidad de la misma.

Los desafíos y Oportunidades de la Agroecología

Varios aspectos aparecen como retos actuales o futuros de la propuesta agroecológica. Aunque los escenarios que se describen tienen una trascendencia global, quisiera de alguna manera, reivindicarlos para el caso de Ecuador.

Un primer escenario que aparece como problema de la producción agropecuaria convencional es la falta de competitividad de la gran mayoría de agricultores denominados de agricultores de “Subsistencia”, de “Autoconsumo”, que últimamente se ha dado a denominar como la “Agricultura familiar campesina” y que a la luz de varios estudios, son la mayoría en el país (UCE, 2017; Gybor, 2013). La falta de competitividad está sustentada en el tamaño de UPA disponible, que en su mayoría está muy por debajo de la unidad mínima requerida para que la

actividad del agricultor sea rentable. En Nieto (2011), se presenta un ejercicio para cuantificar los tamaños mínimos de UPA requeridos para que la actividad sea rentable. El estudio está hecho con los 19 cultivos más importantes de la alimentación en Ecuador, de cuyos resultados se puede concluir que la gran mayoría de agricultores en Ecuador trabajan en UPA por debajo del tamaño mínimo requerido para lograr rentabilidad. La rentabilidad esperada en este ejercicio es el valor del salario digno, concepto propuesto en el gobierno y que de acuerdo a la fórmula de cálculo es ligeramente superior al salario básico unificado. En estas condiciones, la oportunidad de transformar estas unidades productivas en granjas agroecológicas aparece como la única opción para gestionar estos micro y mini fundos, que están fuera de competitividad con agricultura convencional, Nieto (2014).

Otro desafío de la agroecología que ventajosamente se está convirtiendo en oportunidad es la producción agropecuaria en fundos que ocupan territorios cuya aptitud natural de uso no es la agricultura. Si se analiza la distribución del territorio nacional ecuatoriano por las ocho clases agroecológicas, (aptitud de uso), propuestas por la FAO, se encuentra que más del 70% del territorio nacional continental tiene aptitud de uso forestal o de conservación (clases VII y VIII), otro porcentaje se encuentra en la clase VI, también de aptitud de uso forestal dejando apenas alrededor del 18% del territorio para las clases de I a V, que están consideradas como aptas para actividades de uso agropecuario como agricultura y ganadería, con limitaciones moderadas para la clase III y severas, para las clases IV y V. El porcentaje del territorio nacional con aptitudes de uso agrícola que corresponde a las clases I y II, no supera el 6%. Sin embargo, Ecuador llegó en décadas pasadas a ocupar en actividades agropecuarias cerca del 50% del territorio nacional continental y aunque hoy las estadísticas nacionales dan cuenta de un área en uso actual agricultura de alrededor del 30% del territorio nacional, es evidente que se están utilizando en actividades agropecuarias grandes extensiones de territorios cuya aptitud natural de uso no es ésta. La competitividad y sostenibilidad de la agricultura convencional no están garantizadas cuando la agricultura se hace en territorios cuya aptitud natural no es para este uso. En este caso, la agroecología, con sus modelos como: agroforestería, silvopasturas, huertos agroforestales biodiversos, chacras biodiversas, forestería análoga, permacultura, y el modelo de Granja integral, entre otros, (Nieto, Lescano y Mejía 2017), aparece como casi la única opción productiva para los territorios descritos.

Un desafío muy actual y urgente es el “Escalamiento o masificación”, de la agroecología. En Ecuador, casi sin excepción, la propuesta agroecológica ha sido para la producción de alimentos de las categorías “acompañantes” “bebidas” o “postres”, que son las hortalizas, algunas frutas y las plantas medicinales, los que además, son los preferidos de los agricultores de la “Agricultura familiar” o son los cultivos que se trabajan con éxito en las parcelas de mini o micro fundo. Es decir, no se ha trabajado en una propuesta agroecológica que comprometa los sistemas productivos de mayor consumo per cápita de la población ecuatoriana (maíz duro, arroz, trigo, azúcar y papa), como tampoco se ha trabajado en modelos agroecológicos para la agricultura industrial o de exportación y esta sería la principal causa de la falta de masificación de la agroecología. Una de las causas de la falta de escalamiento de la agroecología es sin duda la rigidez de la propuesta, que es defendida por muchos actores o promotores; rigidez que lleva a la acción deliberada o inconsciente de confundir agroecología con “agricultura orgánica” o agroecología con “agricultura ecológica” y otros modelos cuyos protocolos son excluyentes en varios aspectos. En primer lugar, hay que enfatizar el hecho de que la ciencia agroecológica no se ocupa solamente del eslabón productivo, más de toda la cadena agroalimentaria, con trascendencia hacia las relaciones vivenciales y reproductivas de la familia, lo que incluye el consumo, la nutrición, la salud y las relaciones intra e interfamiliares de la comunidad, es decir la agroecología también es o debe ser de interés del consumidor, no solamente del productor; y por eso precisamente, la

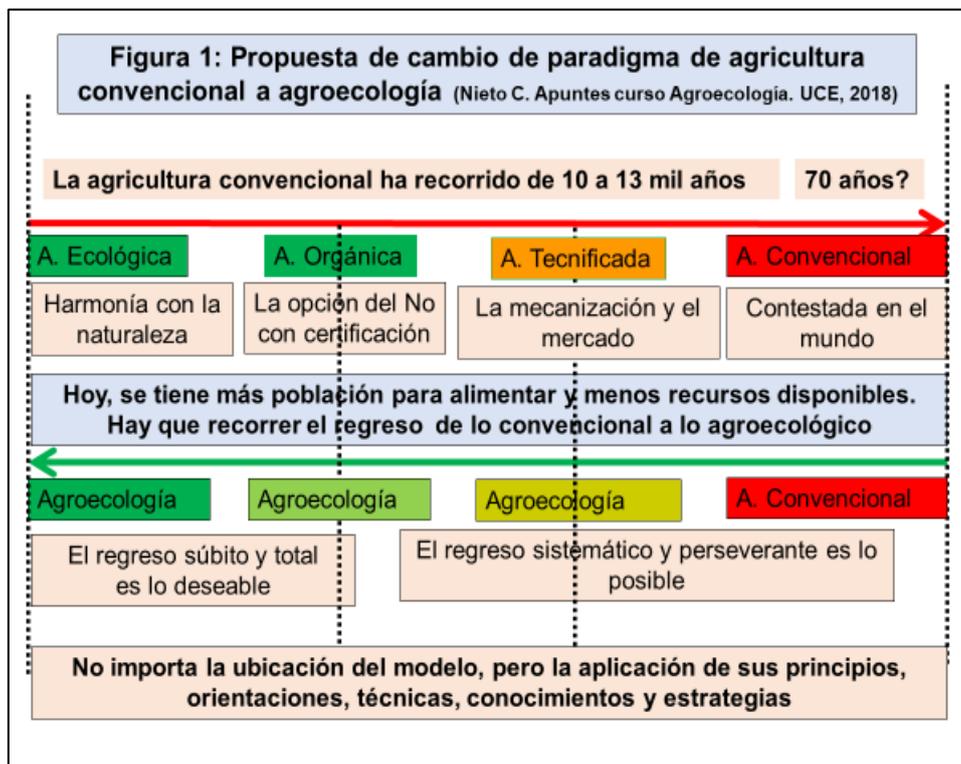
preocupación de que la agroecología no ha incursionado todavía o lo ha hecho en forma muy incipiente en la producción de alimentos de consumo per cápita masivo. Sin embargo, para los responsables del eslabón productivo de la cadena agroalimentaria, persiste la idea de que la agroecología es simplemente un cambio de técnicas de cultivo o de insumos. Como una alternativa para el debate se propone el modelo de escalamiento hacia a la masificación de la agroecología representado en la Figura 1.

Este modelo, propone un avance sistemático, persistente y continuado, hacia el cambio de paradigma de la agricultura y sus derivaciones en toda la cadena agroalimentaria. Si la humanidad ha perdurado alrededor de 13 mil años en llegar con la agricultura al modelo convencional, consolidado en los últimos 70 años y que hoy está cuestionado en el mundo por insostenible, entonces no se puede pretender un cambio drástico y súbito, desde este modelo hacia uno como la agricultura orgánica o ecológica, por todas las limitaciones que eso implica, incluyendo la resistencia del productor, que está anclado al modelo convencional, porque ese le significa réditos en el corto plazo. La propuesta representada en la Figura 1, significa hacer uso de los cambios posibles, con la esperanza de más tarde llegar a los cambios ideales o deseados, de otro modo, el riesgo es no tener una respuesta convincente para el escalamiento de la agroecología.

Por otro lado, el logro de un compromiso con el consumidor es un desafío clave para la agroecología. En este caso no se trata de quedarse en la retórica del consumo de alimentos sanos, saludables, nutritivos, culturalmente apropiados y otros adjetivos que son utilizados principalmente por la clase política, que no se siente en la obligación de lograr el cambio, más de abordar los problemas con discursos y promesas, para el logro de su objetivo clave, -la detentación del poder-. No hay que olvidarse que con las crisis y dificultades económicas de las familias ecuatorianas y del mundo en general, especialmente de las clases menos favorecidas, a la hora decidir por la lista de alimentos a consumir, lo que prima es la capacidad adquisitiva. Entonces tiene sentido que la agroecología aborde también la producción de los alimentos de consumo masivo. Otra vez, la agroecología vista como opción productiva de corte orgánico (ausencia total de insumos de síntesis), es una visión restrictiva que impide el avance hacia la masificación de la misma. La propuesta representada en la Figura 1, expresa la necesidad de avanzar en un proceso “paso a paso”, en la dirección correcta que es un retorno desde la agricultura convencional hacia la agroecología. Por ejemplo, para el combate de plagas, el modelo propone, hacer uso prioritario de las muchas herramientas probadas de combate alternativo de plagas, pero no niega la posibilidad de implantar protocolos que permitan salirse de la dependencia total de agrotóxicos en forma paulatina y continuada, que por ejemplo permita a los productores de papa convencional con hasta 15 aplicaciones de agrotóxicos hacia una alternativa de diez, ocho, cinco aplicaciones, hasta que un día se pueda lograr papa sin agrotóxicos, so pena de continuar con dos tipos de producción, la una agroecológica (orgánica) a infra escala, para un consumidor de nicho y la otra dependiente de agrotóxicos, de producción masiva para satisfacer la demanda del consumidor.

Últimamente, aparece lo que podría ser el mayor desafío de la agroecología. Se ha observado un incremento de la preocupación de los agroecólogos sobre el riesgo de cooptación de la propuesta agroecológica por parte de sectores que hasta hace poco incluso fueron detractores de la agroecología. Se dice que las empresas transnacionales de la industria alimenticia, los sectores académicos, instituciones especializadas en investigación del sector estatal o privado, e incluso los países que promueven y dependen de la agricultura convencional, estarían interesados en cooptar la propuesta agroecológica como se ha hecho en gran medida con el modelo de agricultura orgánica, para justificar o maquillar con esta etiqueta sus sistemas de

producción convencional de alimentos (Rosset y Altieri, 2017). Esto a primera vista parece como una preocupación de contrasentido. Tantos esfuerzos que se vienen haciendo por los sectores y colectivos que promueven la agroecología para buscar su masificación y ahora se ve como un peligro la cooptación por los sectores que promueven la producción convencional de alimentos de consumo masivo. Es evidente que la preocupación tiene fundamento, cuando la cooptación no es sincera por parte de los sectores indicados. Según Rosset y Altieri, (2017), más bien estarían interesados en tomar la propuesta agroecológica y vaciarla de contenido, tomar alguna parte del modelo para enmascarar su producción convencional y así consolidar su modelo, confundiendo al consumidor. Sin embargo, habría que rescatar la participación y accionar de algunos sectores académicos, que han mostrado interés o han tomado a la agroecología como modelo institucional de investigación, enseñanza y de vinculación con la sociedad y están abogando por un cambio de paradigma en forma genuina. Si la investigación especializada que se requiere para crecer y masificar la propuesta agroecológica no se hace en las universidades, entonces estaríamos en franca desventaja.



CONCLUSIONES

La agroecología es la ciencia y arte que propone la ruptura del paradigma de la agricultura convencional. Esta no es una propuesta simplicista que se ocupa del eslabón de la producción solamente, más bien incursiona en toda la cadena agroalimentaria, e incluye la alimentación, la nutrición y la salud y como tal, involucra a productores y consumidores. Los agroecosistemas gestionados con el modelo agroecológico garantizan su sostenibilidad, porque la agroecología se fundamenta en teorías y principios de base sólida como la teoría sistémica o la teoría del holismo. La agroecología presenta oportunidades u opciones únicas para solucionar la falta de

competitividad de la agricultura ecuatoriana, entre ellas la agricultura que se hace en parcelas de micro y mini fundo, que no puede salir adelante con el modelo convencional; también es casi la única opción para continuar gestionando predios ubicados en territorios cuya aptitud natural de uso no es la producción agrícola, que lamentablemente son la mayoría en Ecuador.

Sin embargo, la agroecología enfrenta grandes retos o desafíos, entre ellos la necesidad impostergable de avanzar en la masificación o escalamiento de la propuesta agroecológica y la necesidad de enfrentar con estrategia el riesgo de cooptación de la propuesta por parte de las empresas transnacionales que controlan las cadenas agroalimentarias, que funcionan con base en el modelo convencional, para maquillar o enmascarar sus sistemas productivos y confundir especialmente a los consumidores, consolidando de esta forma sus negocios y acumulación de capitales.

BIBLIOGRAFÍA

- Elbers, J. (2013). *Ciencia Holística para el Buen vivir: Una introducción*, Quito. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambienta.
- Gaybor, A. (2013). Giros, contradicciones y proceso de concentración del agua en la agricultura. En: *AGUAS ROBADAS despojo hídrico y movilización social* (pp. 67-81). Ed: Justicia Hídrica, IEP Instituto de Estudios Peruanos, Abya Yala (Serie Agua y Sociedad, Sección Jurídica 19). Quito-Ecuador
- Nieto, C. 2011. El Salario Digno del agricultor ecuatoriano: acceso, limitaciones sociales y financieras. GEOPUCE. Revista de la Escuela de Ciencias Geográficas. Quito, Ecuador. Año 2011. Número 3: 87-94.
- Nieto, C, 2014. Tipología de agricultores o habitantes rurales en Ecuador: Análisis basado en la realidad nacional, como aporte estratégico para el desarrollo rural. SIEMBRA. Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador. Junio 2014 pp 44-55
- Nieto, C, Lescano M.B y Mejia M. 2017. Influencia de la aptitud natural de uso del suelo en la pobreza y desnutrición de la población rural en la provincia de Cotopaxi, Sierra Centro del Ecuador. Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador. Número 4. junio 2017 pp 20-36.
- Rodriguez, M. 2012. Mal de Panamá, medidas de control. Agrocabildo, Cabildo de Tebnerife. http://www.agrocabildo.org/publica/publicaciones/subt_443_mal_panama.pdf
- Rosset, P. y Altieri, M. 2017. *Agroecología ciencia y política. Estudios críticos agrarios*. SOCLA. Graficas Riobamba. Riobamba Ecuador. 206 p.
- UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, UCE. 2017. Foro Agrario. Encuentro internacional. Investigación y Agroecología. Pronunciamento.

La Agroecología en la Amazonia, Retos y Oportunidades

Leonardo Mendieta¹

¹Fundación Heifer Ecuador.

E-mail: leonardomendieta@heifer-ecuador.org

1. Agroecología y Agricultura Familiar y Campesina

La agroecología conceptualmente no nace de la academia sino de la sinergia de las organizaciones sociales de los años 90, en oposición a la revolución verde. Además, abre el debate histórico entre las opciones productivas y de aprovechamiento que el ser humano plantea sobre la naturaleza, poniendo en contraposición la agroecología como modelo político social frente a un modelo convencional de aprovechamiento por se de la naturaleza. La agroecología surge del reconocimiento y la revalorización del saber acumulado por los pueblos indígenas y campesinos como contrapropuesta a la agricultura empresarial de los monocultivos y los agronegocios impulsada por la revolución verde. (Macas B. Quirola M, Castro S, 2010)

En este marco la FAO considera que la agroecología es una opción viable para la agricultura familiar, pues si bien el debate agroecológico busca posicionar la propuesta agroecológica como una opción política, técnica y social, es ineludible que el espacio en disputa y de materialización de la agroecología son los territorios de la agricultura familiar y campesina.

La agricultura familiar¹ y campesina está definida como una forma de producción caracterizada por la interdependencia que existe entre las actividades económicas que se realizan en la Unidad Productiva Agrícola (UPA) y la estructura familiar de la misma. Es la producción agrícola, pecuaria, forestal, y pesquera que:

- Se basa en una forma de producción de alimentos con pocos recursos: tierra, semilla, agua, crédito.
- Usa sobre todo la fuerza de trabajo familiar.
- La actividad agropecuaria, silvícola o pesquera es la principal fuente de ingresos del núcleo familiar.
- Representa² más del 80% de las explotaciones agrícolas, provee entre un 27% y 67% del total de los alimentos de cada país, genera el entre el 57 y el 77% de los puestos de trabajo agrícolas y guardan entre el 80% y 90% del germoplasma.
- En el caso específico del Ecuador³, la agricultura familiar produce la mitad de las hortalizas, el 46% del maíz, más de un tercio de los cereales, y legumbres, el 30% de las papas y el 8% del arroz.

A nivel de Ecuador las UPAS en manos campesinas familiares⁴ son 739 240 y representan el 88%, ocupando 5 115.749 ha -41,2%- del área agrícola nacional con un promedio de 7,1 ha por familia. De las cuales la mayoría (62%, 456 108 UPA)

¹ La agroecología está presente. Mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana. Fundación Heifer Ecuador, 2014.

² Estudios de la FAO y el BID

³ Grain (2014)

⁴ Wong, S. 2007. Agricultura Familiar en Ecuador: Caracterización, Impactos de un TLC con Estados Unidos y Políticas de Apoyo y Compensación, Proyecto FAO/ BID, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil

pertenecen a la clasificación de Agricultura de Subsistencia, caracterizadas por la poca extensión, bajo nivel de tecnificación (solo el 18% con acceso a mecanización) y tan solo el 24% con acceso a riego.

Tabla 1. Agricultura Familiar Campesina en Ecuador: participación%, número de UPA, Hectáreas y cultivos principales.

ZONA	Participación%	UPAS	Hectáreas	Cultivos principales ⁵
Amazonia	6%	44 397	336 956	Café, yuca y plátano
Costa	36%	266 383	1 830 176	Arroz, café, maíz.
Sierra	58%	428 460	2 948 617	Papa, hortalizas, maíz

Fuente: Wong, S. 2007. Agricultura Familiar del Ecuador.
Elaboración: Heifer Ecuador.

Finalmente, la Agricultura ecuatoriana tiene una participación del 8% en el PIB. La agricultura representa unos 2000 millones al año, representando la Agricultura Familiar y Campesina el 45% del total (997 millones).

Mirando de manera particular a la Amazonia Norte (Sucumbíos y Orellana), podemos ver el estado de uso de suelo, donde el área agropecuaria esta entre el 18,63% y 9,45% entre Sucumbíos y Orellana respectivamente, siendo entre 80,55% y 89,52% las áreas naturales protegidas, parques nacionales y humedales.

Tabla 2. Uso del suelo por provincias.

TOTAL	SUCUMBIOS		ORELLANA	
	%	Ha	%	Ha
	100,00	1 808 400,00	100,00	2 156 266,98
AGROPECUARIO ⁶	18,63	336 956,00	9,45	203 767,23
BOSQUE (nativo, intervenido)	67,04	1 212 351,36	76,55	1 650 622,37
HUMEDALES	13,51	244 314,84	12,97	279 667,83
OTRAS AREAS (Paramo, arenales)	0,75	13 563,00	0,98	21 131,42
ZONA URBANA	0,07	1 265,88	0,05	1 078,13

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario

Elaboración: Heifer Ecuador.

Poniendo mayor detalle sobre el aspecto agropecuario tenemos que la Agricultura Familiar y Campesina a diferencia que en la costa y sierra su mayor área está destinada a la agricultura de ciclo corto y cultivos de subsistencia, en la Amazonia la mayoría del área agropecuaria está ocupado por áreas boscosas y pasto cultivado que en su mayoría se destina a la crianza de ganado.

Adicionalmente debemos remarcar que 18 000 ha en Orellana y 29 700 ha en Sucumbíos son destinadas a la monoproducción de maíz, palma y arroz, lo que representa el 8,81% del área agropecuaria y 1,6% del total provincial. Las áreas con

⁵ III Censo Agrícola Nacional

⁶ Dato contrastado con la información de ESPAC, 2016.

actividad agroforestal asociadas al cultivo de café y cacao que pueden definirse como la chacra amazónica representan 35.001 ha (10,39% del área agropecuaria y el 1,9% del total provincial) en Sucumbíos; y, 11 874 ha (5,83% del área agropecuaria y el 0,55% del total provincial) para Orellana.

No cabe duda que las condiciones prevalecientes en la Amazonia se complejizan cuando son zonas de colonización donde coexisten varios grupos étnicos y culturales: mestizos, Tetetes, Omaguas, Cofanes, Sionas, Secoyas, Kichwas y Shuaras. Los mestizos provienen de las diferentes regiones del país y los afros ecuatorianos de Esmeraldas; ellos realizan principalmente actividades agropecuarias, comercio y ecoturismo; sólo una pequeña parte trabaja en actividades petroleras. (Chaves, Jeaneth; Ortiz, Cecilia, 2006).

Para completar en la Amazonia Norte, tenemos que la Agricultura Familiar y Campesina y más aún la agroecología debe enfrentar un problema adicional que es la explotación petrolera, que si bien físicamente no ocupan una gran área representa el 99,6% de la explotación petrolera del país con una representación de hasta el 66% del PIB, por tanto, dinamiza y orienta a muchos sectores a proveer de servicios para una economía del consumo.

2. Transición Agroecologica, otra mirada otra accion

Debemos plantear que agricultura orgánica⁷ y agroecología son dos conceptos y dos formas de producir diferentes. La producción orgánica tiene como finalidad la prevención de la contaminación, minimización de residuos y un uso eficiente de recursos, con el menor impacto ambiental. En este marco tanto la agricultura orgánica como la agroecología son dos propuestas a la agricultura convencional.

No será posible agroecología sin un proceso de transición, por tanto debemos reconocer que existen varias corrientes de pensamiento que buscan argumentativamente pasar del antropocentrismo (centrados en el hombre) al ecocentrismo (centrados en la tierra) y que nos lleve del uso de los recursos naturales al cuidado⁸ o crianza⁹ de la vida.

Adicionalmente la posibilidad de transitar¹⁰ hacia la agroecología se ve como factible desde el antropocentrismo y en valoraciones económicas y de implementación de prácticas, lo que nos lleva a plantear la transición¹¹ agroecológica como un proceso sistémico continuo de crianza - cuidado de nuestras prácticas productivas, manera de pensar y de valores, en procesos de amplio debate y comprensión de las relaciones de los temas sociales, económicos y ecológicos.

Para comprender la transición agroecológica, es necesario mirar a lo interno del sistema productivo en manos campesinas, (UPA –unidad de producción agropecuaria-, UPF – unidad de producción familiar-, SPF –sistema de producción familiar, UAPF –unidad agropecuaria de producción familiar-) ámbito en el que existen diferentes posiciones

⁷ La producción orgánica, es un sistema productivo que puede o no estar en manos campesinas, que emplea insumos de origen orgánico o de síntesis química certificados para este tipo de producción.

⁸ La Trama de la Vida. Frijof Capra, página 15...."cuidado (en inglés care), esmero, atención, delicadeza, precaución. Términos que buscan transmitir una respetuosa relación del ser humano con la naturaleza".

⁹ Crianza en la cosmovisión andina, denota respeto, reverencia, amor con la naturaleza viva.

¹⁰ Circular, recorrer, viajar, trasladarse, peregrinar, caminar, andar, marchar.

¹¹ Metamorfosis, mutación, transformación, evolución, innovación, conversión, alternativa.

para el análisis desde las más técnicas (permacultura, agricultura orgánica, agroforestería), cuya coincidencias técnicas las adscriben en la propuesta occidental de sistemas sostenibles; hasta las visiones “ecológicas” (agricultura andina, agricultura tradicional, agroecología, chakra amazónica) sobre la base de armonizar la relación con la naturaleza y cuyas concreciones locales son diversas tal como chacra en la sierra norte, fincar en la costa norte, huerta en la sierra sur, chakra amazónica y otros similares con la que localmente se conoce a la producción agroecológica.

Es en este contexto de mayor comprensión conceptual es que la agroecológica cobra sentido en la construcción de un nuevo paradigma, el de “la transición agroecológica para crianza de la vida”

En esa transición, la agroecología se asume como marco orientador para lograr soberanía alimentaria, que reivindica el acceso y abastecimiento alimentario seguro, de buena calidad y culturalmente apropiado para las familias y comunidades.

Conceptualmente la agroecología¹² se reconoce como:

<u>Agroecología</u>			
<u>Agro</u>		<u>Ecología</u>	
<u>Agri (ager)</u>	<u>Cultura (collere)</u>	<u>Eco (oikos)</u>	<u>logía (logos)</u>
Campo, bosque, temporal (chacra, huerta, finca).	Cultivar, criar, cuidar	Casa, lugar, ambiente.	Conocimiento.

Es en este proceso donde la agroecología se plantea como.... “el conocimiento –crítico- del lugar –ambiente- donde se expresan todos los procesos naturales y de relacionamiento humano, que nos permiten criar el campo, creando y recreando nuestra cultura”.

Dimensiones y principios de la agroecología, en un agroecosistema

Entendidas las dimensiones como extensiones o prolongaciones de la agroecología, donde las dimensiones agroecológicas son una “comunidad” y cada dimensión es una “red” de relaciones e interrelaciones. Planteamos el trabajo bajo dos dimensiones.

La dimensión ecológica¹³ productiva, es estructurante y en cierta medida nos lleva hacia los aspectos productivos y de prácticas concretas, donde se materializa la agroecología. Muchas discusiones se han centrado en este aspecto, Heifer se propone trabajar con 3: uso óptimo del espacio y de los recursos locales, reciclaje de nutrientes y energía; y, adaptabilidad y complementariedad

La dimensión política - sociorganizativa. En este caso hablamos del marco ético (principios teóricos) que requiere coherencia práctica (moral). Reconociendo los intereses (Heifer busca profundizar y masificar la agroecología) y estableciendo las necesidades (campesinos, recolectores y organizaciones de diferente orden buscan

¹² Desde los planteamientos de la ENA –Escuela Nacional de Agroecología-.

¹³ Como “ecológica” se comprende como una forma amplia del “cuidado de la casa” de la “crianza de la naturaleza” reconociendo la interdependencia fundamental de todos los fenómenos y procesos ... tal como lo refiere Frijof Capra en su libro La Trama de la vida”.

cambiar sus condiciones de vida a través de la agroecología) es necesario establecer un marco de principios que nos permita disponer de herramientas para la acción y la reflexión. Miramos la **economía**, no en el sentido de acumulación de dinero sino en buscar ahorro y administración adecuada de la naturaleza. Heifer se plantea trabajar con tres principios: autonomía, intencionalidad e incidencia.

La Transición agroecológica

Se plantean tres etapas de transición agroecológica, bajo un proceso continuo de transformación de la realidad, que parte del entendido que los agroecosistemas son dinámicos y que dentro sus procesos no son lineales sino más bien complementarios y continuos. Metodológicamente se plantean tres fases:

I. Fase de Recuperar DOS AÑOS.	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento sobre el agroecosistema. • Disponibilidad de alimento suficiente y diverso. • Fertilidad del suelo. • Diversidad vegetal y animal (generación de excedentes)
II. Fase de Aumentar TRES AÑOS.	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidad productiva. • Nutrición basada en la producción de la finca. • Reciclaje de nutrientes. • El uso de energías naturales y locales.
III Fase de Mantener DOS AÑOS.	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de conocimiento (diálogo de saberes) • La integralidad del agroecosistema. • No uso de químicos de síntesis química. • Al mínimo uso de energías externas: insumos, materiales, alimentos.

3. Aproximaciones Agroecológicas: Amazonía Sur y Amazonía Norte

Metodología del análisis

Heifer se plantea determinar el estado agroecológico de las familias involucradas en los proyectos, que permita determinar las brechas agroecológicas y los límites del sistema productivo. Para este fin se ha empleado la ficha de “profundidad agroecológica”, más información secundaria que incluye el trabajo de los equipos de proyecto.

Con base al marco teórico, la ficha de profundidad agroecológica trabaja en dos dimensiones de análisis y 6 principios: a) dimensión política - socio-organizativa, con tres principios: autonomía¹⁴, intencionalidad¹⁵ e incidencia¹⁶; b) dimensión ecológico-productiva, con tres principios: adaptabilidad y complementariedad¹⁷, uso óptimo del espacio y los recursos naturales¹⁸; y, reciclaje de nutrientes y energía¹⁹.

¹⁴ Autonomía. Capacidad interna de movilizar recursos endógenos para efectivizar la producción, con insumos propios, de fácil acceso y costo reducido. Mientras menos se usen recursos externos más autonomía tendrá el sistema.

¹⁵ Intencionalidad. Comprende respetar la naturaleza recuperando, mejorando y aumentando agua y suelo. Vivir en armonía, producción sana y sin químicos, disminuir la inequidad intergeneracional – etarea (jóvenes, mujeres). Rescatar las formas comunitarias de trabajo. Vincular la producción de los excedentes a mercados alternativos.

¹⁶ Incidencia. Incidir en las prácticas productivas y políticas de estado. Exige además promover y hacer parte de articulaciones en redes, movimientos y con diversos actores.

¹⁷ Adaptabilidad y complementariedad. Se refiere a como a través de la integración de plantas, animales, parcelas cultivos, asociaciones y rotaciones de cultivos, sistemas agroforestales, conservación de suelos se mantiene el equilibrio en los ecosistemas.

¹⁸ Uso óptimo del espacio y los recursos locales. Planificación de las unidades productivas (finca, parcela, chacra, manglar, paramo) y organización de las mismas con la finalidad de optimizar los espacios y recursos de territorialmente se posee.

¹⁹ Reciclaje de nutrientes y energía para reforzar la acumulación de materia orgánica en el suelo, con el fin de equilibrar y optimizar el ciclo de nutrientes.

Esta comprensión de la agroecología no está exenta de opiniones contrarias, pues existen varias maneras de analizar y cualificar la agroecología tanto desde agroecólogos como desde instituciones, desde una mirada técnica como desde una política. Buscamos establecer un punto de partida, que nos permita definir una tendencia tanto técnica como social del estado actual de la agroecología.

Zonas y trabajo de análisis

- **Amazonia Sur.** Provincia de Zamora Chinchipe, Cantones Palanda, Zamora, Zumbi, Yanzatza y 28 de Mayo. Con familias vinculadas a las organizaciones Feprocash y Apecap. Este trabajo se lo dio a partir de una consultoría en el 2015 para determinar el “Nivel agroecológico de productores y productoras de las organizaciones campesinas de Zamora Chinchipe”.
- **Amazonia Norte.** Provincia de Sucumbíos y Orellana, Cantones de Shushufindi y Joya de los Sachas. Con familias de las organizaciones Aprocash, Focash y Primavera Oriental. El análisis se ha dado sobre la base de la información de línea base del Proyecto Cacao Amazonia en el 2017 y su actualización en 2018, además de los datos de las ECAS -Escuelas de Campo-.

Valoración

Para determinar el nivel agroecológico de las fincas se otorga una puntuación que evidencia valores máximos (3), medios (2) y mínimos (1) sobre prácticas concretas en los diferentes indicadores de los 6 principios que se establecen para identificar si un predio es o no agroecológico.

Los predios con menor puntuación (1) son aquellos en los que no se identifican prácticas agroecológicas, predominan insumos químicos y se denominan fincas convencionales (nivel I o Fase de Recuperación). Las fincas con puntuación media (2) se consideran en transición (nivel II o Fase de Aumentar) es decir, los productores/as han iniciado la producción con criterios agroecológicos, dejando o minimizando el uso de agroquímicos aplicando prácticas para el manejo adecuado del agua, suelo cultivos y animales.

Las fincas con puntuación alta (3) consideradas como agroecológicas (están en nivel III o Fase de Mantener). Son aquellos que tienen incorporado mayor número de prácticas agroecológicas en el predio y a nivel comunitario; son predios agroecológicos consolidados, donde no solamente es importante el uso de prácticas agroecológicas en la finca, sino también las relaciones comunitarias y el reciclaje de energía y nutrientes.

Los hallazgos

Partamos de dos premisas, la amazonia está en permanente disputa del territorio, tanto por la actividad minera como por la expansión de la frontera agrícola para monocultivo; y, por otro lado, la agricultura familiar y campesina está en manos de familias que llevan algo más de 50 años de asentamiento, lo que define una forma de explotación y de relacionamiento con la naturaleza.

Podemos establecer que, si bien la Amazonia Sur está ligeramente mejor que la Amazonia Norte, ambas comparten una misma problemática que se refleja en los resultados de la Tabla 4 y gráfica adjuntos.

Tabla 4. Profundidad agroecológica por zona y por principio agroecológico.

Principios Agroecológicos	Agroecología (nivel óptimo)	Amazonia Norte	Amazonia Sur
Autonomía	3	1,6	2,1
Intencionalidad	3	1,0	1,0
Incidencia	3	1,0	2,1
Adaptabilidad y complementariedad.	3	1,3	2,3
Uso óptimo del espacio y recursos locales	3	0,5	0,9
Reciclaje de nutrientes y energía	3	1,3	1,4
Promedio agroecológico		1,1	1,6

Fuente: Fundación Heifer
Elaborado: Heifer.

Algunos aspectos relevantes



- No pretendemos que la cualificación de la agroecología a través de la “profundidad agroecológica” sea conclusiva, más marca una aproximación y una tendencia. El estado actual demuestra un NIVEL I (promedio 1,3 sobre 3) o en FASE DE RECUPERACIÓN, que es un referente para plantearnos los cambios para transitar de la agricultura convencional actual hacia la agroecología.

- La sensación de las familias -no lejos de los que pasa en otras zonas del país- es que están solas sin atención gubernamental que se traduce en pocas oportunidades y favorece la migración. Los jóvenes no tienen en la agricultura su primera opción de vida, en tanto esperan que las actividades mineras (petróleo, cobre u oro) sean su oportunidad laboral. De manera general encontramos un considerable grado de dependencia de insumos externos para cubrir necesidades de: producción, alimentación, salud, vivienda, vestido, etc.
- El **principio de autonomía** está amenazado por el monocultivo. Existen varias razones: a) reemplazando variedades de plantas y animales locales por nuevas especies con alta demanda de insumos externos como balanceados, fertilizantes, y productos fitosanitarios, b) pérdida del patrón alimentario cada vez es más visible,

observándose una tendencia de alimentarse con productos comprados en tienda (arroz, fideo, pollo, mortadela, atún, gaseosas, snaks entre otras)

- El **principio de intencionalidad**. Hay pocas evidencias de prácticas comunitarias entre los mestizos, la minga y el prestamano son formas culturales de las etnias locales.
- A nivel de **incidencia**, la posibilidad de rescatar, replicar conocimiento y conservar biodiversidad, tiene evidencias escasas con una tendencia de adopción de técnicas y tecnologías externas. Las evidencias son el crecimiento de la monoproducción agropecuaria.
- En lo que corresponde a los **principios de adaptabilidad y uso óptimo de los recursos**. Los más cercanos a este principio son los sistemas agroforestales de café, cacao. La incorporación del árbol a los cultivos es limitada. Las especies prevalentes en la asociación con café, cacao y plátano son los frutales, yuca, papa china y fréjoles.
- El **uso óptimo del espacio y de los recursos locales**, es el lado más débil, que para el caso del análisis se remite al agua y uso del suelo. Debemos mencionar que siendo la amazonia zona de alta pluviosidad existe el criterio de que los problemas de la disponibilidad de agua están superados, en tanto que la sustitución de zonas boscosas por agricultura es la tendencia.
- El **reciclaje de nutrientes y energía** junto con el uso óptimo del espacio son los más débiles. El uso de tecnologías alternativas para producción y energías, el trabajo en fertilidad del suelo y el control de plagas y enfermedades a partir de opciones no químicas son temas poco desarrollados. Está claro que la amazonia camina a la mecanización e incorporación de paquetes verdes para la producción de maíz, arroz, soya, café y cacao.

4. Retos y Oportunidades de la Agroecología en la Amazonía

Partamos de la apreciación del ex Relator del Derecho a la Alimentación, Olivier de Shutter (2013) quién propuso la agroecología como una opción para la agricultura familiar y campesina, así también lo han planteado los movimientos sociales latinoamericanos y ecuatorianos como una propuesta política y productiva de acción y resistencia a los modelos productivos convencionales. Es sin embargo necesario trabajar varios aspectos para lograr que la agroecología sea pensamiento y práctica:

- El momento agroecológico no es el mejor, **territorialmente la producción campesina y familiar tiene problemas estructurales, técnicos y políticos**. Sea a través de la profundidad agroecológica (nivel I o Fase de Recuperación) o cualquier otra forma o metodología es fundamental reconocer que tenemos problemas y que se requiere trabajo mancomunado, no para resolver solo desde una perspectiva técnica sino también social y política.
- El primer cambio está en comprender la **política agroecológica**. En el Ecuador la agroecología está en las leyes orgánicas. La Constitución del 2008 (en varios articulados, como el 281 y sus numerales) habla que “la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que

las personas, comunidades y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. La LORSA -Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, en su artículo 14, es más específica y nos habla que “El Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable.....”.

La ley es articuladora, pero son los GAD provinciales, cantonales y parroquiales son los competentes para generar ordenanzas, planes, programas e incentivos para la agroecología y la producción campesina.

- **Territorios agroecológicos.** La agroecología debe rebasar el espacio de la finca y mirar el territorio como su espacio natural de acción. No es posible el desarrollo agroecológico desde la individualidad, solo será posible desde la acción colectiva, pero sobre un marco de acción política. En este sentido a manera de ejemplo sin que sea la única manera tenemos los TPL²⁰ “territorios de producción limpia” implementados por el Gobierno Provincial de Zamora Chinchipe²¹.
- **Generar estructura agroecológica organizada.** Las acciones individuales de familias que destacan en el manejo de la finca o chakra que tienen un cúmulo de prácticas y conocimiento sobre su espacio y relacionamiento con la naturaleza, son destacables, pero no suficientes para desarrollar concienciación y cambios masificables. Nuevamente la acción colectiva es la clave.

En el marco de la acción colectiva están las REDES²² (como Red Agroecológica del Austro -RAA-, Red Agroecológica de Loja -RAL-, Red Biovida) cuyo propósito es generar encuentro de productores y consumidores y hacer visible la agroecología en espacios como ferias. Se registran 210 ferias en el país²³, en la sierra 154, Galápagos 3, costa 35 y amazonia 18 (Napo 8, Pastaza 2, Sucumbíos 3. Morona Santiago 3 y Orellana 2). Entonces existiendo la experiencia y los espacios es necesario generar las condiciones (vía ordenanzas) y los incentivos para que sean espacios -ferias- permanentes para productores y consumidores permanentes.

- **Desde el lado ecológico,** la agroecología tiene el potencial de aumentar la producción²⁴, contribuir a mejorar la nutrición²⁵, enfriar el planeta²⁶ y mejoran la calidad del ambiente. Sin embargo, solo disponemos de información secundaria y estudios aislados que no permiten contrastar con la realidad amazónica.
- **Los mercados agroecológicos generan ingresos estables y permanentes²⁷.** Los ecuatorianos solo gastan el 18,4% del gasto en alimentos frescos. La tasa de

²⁰ GADP Zamora Chinchipe. Ordenanza que regula la creación de los territorios de producción limpia -TPL- en la Provincia de Zamora Chinchipe. 20 abril 2013. Los TPL.....”buscan reducir la pobreza, el desempleo y la inequidad, a la vez que proponen multiplicar la riqueza y todo forma de actividad productiva, laboral y su identidad local”.

²¹ Al menos existen 4 iniciativas como ordenanzas, de tipo provincial en Pichincha y Tungurahua y de tipo cantonal en Nabón y Sigüig en Azuay.

²² De la Amazonia hay muy poca información sobre procesos organizativos y de productores agroecológicos. Heifer en su libro “La Agroecología está presente” sólo registra 30 familias vinculadas a la RAA.

²³ Heifer Ecuador. La agroecología está presente.

²⁴ Gliessman (1998).....”...los policultivos producen un rendimiento por unidad de tierra entre el 20 y 60% más que el monocultivo.

²⁵ La producción de alimentos para el consumo familiar y los mercados locales genera un impacto significativo en la nutrición de sus consumidores, creando una sinergia entre agricultura y soberanía alimentaria.

²⁶ GRAIN (2010). La agricultura campesina puede enfriar el planeta. ALAI. América Latina en Movimiento.....” este tipo de agricultura puede llegar a disminuir en un 75% los gases que producen el efecto invernadero en la atmósfera”

²⁷ Estudio de mercado para la producción agroecológica en Ecuador. Heifer, 2018.

crecimiento anual promedio de los gastos en alimentos frescos ha sido del 3,3% y va en aumento. Entonces hay un mercado potencial, pues en las tiendas locales se compra el 47% de los alimentos y en las ferias y mercados el 30%. En las ferias agroecológicas se negocia 15 millones de dólares anuales, con una venta anual promedio por feriante de 2 500 dólares, teniendo un potencial de crecimiento para los próximos 10 años de llegar hasta 76 millones. La amazonia requiere dos cosas, visibilizarse y estar presente en esos espacios.

- **Las mujeres generan estabilidad en la economía familiar.** Según los datos del año 2018²⁸, los precios promedios de café, maíz, arroz y palma han tenido una reducción promedio del 23%, lo que representa una reducción mensual de alrededor de 296,26 dólares en los ingresos familiares. En contraposición los emprendimientos (mayormente trabajados por mujeres) han llegado a 520,95 dólares mensuales, sin embargo, del potencial, son pocas las mujeres con estos ingresos, la mayoría aportan entre 30 y 100 dólares mensuales a la economía familiar. Destacamos que el trabajo de las mujeres -emprendedoras- se basa en la transformación de los productos de la finca y que el objetivo es que esos productos vengan de producción agroecológica.
- El mayor reto es generar condiciones para lograr **jóvenes agroecológicos**. La sensación es que tenemos una agricultura que envejece, donde el promedio de edad de hombres y mujeres en los grupos organizados es de 47 años y de los emprendedores es de 40 años. Los jóvenes tienen la certeza de que no son parte de la toma de decisiones y opciones, que no son escuchados, que no son animados para ser parte de las organizaciones y que sus ideas no se valoran. El trabajo aislado ayuda, pero no genera cambios, será imprescindible un trabajo interinstitucional, mancomunado para un plan de mediano y largo plazo, para tres temas de fondo: a) el campo y la agroecología requiere jóvenes y deben crearse las condiciones de apoyo para que se queden, b) los emprendimientos son una opción pero solo para los jóvenes que crean que la amazonia tiene potencial, c) formar jóvenes a través de las ENAS -Escuelas de Agroecología-, que no siendo las únicas formas, son una alternativa.

²⁸ Actualización de la línea base. Proyecto Cacao. Fundación Heifer, octubre 2018.

Intensificación en el Manejo de Pasturas para Contribuir a una Ganadería Sostenible y Climáticamente Inteligente en La Amazonia Ecuatoriana

Grijalva-Olmedo Jorge Eduardo¹

¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Jerónimo Leyton s/n y Gato Sobral, Quito

E-mail: jgrijalva@uce.edu.ec

INTRODUCCIÓN

Las pasturas constituyen la principal forma de uso de la tierra en la Amazonía, cuya expansión en base de prácticas no sostenibles, son consideradas entre los factores más importantes de deforestación y cambios climáticos globales (Wood y Porro, 2002; Grijalva et al., 2004). Esta actividad ha generado inquietudes relevantes y revelan la necesidad de investigar: ¿La intensificación de las pasturas es realmente un camino seguro para contribuir a detener o al menos reducir la deforestación en la Amazonía?, ¿Las opciones intensivas de manejo de pasturas diseñadas para ahorrar mano de obra, son capaces de liberar ese recurso para aumentar la deforestación?, o, por el contrario, ¿Aquellas tecnologías que promueven una mayor retención de mano de obra, liberan áreas que pueden dedicarse a la reforestación y recuperación de áreas boscosas?, ¿De qué modo las sub-cadenas bovinas de leche y carne, pueden contribuir a captar mano de obra?, ¿La inversión en pasturas puede efectivamente contribuir a reducir el impacto ambiental del efecto invernadero?

Trabajos previos demuestran que la intensificación de pasturas es la mejor estrategia para aumentar la unidad animal por área y contribuir a reducir el impacto ambiental. Esto significa que la intensificación en las prácticas de manejo de pasturas, implicaría una mayor producción y menor área de ocupación, respecto de las prácticas tradicionales y extensivas (Balmford et al., 2018). ¿Pero, con el mejoramiento de las pasturas, la ganadería puede continuar creciendo sin comprometer el aspecto ambiental? De hecho, sí, en la Amazonía es posible liberar un 25% del área en pasturas para otros usos (Grijalva et al., 2013). Por otra parte, la mejora genética de los hatos y el desarrollo de razas con mayor conversión alimenticia pueden contribuir a ese fin, pues por principio, cuanto más leche o peso vivo rinde un animal con menor ingestión de alimento, más eficiente es la producción animal y menos emisiones de metano se liberarían al ambiente (Grijalva, et al., 2004). Este trabajo analiza algunos hallazgos de la investigación sobre varias opciones forrajeras y de manejo del pastoreo, con el fin de contribuir a la construcción de alternativas sostenibles y minimizar impactos ambientales negativos.

Características de la actividad ganadera en la Amazonía

Tipología de productores ganaderos

En Amazonía, los atributos más sobresalientes de diferenciación de productores constituyen *la mano de obra y el nivel de intensificación* (Arévalo et al., 2008). Así, es posible evidenciar una mayor frecuencia de productores del sector de subsistencia (82%), caracterizados por el predominio de mano de obra familiar y bajo uso de tecnología. En contraste, las ganaderías especializadas con mano de obra contratada y cierto nivel de uso de tecnología en el manejo de sus predios, apenas constituyen el 18% del total de predios. Estas últimas incorporan elementos de modernización tecnológica en base de conceptos de *intensidad y frecuencia* de pastoreo, y prácticas de mejoramiento genético de ganado.

La fragilidad de los suelos en la Amazonía

Un panorama general de alta fragilidad se revela en los suelos de la ecorregión amazónica (Tabla 1). Tanto en los suelos de origen volcánico como de origen aluvial, el pH suele ser un factor limitante, dado que está asociado a problemas de toxicidad de aluminio, dando lugar a la liberación de Al que ocupará los sitios de intercambio de las bases perdidas (Espinoza, 2008).

Tabla 1. Macro-elementos minerales presentes en suelos bajo pastoreo continuo durante varias décadas en varios escenarios de la Amazonía.

Altitud, m.s.n.m.	pH	N amoniacal ppm	P ppm	K meq/100ml	S ppm	MO %
250-800	5,8	34,1	8,2	0,6	3,7	21,0
1 500-1 800	5,6	90,3	12,9	0,2	6,4	9,2
1 801-2 000	5,7	84,9	18,7	0,3	7,2	9,2
2 001-2 500	5,4	96,3	12,2	0,2	7,2	6,5
> 3 000	5,9	35,0	1,5	0,2	13,0	3,2

Promedio de 68 muestras analizadas en laboratorio de suelos EESC-INIAP.

Fuente: Grijalva et al., 2013.

El alto nivel de nitrógeno en formas amoniacales, serían causas de la acidificación de extensas áreas de pastoreo (Enríquez, et al. 1991). Sin embargo, ese N generalmente es retenido en la arcilla del suelo y es poco móvil y útil para la planta, particularmente en sitios con temperaturas bajas, la transformación de N amoniacal en Nitrato, forma de N útil para las plantas, es demasiado lenta, lo cual tiene implicancias sobre el crecimiento de pastos.

Por otra parte, alto nivel de N amoniacal y bajo nivel de S en el suelo, estaría asociado a la ocurrencia de problemas relacionados con el metabolismo del nitrógeno en las plantas (Burbano, 2011; Grijalva, 1989). El perfil deficitario de azufre asociado al exceso de precipitación, perjudican la construcción de proteínas en las pasturas.

En cuanto al fósforo, su absorción por las raíces podría ser condicionada al pH. Cuando el pH es bajo, los minerales arcillosos se descomponen y consecuentemente se libera Al^{+3} y Fe^{+3} a la solución. En tales condiciones, el fósforo es inmovilizado y fijado al complejo humus-Al-Fe (INPOFOS, 1997).

El potasio por sí solo no representa un problema, sin embargo, altos niveles de K y de NNP, condicionan la eficiencia de utilización del fósforo, el Mg y Ca. La CIC está relacionada de manera proporcional a la materia orgánica; es decir, a mayor contenido de MO mayor es la CIC, por lo cual los suelos tienen el atributo de prevenir pérdidas potenciales por lixiviación (percolación) de los cationes como el Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , H^+ , Na^+ , Al^{+++} , NH_4^+ , debido a que la MO así como las partículas limosas y arcillosas que componen los suelos francos, retienen esos iones que tienen carga eléctrica positiva por lo tanto, esos iones no serían liberados para absorción por parte de las raíces de las plantas.

El manejo de pasturas en Amazonía

La producción pecuaria se sustenta en una variedad de opciones forrajeras definidas por las condiciones biofísicas. El kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex chiov., marginal

en sitios de ladera. En sitios más abrigados, las opciones más sobresalientes son el kikuyo y el pasto miel *Setaria splendida* Stapf. La intensificación en algunos predios del sector empresarial, se explican por las prácticas de drenajes, manejo y utilización de pasturas y de animales. La fertilización (Grijalva y Guerrero, 1996) no es un elemento tecnológico discriminante (Tabla 2).

Tabla 2. Valor nutritivo de varias especies de pasturas en suelos húmedos de la Amazonía.

Especie	Porcentaje de la materia seca	
	Proteína cruda	Digestibilidad <i>in vitro</i>
Kikuyo ^{1/}	12,4	60
Pasto miel ^{2/}	11,1	58
Pasto miel con Lotus ^{2/}	15,2	65
Pasto maralfalfa ^{3/}	9,4-11,5	43-49
Pasto mulato ^{4/}	9,0-12,0	55
Mulato + maní forrajero	12,1-14,0	57-62

1/ kikuyo, 50-55 días de rebrote, sitios húmedos entre Papallacta-Cuyuja (2500-3200 m.s.n.m.).

2/ pasto miel solo o en mezcla con Lotus (*lotus pedunculatus* Cav.), 55 días, Baeza sobre suelos muy húmedos (2000 m.s.n.m.)

Maralfalfa, sitios húmedos de Quijos y Joya de los Sachas

4/ Pasto mulato: 45 días de rebrote, suelos húmedos, Joya de los Sachas. 20% de leguminosa en la pradera

En Pie de Monte y selva baja, utilizan especies de gramíneas forrajeras como el gramalote (*Axonopus scoparius* (Flüggé) Kuhlman) muy difundido y utilizado en piedemonte. Se evidencia también el pasto Guatemala (*Tripsacum laxum* Nash), pasto Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher) y pasto Brachiaria o Dalis (*Brachiaria decumbens* Stapf) y Marandú (*Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf cultivar Marandú); Maní forrajero (*Arachis Pintoi* Krapov. Y WCGreg.), Pasto Alemán (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc), pasto Micay (*Axonopus micay* García-Barr.), pasto brasilero (*Phalaris sp.*), Maralfalfa (*Pennisetum violaceum* (Lam.) Rich.), y King Grass (*Pennisetum purpureum* Schumacher) en sitios bajos y más cálidos. El pasto gramalote se maneja bajo un sistema tradicional de “sogueo” cada 6-8 meses, en tanto que los cultivares del género *Brachiaria*, en pastoreo rotativo cada 30-60 días. Es relativamente común encontrar algunas especies arbustivas leguminosas tales como *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp (Mata ratón, madero negro, mambla), *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. (Flemingia), *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit (Leucaena) en asociación con gramíneas: *Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf (Marandú), *Panicum maximum* Jacq. (Saboya enano). Otras especies leguminosas rastreras como *Arachis Pintoi* Krapov. Y WCGreg. (Maní forrajero) y árboles de uso múltiple, dan cuenta de las prácticas de integración y su influencia en el rendimiento animal (Tabla 3).

Tabla 3. Producción animal en sistemas de pastoreo a pleno sol y en sistemas silvopastoriles.

Sistemas de Uso	Producción animal, Kg ha ⁻¹ año ⁻¹		Incremento, respecto de alternativa pleno sol, %	
	Carne	Leche	Carne	Leche
B. humidicola + D. heterophyllum, sombra parcial	383	1 278	20	17
B. brizantha + C. pubescens, sombra parcial	584	1 643	92	50
B. dictyoneura + A. pintoii, sombra parcial	385	1 460	25	17
B. decumbens + C. macrocarpum, sombra parcial	387	1 387	26	27
B. decumbens pleno sol	307	1 095	100	100

El clima, las condiciones del suelo y la acumulación de biomasa

La altitud, precipitación y nubosidad, juntas generan una serie de ecosistemas que se modifican rápidamente en distancias muy cortas, causando gran impacto no solamente sobre la decisión preferencial de los propietarios de predios en usar el espacio en la producción de pasturas, sino también, sobre el crecimiento y acumulación de biomasa.

En los sitios como Papallacta y Cuyuja, hay una barrera natural a la expansión, las áreas en pasturas están ubicadas en pendientes inferiores al 30% (Estrada, 2010; Grijalva, et al., 2004; Arévalo, et al., 2008). De otra parte, la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) es un factor primordial que afecta el crecimiento de las pasturas. Cuando RFA se aproxima a 200 watts/m² y la temperatura alcanza 20°C, el kikuyo alcanza el punto óptimo de producción. Esto significa que, con cada unidad de incremento en la concentración de N en las hojas, la producción de biomasa se incrementaría en 20 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹, siempre y cuando el factor agua no sea limitante (Estrada, 2010). Sin embargo, de la radiación total, menos de dos terceras partes es RFA; por tanto, se deduce que únicamente en un corto periodo del año se superaría el punto de saturación de las hojas del pasto kikuyo y de pasto miel, donde sería posible obtener una producción de biomasa entre 21-33 kg de materia seca ha⁻¹ día⁻¹. A la vez, luz y temperatura (Figura 1) junto con la precipitación y evapotranspiración, son los factores que tienen mayor influencia sobre el crecimiento y desarrollo de las pasturas.

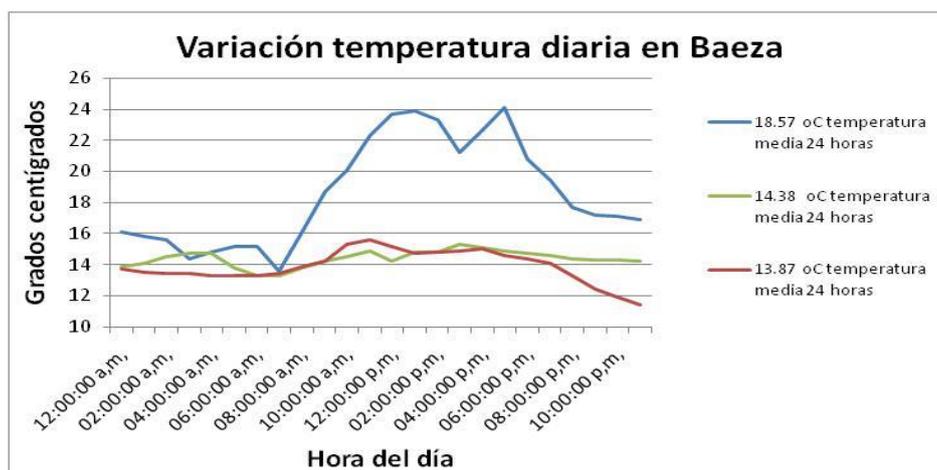


Figura 1. Variación en la temperatura diaria en Baeza, Valle de Quijos
Fuente: GIZ, 2013

Los sistemas ganaderos en Amazonía, apenas sostienen una carga animal de una vaca ha⁻¹ año⁻¹. Si se quiere duplicar la carga animal en ésta ecorregión, se necesitaría importar ganado, pero el precio sombra de las vaquillas sería mucho más alto pues se necesitaría transportarlas de sitios más productivos, y el único lugar posible es la sierra andina, pero el lento crecimiento del hato nacional (no supera el 3% anual según las estadísticas del MAGAP) hace que los sistemas locales crezcan lentamente en base de sus propios crecimientos. Es más fácil incrementar la oferta forrajera que incrementar el crecimiento del hato (Estrada, 2010).

Elementos de intensificación del manejo de pasturas y el pastoreo en Amazonía

Intensificación del manejo de pasturas e impactos sobre la capacidad de carga animal

Las especies tropicales del género *Brachiaria* y otras de los géneros *Pennisetum*, *Axonopus* y *Setaria* de zonas subtropicales, prosperan con dificultad en base de limitaciones asociadas a las condiciones climáticas que influyen sobre el crecimiento y acumulación de biomasa, sobre todo la baja RFA, es quizá la variable que mayor impacto causa. No obstante, el nivel de intensificación de las pasturas y el manejo del pastoreo dentro del predio, son también otros factores incidentes (Tabla 4).

Tabla 4. Relaciones entre biomasa forrajera, frecuencia e intensidad de pastoreo y carga animal en varias tipologías de predios ganaderos en Amazonía.

Variable	Tipología de predios ganaderos			
	G1	G2	G3	G4
Biomasa total, kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	1 800	2 300	3 100	1 900
Frecuencia de pastoreo, días	45	41	38	35
Intensidad de pastoreo, días	9	7	6	4
Carga Animal, UA ha ⁻¹	0,79	0,9	1,21	1,26
Capacidad Receptiva, UA ha ⁻¹	0,8	0,9	1,5	1,9

Fuente: INIAP-UCE, 2010

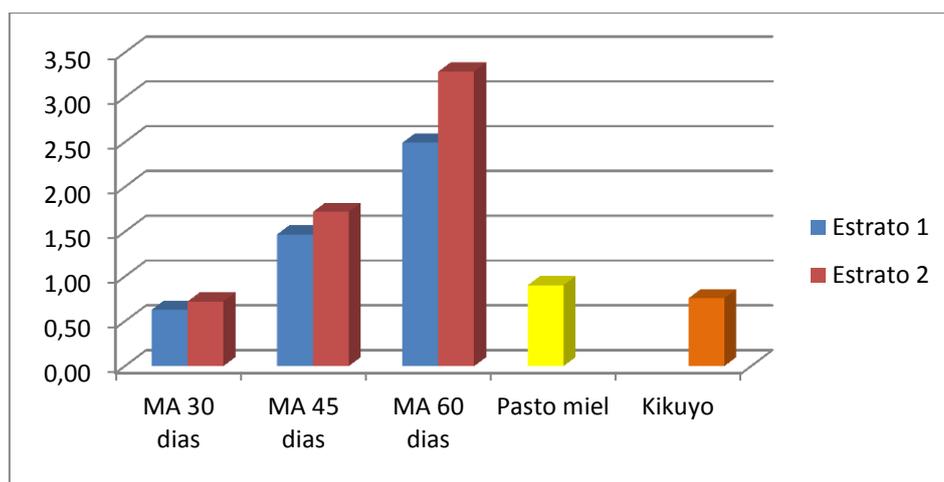
UA: Unidad Adulta (Bovino de 400 Kg de peso vivo que cría a un ternero hasta los 6 meses de Edad).

G1= Mano de obra familiar y baja intensificación. G2 Mano de obra familiar y media intensificación. G3 Mano de obra contratada y media intensificación. G4 Mano de obra contratada y alta intensificación

Tipo de pasturas; kikuyo y pasto miel.

Frecuencia de pastoreo e impactos sobre la acumulación de biomasa y el valor nutritivo de las pasturas

En la Figura 2, se observa la producción de materia seca del kikuyo aprovechado a 45 días de rebrote versus el pasto mar alfalfa cortado a frecuencias de 30, 45 y 60 días, en dos estratos altitudinales: Estrato 1 (1 500 a 1 800 m) y Estrato 2 (1 801 a 2 000 m) de altitud. Esos datos representan tasas de crecimiento diarios de 20, 33 y 40 a 52 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ en maralfalfa en esas frecuencias de pastoreo, versus un valor cercano a 15 kg tanto de pasto miel como de kikuyo.



**Frecuencias de corte de maralfalfa: 30, 45 y 60 días
Frecuencias de pastoreo de pasto miel y kikuyo: 45 días.**

Figura 2. Acumulación de materia seca (t de materia seca/ha) de pasto maralfalfa, pasto miel y kikuyo en varias frecuencias de pastoreo en Amazonía.

El valor nutritivo (Tabla 5), muestra que a medida que aumenta la frecuencia de aprovechamiento, aumenta la proporción de FDN y FDA y contrariamente, la proteína

disminuye notablemente y con ello la calidad de la pastura. Esto sugiere que el momento más adecuado de corte o de pastoreo de las tres especies no debe ser mayor a 35-45 días (Grijalva, 2010).

Tabla 5. Composición química de varios pastos a varias frecuencias de corte o pastoreo en Amazonía.

Frecuencia de corte o pastoreo	Materia seca, %	Proteína cruda, %	FDN, %	FDA, %
Maralfalfa				
Corte a 30 días	11,7	13,9	66,2	48,2
Corte a 60 días	16,5	11,4	73,1	49,8
Pasto miel y/o kikuyo				
Pastoreo a 45 días	17,8	12,2	61,2	39,9
Pasto Brachiaria				
(cv Mulato) 30 días	16,9	13,6	38,6	55,6
Cv Mulato 60 días	19,5	8,7	71,2	45,7

Fuente: INIAP. 2010

Valor del encalado y fertilización sobre la acumulación de biomasa forrajera

En sistemas silvopastoriles de baja intensificación, la incorporación de Cal (1,5, 3,0, 4,5 y 6,0 t ha⁻¹ año⁻¹), se lograrían 8 a 10 pastoreos por año en un mismo lote. Contrariamente, un sistema silvopastoril de alta intensificación, la aplicación de 0,6, 2,0 y 4,0 t ha⁻¹ año⁻¹ de cal, y fertilización química anual consistente en 120 kg de N ha⁻¹, 90 kg de P₂O₅, 60 kg de K₂O, 4 kg de S y 4 kg de Mg, se lograrían 12 a 15 pastoreos durante el año (Figura 3).

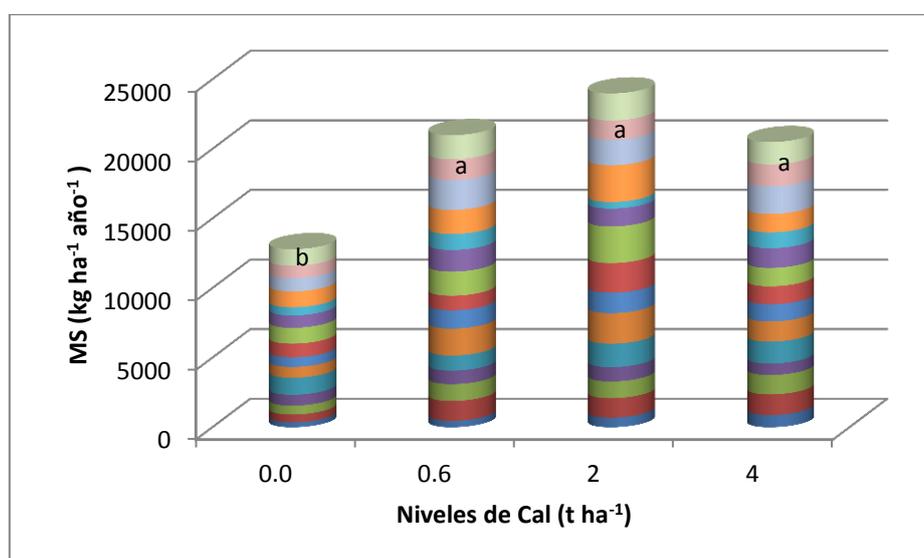


Figura 3. Biomasa seca acumulada (kg ha⁻¹año⁻¹) en sistemas de alta intensificación en base de pasto miel en la subcuenca del Río Quijos. INIAP-Universidad Central del Ecuador, 2011-2012

Esos resultados muestran importantes implicaciones de la fertilización como *elemento de intensificación*, sobre la acumulación de biomasa para consumo de los animales.

Impactos de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la productividad animal

Tanto la *intensidad como la frecuencia de pastoreo* producen diferentes impactos, siendo lo más frecuente esperar cambios en la composición botánica de las praderas, aumento de la compactación del suelo con cargas altas, lesiones mecánicas a las plantas por pisoteo, alteración de la estructura del suelo húmedo por el pisoteo constantes, alteración en el crecimiento normal de las especies debido a la presencia de deyecciones sólidas y líquidas por interferencia del paso de la luz. La carga animal en las ganaderías con mano de obra familiar, son tan bajas como 0,78-0,90 UA ha⁻¹, contrariamente, las ganaderías con mano de obra contratada, soportan cargas de 1,21 a 1,26 UA ha⁻¹, lo cual revela que, al aumentar el nivel de intensificación, mejora la capacidad de carga y la productividad (Tabla 6).

Tabla 6. Acumulación de biomasa y capacidad de carga animal de tres sistemas pastoriles basados en kikuyo y pasto miel en tres escenarios de intensificación en la Amazonía.

Variable	Sistema ganadero		
	Pasto miel		Kikuyo
	Escenario de intensificación		
	Baja	Media	Alta
Materia seca acumulada, kg ha ⁻¹ año ⁻¹	5 200	12 000	17 600
Tasa de crecimiento, kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹	21	49	33
Frecuencia de pastoreo, días	60	45	24
Intensidad de pastoreo, días	5	2-3	1
Número de pastoreos al año	6	8	15
Eficiencia de pastoreo, % de la biomasa	60	65	65
Capacidad de carga animal, UA ha ⁻¹	0,90	2,1	3,1

Fuente, Data-Pasturas. Programa Nacional de Forestería del INIAP. 2011-2012.

UA: animal tipo de 400 kg de peso vivo, cuyo consumo de materias seca por días es del 2,5% del peso

Impacto del nivel de intensificación de la ganadería sobre emisiones de gases efecto invernadero

La producción de metano (CH₄) deriva del proceso digestivo, pero constituye una pérdida de energía y contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), variable que está influenciada por el consumo, composición y digestibilidad de la dieta y el procesamiento previo del alimento. Tal cual se evidencia en la Tabla 7, un cambio en el sistema de pastoreo tradicional a otro donde se incluye leguminosas, y mucho mejor aún si se utiliza alimentos de alta densidad calórica (3 000-3 200 kcal de energía metabolizable kg de MS⁻¹) pueden reducir la emisión de CH₄ y sus efectos sobre el calentamiento y el cambio climático global.

Tabla 7. Digestibilidad, Consumo, producción de leche y capacidad de carga animal en varios escenarios de intensificación en la Amazonía.

Variable	Sistema de uso		
	Pastoreo tradicional	Semi-intensivo Silvopastoril	Intensivo (pastoreo más concentrado)
Digestibilidad de la MS, %	55,0	58,8	63,2
Consumo de MS, kg día ⁻¹	8,0	8,8	10,0
Consumo de energía, MJ día ⁻¹	147,6	163,3	184,5
Producción de leche, l ha ⁻¹ año ⁻¹	1 392	2 345	3 370
Emisión de CH ₄ , g día ⁻¹	200	175	170
Emisión de CH ₄ , g kg MS ⁻¹ día ⁻¹	25,3	21,2	17,0

MJ= Mega Jouls. MS= Materia Seca

Elaboración y análisis: J. Grijalva, 2012-2013.

Porqué promover una ganadería sostenible y amigable con el clima en Amazonía

Al nivel de predio, son múltiples *opciones de Adaptación* para promover la Intensificación en Amazonía:

Promover estrategias de mejoramiento genético del ganado: i) que comprendería el fortalecimiento de las razas establecidas, adaptadas al estrés climático local y a las fuentes de alimentos, y ii) la mejora de las razas locales mediante el cruce con razas tolerantes al calor y las enfermedades.

Mejorar los sistemas de manejo del ganado. Tales sistemas deberían: i) proporcionar zonas de sombra y agua para reducir el estrés del calor generado por el aumento de la temperatura, ii) reducir el número de cabezas de ganado empleando animales más productivos para aumentar la eficiencia de la producción a la vez que se reduciría las emisiones de GEI, y iii) ajustar el número de cabezas de ganado y la composición de los rebaños para optimizar el uso de los recursos de alimentación animal.

De otra parte, como *medidas de mitigación*, podrían plantearse algunas prioridades:

Mejorar el manejo de la alimentación. La composición del alimento tiene efectos en la fermentación entérica y en las emisiones de metano (Dourmad, Rigolot y Van der Werf, 2008). La cantidad de alimento ingerido está relacionada con la cantidad de residuos generados. Si se aumenta concentrados en las dietas se lograría reducir emisiones de CH₄ (Lovett et al., 2005; Grijalva, et al., 2013).

Reducir el metano producido durante la digestión. La producción de metano en el sistema digestivo de los animales, especialmente los rumiantes, puede reducirse mediante el empleo de aditivos para los pastos (CMNUCC, 2008).

Mejorar el índice de conversión de alimentos. La reducción de la cantidad de alimentos por unidad de producto puede reducir la producción de GEI. La eficiencia de los pastos y otros alimentos puede incrementarse mediante la obtención de razas de crecimiento más rápido y más resistentes, que engorden más o que produzcan más leche.

Mejorar el manejo de los residuos. Las opciones disponibles para mitigar las emisiones de metano suponen la captura de este gas en instalaciones de almacenamiento del estiércol cubiertas (colectores de biogás). Algún ejemplo exitoso se puede evidenciar en Amazonía.

Mejorar el manejo del pastoreo. El pastoreo rotacional podría ser más rentable para compensar las emisiones de GEI. El aumento de la cubierta vegetal y del contenido de materia orgánica del suelo incrementaría la captura de carbono, mientras que la inclusión de forraje de gran calidad en la dieta de los animales contribuirá a reducir las emisiones de metano por unidad de producto.

Conclusiones e implicancias útiles para el diseño de políticas públicas

Las prácticas tradicionales de producción de pasturas, reflejan una racionalidad consistente con las características biofísicas y socioeconómicas. Las técnicas silvopastoriles, debe considerarse como una prioridad. De igual forma, el aprovechamiento del potencial de incremento en la producción, en base de sistemas esencialmente pastoriles intensivos, debe ir paralelo al mejoramiento de la estructura global de la cadena de lácteos en el ámbito local y aún regional.

Una decisión de importar ganado de otras zonas del país no es un reto fácil de ejecutar en Amazonía, pues el lento crecimiento del hato nacional determina que los sistemas locales

crezcan lentamente en base de sus propios crecimientos obtenidos con tecnologías sencillas. Parece más fácil incrementar la oferta forrajera que incrementar el crecimiento del hato.

La introducción de nuevas pasturas del género *Pennisetum* y otras de los géneros *Brachiaria* y *Panicum* solamente podrían ser rentables en sistemas con un bajo costo de oportunidad de la mano de obra. Pero, a medida que se incrementa el costo del jornal, la producción requiere sistemas de producción que aumenten la eficiencia de la mano de obra con base en manejo de pastoreos rotacionales que maximicen la captura de radiación solar, para lograr mayores índices de área foliar.

Los resultados de este trabajo vistos en su globalidad, permiten inferir que en toda la región amazónica ecuatoriana es posible liberar al menos un 25% del área actual utilizada con pasturas para dedicarlas a otros usos. Igualmente, se precisa una mejora genética de los hatos y el desarrollo de tipos raciales con mayor conversión alimenticia, y al uso de alimentos con alto valor energético, para reducir significativamente las emisiones de CH₄ y sus efectos sobre el calentamiento y el cambio climático global.

BILIOGRAFÍA

- Andino M, V Arévalo y J Grijalva. 2002. Factores Políticos y cambios en la vegetación natural y uso de la tierra en el Cantón Quijos, Provincia de Napo-Ecuador. Publicación miscelánea preparada para el Proyecto “Ganadería, uso de la tierra y deforestación en zonas amazónicas de Brasil, Perú y Ecuador”. EESC-INIAP. 58 p.
- Arévalo V, J Grijalva. 2002. Participación genérica en el proceso de toma de decisiones relacionadas con el uso de la tierra y la adopción de tecnologías en el Valle de Quijos y Piedemonte Amazónico.
- Andrew Balmford, Tatsuya Amano, Harriet Bartlett, Dave Chadwick, Adrian Collins, David Edwards, Rob Field, Philip Garnsworthy, Rhys Green, Pete Smith, Helen Waters, Andrew Whitmore, Donald M. Broom, Julian Chara, Tom Finch, Emma Garnett, Alfred Gathorne-Hardy, Juan Hernandez-Medrano, Mario Herrero, Fangyuan Hua, Agnieszka Latawiec, Tom Misselbrook, Ben Phalan, Benno I. Simmons, Taro Takahashi, James Vause, Erasmus zu Ermgassen and Rowan Eisner. 2018. The environmental costs and benefits of highyield farming. *Nature Sustainability*, vol 1: 477–485.
- Espinoza José. 2008. *Distribución, uso y manejo de los suelos en la región Andina*. Conferencia Magistral en el XI Congreso de la Ciencia del Suelo. Quito-Ecuador. 10 p.
- Estrada, R. 2010. Precio sombra de la conservación de la selva en la amazonia ecuatoriana. El caso de la conservación del hábitat del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) en la cuenca del río Quijos. Armenia, mayo de 2010.
- FAO. 2010 b. TCP/RLA/3217 TCP/RLA/3112. Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario. Sistematización de buenas prácticas para la gestión de cuencas hídricas en los municipios de Quijos y El Chaco – Napo.
- FAO. IICA, IFAD, EMBRAPA. 2010. Memorias de la “Consulta de sistemas integrados cultivos-ganadería para el desarrollo” (Consultation of integrated Crops-Livestock System for development). 23-26 de marzo 2010. Sete Lagoas- Brasil.
- Grijalva J, Guerrero W. 1996. Características y evaluación preliminar de lotus *Lotus pedunculatus* en el Valle de Quijos. Boletín divulgativo no publicado. AGSO-INIAP-GTZ. 8 p.

- Grijalva J, Arévalo V, Wood Ch. 2004. Expansión y trayectorias de la ganadería en la Amazonía. Ecuador. Publicación miscelánea No 125. INIAP. Quito, Ecuador. 201 p.
- Grijalva J, Guamán S. 2010. Sistemas silvopastoriles y ganadería sostenible en la subcuenca del río Quijos. Informe de avance de tesis de grado. INIAP, 25 p.
- Grijalva J, Gavilanes C. 2010. GTZ e INIAP impulsan iniciativa para adaptación al Cambio Climático. Caso de la Sub-cuenca Río Quijos. Revista Huellas del Sumaco. Edición N° 4. P 18-21.
- Grijalva J, Riofrío J, Ramos R. 2012. Informe técnico de proyecto PC-Prevalece: Cambios climáticos y sistemas agroforestales en los andes ecuatorianos. INIAP, 50 p.
- Grijalva J, Ramos R, Arévalo V, Barrera P, Guerra F. 2013. Alternativas de intensificación, adaptación y mitigación a cambios climáticos. Los sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Quijos de la Amazonía ecuatoriana. Publicación miscelánea INIAP No 414. Quito, 54 p.
- Guamán S. 2010. Caracterización de los sistemas ganaderos en el Valle de Quijos, Provincia de Napo. Tesis de grado previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Nacional de Loja. 120 p.
- Hegen E. 1966. Highways into the upper Amazon basin. University of Florida Press. Gainesville.
- Ibrahim M, Vilanueva C, Mora J. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. In: MOSQUERA-Losada, M. R.; Rigueiro-Rodríguez, A.; McAdam, J. (Ed.). Silvopastoralism and sustainable land management: International Congress on Silvopastoralism and Sustainable Management, 2004, Lugo, Spain. Proceedings. Oxfordshire: CABI International, 2005. p.13-18.
- INPOFOS. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Primera impresión en español mayo 1997.
- Intergovernmental Panel on Climate Change 2004. Metodología de inventario de gases de efecto invernadero. Disponible en: www.olade.org/Doc.
- MAE. 2010. Inventario de Gases de efecto invernadero en el Ecuador. 60p.
- Michel GA, Nair VD, Nair PKR. 2007. Silvopasture for reducing phosphorus loss from subtropical sandy soils. *Plant and Soil*, v. 297, n. 1-2, p. 267-276, 2007.
- Rhoades Robert E, Ramón Valarezo G. 2000. Reflexiones y pautas para el desarrollo sostenible. En: Rhoades, R. E. (ed.). *Tendiendo puentes entre paisajes humanos y naturales*. SANREM/CRSP. Ed. Abya-Yala. Quito. pp: 395-415.
- Woods Ch, Porro R. 2002. *Deforestation and land use in the Amazon*. Gainesville, University Press of Florida. 385 p.
- Wunder S. 2000. *The economics of deforestation: The example of Ecuador*. Mac Millan Press Ltd. London. 262 p.

AGROFORESTERÍA

Planificación Agroforestal Participativa para el Enriquecimiento de Fincas, Orellana, Ecuador

Nelly J Paredes^{1,2}; Jimmy T Pico¹; Luis F Lima¹; Carlos E Caicedo^{1,2}; Porfirio P Chimbo²; Christian A Ortega²; Vicky V Arguello²; Nelly Y ‘Avalos²; Freddy P Ajila²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador
E-mail: nelly.paredes@iniap.gob.ec

Palabras clave: Agroforestería; cercas vivas, cortinas rompevientos

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Orellana existe preocupación por los aspectos ambientales, económicos y sociales generados por las prácticas agrícolas utilizadas en la producción de alimentos, generando cuestionamiento desde múltiples sectores, respecto al uso de modelos de producción industrial y convencional (monocultivos dependientes de insumos agroquímicos), sin embargo la mayoría de los agricultores de bajos recursos y aquellos que manejan áreas ecológicamente sensibles, dependen mayoritariamente de tecnologías externas distintas a su realidad, lo que en algunas ocasiones provoca una serie de impactos como: presencia de nuevas plagas, pérdida de la agrobiodiversidad, erosión y pérdida de fertilidad de los suelos y en algunas ocasiones la migración de las familias, provocando un desequilibrio en la parte social del núcleo familiar (Guzmán y Alonso, 2010; Labrador y Altieri, 2001).

Frente a esta problemática es fundamental usar estrategias agroforestales, como la planificación de finca, con el objetivo de mejorar los índices de productividad, esta estrategia permite a los productores conocer los recursos existentes en su finca y hacer proyecciones de mejora de manera integral. Las diversificaciones de los sistemas de producción permiten incrementar la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, produciendo cambios favorables análogos en varios componentes y procesos agroecológicos (Altieri, 1995), por ello en la Amazonía ecuatoriana se sugiere establecer policultivos bajo el enfoque de agroforestería que permitan reducir la dependencia de insumos externos, aumentar la disponibilidad de materia orgánica y con eso la fertilidad y la capacidad de retención de humedad del suelo se favorecen.

Del mismo modo, se debe evaluar la problemática de la finca, el saber de los productores, su disponibilidad de capital humano y económico, sus expectativas al corto, mediano y largo plazo, las prioridades de cambio y las estrategias tecnológicas para mejorar el sistema. Asimismo, fue necesario elaborar un plan de implementación de opciones tecnológicas acorde con los recursos del productor y de monitoreo de la finca para conocer la respuesta a los cambios implementados (Labrador y Altieri, 2001; Altieri y Nicholls, 2008; Guzmán y Alonso, 2007).

En este artículo se presenta el estudio de caso de la finca “Santa Anita”, donde se realizó la conversión de sistemas convencionales a través de la implementación de arreglos agroforestales basados en el enriquecimiento con especies maderables, frutales, medicinales, cacao, sistema silvopastoril, bancos forrajeros y parcela de cultivos para seguridad alimentaria (chakra), finca enmarcada en el proyecto “Sistemas de producción climáticamente inteligente, para determinar las sinergias entre mitigación, adaptación y seguridad alimentaria en la provincia de Orellana”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diagnóstico se desarrolló en el 2016, en cinco fincas de la comunidad Gacela provincia de Orellana, para el presente trabajo se utilizó el estudio de caso de la finca “Santa Anita”. La conversión de sistemas convencionales de producción, de la finca se realizó en tres etapas secuenciales: *a*) diagnóstico y diseño agroforestal propuestos por Somarriba (2009), donde se identificó las especies leñosas presentes en el cacao y en el área de pastizales degradados en un área de muestreo de 2000 m², *b*) análisis de las interacciones, adoptando el rango de -3 a +3 y; *c*) conversión del sistema tradicional a través de la implementación del agroecosistema en la finca (Somarriba, 2009; Ngo et al., 2013). Los análisis de los datos fueron realizados usando el programa INFOSTAT/Profesional versión 2011 (Di Rienzo et al. 2012). Los nombres científicos y familias de los árboles fueron verificados con los registros del Herbario Nacional del Ecuador y Missouri Botanical Garden (www.mobot.org).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico biofísico y agroforestal

La finca Santa Anita, ubicada en las coordenadas 270 915 UTM latitud y 9 944 298 UTM longitud, cuenta con un área de 10 hectáreas se sitúa entre los 250 m.s.n.m., con temperatura promedio anual de 28°C (INAMHI, 2017), presenta suelos franco-arcillosos, con pendientes que varían de 5 a 30%, presenta los siguientes segmentos: *a*) pastizales degradados con especies forestales (silvopasturas), *b*) cacao con especies forestales, *c*) área de rastrojo y *d*) conservación de 5 ha de bosque.

Se observó que existe una gran diversidad de especies forestales presentes en los segmentos *a*) cacao con especies forestales y *b*) pastizales degradados con especies forestales. En el lote de cacao de 1,5 ha, se registraron 90 especies leñosas perennes (dap>45 cm) y 625 plantas de cacao, la familia botánica más abundante fue la Boraginaceae, lo que concuerda con Somarriba (1999), quien manifiesta que en Talamanca, cada año las especies forestales producen y dispersan grandes cantidades de semillas favoreciendo el proceso de regeneración natural, al igual que el interés del productor al realizar la siembra de especies, en lo referente a sombra las especies forestales proyectaban un 60% y el cacao un 25%, en total en el lote de cacao existía un 85% de sombra.

En el lote de pasto degradado de 1,9 ha, se registraron un total de 250 leñosas perennes por hectárea (DAP>45 cm), las familias botánicas más abundantes fueron la Boraginaceae, Lauraceae y Meliaceae, de las cuales el 80% de las especies leñosas son de regeneración natural, existe un 89% de sombra presente en el sistema, las leñosas representan la principal fuente de madera en la zona, lo que concuerda con Suarez (2001), quien manifiesta que las leñosas se usa para construcciones de casas, botes, leña, madera y venta para aserrío. Para el caso del segmento *c*) correspondiente al área de rastrojo, no se inventario las especies forestales debido a que presentaban diámetros menores a 5 cm, en el caso del segmento *d*) área de bosque, en este lote se inventario las especies existentes y se identificaron algunos árboles de importancia tanto económica como ecológica, especies que pueden estar siendo usados como fuentes semilleras tales como *Aphandra natalia* (Balslev & AJHend.) Barfod y *Attalea colenda* (OFCook) Balslev & AJHend. pertenecientes a la familia Arecaceae y *Cedrela odorata* L. de la familia Meliaceae

Interacciones biofísicas del área de cacao

El productor no maneja las especies forestales, por lo tanto, la interacción es neutra (0), mientras que los forestales proporcionan beneficios económicos y materiales para la construcción (+3). Por otro lado, los árboles dan mucha sombra al cacao afectando su productividad y genera competencia por nutrientes (-2). Las mazorcas brindan potasio al forestal con lo que contribuye a su nutrición (+1). El cacao es considerado como uno de los cultivos principales por lo que la interacción es positiva (+3). Por el contrario, el hombre no maneja el cacao presentando un alto porcentaje de mazorcas enfermas (-1). El cacao le brinda materia orgánica por medio de la hojarasca al forestal por lo que hay una relación positiva (+1), el forestal le brinda materia orgánica por medio de la hojarasca al cacao (+1), sin embargo, el porcentaje de sombra de la especie forestal al cacao es alto debido al diámetro de copa de los árboles maderables por lo que la interacción es (-1)

Diseño y conversión aplicando la Agroforestería

- 1) Conversión de cacao con árboles en parcela de 1 hectárea;
- 2) Rehabilitación de 0,5 hectáreas de cacao y manejo de especies forestales;
- 3) Rehabilitación de potrero degradado y manejo de especies forestales (parcela de 1,5 hectáreas);
- 4) Establecimiento de un banco forrajero en un área de 0,4 hectáreas;
- 5) Plantar linderos maderables 1 375 m finca, equivalente a 0,13 hectáreas y
- 6) Plantar especies forestales para conformar 10 cortinas rompevientos (parcela de 2,2 hectáreas).

CONCLUSIONES

El proceso de conversión de la finca “Santa Anita”, está permitiendo la diversificación del agroecosistema, debido a las sinergias entre la diversidad de plantas, por otra parte el diagnóstico y diseño agroforestal permitió identificar y buscar oportunidades que permitieron manejar en forma óptima el componente leñoso de los sistemas de producción, se resalta que el éxito para la adopción por parte del productor fue posible gracias a la planificación, diseño y siembra de plantas de interés para él y su familia, por otra parte las especies forestales y frutales sembradas tienen un alto potencial en el uso y aprovechamiento del suelo, mejoran la sustentabilidad alimentaria y el desarrollo de la economía de la familia, actualmente la finca está siendo un escenario de investigación, capacitación y sirve para masificar las experiencias a otros productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2008). Suelos Saludables, Plantas Saludables. La evidencia agroecológica. LEISA revista de agroecología
- Altieri, M.A. (1995). Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder, CO.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012
- Guzmán GI, Alonso AM. (2010). The European Union: Key Roles for Institutional Support and Economic Factors. In the Conversion to Sustainable Agriculture: Principles, Processes, and Practices. Advances in Agroecology (Gliessman SR,

- Rosemeyer M, eds). Boca Ratón, Florida: CRC, Taylor & Francis Group, 239-272 pp.
- Guzmán, A y Alonso, A. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sostenible. (En línea). Consultado. 3 de octubre 2018. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/466.pdf>
- Labrador, J y Altieri, M. (2001). Agroecología y desarrollo: Aproximación a los fundamentos Agroecológicos para la gestión sostenible de agroecosistemas mediterráneos. 4a edición. Madrid. Mundi-Prensa. 320p.
- Ngo. M.A. Gidoin. C. Avelino. J. Cilas. C. Deheuvels. O. Wery. J. (2013). Diversity and spatial clustering of shade trees affect cacao yield and pathogen pressure in Costa Rican agroforests. *Basic Appl Ecol*, 14(4), 329–336. doi: 10.1016/j.baae.2018.03.003.

Efecto de Diferentes Sistemas Agroforestales con Pitahaya (*Hylocereus megalanthus* Haw.) sobre la Abundancia y Biomasa de Lombrices y Rendimiento del Cultivo, en el cantón Palora.

Yadira B Vargas¹, Wilson G Alcívar¹, José R Nicolalde¹, Leider A Tinoco¹, Alejandra E Díaz¹, William F Viera²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria, Estación Santa Catalina, Programa Nacional de Fruticultura, Av. Interoceánica km 15, Tumbaco, Ecuador.

E-mail: yadira.vargas@niap.gob.ec

Palabras clave: Lombrices, pitahaya, sistemas agroforestales

INTRODUCCIÓN

En Ecuador existen 500 hectáreas de pitahaya con un rendimiento aproximado de 7.6 t/ha (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [Proecuador], 2016). En la Amazonía ecuatoriana, en la provincia de Morona Santiago la transición rápida de pitahaya (ecotipo “Palora”) como planta silvestre a cultivo comercial, ha provocado grandes problemas de manejo agronómico (Trujillo, 2014). En la región, una alternativa sustentable y sostenible son los sistemas agroforestales (SAFs), técnica que combina árboles forestales con cultivos y ganadería (DaMatta y Rodríguez, 2007). En estos sistemas se puede sembrar leguminosas que aportan nutrientes al suelo (Ayala y Pérez, 2006), lo protegen de la degradación e incrementan la cantidad de organismos responsables de la calidad y fertilidad del suelo, un indicador de calidad de suelo son las lombrices, organismos que modifican las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y que se ausentan cuando las prácticas de los cultivos son intensas. La tasa de residuos que sintetizan estos organismos en zonas templadas es de 300 t*ha⁻¹ *año⁻¹ (Sánchez y Reinés, 2001). Por otra parte, la producción de los cultivos bajo SAFs dependen del tipo y manejo de sombra, tipo de cobertura, insumos y macrofauna existente (lombrices), en café por ejemplo el rendimiento con sombra de *Erythrina* fue similar a un cultivo a pleno sol, con 51,91 y 51,65 qq*ha⁻¹*año⁻¹, respectivamente (Montagnini et al., 2015). El objetivo de este estudio fue evaluar la abundancia y biomasa de lombrices y el rendimiento de fruta de pitahaya en diferentes SAFs.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Granja Palora del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía -EECA, cantón Palora, provincia de Morona Santiago, 883 m s.n.m., precipitación y temperatura media anual 3 500 m s.n.m. y 22°C, respectivamente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: *Erythrina* sp. (T1) y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp (T2) como sombra permanente y *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. en los callejones y monocultivo de pitahaya (T3). Se evaluó la abundancia y biomasa de lombrices dos veces al año en la época de máxima y mínima precipitación Caicedo (2013), y la producción, contabilizando número y pesando la totalidad de los frutos cosechados (kg/planta) (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2003). Los análisis de varianza fueron realizados usando modelos lineales generales y mixtos. Las diferencias entre medias de los tratamientos fueron estimadas usando Fisher Protected Least Significance

Differences (LSD) con nivel de significancia al 5%, estos análisis se realizaron con el paquete estadístico Infostat versión 2015 (Di Renzo et al., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia de lombrices

El análisis de varianza efectuado para abundancia de lombrices obtenida mediante modelos lineales generales y mixtos mostró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre años de evaluación y época. En el año 2017 el número de lombrices fue mayor en todos los tratamientos (117 T1, 103 T2 y 128 T3 ind/m²). La mayor cantidad de lombrices en el monocultivo se podrían explicar con la práctica de manejo de mantenimiento de la cobertura natural de suelo. La disminución del número de individuos en el año dos, posiblemente se deba al manejo del cultivo y comportamiento de variables ambientales. Brown et al., (2001) indica que las prácticas de manejo (fertilización, rotación y uso de agroquímicos) tienen mayor efecto sobre la distribución y abundancia de invertebrados. Esquivel (1997) manifiesta, que los factores que afectan la abundancia de lombrices son la temperatura, factores edáficos (nutrientes) y estacionales (lluvias y sequías). Finalmente, la abundancia y biomasa de lombrices se incrementó un 56% en la época de máxima precipitación en relación con la época de mínima precipitación, similar resultado fue reportado por Vásquez (2014), quien manifiesta que en la época lluviosa se obtuvo mayor número y abundancia de lombrices en un SAFs con café.

Biomasa de lombrices

Para el caso de la variable biomasa de lombrices, las medias ajustadas del modelo muestran que existen influencias significativas ($p \leq 0,0001$) en años de evaluación y época. En el año uno la biomasa de lombrices fue mayor (56,1 T1, 51,6 T2 y 86,7 T3 g/m²) con respecto al año dos (27,9 T1, 25,5 T2 y 49,3 T3 g/m²). Lo anterior significa que hubo influencia tanto de las especies como del manejo de insumos sobre la biomasa de lombrices en los sistemas evaluados.

Producción de pitahaya

Los resultados de la variable producción indican que existen diferencias entre tratamientos por año ($p \leq 0,001$) la producción y número de frutos por planta, en el año tres el arreglo agroforestal con gliricidia presentó la más alta producción (12,0 kg/planta), le sigue el monocultivo (9,0 kg/planta) y la más baja producción con erythrina (7,20 kg/planta). La producción en el año tres es similar a los reportados por Proecuador (2016) (10 kg/planta). En el año dos y uno la mayor producción se obtuvo con el T3 (4,0 y 2,0 kg/planta, respectivamente), le sigue el T2 (3,30 y 1,41 kg/planta, respectivamente) y el T1 (2,38 y 1,0 kg/planta, respectivamente). Al igual que la producción el mayor número de frutos por planta se obtuvo en el año 3 (34 T2, 27 T1 y 22 T3) y el menor número en el año 2 (10 T3, 10 T2 y 7 T1) y año 1 (6 T3, 5 T2 y 4 T1). Es importante indicar que en el año tres y dos más del 80% de los frutos pertenecían a la categoría 9D y 8E (frutos 261 a 360 g y > 361 g) con relación al año dos y uno, con el 63%.

CONCLUSIONES

Preliminarmente se concluye que los arreglos agroforestales con gliricidia y poró son sistemas de producción alternativos debido a que los rendimientos son similares a los monocultivos.

La disminución de la abundancia y biomasa de lombrices en los sistemas nos permite inferir que la presencia de árboles no es un factor determinante para garantizar un incremento de lombrices.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, E, Pérez, J. (2006). *Estudio fisiológico de la flemingia y comportamiento de la planta*. (Tesis pregrado). Universidad EARTH, San José, Costa Rica.
- Brown, G; Fragoso, C; Barois, I; Rojas, P; Patrón, J; Bueno, J; Moreno, A; Lavelle, P; Ordáz, V y Rodríguez, C. 2001. Diversidad funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zool. Mex*, 1: 79-110.
- Caicedo, W. (2013). *Evaluación de sistemas silvopastoriles como alternativa para la sostenibilidad de los recursos naturales en la EECA, del INIAP*. (Tesis pregrado). Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2274>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA]. (2003). *Tecnología para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex. Vaupel) Moran en Colombia*. Palmira, Colombia.
- DaMatta F, Rodríguez N. (2007). Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica. *Agronomía Colombiana* 25(1): 113-123.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, MG., González, L., Tablada, M., & Robledo, CW. (2015). *Infostat, versión 2015, Grupo Infostat*, Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Esquivel, J. (1997). *Efecto del componente arbóreo de un sistema silvopastoril sobre la distribución espacial de nutrientes, biomasa microbial y densidad de lombrices en un suelo bajo pastoreo, en la zona atlántica de Costa Rica*. (Tesis maestría). Turrialba, Costa Rica.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H. y Eibl, B. (2015). *Sistemas Agroforestales: Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica. Informe técnico 402*. Cali, Colombia: Editorial CIPAV.
- Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [PROECUADOR]. (2016). Análisis sectorial de frutas exóticas. Recuperado de www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/PROEC_AS2016_FRUTASEXOTICAS.pdf
- Sánchez, S., Reinés, M. (2001). Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 24(3)
- Trujillo, D. (2014). *Microorganismos asociados a la pudrición blanda del tallo y manchado del fruto en el cultivo de pitahaya amarilla*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2494/1/T-UC-0004-77.pdf>
- Vásquez, A. (2014). *Valoración comparativa de la macrofauna de lombrices en sistemas agroforestales de café orgánico y convencional en contraste con cultivos en pleno sol y bosque, durante la época lluviosa y seca en Turrialba, Costa Rica*. (Tesis Maestría). Recuperado de <https://www.catie.ac.cr/attachments/article/551/Tesis-MSc-AVasquez-2014.pdf>

Importancia de los Sistemas Silvopastoriles en el Desarrollo de la Macrofauna Terrestre

Antonio Vera¹, Carlos D Congo¹; Francisco J Velástegui¹; Madelen J Mejía¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: antonio.vera@iniap.gob.ec

Palabras clave: Edafofauna, leñosas forrajeras, lombrices

INTRODUCCIÓN

La elevada tasa de deforestación en los países tropicales no solamente tiene efectos locales en la degradación de los suelos y en la pérdida de su productividad, sino también contribuye con la cuarta parte de las emisiones de CO₂ y otros gases hacia la atmósfera, proceso que causa cambios climáticos globales. Esto favorece la pérdida de la biodiversidad de los bosques naturales y el desequilibrio de otros ecosistemas terrestres (Steinfeld & Pomareda 2000; Ibrahim & Mora 2006). Lavelle (2000) menciona que el propósito de manejar las poblaciones edáficas contribuye a mejorar la calidad del terreno o utilizarlas como bioindicadores del grado de conservación de los ecosistemas, la macrofauna del suelo favorece la aireación e infiltración del agua mediante las redes de galerías y contribuye así a la formación de macroagregados, que modifican la estructura física del terreno. El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de los sistemas silvopastoriles en la composición de la macrofauna del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Central de la Amazonia (Coordenadas 0° 21' 31,2" S; 76° 52 ' 40,1" W), ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, con una precipitación media anual de 3 100 mm, temperatura promedio anual de 25°C y una altitud 282 m.s.n.m. Los sistemas fueron sembradas en el año 2010 a una distancia de 10 x 1 metros las especies forrajeras y las guayabas a 10 x 9 m, el periodo de evaluación se realizó entre el año 2013 al 2015, se registraron lecturas de datos de lombrices en las épocas de máxima precipitación (abril y mayo) y mínima precipitación (agosto y septiembre), se muestrearon con un cuadrante de 1*1m y se exploró hasta una profundidad de 20 cm. Con el fin de obtener muestras representativas del sistema se realizó muestreo al azar. Las áreas de muestreo por unidad experimental fueron cinco. Se cuantifico el número de lombrices encontradas, se expresaron N°/m². Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos: T1. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, T2. *Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees, T3. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr., T4. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, T5. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray. Para el modelo estadístico se consideró como factores fijos a los tratamientos, época, años y sus interacciones, donde se utilizó un muestreo sistemático, los resultados se analizaron en el programa estadístico InfoStat 2017, se usó estadística descriptiva y un modelo lineal general mixto, para determinar diferencias entre medias se aplicó LSD Fisher al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) en tratamientos, años, épocas y en la interacción de época*año. Los sistemas silvopastoriles con *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit

mostraron los valores más altos con 116 y 112 lombrices/m² (Tabla 1), estos resultados concuerdan con lo reportado por Escobar et al., (2017) y Camero et al., 2015 donde indican que la mayor riqueza taxonómica se encontró en un sistema silvopastoril asociado a una leguminosa arbustiva en comparación a potreros tradicionales.

Tabla 1. Comparación de medias según *LSD Fisher* ($\text{Alfa}=0,05$) para variable número de lombrices m² en cinco sistemas silvopastoriles.

Tratamientos	Medias	E.E.	Sig.
3 <i>Flemingia macrophylla</i>	116,31	24,64	a
4 <i>Leucaena leucocephala</i>	112,53	24,68	a
1 <i>Gliricidia sepium</i>	99,40	24,63	ab
5 <i>Tithonia diversifolia</i>	88,99	24,36	b
2 <i>Trichanthera gigantean</i>	85,50	25,38	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

De acuerdo a la prueba *LSD Fisher* ($\text{Alfa}=0,05$) se registraron diferencias significativas para la interacción época*año, siendo 2014 en la época de máxima precipitación el de mayor presencia con un valor de 170 lombrices/m² (Tabla 2), este resultado concuerda con estudio realizado en la Amazonía colombiana por Suarez et al., (2015), donde menciona que la precipitación favorece la diversidad y densidad de los diferentes taxones de la macrofauna edáfica, este efecto puede relacionarse con la influencia en el segundo año de los sistemas silvopastoriles con leguminosas arbóreas que aportan hojarasca de mejor calidad (López, 2001), lo que representa un mejor hábitat para las lombrices, teniendo un efecto sobre el incremento de la materia orgánica en el suelo. Otro factor a considerar es la dinámica poblacional de las lombrices, su ciclo de vida puede durar entre 50 y 70 días, y su esperanza de vida oscila entre 1 y 3 años (Domínguez et al., 2010). Chávez et al., (2016) y Cabrera et al., (2017) concuerdan que la presencia de lombrices del suelo es un indicador de la calidad y productividad, de fácil identificación y no necesitan de conocimiento especializado para su determinación (Mahecha, 2000).

Tabla 2. Interacción de época y años de cinco sistemas silvopastoriles.

Época	Años	Medias	E.E.	Sig.
1	2014	170,43	25,25	a
1	2015	157,96	25,32	a
1	2013	85,63	26,22	b
2	2014	77,63	25,38	b
2	2013	71,34	26,56	bc
2	2015	40,27	26,45	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

1: Máxima precipitación; 2: Mínima precipitación

CONCLUSIONES

Los sistemas silvopastoriles asociados a leguminosas arbustivas con *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit favorecen la conservación de la macrofauna edáfica.

La época de mayor pluviosidad y el aporte de hojarasca de las leñosas arbustivas tienen un efecto favorable sobre la población de lombrices.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera-Dávila, G. D. L. C., Socarrás-Rivero, A. A., Hernández-Vigoa, G., Ponce de León-Lima, D., Menéndez-Rivero, Y. I., & Sánchez-Rendón, J. A. (2017). Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 118-126.
- Camero-Rey, A., & Rodríguez-Díaz, H. (2015). Características químicas del suelo, producción forrajera y densidad poblacional de lombrices en un sistema silvopastoril en la zona Huetar Norte de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(1), 91-104.
- Chávez Suárez, L., Labrada Hernández, Y., & Álvarez Fonseca, A. (2016). Macrofauna del suelo en ecosistemas ganaderos de montaña en Guisa, Granma, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 39(3), 111-115.
- Escobar Montenegro, A., Filella, J., & González Valdivia, N. (2017). Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Revista Científica De FAREM-Estelí*, (22), 39-49. Recuperado a partir de <https://rcientificaesteli.unan.edu.ni/index.php/RCientifica/article/view/850>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Domínguez, J., & Gómez-Brandón, M. (2010). Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. *Acta zoológica mexicana*, 26(SPE2), 309-320.
- Ibrahim, M., & Mora, J. (2006). Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios. In *Memorias de la conferencia electrónica "Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales"*. (Eds. M. Ibrahim, J. Mora y M. Rosales). CATIE, Turrialba, Costa Rica (p. 10).
- Lavelle, P. (2000). Ecological challenges for soil science. *Soil science*, 165(1), 73-86.
- López, G. C. (2001). Manejo sostenible de la fertilidad del suelo en los sistemas ganaderos. In *Biodiversidad en pastos: ponencias y comunicaciones de la XLI Reunión Científica de la SEEP, I Foro Iberoamericano de Pastos* (pp. 645-658). Centro Iberoamericano de la Biodiversidad.
- Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C. H., & Molina, E. J. (2000). Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. In Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.
- Steinfeld, H., & Pomareda, C. (2000). Producción animal y el medio ambiente en Centroamérica. In *Seminario Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales 24-26 May 1999 Turrialba (Costa Rica)* (No. 333.7414 I61). CATIE, Turrialba (Costa Rica) FAO, Roma (Italia) SIDE, San José (Costa Rica).
- Suárez Salazar, J. C., Bautista, D., Humphrey, E., & Rosas Patiño, G. (2015). Soil macrofauna associated to agroforestral systems in Colombian Amazon. *Acta Agronómica*, 64(3), 214-220.

Avances en la Dinámica del pH, Materia Orgánica y Nitrógeno en Sistemas Agroforestales con *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. en el Cultivo de Palma Africana, en el Cantón Joya de los Sachas

Julio C Macas¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa de Palma Africana, Estación Experimental Central de la Amazonía, Vía a San Carlos a 3 km de la Parker, La Joya de los Sachas, Ecuador.

E-mail: julio.macas@iniap.gob.ec

Palabras clave: Dinámica nutricional, Suelos, Nutrición química.

INTRODUCCIÓN

La palma aceitera tiene una alta demanda de nutrientes debido al rápido crecimiento anual (0,30 a 0,60 m), especialmente en sus primeros años de su ciclo de crecimiento (25 años), y a los altos rendimientos, (promedio nacional, 12,5 Tm anuales) obtenidos desde que se inicia la producción en el tercero o cuarto año luego de la siembra en campo, (Donough, 2008). La materia orgánica y pH de un suelo son indicadores de la capacidad productiva del mismo, el pH del suelo es una de las propiedades químicas más relevantes ya que controla la movilidad de iones, la precipitación y disolución de minerales, las reacciones rédox, el intercambio iónico, la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. La materia orgánica (MO), es considerada como un indicador de salud del suelo y su efecto positivo sobre la sostenibilidad del sistema productivo, (Sainz, 2012). Así mismo el nitrógeno es un elemento relacionado directamente con el pH y la degradación de la materia orgánica, este elemento mantiene múltiples funciones en la fisiología de la palma africana. Como objetivo principal es determinar la dinámica y comportamiento de estos tres componentes químicos, indicadores de fertilidad de un suelo agroforestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se implementó en enero 2016, en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos (0° 22' 22,02" S, 76° 52' 49,5" W), cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana (precipitación media anual 3 500 mm, temperatura promedio anual 25°C, humedad relativa del 86%, altitud 282 m.s.n.m.). Presentándose información preliminar, cuatro reportes de análisis de suelos en los meses enero, septiembre 2016, noviembre 2017 y mayo 2018. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos fueron, callejones con *G. sepium*, a 1*1 m de siembra y un área establecida entre planta de palma de 25 m², (t1), callejones con *F. macrophylla*, a 1*1 m de siembra y un área establecida entre planta de palma de 25 m², (t2), testigo absoluto, sin manejo agronómico, (t3), y testigo convencional, con prácticas culturales cada 45 días y fertilización acorde a los análisis químicos del suelo, (t4). Las leguminosas tienen frecuencia de corte y aporte de biomasa en corona cada 90 días. Para la variable de contenidos nutricionales del suelo, los muestreos y análisis respectivos se realizaron en los meses de enero - mayo, (época lluviosa), y septiembre - noviembre, (época seca), analizando principalmente el pH, la materia orgánica y el nitrógeno amoniacal. Se analizó la dinámica de los nutrientes a través del tiempo en las cuatro evaluaciones de acuerdo a los resultados de laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados preliminares con base a los nueve aportes de biomasa de 25 kg y 35 de *G. sepium* y *F. macrophylla* respectivamente por planta de palma (6,28 m²), nos da la pauta para determinar la dinámica química de nutrientes en el suelo. En la Figura 1 se muestra que el T1 en el análisis combinado de las cuatro evaluaciones presenta un pH de 5,89 ligeramente ácido, a diferencia de un T4 que presenta un pH de 5,56 medianamente ácido. (Castillo, 2015) menciona que en un análisis en palma en condición de monocultivo los pH son medianamente ácidos en diferentes años de vida del cultivo, uno, tres y cinco años. Según (Sainz, 2012), menciona que los suelos con aplicaciones frecuentes de fertilizantes sintéticos también contribuyen a la disminución del pH en el suelo. Según De las Salas (1987) y Martínez et al, (2008), citado por (Arteaga, 2016)), el N contenido en los materiales vegetales, provoca un aumento inicial de pH asociado a formación de NH₄⁺, lo que resulta evidente en el aumento de pH.

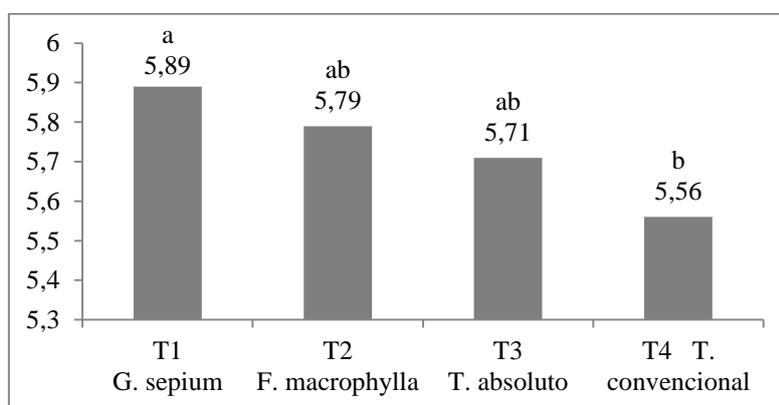


Figura 1. Medias del análisis combinado para tratamientos de las evaluaciones de pH.

Como observamos en las Figuras 2 y 3 para la variable materia orgánica y nitrógeno amoniacal, no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, la dinámica de esos elementos tiende a la baja, determinando consumo y mineralización de estos elementos por parte del cultivo a lo largo del tiempo. Con respecto a la materia orgánica según, (Castillo, 2015), determina diferencias estadísticas en evaluaciones de suelo en rango de uno, tres y cinco años de establecimiento del cultivo de palma, señalando que la acumulación de materia orgánica está en relación directa al patrón mensual de aporte de residuos al suelo. Para el elemento nitrógeno al respecto, (NYAMAI, 1992, citado por Castillo, 2015), refiere que existe una relación directa entre la velocidad de degradación de la materia orgánica con el incremento de los nutrientes en el suelo, observándose que el comportamiento de la materia orgánica es directamente proporcional al nivel nitrógeno en el suelo. (De las salas (1987) ciado por (Arteaga, 2016), argumenta que los ecosistemas forestales tienden a generar mayores acumulaciones de materia orgánica lo que facilita una mayor intervención sobre la reacción del suelo, dichos valores pueden variar por las características de la vegetación. En el caso del presente estudio los dos elementos disminuyen, con el pasar del tiempo los tratamientos no aportan los nutrientes necesarios al suelo.

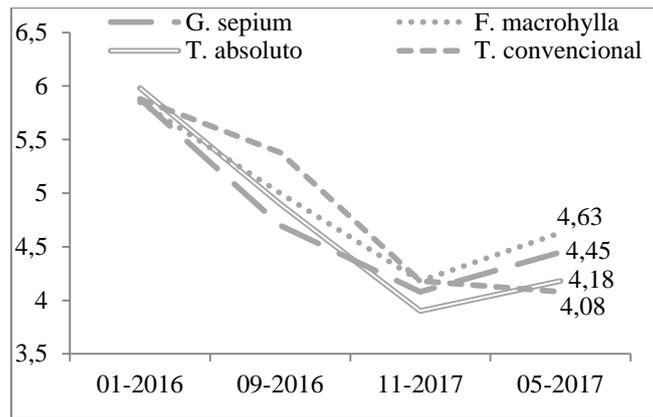


Figura 2. Dinámica de la materia orgánica en el cultivo de palma bajo sistema.

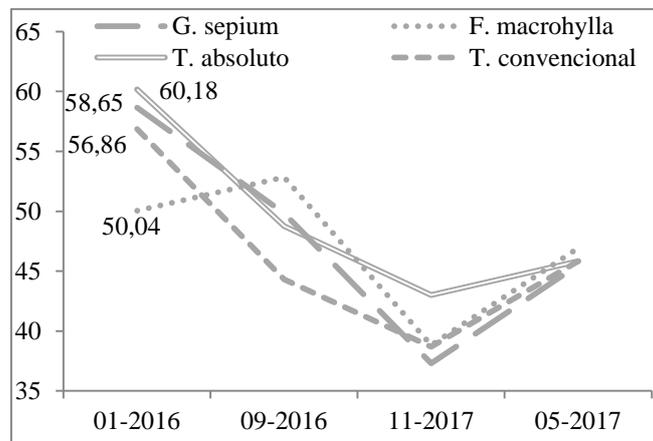


Figura 3. Dinámica del nitrógeno amoniacal en el cultivo de palma bajo sistema.

CONCLUSIONES

Se concluye preliminarmente que el arreglo agroforestal con aportes trimestrales de biomasa de *G. sepium*, presenta durante el periodo de evaluación un pH ligeramente ácido 5,89, a diferencia de un tratamiento testigo convencional el cual presenta un pH de 5,56, medianamente ácido. Los contenidos nutricionales en edades iniciales de la palma pueden ser suplidas con incorporación de biomasa sin embargo el cultivo está entrando en su fase más fuerte de producción por ello el consumo de MO y N son más altos. Hasta el momento podemos concluir que la palma está consumiendo más de los aportes realizados tras la incorporación de la biomasa de las leguminosas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, J. C. (2016). Comportamiento de variables químicas de un suelo sometido a. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 62-75.
- Castillo, E. (2015). Distribución de nutrientes, biomasa microbial y densidad de oligoquetos en suelos con diferentes edades de instalación de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Tocache, Perú: Universidad Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables.
- Donough, C. (2008). Manejo de la nutrición y fertilización de la palma aceitera. *Informaciones Agronómicas*, 1-9.

Influencia de los Sistemas Silvopastoriles en el Mejoramiento del pH del Suelo

Madelen J Mejía¹, Carlos D Congo¹, Francisco J Velástegui¹, Antonio Vera¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: madelen.mejia@iniap.gob.ec

Palabras clave: Edáfico, estrés climático, biomasa forrajera.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son una alternativa holística de producción bovina sostenible que contribuye a la conservación de los recursos naturales, recuperación de los suelos degradados y el mejoramiento de la productividad animal (Buitrago et al., 2018), en este mismo sentido Murgueitio et al., (2014) indica que los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi), favorecen la adaptación de la ganadería tropical al cambio climático, por medio de la reducción de la temperatura y evapotranspiración, además mejora la actividad del suelo, generando más biomasa forrajera en las épocas de estrés climático. Vallejo (2013) menciona que mediante la evaluación de su densidad, actividad o estructura-composición se puede conocer si los actuales sistemas de manejo conservan, mejoran o degradan el suelo. El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de los sistemas silvopastoriles en el mejoramiento del pH (potencial hidrógeno) en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Central de la Amazonia (Coordenadas 0° 21' 31,2" S; 76° 52 ' 40,1" W), ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, con una precipitación media anual de 3100 mm, temperatura promedio anual de 25°C y una altitud 282 m.s.n.m. Los tratamientos evaluados fueron conformados por 4 sistemas silvopastoriles (SSP); T1SSP: *Brachiaria híbrido* cv. Mulato II, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., *Psidium guajava* L.; T2SSP: *Brachiaria híbrido* cv. Mulato II y *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr., *Psidium guajava* L.; T3SSP: *Brachiaria híbrido* cv. Mulato II y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Psidium guajava* L.; T4SSP: *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Dallis, *Psidium guajava* L. Se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres réplicas, se empleó un muestreo sistemático para la toma de muestra de suelo con barreno tubular. Los resultados se analizaron con el programa estadístico InfoStat versión 2017 (Di Rienzo et al., 2017), empleando modelos lineales generales y mixtos, para establecer diferencias estadísticas se empleó la prueba LSD Fisher $\alpha=0,05$ (Di Rienzo et al., 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró diferencias significativas ($p<0,05$) en tratamiento y años, los sistemas silvopastoriles conformados con *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit presentaron los niveles más altos del pH 5,9 y 5,8 (Tabla 1), esto concuerda con lo manifestado por Crespo (2008) y Bugarín et al., (2010) quienes indican que los sistemas silvopastoriles con alta densidad de especies leñosas favorecen a mantener los contenidos del pH y a un corto plazo la MO del suelo, con respecto a los monocultivos de gramíneas. Esta situación demanda ampliar los conocimientos relacionados con el manejo, conservación y equilibrio en el sistema

suelo-planta-animal-cultivo, que posibilite mejorar el medio ambiente, lograr producciones más ecológicas, obteniendo mayores beneficios económicos y sociales (Sánchez et al., 2011).

Tabla 1. Comparación múltiple de medias según prueba LSD Fisher (Alfa=0,05), para la variable potencial hidrógeno (pH) de cuatro sistemas silvopastoriles

Tratamientos	Medias	E.E.	Sig.
T2SSP <i>Flemingia Macrophylla</i>	5,922	0,075	A
T3SSP <i>Leucaena leucocephala</i>	5,844	0,075	Ab
T1SSP <i>Gliricidia sepium</i>	5,689	0,075	bc
T4SSP Testigo	5,589	0,075	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La Figura 1 muestra que el año 2015 (final) en todos los sistemas silvopastoriles mejoraron los niveles de pH del suelo, siendo el T4SSP el de mayor incremento en referencia al año 2013 (inicial). Este trabajo se relaciona con lo indicado por Bugarín *et al.*, (2010) y Clavero (2006) quienes manifiestan que los cambios están influidos por la edad de los sistemas, las especies implantadas y el manejo. Además indican que el efecto de época del año influye en el pH, los contenidos de CO, P, K, Ca y Mg en el suelo.

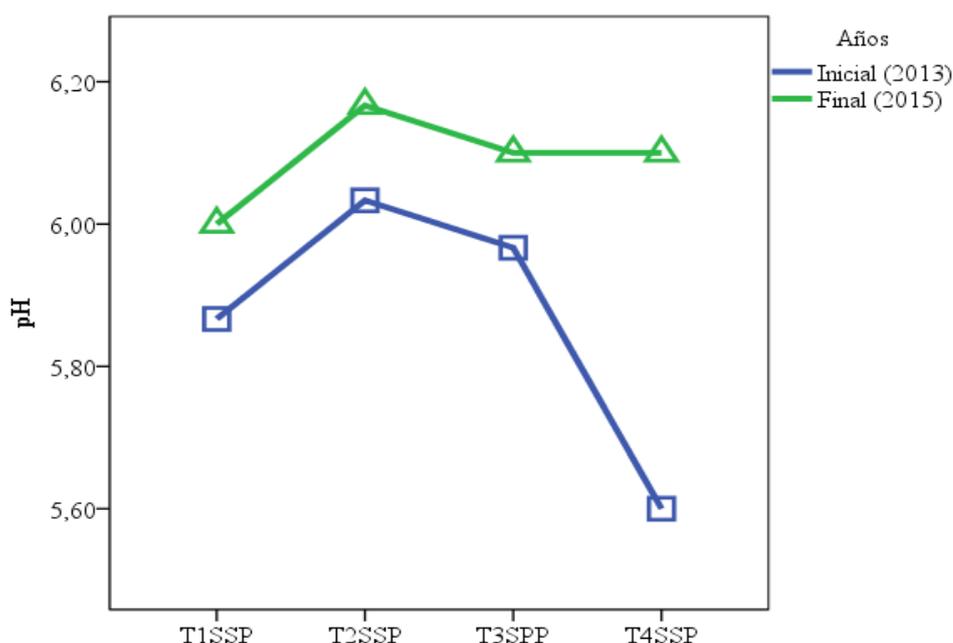


Figura 1. Interacción de cuatro sistemas silvopastoriles en el cambio del pH del suelo

CONCLUSIONES

Los sistemas silvopastoriles asociados con *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit mejoran los niveles del pH en los ecosistemas ganaderos del Cantón La Joya de los Sachas.

BIBLIOGRAFÍA

- Buitrago-Guillen, M. E., Ospina-Daza, L. A., Narváez-Solarte, W., Buitrago-Guillen, M. E., Ospina-Daza, L. A., & Narváez-Solarte, W. (2018). Silvopastoral Systems: an Alternative in the Mitigation and Adaptation of Bovine Production to Climate Change. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22(1), 31-42. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>
- Bugarín, J., Bojórquez, J. I., Lemus, C., Murray, R. M., Ontiveros, H., Aguirre, J., & Hernández, A. (2010). Comportamiento de algunas propiedades físico-químicas del suelo con diferente sistema silvopastoril en la llanura norte de Nayarit. *Cultivos Tropicales*, 31(2), 00-00.
- Clavero, R. R. Y. T. (2006) Caracterización Química de Suelos en un Banco de *Leucaena leucocephala* y en un monocultivo de *Brachiaria brizantha*.
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4).
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado 13 de octubre de 2018, de <http://www.infostat.com.ar>
- Di Rienzo Raúl, J. A., Macchiavelli, E., & Casanoves, F. (2012). *Modelos lineales mixtos: aplicaciones en InfoStat*. Grupo InfoStat, Córdoba.
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C., & Naranjo, J. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 17(3).
- Sánchez, S., Hernández, M., & Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 375-392.
- Vallejo-Quintero, V. E. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia Forestal*, 16(1), 83-99.

Determinación de la Sombra en Sistemas Agroforestales de Café *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner Establecidos en la Joya de los Sachas, Provincia de Orellana

Kevin Piato¹, Cristian R Subía², François Lefort¹, Darío Calderón², Jimmy T Pico²,
Fabián M Fernández²

¹Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture d'Genève (HEPIA-Suiza),

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: cristian.subia@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Coffea canephora*, intensidad de sombra, radiación solar

INTRODUCCIÓN

La sombra es definida como la cantidad de radiación solar que la cobertura forestal impide llegar sobre el cultivo, a pesar de que la sombra puede definirse también como la parte de la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) transmitida a 1m de suelo (Bellow & Nair, 2003) o la cantidad de PAR que no está transmitida (Long et al., 2015). El efecto de la sombra en los sistemas agroforestales es un tema ambiguo porque su influencia es variable dependiendo del tipo de cultivo, de las plagas y enfermedades, del microclima generado dentro del sistema, en particular cuando son asociados con especies perennes (p.e. café, cacao). En el caso de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner) son pocas las investigaciones orientadas a la determinación de la sombra y su efecto en el cultivo bajo sistemas agroforestales y la mayoría de ellas se han orientado principalmente a la relación de las especies asociadas con la presencia de plagas y enfermedades (Nesper et al., 2017; Bukomeco et al., 2017). Es común asumir que los Sistemas Agroforestales proveen mejor regulación de las plagas respecto de los monocultivos (Jonsson et al., 2015) porque pueden albergar mayor biodiversidad (Vandermeer, Perfecto & Philpott, 2010) e incrementar el número de enemigos naturales (Pumariño et al., 2015). Sin embargo, estos resultados no son universales (Jonsson et al., 2015) y requieren de investigación específica por cultivo y zona de producción. El piranómetro es un equipo que mide la cantidad de radiación solar que puede tener impacto sobre la fisiología de la planta incluyendo la radiación infrarroja que no registra un PAR-Sensor, así como la radiación que influye sobre los microorganismos que existen dentro de un sistema agroforestal (Jennings, Brown, & Sheil, 1999), es decir, permite de tener una idea general del impacto de la sombra sobre la actividad biológica y microbiana del medio ambiente (Fernandes et al., 2007). El objetivo de la presente investigación fue determinar los porcentajes de sombra existentes en diferentes sistemas agroforestales establecidos en la Estación Experimental Central de la Amazonía de INIAP en la provincia de Orellana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se compararon cinco tipos de sombra en diferentes arreglos agroforestales: pleno sol, bálsamo (*Myroxylon balsamun* (L.) Harms) como especie forestal, guaba (*Inga edulis* Mart.) como especie frutal, erythrina (*Erythrina* spp.) como especie de servicio y la combinación de las especies forestal y servicio. El momento de la evaluación el ensayo tenía aproximadamente tres años de haber sido establecido y a excepción de pleno sol en los restantes tratamientos se dispuso de plátano (*Musa* spp.) como sombra temporal. Para el registro de la radiación solar se utilizó el piranómetro Apogee MP-200 con sensor separado y plato de nivel que presenta valores en vatios por metro cuadrado (W/m^2) en el rango espectral entre 360 y 1 200 nm. Los puntos de

muestreo se ubicaron en la parcela neta correspondiente a las 36 plantas centrales de café de la unidad experimental. Excepto para pleno sol donde se tomaron dos muestras al azar y debido a la heterogeneidad de sombra que se presentó dentro de la parcela neta en cada sistema agroforestal, fue necesaria la identificación de zonas de muestreo de acuerdo a la cantidad de sombra proyectada. Para la determinación de las plantas de café como puntos de muestreo de las zonas identificadas en cada sistema, se consideró la distancia respecto de las especies asociadas. Para evitar la interferencia de la sombra de las plantas de café (Long et al., 2015) y asegurar que las mediciones reflejen sólo la sombra de los árboles asociados, todos los registros se realizaron en la parte alta del follaje a una altura de 2 m del suelo y en el extremo de las ramas. En cada planta de café seleccionada por zona de muestreo se tomaron cinco registros: al norte, sur, este, oeste y en el centro de la planta, el mismo que fue relacionado con el valor de radiación en pleno sol y así se obtuvo el porcentaje de sombra por zona. Las medidas de sombra se realizaron en días que las nubes no cubran la luz directa del sol y en tres horarios diferentes: de 9H00 a 10H30, de 11H30 – 13H00 y de 14H00 a 15H30 y el valor de sombra para cada sistema correspondió al promedio ponderado de las zonas identificadas en las diferentes horas del día. Considerando todos los arreglos agroforestales, se establecieron 18 zonas de muestreo de acuerdo a la distribución de la sombra dentro de las parcelas netas, sombra dada por las distancias de las plantas de café respecto de las especies componentes del sistema, así: una zona en libre exposición, dos zonas en erythrina, cuatro zonas tanto para bálsamo como para guaba y siete zonas en la combinación de bálsamo con erythrina. El análisis estadístico se realizó con el software Minitab®18 utilizando modelos lineales y mixtos para bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos considerando los tipos de sombra como efectos fijos y los bloques como efecto aleatorio. Se verificó la normalidad usando cuantiles (Q-Q plots), se determinó la homogeneidad de varianzas con la representación gráfica de residuales vs esperados y para la prueba de significación de medias se aplicó Tukey al 5%. Para la comparación de los porcentajes de sombra en los horarios evaluados se incorporó ésta variable como factor bajo el mismo diseño propuesto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo el mayor porcentaje de sombra promedio en el sistema con erythrina (29,5%) mientras que la combinación de bálsamo y erythrina presentó el menor valor (9,2%) sin considerar a pleno sol. En la combinación del tipo de sombra con las horas de evaluación se obtuvieron los mayores valores de sombra en erythrina entre las 9:00 y 10:30 (36,8%) y guaba entre las 14H00 y 15H30 con 31%. El análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas para tipos de sombra contrastando claramente libre exposición de los tratamientos con algún tipo de sombra y entre ellos se diferencian únicamente de la combinación bálsamo con erythrina. Claramente por la edad del ensayo y por el desarrollo lento de los árboles maderables se observa que no aportaron al momento de la evaluación una sombra sustancial por lo que el porcentaje obtenido responde exclusivamente a la presencia de la sombra temporal, similar comportamiento se puede observar para la combinación de bálsamo con erythrina. En los sistemas con guaba y erythrina, debido principalmente a su velocidad y tipo de crecimiento, así como la baja cantidad de plantas de plátano se puede observar que disminuye considerablemente el efecto de ésta especie sobre la cantidad de sombra registrada sin que se determinen diferencias significativas entre éstos sistemas. Es importante indicar que los promedios de sombra en los sistemas de guaba (26,8%) y erythrina (29,5%) son similares, sin embargo, de que la densidad de siembra de guaba es

cuatro veces menor que la de erythrina, lo que influirá probablemente en el costo de mano de obra empleado para el manejo de la sombra.

CONCLUSIONES

El uso del piranómetro permite determinar objetivamente la cantidad de sombra existente dentro de los sistemas agroforestales, por lo que se presenta como una herramienta de precisión, capaz de determinar la densidad necesaria de las especies asociadas dentro de un sistema, como un factor más para obtener el óptimo desarrollo y producción de los individuos. Al encontrar cantidades de sombra similares entre varios de los diferentes arreglos agroforestales evaluados, permite, en determinados casos, discriminar esta variable como un factor influyente y orientar los estudios al comportamiento y relaciones específicas que suceden entre las especies dentro de los sistemas agroforestales. En los porcentajes de sombra promedio debe considerarse que en las parcelas existe plátano como sombra temporal, por lo que al cumplir su ciclo recomendado debe ser eliminada esta especie de los ensayos lo que sin duda influirá en el porcentaje de sombra real.

BIBLIOGRAFÍA

- Bellow, J. G., & Nair, P. K. R. (2003). Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry systems. *Agricultural and forest meteorology*, 114(3-4), 197–211.
- Fernandes, É. K. K., Rangel, D. E. N., Moraes, Á. M. L., Bittencourt, V. R. E. P., & Roberts, D. W. (2007). Variability in tolerance to UV-B radiation among *Beauveria* spp. isolates. *Journal of Invertebrate Pathology*, 96(3), 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2007.05.007>
- Jennings, S. B., Brown, N. D., & Sheil, D. (1999). Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 72(1), 59-74. <https://doi.org/10.1093/forestry/72.1.59>
- Jonsson, M., Raphael, I.A., Ekbom, B., Kyamanywa, S., and Karungi, J. (2015). Contrasting effects of shade level and altitude on two important coffee pests. *J. Pest Sci.* 88, 281–287.
- Long, N. V., Ngoc, N. Q., Dung, N. N., Kristiansen, P., Yunusa, I., & Fyfe, C. (2015). The Effects of Shade Tree Types on Light Variation and Robusta Coffee Production in Vietnam. *Engineering*, 07, 742. <https://doi.org/10.4236/eng.2015.711065>
- Nesper, M., Kueffer, C., Krishnan, S., Kushalappa, C.G., and Ghazoul, J. (2017). Shade tree diversity enhances coffee production and quality in agroforestry systems in the Western Ghats. *Agric. Ecosyst. Environ.* 247, 172–181.
- Pumariño, L., Sileshi, G.W., Gripenberg, S., Kaartinen, R., Barrios, E., Muchane, M.N., Midega, C., and Jonsson, M. (2015). Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis. *Basic Appl. Ecol.* 16, 573–582.
- Vandermeer, J., Perfecto, I., and Philpott, S. (2010). Ecological Complexity and Pest Control in Organic Coffee Production: Uncovering an Autonomous Ecosystem Service. *BioScience* 60, 527–537.

Efecto de la Sombra y el Manejo Agronómico del Café (*Coffea arabica* L.) Sobre la Incidencia, Severidad y Cantidad de Inóculo de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br

Jimmy T Pico¹, Eduardo Granados², Ana Tapia, Elías M Virgilio, Jaques Avelino

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

²Universidad de Costa Rica, ³Investigador CATIE, Investigador IICA-PROMECAFE, Costa Rica.

³Investigador CATIE, Investigador IICA-PROMECAFE, Costa Rica.

E-mail: jimy.pico@iniap.gob.ec

Palabras claves: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Hemileia vastatrix*

INTRODUCCIÓN

La sombra, característica importante de los sistemas agroforestales, puede ser un factor potencial en el control de plagas y enfermedades en el cultivo de café (Schroth et al. 2000; Ratnadass et al. 2012). La sombra favorece un ambiente adecuado para el hábitat de una gran población de especies, algunas de ellas relacionadas específicamente con el biocontrol de plagas y enfermedades (Schroth et al. 2000). En estos sistemas se encuentran organismos que crean diversos efectos, de los más estudiados: *Beauveria bassiana* Bals., hormigas que controlan a *Hypothenemus hampei* Ferrari (Moreno et al. 2010) y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare y Gams que parasita a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br (Jackson et al. 2012). La sombra en plantaciones de café usualmente no tiene efectos claros sobre plagas y enfermedades, como es el caso de roya anaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br). Unos autores indican que incrementa la enfermedad (López et al. 2012); otros que la reduce (Schroth et al. 2000; Soto-Pinto et al. 2002). Mientras tanto, otros indican que la aumenta o que no hay efecto, según el tipo de sombra (Salgado et al. 2007); otros que la incrementa o que la reduce dependiendo de la carga fructífera (Avelino et al. 2004; Avelino et al. 2006; López et al. 2012). Estas controversias no pueden explicarse por la complejidad de los efectos de la sombra y por la existencia de los efectos opuestos. La sombra puede afectar diferentes procesos del ciclo de vida de roya en forma opuesta a través de una vía de acción: la sombra intercepta la radiación solar, lo que favorece la germinación de la uredospora, pero desfavorece la receptividad de la hoja en el proceso de penetración. También puede afectar en forma opuesta un mismo proceso a través de diferentes vías de acción (Avelino y Rivas 2013). Este trabajo trata de esclarecer el efecto de la sombra y el manejo sobre los procesos del ciclo de vida de roya anaranjada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio inició en agosto del 2013 hasta julio del 2014. El trabajo de campo se realizó en el ensayo de sistemas agroforestales con café, de la finca CATIE y el trabajo de laboratorio en la Universidad de Costa Rica (UCR), sede del Atlántico en Turrialba. Los factores estudiados están conformados por tres niveles de sombra y tres intensidades de manejo agronómico. La sombra está compuesta por: **a)** sombra densa (SD), poró (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) OFCook), y cashá (*Abarema idiopoda* (S.F.Blake Barney & J.W.Grime/*Chloroleucon eurycyclum* Barney & J.W.Grimes), **b)** sombra media (SM, poró) y **c)** sin sombra (SS) a pleno sol. En el factor manejo agronómico se emplearon tres niveles: 1) el manejo medio convencional con fungicida (MCF), 2) manejo medio convencional sin fungicida (MCSF) y 3) manejo orgánico intensivo (MO). La combinación de estos niveles genera seis tratamientos que fueron

dispuestos en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres replicas bajo un factorial incompleto. Para la evaluación de variables de respuestas se seleccionaron seis plantas. Para evaluar la incidencia, se utilizó la metodología propuesta por Kushalappa (1981). Para la severidad, se utilizó la escala de severidad propuesta por Kushalappa y Chaves (1980), ajustada por Allinne (2013). Para evaluar la cantidad de inóculo y el área colonizada por la roya (*H. vastatrix*) y por *L. lecanii*, se colectaron solo las hojas con infecciones, en el laboratorio todas las hojas fueron fotografiadas. Se realizó la estimación del área total de hojas, lesiones de *H. vastatrix* y áreas con mico-parasitismo con el programa Image Tool versión 3.0. Para estimar la cantidad de inóculo se extrajeron las esporas del tejido y luego con el uso de la cámara de Neubauer se cuantificó el número de esporas. El análisis de las variables se lo realizó con el programa estadístico InfoStat, empleando modelos lineales generales y mixtos, y para establecer diferencias estadísticas se empleará la prueba LSD Fisher $\alpha = 0,05$ y posteriormente pruebas de contrastes (Di Rienzo et al. 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que la carga fructífera del periodo 2013 fue menor comparada al 2014. Las medias máximas en ambos periodos fueron de 201 (SM-MCSF) y 914 (SS-MCF) nudos productivos por planta respectivamente. Sin embargo en el 2013 la carga fructífera del tratamiento SM-MCSF (201 nudos/planta) fue mayor (significativa al $p < 0,05$) a los demás. Se encontró interacción entre los tratamientos y el tiempo para incidencia, severidad y cantidad de inóculo. Al comparar los contrastes con los tipos de sombra sobre el comportamiento de la epidemia, se observa que en sombra densa hubo más roya, Este comportamiento concuerda con lo reportado por Avelino et al. (2006) y López et al. (2012), aunque va en contra de lo reportado por (Soto-Pinto et al. 2002). También se observa que a mayor cobertura de sombra se favorece el micoparasitismo natural de *Lecanicillium lecanii* sobre *H. vastatrix* (significativo al $p < 0,05$). Estos resultados permiten esclarecer las controversias existentes sobre la roya bajo sombra. La sombra favorece el microclima, lo cual podría favorecer los procesos preinfecciosos relacionados con la incidencia (López et al. 2012). Pero la roya se reduce por el efecto regulador de la sombra sobre el número de nudos fructíferos y frutos por nudo (López et al. 2012), y porque favorece el micoparasitismo de *L. lecanii*. Al comparar la intensidad del manejo agronómico, sobre los descriptores de la epidemia, se observa que el manejo con mayor fungicida (SD-MCF y SS-MCF) tiene buen control al inicio del año, pero su efecto desaparece en la segunda parte del año, cuando ya no se aplica. En cambio los manejos orgánicos y los manejos sin fungicida tienen niveles de roya más altos al inicio pero la tendencia se revierte a mediados y final de la epidemia. El *Lecanicillium lecanii* es inhibido por las aplicaciones intensivas de fungicidas, y al contrario favorecido en los manejos orgánicos y sin fungicidas, especialmente bajo sombra densa (significativo $p < 0,05$). El manejo medio convencional con fungicidas controla la roya al inicio de la epidemia con menor incidencia, severidad y cantidad de inóculo, pero cuando el fungicida deja de hacer su efecto, la epidemia aumenta. Por lo contrario, el manejo orgánico no controla la roya al inicio pero sí al final de la epidemia. Relacionamos esto con la regulación de la roya por su enemigo natural *L. lecanii*. Aunque el potencial controlador de *L. lecanii* ha sido demostrado muchas veces (Carrión y Rico-Gray 2002).

CONCLUSIONES

La sombra densa tiene efectos opuestos: por su condición de microclima favorece la incidencia, severidad y cantidad de inóculo, pero también favorece el efecto regulador

de *Lecanicillium lecanii* sobre roya, y por el efecto regulador de la carga fructífera desfavorece la epidemia de la roya.

El manejo con fungicidas tiene efectos opuestos sobre la roya: los fungicidas controlan temporalmente la roya, pero al final de la epidemia, la incidencia, severidad y cantidad de inóculo son altos. El manejo orgánico, por lo contrario, controla la epidemia al final de esta, al favorecer la actividad reguladora de *L. lecanii* sobre *H. vastatrix*. A mayor uso de fungicidas se inhibe el enemigo natural de la roya *L. lecanii*.

BIBLIOGRAFÍA

- Avelino, J.; Willocquet, L.; Savary, S. 2004. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. *Plant Pathology* (5): 541-547.
- Avelino, J.; Zelaya, H.; Merlo, A.; Pineda, A.; Ordoñez, M.; Savary, S. 2006. The intensity of a coffee rust epidemic is dependent on production situations. *Ecological Modelling* (3-4): 431-447. 10.1016/j.ecolmodel.2006.03.013
- Carrión, G.; Rico-Gray, V. 2002. Mycoparasites on the coffee rust in Mexico.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jackson, D.; Skillman, J.; Vandermeer, J. 2012. Indirect biological control of the coffee leaf rust, *Hemileia vastatrix*, by the entomogenous fungus *Lecanicillium lecanii* in a complex coffee agroecosystem. *Biological Control* (1): 89-97. 10.1016/j.biocontrol.2012.01.004
- Kushalappa, A.C.; Chaves, G.M. 1980. An analysis of the development of coffee rust in the field. *Fitopatologia Brasileira* (1): 95-103.
- Kushalappa, A.C. 1981. Linear Models Applied to Variation in the Rate of Coffee Rust Development. *Fitopatologia Brasileira* (1): 101; 22-30.
- López, B., DF; Virginio, F., E de M; Avelino, J. 2012. Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. *Crop Protection*: 21-29.
- Moreno, L.L.V.; Claro, O.E.; Cardona, L.L.; Polanco, Á.; Rosales, T.; de Estrada, C.T.D.; Lantes, A.N.; García, M. 2010. Ocurrencia de epizootias causadas por *Beauveria bassiana* (bals.) vuill. en poblaciones de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en las zonas cafetaleras de Cuba. *Fitosanidad* (2): 111-116.
- Ratnadass, A.; Fernandes, P.; Avelino, J.; Habib, R. 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agronomy for Sustainable Development* (1): 273-303. 10.1007/s13593-011-0022-4
- Salgado, B.G.; Macedo, R.L.G.; Carvalho, V.L.d.; Salgado, M.; Venturin, N. 2007. Progress of rust and coffee plant cercosporiose mixed with grevilea, with ingazeiro and in the full sunshine in Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia* (4): 1067-1074.
- Schroth, G.; Krauss, U.; Gasparotto, L.; Aguilar, J.D.; Vohland, K. 2000. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry Systems* (3): 199-241.
- Soto-Pinto, L.; Perfecto, I.; Caballero-Nieto, J. 2002. Shade over coffee: its effects on berry borer, leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* (1): 37-45.

Incorporación de Árboles en un Sistema Pecuario Para Mejorar el Confort Animal

Franklin A Sigcha¹, Jahaira J Jimenez¹, Luis F Rodriguez¹

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Panamericana sur km 1, Quito, Ecuador*
E-mail: franklin.sigcha@iniap.gob.ec

Palabras clave: Cambio climático, Confort animal, Producción lechera.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático está causando fenómenos meteorológicos extremos, como variaciones de temperatura, escasez de agua, desertificación, degradación de tierras, dificultando seriamente la producción de alimentos, principalmente en los países en vías de desarrollo que presentan una mayor vulnerabilidad y menor resiliencia en su población (Fernández, 2013). Las producciones pecuarias son de las más vulnerables al cambio climático, ya que afecta a los animales tanto directamente, por fenómenos extremos como las sequías u olas de calor, como indirectamente, por la menor disponibilidad de piensos y forraje y el aumento de riesgos en la salud animal (FAO, 2017). Los animales estresados por altas temperaturas pueden disminuir el consumo de alimentos en un 20% y la eficiencia alimenticia reducirse en un 10%, resultando en descensos en la producción (10-20%) y caídas del 9 y 4% en grasa y proteína, respectivamente (Flamenbaum, 2013).

Adicionalmente los sistemas pecuarios tradicionales se basan en mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas herbáceas, que son pastoreadas de manera intensiva provocando su degradación reflejando bajos indicadores productivos, sistemas en los cuales por lo general el componente leñoso se encuentra ausente (MAGAP, 2014).

Una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático es la inclusión de árboles en los sistemas de producción pecuaria (Sistemas silvopastoriles) que impulsan el desarrollo económico y social, incrementando los beneficios de estos sistemas productivos (López-Sánchez y Musalem, 2007).

Los Sistemas Silvopastoriles (SPP) cumplen varias funciones: reducen la salinidad del suelo, la escorrentía, la evaporación, mejoran la infiltración del agua, provocan el descenso de la capa freática (Heuperman et al, 2002), secuestro mayor de carbono (Betancourt et al. 2003), fortalecen la resiliencia de las comunidades rurales ante fenómenos meteorológicos extremos (FAO, 2017), finalmente se obtienen diversos productos de los árboles: madera, leña, forraje, frutos (De la Cruz, 2009).

En cuanto a la producción pecuaria el efecto de la sombra en zonas de alta irradiación incrementa la producción de leche y/o carne dentro del rango de 10% a 22% en comparación a potreros sin árboles, debido a la reducción del estrés calórico en los animales, lo que permite ahorrar energía y consumir más alimento, además de mejorar la calidad del forraje (Souza 2002, Betancourt et al. 2003, Restrepo et al. 2004.)

Con esta investigación se propone evaluar el efecto de la incorporación de tres especies forestales en un sistema de producción pecuario como medida para mejorar el confort animal. Para ello, en la etapa inicial se evaluará el crecimiento de las especies forestales y la producción de biomasa de los pastos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento está ubicado en la parroquia Cutuglahua, cantón Mejía, provincia de Pichincha, 00° 22' Latitud sur y 78° 23' Longitud Oeste, 3 050 m.s.n.m, zona de vida bosque muy húmedo Montano (Cañadas, 1983), temperatura media 12.7°C, precipitación promedio anual 1 485.8 mm, humedad relativa 76%, velocidad del viento promedio 3 km/h llegando hasta 72 km/h en época seca (INAMHI, 2014). Suelos de textura franco arcillosa, pH 5,8, buen drenaje y pendiente menor a 5%.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y 64 observaciones, Los tratamientos fueron: SSP con *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. (CM), SSP con *Podocarpus* sp. (PS), SPP con *Juglans neotropica* Diels (JN) y Sistema sin árboles (SF). Los animales utilizados fueron vacas en producción Brown Swiss y Holstein mestizas alta cruza, peso promedio 450 kg, con carga animal de 3 UBA/ha. La pastura fue una mezcla de *Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L., *Lolium multiflorum* Lam., *Trifolium repens* L. y *Trifolium pratense* L.

VARIABLES EN ESTUDIO. Árboles: Supervivencia, Altura Total, Diámetros a la Altura del Cuello y del Pecho y área de copa. Pastura: Biomasa, composición botánica y análisis bromatológico. Animales: Peso vivo, Tasa Respiratoria y Producción. Para la comparación de medias se usó la prueba LSD de Fisher al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando que el experimento tiene seis meses de implementado se reporta únicamente supervivencia (S), altura total (AT), diámetro a la altura del cuello (DAC), y biomasa de pasto (BP).

El análisis de varianza para (S) registró diferencias significativas para especies con un coeficiente de variación del 15%. Fisher detectó dos rangos de significación, el primer rango lo ocupó PS con una supervivencia del 96%, mientras que el último lugar lo ocupó CM con una supervivencia del 60%, que concuerda con lo reportado por Cintrón (1990) que indica que CM no tolera competencia ni sombra en su etapa de brinzal.

El análisis de varianza para AT y DAC registró diferencias estadísticas significativas para especies, con coeficientes de variación de 22 y 25% respectivamente. Fisher detectó dos rangos de significación para AT y DAC. En el caso de AT el primer rango fue ocupado por CM y PS con 100,37 y 89,82 cm respectivamente, mientras que JN no sobrepasó los 45 cm. En el caso de DAC se registraron dos rangos, el primer rango lo ocuparon CM con 1,30 cm y PS con 1,08 cm, y el último rango lo ocupó JN con 0,50cm.

El análisis de varianza para BP para los diferentes tratamientos registró diferencias estadísticas significativas, el coeficiente de variación fue de 7%. La prueba de Fisher detectó dos rangos de significación, el primer rango lo ocupan los SSP con JN (30%) y PS con 29% de materia seca, mientras que el segundo rango lo ocupó el SSP con CM con 24% de materia seca. Resultados que concuerdan con Pasha et al (1994) que mencionan contenidos de materia seca alrededor del 25% como aceptables para un consumo adecuado de los animales, contenidos menores pueden reducir el consumo voluntario en los rumiantes.

CONCLUSIONES

La sobrevivencia de *Podocarpus* sp. fue la más alta de las tres especies, mientras que en crecimiento *Cedrela montana* y *Podocarpus* sp. mostraron un mejor desarrollo comparado con *Juglans neotropica*, sin embargo, estas diferencias todavía no se pueden atribuir a la interacción animal-pasto-árbol debido a que el experimento se encuentra en su etapa inicial.

Las diferencias en materia seca reportadas no se pueden atribuir a la incorporación de los árboles, ya que al momento de esta investigación los árboles no han formado una copa que proyecte sombra e interfiera en el desarrollo de la pastura.

BIBLIOGRAFÍA

- Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. (2003). Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):4-51.
- De la Cruz, B. (2009). Sistemas agroforestales: Ventajas y desventajas. Disponible en: <http://edialogo.ning.com/forum/topics/sistemas-agroforestales> (Consultada el 16 de noviembre de 2017).
- FAO (2017). El trabajo de la FAO sobre el Cambio climático. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático 2017.
- Heuperman, A.F., Kapoor, A.S. and Denecke, H.W. (2002). Biodreinage. Principles, experiences and applications. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage. Knowledge Synthesis Report, N 6 - May 2002. FAO: 79 pp.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2014). Anuario Meteorológico N° 51.
- López-Sánchez, E. y Musalém, M. A. (2007). Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en los Tuxtlas, Veracruz, México. *Rev. Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 13(1): 59-66.
- MAGAP. (2014). Programa nacional de innovación tecnológica participativa y productividad agrícola y ganadera. Ecuador.
- Pasha, N., Prigge, C., Russell, R. W., & Bryan, W. B. (1994). Influence of moisture content of forage diets on intake and digestion by sheep. *Journal of Animal Science*, 72, 2455–2463.
- Restrepo, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Harmand, M; Morales, J. (2004). Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* no. 41-42:29-36.
- Souza de Abreu, MH. (2002). Contribution of Trees to the Control of Heat Strees sin Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in Humid Tropics. PhD. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. P. irr.

Sistemas Agroforestales de Cacao: Revisión de Literatura Sobre el Efecto de la Sombra en la producción de *Theobroma cacao* L.

Leider A Tinoco¹, Yadira B Vargas¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador.

E-mail: leider.tinoco@iniap.gob.ec

Palabras clave: Cacao, sistemas agroforestales y sombra.

INTRODUCCIÓN

La demanda de cacao a nivel mundial, se ve afectada por el bajo rendimiento debido a la variabilidad de genotipos y alta incidencia de plagas (Mora et al., 2014). Sí, sumamos a esto el modelo agrícola industrial (monocultivos y uso intensivo de agrotóxicos), surge la necesidad de impulsar la transición a sistemas diversos, sostenibles y resilientes al cambio climático como la agroforestería, modelo ecológico que promueve la diversidad, prospera sin químicos, y sostiene la producción de cultivos, árboles y animales todo el año (Moreno-Calles et al., 2015). En este sentido, por la dinámica del manejo del cultivo, los productores han diseñado diferentes arreglos agroforestales en respuesta a las necesidades ecofisiológicas de la planta, es decir, el cacao es una especie tolerante a la sombra pero no es un árbol de sombra, al respecto se ha indicado que el cacao se satura a densidades de flujo fotónico comprendidas entre 400 a 600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, intensidades entre el 25 y 30% de radiación en un día despejado, y donde las tasas de asimilación de CO_2 no sobrepasan entre y a 7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Por otra parte, la poca tolerancia de la planta a la elevada radiación, es el tiempo de vida promedio de las hojas que es de 450 días en plantas bajo sombra y 250 días a plena exposición solar (Jaimez et al., 2008). Por otra parte, en estos sistemas se produce la acumulación de hojarasca, por ejemplo, en un cafetal sombreado se produce 12 toneladas de hojarasca por año versus a 8 toneladas en un cafetal sin sombra, y en cultivos bajo sombra de *Erythrina* sp. (40-60%) y de *Inga* sp., la producción potencial de frutos fue 41 y 38% más, respectivamente (Acuña, s. f.). El propósito del estudio consistió en identificar y evaluar el estado actual de la literatura existente en el efecto de la sombra en la producción de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se siguió la metodología propuesta por Fisch & Block (2018), quienes manifiestan que la revisión de literatura es un peldaño crucial para encontrar áreas que requieren un estudio adicional muy detallado. La unidad de análisis estuvo formada por libros y artículos científicos, se excluyeron trabajos no publicados y conferencias. El período de análisis fue año 2008 a 2018. Se utilizó las bases de datos Redalyc, Google Académico, Scielo, Crossref, ResearchGate y Dialnet, para la búsqueda se utilizó las palabras clave cacao, sistemas agroforestales y sombra, se realizó un resumen de los principales hallazgos. Se realizó un análisis cualitativo de los datos, se agrupó las bases de datos por nombre de revista, año de publicación y país.

Terminología básica

Sistemas agroforestales con cacao.- el cacao es una especie tolerante a la sombra pero no es un árbol de sombra, el cacao Criollo, Forastero y Trinitario se saturan a densidades de flujo fotónico 400 a 600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, intensidades 25 y 30% de radiación en un día despejado y tasas de asimilación de CO_2 no mayor a 7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, y la vida

promedio de las hojas 450 días en plantas bajo sombra y 250 días a plena exposición solar (Jaimez et al., 2008). En Indonesia, se capturan 30 kg ha⁻¹ año de nitrógeno (Tscharrntke et al., 2011). En Nicaragua las especies se distribuyen 50% estrato bajo (1-10 m), 33% estrato medio (11-20 m) y 17% estrato alto (más de 20 m), los frutales de estrato bajo: *Citrus* spp, *Mussa* spp, *Mangifera indica* L, *Persea americana* Mill. y *Psidium guajava* L; estrato medio *Inga* spp, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., *Cecropia peltata* L. y *Tabebuia rosea* (Bertol.)Bertero ex A.DC.y estrato alto *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Cedrela odorata* L., *Juglans olanchana* Standl. & L.O.Williams, *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) y *Bactris gasipaes* Kunth (L. O. Aguilar & Sampson, 2013). En sistemas de 15 a 20 años de edad se almacena carbono cuando se asocia con maderables *Albizia guachapele* (Kunth) Dugand, *Cedrela odorata* L., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken y *Acacia glomerosa* Benth y frutales *Spondias mombin* L., *Carica papaya* L. y *Persea american* Mill., en Colombia y Perú, se almacenó 61,0 y 131,18 t C ha⁻¹ (65,61 biomasa aérea y 65,57 t C ha⁻¹ suelo) (Q, Pilar, Andrade, & Sandoval, 2016; Pocomucha, Alegre, & Abregú, 2016).

En Ghana, la absorción de nutrientes del árbol y biomasa de cacao es mayor que los monocultivos (43-80%, 22-45% y 96-140% para N, P, K, respectivamente) (Tscharrntke et al., 2011). En Indonesia la madera del sistema representa el 7 al 60% de los ingresos totales y Perú el 28%. Desde el enfoque social las actitudes de satisfacción con SAFs son positivas (67%), sin embargo los productores no reciben ningún beneficio por servicios ambientales, solamente obtienen frutos, semillas, madera y leña (Pocomucha et al., 2016, López-Ferrer, Brito-Vega, López-Morales, Salaya-Domínguez, & Gómez-Méndez, 2017).

Análisis descriptivo

Se encontró 52 documentos relacionados con estudio en Botanical Sciences, Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Ecología Aplicada, Ecosistemas y recursos agropecuarios, Journal of Applied Ecology, LEISA- Revista de Agrociencia, Management Review Quarterly, Resergate, Revista Agroforestería Neotropical, Revista de Ciencias Agrícolas, Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Scientia Agropecuaria, Tropical and Subtropical Agroecosystems, RICEA- Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración, Revista edca-actualidad-divulgación-científica, Revista Tecnológica en Marcha, Revista Ciencia y Tecnología, Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático, Proceedings the Natinal Academy of Sciences, Espirales revista multidisciplinaria de investigación, BSAA - Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Biagro, Acta Agronómica.

El 66% de los artículos se publicaron entre los años 2015, 2016 y 2017 (9, 11 y 11, respectivamente), el 42% en 2011, 2012, 2013 y 2014 (4, 6,2 y 5, respectivamente) y el 2% en el año 2018 (4). En 2015 a 2017 los estudios se enfocaron en el efecto de la sombra en cacao y en los años 2011 a 2014 a estudios de plagas. El 55% de los estudios se publicaron en las revistas Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Revista Tecnológica en Marcha, RICEA, Revista Ciencia y Tecnología, Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente, LEISA, Ecología Aplicada, Corpoica y Biagro, y, el 45% se publicaron en las 19 revistas estudiadas. Además, las revistas de México y Colombia son las que más publican artículos en sombra, cacao y SAFs de cacao (53%, 31% y 22%, respectivamente); le sigue Brasil y Perú con el 8%, Bolivia, Costa Rica y

Ecuador con el 6% y los que menos publican son Venezuela, Argentina, Nicaragua, Estados Unidos de América y España.

CONCLUSIONES

Se encontró 52 documentos publicados entre el 2008 y 2018 sobre sistemas agroforestales, cacao y los beneficios en la sombra para el cultivo de cacao, no se encontró estudios del comportamiento de enfermedades y plagas en un sistema agroforestal de cacao.

La revisión de literatura del efecto de la sombra en cacao muestra que este es un cultivo que requiere de sombra parcial, debido a que es una especie umbrófila, la sombra por lo general es variable en cada localidad, sin embargo la mayoría de productores utiliza en el estrato bajo frutales propios de la zona, en el estrato medio árboles de servicio como las leguminosas y en el estrato alto árboles maderables, esta diversidad ha permitido mejorar los ingresos económicos de los productores y conservar la biodiversidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L. O., & Sampson, A. L. (2013). Evolución, aplicación y futuro de la agroforestería en Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 49:99-110.
- Fisch, C., & Block, J. (2018). Six tips for your (systematic) literature review in business and management research. *Management Review Quarterly*, 68(2), 103-106. <https://doi.org/10.1007/s11301-018-0142-x>
- Jaimez, R., Tezara, W., Coronel I., & Urich, R. (2008). Ecofisiología del cacao (Theobroma cacao): su manejo en el sistema agroforestal. Sugerencias para su mejoramiento en Venezuela. *Ecophysiology of cocoa (Theobroma cacao): its management in agro forestry system. Suggestions for improvement in Venezuela. Revista Forestal Venezolana* 52(2):253-258.
- López-Ferrer, U. del C., Brito-Vega, H., López-Morales, D., Salaya-Domínguez, J. M., & Gómez-Méndez, E. (2017). Papel de Trichoderma en los sistemas agroforestales - cacaotal como un agente antagonico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1):91-100.
- Mora, F. D. S., Montufar, J. Z., Chang, J. V., Remache, R. R., Fiallos, F. R. G., & Montúfar, G. H. V. (2014). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33-41.
- Moreno-Calles, A. I., Galicia-Luna, V. J., Casas, A., Toledo, V. M., Ramos, M. V., Santos-Fita, D., & Camou-Guerrero, A. (2015). Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*, 12(3), 1-16.

La Agroforestería como una Alternativa para la Producción Agropecuaria Sostenible

Alejandra E Díaz^{1,2}, Christian E Saltos³

¹Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Posgrado, Maestría en Agronomía, Puyo, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador.

³Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, Francisco de Orellana, Ecuador
E-mail: ae.diazm@uea.edu.ec

Palabras clave: *Sistemas Agroforestales, Conservación, Sostenibilidad, Revisión de artículos.*

INTRODUCCIÓN

La Agroforestería se presenta como un sistema de producción sostenible que permite al productor reducir la dependencia de insumos externos (Bolaños Angulo, Azero A., & Morales, 2014), vinculando técnicas de uso y manejo de la tierra combinado simultánea o sucesivamente árboles con cultivos agrícolas y/o animales (Villagaray Yanqui, 2014).

Áreas que actualmente se encuentran degradadas, no productivas, de uso agrícola o de pastoreo son ideales para la implementación de prácticas agroforestales que contribuyan a garantizar la seguridad alimentaria y la tenencia de tierras, aumentar los ingresos, restaurar y mantener la biodiversidad y reservas de agua, además de reducir la erosión del suelo (Casanova-Lugo, Petit-Aldana, & Solorio-Sánchez, 2011). Complementario a lo antes mencionado, los sistemas agroforestales se presentan como una opción que contribuye a mitigar los efectos del cambio climático, pues en conjunto todos sus componentes remueven el carbono de la atmósfera mediante la fijación y almacenamiento en la materia orgánica del suelo convirtiéndose éste en el mayor sumidero natural de carbono (Burbano Orjuela, 2018).

El objetivo de éste artículo es presentar una revisión, selección y análisis de documentos publicados en revistas científicas sobre la Agroforestería integrando tres temas claves como: Suelo, Sistemas Agroforestales y Producción sostenible.

Terminología básica: los términos clave están definidos con el objetivo de preparar las bases para la revisión de la literatura.

Suelo: la calidad de los suelos depende de procesos naturales e interacciones biológicas que se ven afectadas por el uso de insumos químicos, los SAF disminuye ésta dependencia e incrementa la productividad agropecuaria (Bravo-Medina et al., 2017), contribuyen a controlar la erosión de los suelos, mantener su fertilidad, conllevando a la sostenibilidad ambiental y el uso adecuado de los recursos naturales (Tuesta Hidalgo, Julca Otiniano, Borjas Ventura, Rodríguez Quispe, & Santistevan Méndez, 2014)

Al evaluar las propiedades del suelos en pastos naturales, pastos cultivados, sistema silvopastoril y un sistema de referencia natural, se determinó que las tecnologías de manejo en los pastizales inciden en la degradación del suelo al incrementar la densidad aparente, disminuir los valores de infiltración y porosidad, mientras en el sistema silvopastoril las propiedades físicas, químicas y biológicas no se vieron perturbadas, constituyéndose así en una alternativa para la recuperación de los suelos de pastizales (Leyva R., Baldoquín P., & Reyes O., 2018)

Sistemas agroforestales: son alternativas válidas para el productor como herramienta indispensable para el mejoramiento de la producción, su economía familiar y su calidad

de vida. (Martel, 2010). Los SAF probados y adaptados a la región se convierten en una alternativa potencial para evitar la intervención de áreas destinadas a otros usos (Bravo-Medina et al., 2017), permitiendo combinar producción y conservación a largo plazo (Tuesta Hidalgo et al., 2014).

Varias investigaciones afirman que los SAF reducen la temperatura de las hojas, aumentan la humedad relativa, reducen la afectación de las condiciones climáticas, aumenta las entradas de materia orgánica, conserva la humedad, aumenta la absorción de agua y capacidad de infiltración y reduce de nutrientes. Los plantaciones de café implementadas reducen la aparición de plantas invasoras y disminuyen el ataque de insectos y enfermedades (Androcioni et al., 2015).

Producción Sostenible: el desarrollo sostenible se define según la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo como: el desarrollo económico que cumple con las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de la generación futura para satisfacer sus propias necesidades (Cherrafi, Elfezazi, Chiarini, Mokhlis, & Benhida, 2016). La producción diversificada y más duradera conocida como sustentable, permite a las familias contar con una estabilidad económica y social, adaptación al cambio y empoderamiento de sus tierras (Villagaray Yanqui, 2014).

En un estudio realizado en la provincia de Napo para evaluar el potencial de sustentabilidad a escala de finca (10 UP) aplicando indicadores ambientales, socio-culturales, económicos y políticos indica que las mayores limitaciones se presentan en los indicadores económicos y políticos, siendo necesario mejorar las prácticas de manejo, capacidad de gestión, costo de producción, comercialización, financiamiento entre otros (Bravo-Medina et al., 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

El propósito del presente estudio es identificar y evaluar el estado actual de la investigación sobre Agroforestería como una alternativa de producción agropecuaria sostenible, e identificar posibles vacíos, problemas y oportunidades para nuevos tópicos de investigación en relación al tema en cuestión. Ésta revisión de la literatura se fundamenta en consideraciones teórica previas y sigue un proceso claro, reduciendo los efectos casuales de revisar documentos irrelevantes y de introducir sesgos. (Cherrafi et al., 2016)

Todos los artículos se analizaron brevemente para asegurar que su contenido sea relevante y seleccionar de los documentos adecuados. El proceso de selección dio como resultado 50 artículos. Paralelamente, se creó una base de datos en Excel con los resultados según los criterios de búsqueda aplicados. Se utilizó un gestor o manejador de referencias bibliográficas, de acceso libre, desde el cual se exportó en una hoja de Excel la base de datos de los 50 artículos seleccionados con el fin de realizar el análisis respectivo.

La unidad de análisis fueron artículos científicos de revistas, mientras que libros, documentos de trabajo, tesis y memorias de conferencias fueron excluidos, el tipo de análisis fue cualitativo, el período de análisis del 2010 a 2018, para la búsqueda de las publicaciones relevantes se utilizaron las Bibliotecas virtuales Scientific Electronic Library Online (SciELO), Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc), Google Scholar. Para los criterios de búsqueda, se utilizaron una combinación de los términos Agroforestería, Suelo, Sistemas agroforestales, Producción agropecuaria, Sostenibilidad, Sustentabilidad, resultante de

una lluvia de ideas y el uso de los tesauros de la UNESCO y USDA, éstos términos se combinaron con los operadores booleanos (AND y OR) en búsquedas de palabras clave, títulos, resúmenes y el texto completo del artículo, entre las principales revistas tenemos Acta Nova, Luna Azul, Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Revista de Ciencias Agrícolas, Pastos y Forrajes, Revista Cubana de la Ciencia, Europa Scientific Journal, Semina: Ciencias Agrarias, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Acta Agronómica. Número total de artículos revisados 118, teniendo en cuenta las delimitaciones establecidas, se identificaron un total de 50 documentos para el análisis.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Al realizar un análisis de los artículos seleccionados por año y biblioteca virtual, para el año 2018 se tienen 10 artículos así como en el año 2014 y 7 artículos en el 2012; en el año 2013 sólo se ha publicado un artículo referente a los temas de revisión. El 52% de las investigaciones seleccionadas se encontraron en Scielo (26), 32% en Redalyc (16) y un 16% en Google scholar (8).

En cuanto a las revistas que publican los artículos de las temáticas abordadas, las que presentan un mayor número de artículos son: Acta Nova, Luna Azul, Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Revista de Ciencias Agrícolas, Pastos y Forrajes, Revista Cubana de la Ciencia, Europa Scientific Journal, Semina: Ciencias Agrarias, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Tropical and Subtropical Agroecosystems y Acta Agronómica con un 60%.

La revista Acta Nova se destaca en éste campo de la investigación pues publicó el 10% de los artículos considerados para la presente revisión sobre temas de Agroforestería, diversidad, sistemas agroforestales, recuperación de suelos y tecnologías limpias.

El 52% de los artículos fueron publicados en revistas de Colombia y México con 13 y 12 documentos, respectivamente, seguidos de Bolivia (13%), Brasil (11%) y Cuba (10%). Además, se observa un creciente interés por la publicación de éste tipo de artículos de los países de Argentina, Chile, Costa Rica y Venezuela.

Según los artículos revisados el país que presenta mayor producción de conocimiento científico en relación a la temática abordada es Colombia (24%), seguido por México (20%). Además, se aprecia que los países de Brasil, Cuba, Perú, Ecuador y Bolivia muestran interés por ésta área de investigación, sin embargo, se considera que existe poca información al respecto en los países de Nicaragua, Chile, Kenia y Argentina.

Los artículos de las investigaciones realizadas en nuestro país indican que se realizó la evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, la identificación de hongos micorrízicos arbusculares en sistemas agroforestales con cacao en el trópico húmedo ecuatoriano, el estudio de la diversidad, composición y estructura de los sistemas de producción agrícolas de las comunidades Shuar, así como también se determinó las percepciones y caracterización de pastizales en los cantones Joya de los Sachas y Francisco Orellana.

CONCLUSIONES

Una vez concluida ésta revisión se determina que es pertinente fomentar la investigación en Agroforestería para una producción sostenible acorde a la fragilidad de los ecosistemas de la Amazonía. Se considera que se deben ejecutar proyectos cuyo principal propósito sea lograr la sostenibilidad y la seguridad alimentaria a escala local,

teniendo en consideración la protección del medio ambiente, siendo una alternativa según las investigaciones revisadas la implementación de sistemas agroforestales. La información disponible sobre la contribución a la conservación de la biodiversidad de los sistemas agroforestales es escasa. Por tanto se requiere investigar la flora y fauna dentro de los SAF para generar inventarios de las especies siendo éstos un insumo esencial para un diseño y manejo exitoso de acuerdo a cada zona. Por otra parte, es importante mencionar que la producción sostenible no solo depende de aspectos técnicos y ambientales sino también de aspectos económicos, socioculturales y políticos, mismos que presentan vacíos y requieren ser investigados.

BIBLIOGRAFÍA

- Androcioli, H. G., Morais, H., Júnior, A. de O. M., Hoshino, A. T., Androcioli, L. G., & Caramori, P. H. (2015). Cercosporiose progression in the agroforestry consortium coffee-rubber trees. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(6), 3647–3656.
- Bolaños Angulo, A., Azero A., M., & Morales, E. A. (2014). Evaluación de la influencia de tres especies: tunal (*Opuntia ficus-indica* L.), chacatea (*Dodonea viscosa* Jacq.) y molle (*Schinus molle* L.) sobre las propiedades edáficas de un sistema agroforestal sucesional en Combufo - Vinto. *Acta Nova*, 6(4), 523–524.
- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, H., ... Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1), 23–36.
- Burbano Orjuela, H. (2018). The soil organic carbon and its role on climate change. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82–96. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J., & Solorio-Sánchez, J. (2011). Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 133–143. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.047>
- Cherrafi, A., Elfezazi, S., Chiarini, A., Mokhlis, A., & Benhida, K. (2016). The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production*, 139, 828–846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.101>
- Leyva R., S. L., Baldoquín P., A., & Reyes O., M. (2018). Propiedades de los suelos en diferentes usos agropecuarios, Las Tunas, Cuba. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 36. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.81>
- Tuesta Hidalgo, O., Julca Otiniano, A., Borjas Ventura, R., Rodríguez Quispe, P., & Santistevan Méndez, M. (2014). Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, distrito de Huicungo (San Martín, Perú). *Ecología Aplicada*, 13(2), 71–78.
- Villagaray Yanqui, M. S. (2014). Recuperación de terrenos degradados por el cultivo de coca (*Erythroxylon coca*) En VRAEM, Perú, con aplicación de Tecnología Agroforestal. *Acta Nova*, 6(3), 210–224.

RECURSOS FITOGENÉTICOS

Diversidad Genética y Fenotípica de Aislados de *Rhizobium* del Sur de Ecuador

Roldán Torres-Gutiérrez¹, GrandaK², AlvaradoY³, SánchezA⁴, GuamánJ²

¹Universidad Regional Amazónica Ikiam - Ecuador

²Universidad Nacional de Loja - Ecuador

³Instituto de Biotecnología de las Plantas – Cuba

⁴Universidad Técnica Particular de Loja - Ecuador.

E-mail: roldan.torres@ikiam.edu.ec

Palabras claves: bacterias diazotróficas, genes 16S rRNA, fijación de nitrógeno.

INTRODUCCIÓN

El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano más importante a nivel global. Esta leguminosa realiza el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno mediante la interacción con bacterias diazotróficas del género *Rhizobium*, colectivamente denominadas rizobios (Naveed et al., 2015). Una de las principales razones de la baja respuesta de esta leguminosa de grano es que es un huésped altamente promiscuo (Baginsky et al., 2015), lo que contribuye a la diversificación genética y la adaptación de las bacterias a su entorno. Sin embargo, la eficacia de la nodulación y la fijación de nitrógeno podría verse influida por la infección de varios rizobios en este nicho (Ormeño-Orilla 2013).

La formación de nódulos por rizobios en fréjol se ha estudiado exhaustivamente (Zhang et al., 2014), por lo que se ha demostrado que en sus sitios de origen hay simbiontes preferidos, pero en áreas introducidas esta interacción es promiscua y puede funcionar como una planta huésped menos funcional, formando nódulos con diversas bacterias nativas (Martínez-Romero, 2003). En Ecuador, una región Andina de donde se origina el fréjol común (Rodiño et al., 2010), se han realizado pocos estudios de identificación de rizobios y su efecto sobre genotipos locales de fréjol, a pesar de ser potencialmente una fuente importante de diversidad rizobial, que es un determinante clave de la productividad de este cultivo para lograr la elevación de las tasas de fijación eficiente de nitrógeno e incrementos en los rendimientos (Baginsky et al., 2015). Es por ello nuestra investigación se centró en caracterizar la diversidad genética y fenotípica de aislados de *Rhizobium* asociados con *Phaseolus vulgaris* L. de la región sur del Ecuador. Este estudio sienta las bases para la realización de biofertilizantes a base de cepas diazotróficas eficientes y llevar a cabo procesos sostenibles en las producciones agrícolas

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo, preparación de muestras y asilamientos bacterianos

El muestreo se realizó en nueve municipios de la provincia de Loja, en la región sur de Ecuador. En cada una de las áreas de muestreo se tomaron plantas de fréjol con presencia de nódulos en sus raíces. Las plantas se tomaron al azar y se almacenaron en bolsas Ziploc® hidratadas para evitar el secado. Para el aislamiento de las cepas bacterianas se siguió la metodología propuesta por Sánchez et al. (2014), mediante la cual los nódulos colectados se lavaron, se desinfectaron (NaClO al 3% durante 3 minutos, seguido de inmersión en HgCl₂ al 0.1% durante 2-5 minutos) y se maceraron para obtener la suspensión bacteriana. Posteriormente, se sembró dicha suspensión obtenida de cada macerado en medio Agar Manitol Extracto de Levadura (AMEL) sólido y las placas se incubaron a 30°C durante siete días. Las colonias individuales se purificaron mediante pases repetidos en placas de medio AMEL.

Análisis molecular

La extracción de ADN se realizó con un kit ChargeSwitch® gDNA Mini Bacteria de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La concentración y calidad de ADN extraído se verificó mediante Nanodrop y electroforesis en un gel de agarosa al 1% (1 g de agarosa en 100 ml de tampón TBE). Los genes de la subregión 16 S rRNA de los aislados se amplificaron con los cebadores universales: ARI C / T (5'CTGGCTCAGGAC / TGAACGCTG3') y pH (5'AAGGAGGTGATCCAGCCGCA3') (Clermont et al., 2009). Los fragmentos amplificados se purificaron utilizando un kit de purificación de PCR PureLink® de acuerdo con las instrucciones del fabricante y luego se evaluaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 1%. La secuenciación se realizó utilizando un secuenciador de ADN Applied Biosystems 3100 (Perkin-Elmer). El ensamblaje de la secuencia se realizó con el programa BioNumerics versión 4.5. Las secuencias relacionadas más cercanas se identificaron utilizando el programa FASTA. Estas secuencias también se compararon con las disponibles en la base de datos GenBank.

Análisis de parámetros fenotípicos en plantas

En condiciones de invernadero se evaluaron todos los aislamientos para determinar su capacidad para promover el número de nódulos, la producción de biomasa y el contenido de N de *P. vulgaris*. Para el experimento, se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado con diez repeticiones. Además de los aislados, se inoculó la cepa tipo *Rhizobium etli* CNPAF512 y un tratamiento sin inoculación como controles. Las semillas certificadas de *P. vulgaris* cv. Mantequilla se sembraron en macetas que contenían un sustrato resultante de la mezcla de tierra, arena y materia orgánica (2: 1: 1) esterilizada a 120 ° C durante 2 horas. Las semillas se desinfectaron y se colocaron en el centro de cada maceta para proceder a la inoculación. Los inóculos se prepararon según lo reportado por Remans et al. (2007) y finalmente se inocularon las semillas de fréjol con 1 ml de cultivo bacteriano de cada cepa objeto de estudio y el control CNPAF512.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La secuenciación de la subregión 16S rRNA demostró la presencia de nueve especies de *Rhizobium*: *Rhizobium tropici*, *R. etli*, *R. etli* bv. *mimosa*, *R. leguminosarum*, *R. leguminosarum* bv. *viciae*, *R. mesoamericanum*, *R. undicola* y dos especies no clasificadas, *Rhizobium* sp. y *Rhizobium* sp. no cultivable, evidenciando la existencia de una gran diversidad de especies de este género en el sur del Ecuador, así como la predominancia de *R. tropici*. Aunque pocos estudios se han reportado sobre la diversidad genética de *Rhizobium* en Ecuador (Ribeiro et al., 2013), este es el primer informe de diversidad de especies en la región sur del país. Similar a este estudio, *R. etli*, *R. leguminosarum* y *R. tropici* se han aislado previamente de nódulos de frijol común (Oliveira et al., 2011) y se considera que ser la especie ocupante predominante de nódulos de frijol en la región andina (Junier et al., 2014; Ribeiro et al., 2015).

La Figura 1 muestra la variabilidad de las cepas frente a la nodulación y el peso seco de los nódulos, determinándose que la nodulación total no es una variable concomitante al peso seco de los nódulos. Respecto a la nodulación, la cepa COL6 (*R. leguminosarum* bv. *viciae*) NAM1 (*R. mesoamericanum*) y VP1 (*R. etli* bv. *mimosae*) fueron las que estimularon este parámetro; mientras que para la biomasa nodular RC2 (*R. tropici*) y NAM1 fueron las de mejores valores; pero esta última sin diferencias estadísticas con las cepas PIN3, TAB1, COL6, NAM1, LP1 y Z1, poniendo de manifiesto la estimulación de los parámetros de nodulación de NAM1 y COL6. Sorprendentemente la

cepa tipo CNPAF512 no tuvo un efecto estimulador ni para la modulación, ni la biomasa nodular. Al igual que para estos parámetros, la fijación de N fue estimulada por COL6 con 3,01% de N fijado y NAM1 con 3,10%, superior a lo obtenido con el resto de las cepas.

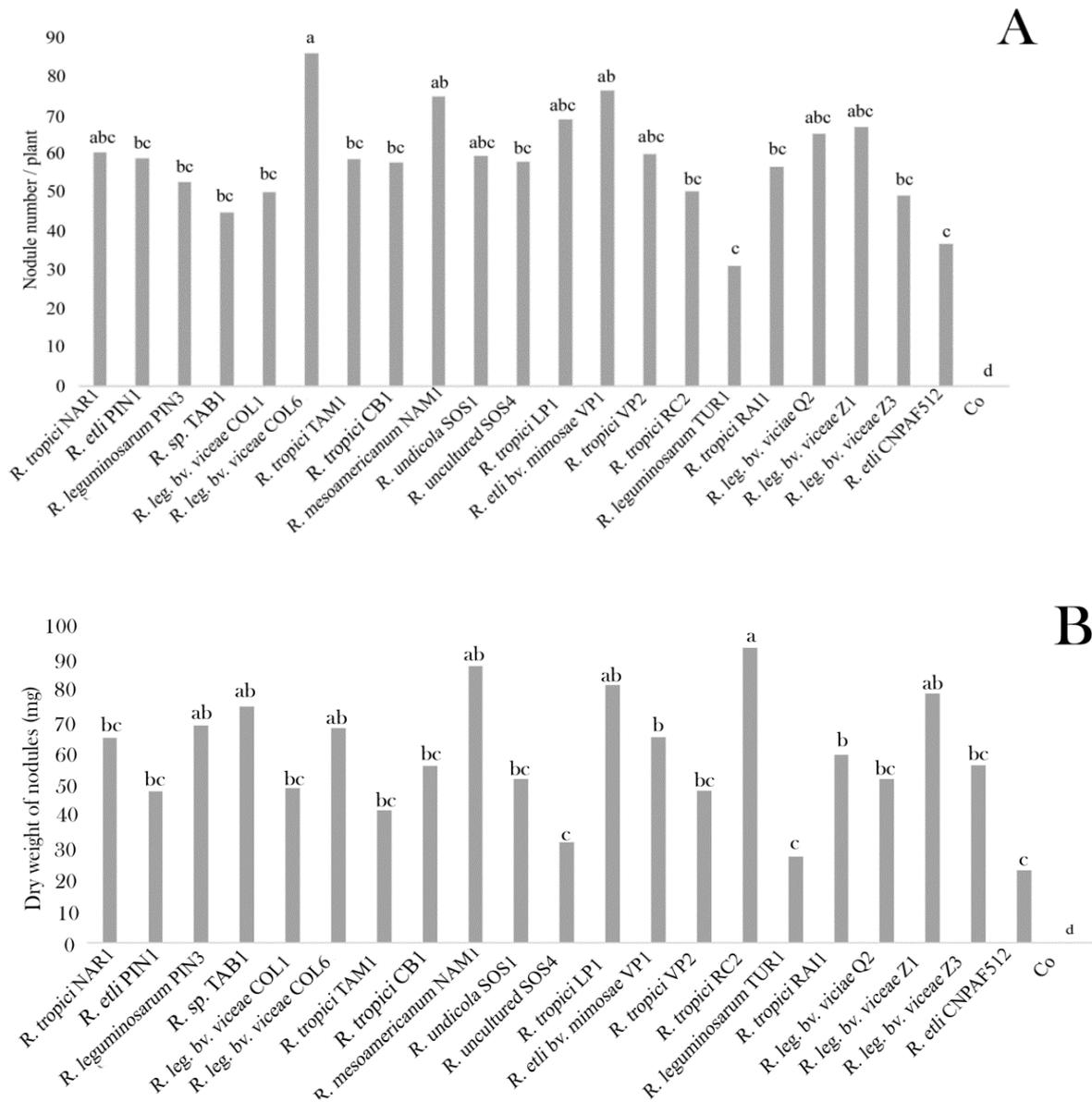


Figura 1. Parámetros de nodulación. Panel A: formación de nódulos totales. Panel B: biomasa nodular. Letras desiguales en las columnas difieren para Kruskal Wallis / Mann Whitney test $p \leq 0,05$ $n = 10$.

CONCLUSIONES

Se reporta por primera vez la diversidad genética y fenotípica de las especies de *Rhizobium* asociadas con *Phaseolus vulgaris* cv. Mantequilla en el sur de Ecuador, obteniéndose nueve especies diferentes, una de ellas no cultivable. Los resultados del ensayo en condiciones de invernadero mostraron la promiscuidad de cultivar local para formar nódulos con varias especies de *Rhizobium*. Sin embargo, todas las cepas

probadas produjeron diferentes resultados en términos de números de nódulos, biomasa nodular seca y porcentaje de fijación de nitrógeno, produciéndose los resultados más significativos con *R. leguminosarum* bv. *viciae* COL6, *R. mesoamericanum* NAM1.

BIBLIOGRAFÍA

- Baginsky, C; Brito B; Scherson, R; Pertuzé, R; Seguel, O; Cañete, A; Araneda, C; Johnson, We. Genetic diversity of *Rhizobium* from nodulating beans grown in a variety of Mediterranean climate soils of Chile. **Archives of Microbiology**, 197(3):419- 429, 2015.
- Clermont, D; Diard, S; Bouchier, C; Vivier, C; Bimet, F; Motreff, L; Welker, M; Kallow, W; Bizet, C. *Microbacterium binotii* sp. nov., isolated from human blood. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59(5):1016-1022, 2009.
- Junier, P; Alfaro, M; Guevara, R; Witzel, Kp; Carúc, M. Genetic diversity of *Rhizobium* present in nodules of *Phaseolus vulgaris* L. cultivated in two soils of the central region in Chile. *Applied Soil Ecology*, 80:60-66, 2014.
- Martínez-Romero, E. Diversity of *Rhizobium-Phaseolus vulgaris* symbiosis: Overview and perspectives. *Plant and Soil*, 252:11-23, 2003.
- Naveed, M. et al. Perspectives of rhizobial inoculation for sustainable crop production. In: Arora, N. K. *Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets*. Springer India, 2015, p.209-239.
- Oliveira, Jp; Galli-Terasawa, Lv; Enke, Cg; Cordeiro, Vk; Tavares Armstrong, Lc; Hungria, M. Genetic diversity of rhizobia in a Brazilian oxisol nodulating Mesoamerican and Andean genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27:643-650, 2011.
- Ormeno-Orrillo, E.; Martínez-Romero, E. Phenotypic tests in *Rhizobium* species description: an opinion and (a sympatric speciation) hypothesis. *Systematic and Applied Microbiology*, 36:145-147, 2013
- Remans, R. Croonenborghs, A; Torres-Gutierrez, R; Michiels, J; Vanderleyden, J. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on nodulation of *Phaseolus vulgaris* L. are dependent on plant P nutrition. In: BAKKER, P. A. H. M. et al. *New perspectives and approaches in plant growth-promoting Rhizobacteria research*. Springer, Netherlands, 2007, p.341-351.
- Ribeiro, Ra; Ormeño-Orrillo, E; Dall'agnol, Rf; Graham, Ph; Martínez-Romero, E; Hungria, M. Novel *Rhizobium* lineages isolated from root nodules of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Andean and Mesoamerican areas. *Research in Microbiology*, 164:740-748, 2013.
- Ribeiro, Ra; Martins, Tb; Ormeño-Orrillo, E; Marçon Delamuta, Jr; Rogel, Ma; Martínez-Romero, E; Hungria M. *Rhizobium ecuadorensis* sp. nov., an indigenous N₂-fixing symbiont of the Ecuadorian common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genetic pool. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65:3162-3169, 2015.
- Rodiño, P; Co-evolution and migration of bean and Rhizobia in Europe. In: LICHTFOUSE, E. *Organic Farming, Climate Change and Soil Science*. Springer, Netherlands, 2010, p.171-188.

La Crioconservación, una Alternativa de Conservación en el Banco de Germoplasma del INIAP

Marcelo V Tacán¹, César F Pérez², César G Tapia¹, Alma A Mendoza³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Panamericana sur km 1, Quito, Ecuador.

²Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, s/n, 28040, Madrid, España).

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Portoviejo, Panamericana sur km 1, Quito, Ecuador.

E-mail: marcelo.tacan@iniap.gob.ec

Palabras clave: *ex situ*, *ortodoxas*, *intermedias*.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) mediante el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), han aportado por más de 35 años a la conservación de la agrobiodiversidad, y ha conformado el Banco de Germoplasma que conserva 28 000 accesiones de 290 géneros y más de 500 especies de plantas cultivadas y sus parientes silvestres (Monteros-Altamirano et al., 2018).

La crioconservación es un proceso en el cual células o tejidos son conservados mediante su congelación a muy bajas temperaturas, generalmente entre -80°C y -196°C (Reed et al., 2004). La importancia de la crioconservación radica en que la congelación no destruye los tejidos, pues la técnica implica el uso de crioprotectores que evitan la formación de cristales de hielo que perforan la célula. Con esto se consigue que la célula que decidimos conservar se mantenga en una condición tal que permite su viabilidad una vez revertido el proceso. Así se pueden almacenar y conservar durante largos períodos (Cejas et al., 2012).

El objetivo de la presente investigación es el desarrollo de protocolos de crioconservación para semillas y ejes embrionarios de *Phaseolus* spp y *Arachis* spp.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal: El germoplasma utilizado fue una especie ortodoxa como el fréjol (*Phaseolus vulgaris*; cv Yunguilla) que fue el control y una especie intermedia (ortodoxa – recalcitrante) como es el maní (*Arachis hypogaea*; cv Caramelo).

Tratamientos: Semillas y ejes embrionarios de fréjol y maní, se sometieron a los siguientes tratamientos, antes de las pruebas de germinación. Para cada tratamiento, se realizaron 4 réplicas de 10 semillas o ejes embrionarios cada una. Los tratamientos son: Semillas Fréjol (F) y Maní (M) (Testigos), 2. Semillas F y M 45°C 72 horas/asepsia después tratamiento, 3. Semillas F y M 45°C 96 horas/asepsia después tratamiento, 4. Semillas F y M 45°C 120 horas/asepsia después tratamiento, 5. Semillas F y M 45°C 72 horas/asepsia antes tratamiento, 6. Semillas F y M 45°C 96 horas/asepsia antes tratamiento, 7. Semillas F y M 45°C 120 horas/asepsia antes tratamiento, 8. Semillas F y M crioconservado y 9. Semillas F y M crioconservado desecadas.

Análisis de datos: Los datos se trataron mediante análisis estadísticos no paramétricos y se realizó con el paquete InfoStat versión 2008.

Prueba de germinación: Los ensayos de germinación de semillas se realizaron colocando cuatro réplicas de 10 semillas en placas de Petri de 9 cm sobre dos hojas de papel de filtro en la oscuridad a 25°C. Los ejes embrionarios se cultivaron en recipientes de vidrio estériles con medio MS (Murashige y Skoog, 1962) suplementados con sacarosa 0,3 M. La temperatura de germinación fue de 25° C con un fotoperíodo de 16: 8 h de luz / oscuridad con iluminación de luz fluorescente blanca fría (40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Se cuantificó cada 2 días hasta el día 10, y se midió el porcentaje (%) en las semillas y los ejes embrionarios.

Desección de semillas: Para la desecación de las semillas, se colocaron en placas de Petri con una capa de gel de sílice deshidratada cubierta por un disco de papel de filtro en el que se colocaron las semillas. Se colocaron diez semillas y aproximadamente 5 g de gel de sílice en cada placa de Petri, que, una vez selladas, se mantuvieron durante 24 horas a 25°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fréjol: Cuando se analizó el efecto de diferentes tratamientos sobre la germinación de las semillas de *P. vulgaris* (Figura 1a), se observó que, a los 10 días, los porcentajes de germinación de todas las semillas, de todos los tratamientos, fueron mayores que 80% y no se detectaron diferencias con el control. Los tratamientos de envejecimiento retrasan la aparición de la germinación. Respecto a la crioconservación de semillas de *P. vulgaris*, se encontró que no es necesario desecar las semillas antes de la inmersión en nitrógeno líquido. Tanto las semillas no secas como las secas sobreviven a la crioconservación y alcanzan porcentajes de germinación altos.

El efecto de los diferentes tratamientos sobre la germinación *in vitro* de ejes embrionarios aislados de fréjol se muestra en la Figura 1b. Se puede observar que los porcentajes de germinación alcanzados son más altos que los de las semillas completas, una tendencia que se puede observar ya 2 días después de que comience la germinación. Los tratamientos de envejecimiento no afectan negativamente el porcentaje final de germinación. La crioconservación de los ejes embrionarios de *P. vulgaris* fue exitosa en los tres tratamientos probados, e incluso los ejes embrionarios crioconservados comenzaron a germinar antes de los controles y de aquellos sometidos a tratamientos de envejecimiento.

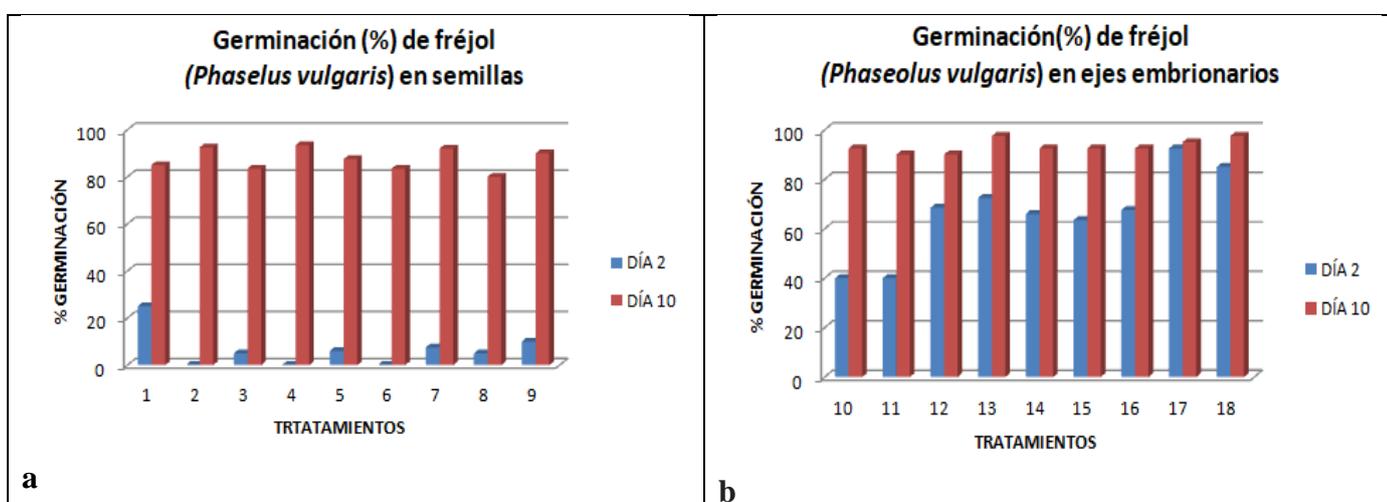


Figura 1. Porcentaje de germinación de *P. vulgaris*: a. Semillas y b. Ejes embrionarios. INIAP-DENAREF, 2018.

Maní: Cuando se realizaron los mismos estudios con semillas completas de *A. hypogaea* (Figura 2a), también fue posible verificar que los tratamientos de envejecimiento no afectan negativamente el porcentaje final de germinación y se obtuvieron valores más altos que el control. Cabe destacar que las semillas de maní no desecadas no sobreviven a la inmersión en nitrógeno líquido y no pudieron germinar. Por otro lado, cuando se secaron antes de la inmersión en NL, mostraron tasas de germinación similares a las del control.

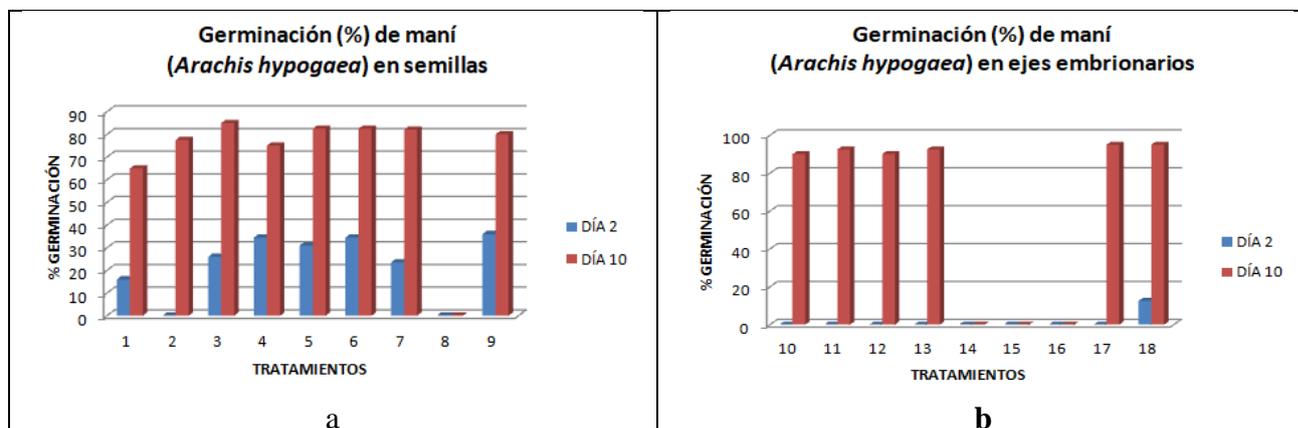


Figura 2. Porcentaje de germinación de *A. hypogaea*: a. Semillas y b. Ejes embrionarios. INIAP-DENAREF, 2018.

El efecto de los diferentes tratamientos sobre la germinación *in vitro* de ejes embrionarios de maní se muestra en la Figura 2b. Se puede observar en los ejes embrionarios del fréjol, los porcentajes de germinación alcanzados son superiores a los de las semillas completas, aunque inician posteriormente la germinación. Los tratamientos de envejecimiento evidencian que en los casos en que los ejes embrionarios no se rehidrataron después de los períodos a 45° C, no sobrevivieron. Por el contrario, los que se rehidrataron dieron lugar a valores de germinación similares al control. La crioconservación de ejes embrionarios de maní fue exitosa con embriones no crioprotectados y gel de sílice desecado. Este último inició la germinación antes de la desecación.

CONCLUSIONES

Las semillas y ejes embrionarios de fréjol (ortodoxas) y maní (intermedias), se puede realizar la crioconservación y generar protocolos para estos dos tipos de semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdulmalik, M. M., Usman, I. S., Olarewaju, J. D., & Aba, D. A. (2014). Cryopreservation of embryonic axes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) by vitrification. *African Journal of Biotechnology*, 13(2).
- Cejas, I., Vives, K., Laudat, T., González-Olmedo, J., Engelmann, F., Martínez-Montero, M. E., Lorenzo, J. C. (2012). Effects of cryopreservation of *Phaseolus vulgaris* L. seeds on early stages of germination. *Plant Cell Reports*, 31(11), 2065-2073.
- Monteros-Altamirano, A., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N., Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador.

Descripción de la Diversidad Morfológica de la Colección Nacional de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la Amazonía Ecuatoriana

Nelly J Paredes¹; Álvaro R Monteros-Altamirano²; César G Tapia²; Luis F Lima¹; Marcelo V Tacán²; Valeria E Alulema³.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Cutuglagua, Km 1½, Mejía, Pichincha, Ecuador.

³Becaria del Proyecto SENESCYT PIC 518

E-mail: nelly.paredes@iniap.gob.ec

Palabras clave: Caracterización, descriptores morfológicos, germoplasma

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es considerada a nivel mundial como el cuarto producto básico más importante después del arroz, trigo y maíz, se cultiva en más de 100 países tropicales y subtropicales. Constituye un alimento importante en la dieta de alrededor de 1 000 millones de personas, pero también es usada para la alimentación animal, elaboración de papel, textiles, biocombustible, almidón para la industria de alimentos y la farmacéutica (FAO, 2014; Meneses et al., 2014).

En la Amazonía ecuatoriana la yuca es un cultivo culturalmente importante, base de la alimentación de las comunidades locales, y parte fundamental de la agrobiodiversidad presente en las chakras (Peñuela et al., 2016). La yuca presenta una alta variabilidad intra-específica por lo cual es importante realizar procesos de caracterización que permitan conocer la gran diversidad que involucra esta especie. Conocer la diversidad genética de los cultivos permite aportar información para la toma de decisiones con el objetivo de realizar procesos de mejoramiento y conservación de las especies (Lobo, 2004).

En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo coleccionar y caracterizar morfológicamente materiales locales coleccionados en la Amazonía ecuatoriana y materiales provenientes del banco de germoplasma de yuca del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta de variedades locales de yuca se realizó en base a datos pasaporte, manejados por el INIAP-Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos/DENAREF (Monteros-Altamirano et al., 2018).

Las accesiones disponibles se sembraron en campo abierto en los terrenos del INIAP-EECA, ubicado a 250 m.s.n.m., 0° 17' 42,15" latitud sur, 76° 51' 18,13" longitud oeste, temperatura promedio de 24°C, precipitación promedio 3 100 mm, humedad relativa promedio 80%. El sitio pertenece a zona agroecológica del Bosque húmedo premontano subtropical. Se sembró 10 plantas por accesión con una distancia de 1 m entre plantas de la misma accesión y 2 m de distancia entre plantas de distintas accesiones. Para la caracterización morfológica y evaluación agronómica se utilizaron 32 descriptores cualitativos y cuantitativos escogidos de Fukuda y Guevara (1998) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria EMBRAPA- Brasil. Se realizaron análisis de agrupamiento y componentes principales a los datos morfológicos y agronómicos con el programa SPSS IBM versión 1.9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 92 accesiones de yuca en las provincias de Napo, Orellana, Pastaza y Sucumbíos; además, se incorporaron 125 accesiones provenientes del banco de germoplasma del INIAP Estación Experimental Portoviejo. En total para este estudio se registraron datos de caracterizaron morfológica para 195 accesiones.

Dentro de los descriptores cualitativos, se identificaron seis descriptores considerados como discriminantes por presentar un mayor valor de X^2 : color del pecíolo, forma del lóbulo central, color de la epidermis del tallo, color de las ramas terminales de la planta adulta, color de la corteza de la raíz y forma de la raíz. Estos descriptores corresponden a caracteres fácilmente cuantificables y altamente heredables que son características que concuerdan con lo manifestado por Lobo, (2004) y Lowe et al., (1996). Los descriptores: color de las ramas terminales de la planta adulta, forma del lóbulo central y color del pecíolo presentaron mayor valor discriminante en este estudio, lo cual coincide con los resultados encontrados por Torres (2010).

Dos descriptores cuantitativos, discriminantes fueron identificados a través de la prueba de Duncan: longitud de la raíz y peso medio de la raíz por planta, los cuales coinciden con los resultados de la investigación realizada por Acosta et al., (2006).

El dendograma obtenido a partir del agrupamiento jerárquico de Ward formó tres grupos: El grupo 1, está formado por 74 accesiones, la mayoría de las cuales fueron colectadas en la región Amazónica (50%); el grupo 2, está formado por 107 accesiones, el mayor porcentaje de las accesiones de este grupo fueron colectadas en la región Costa (62,6%); y, el grupo 3, está compuesto de 14 accesiones que en su mayoría pertenecen a la región Amazónica (64%).

En los grupos no se observó un descriptor homogéneo representativo para todos los individuos de cada grupo, sin embargo, en el grupo 1 los individuos en su mayoría presentaron hojas con forma del lóbulo central elíptica-lanceolada, color del pecíolo rojo con poco verde y ramas terminales color verde oscuro; en el grupo 2 la mayoría de los individuos, presentaron hojas con forma del lóbulo central elíptica-lanceolada, rojo con poco verde y ramas terminales color verde oscuro; en el grupo 3, la mayoría de individuos presentaron hojas con forma del lóbulo central lanceolada, color del pecíolo rojo y color de las ramas terminales verde oscuro y verde púrpura

Según el análisis de componentes principales, el 67,6% varianza total es explicada por tres componentes y el 52,6% es explicado por los dos primeros. Para el componente 1 las variables cuantitativas: peso medio de la raíz por planta y diámetro de la raíz aportan mayoritariamente. Para el componente 2 las variables que tienen más aporte son número de lóbulos y longitud del lóbulo, mientras que para el componente 3 la variable longitud de entrenudos es la que produce más aporte.

CONCLUSIONES

La caracterización morfológica con descriptores cualitativos y cuantitativos permitió el agrupamiento y diferenciación fenotípica de las accesiones, identificando tres grupos morfológicos dentro de la colección nacional, los descriptores morfológicos con mayor poder discriminante fueron color del pecíolo, forma del lóbulo central, color de la epidermis del tallo, color de las ramas terminales de la planta adulta, longitud de la raíz y peso medio de la raíz por planta. Estos materiales están disponibles para estudios en

mejoramiento genético, químicos u otros que aporten al conocimiento de este cultivo pilar de la seguridad y soberanía alimentaria de la Amazonía ecuatoriana y del país.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., Tamayo, A. & Palacios, R. (2006). Caracterización morfológica y extracción de ADN de 11 clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la Universidad de EARTH, Costa Rica. *Tierra Tropical*, 2 (1), 67-75.
- FAO. (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, Roma, Italia. 167 p. (Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3704s.pdf>; consultado 17 septiembre de 2018).
- Fukuda, W.M.G. and Guevara, C.L. (1998) Descriptores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Embrapa-CNPMF, Documentos 78, 38 p.
- Lobo, R. (2004). Caracterización de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). En: Palma, R. Conservación in situ de cultivos nativos y parientes silvestres. Chosica, PE. Seminario taller. p. 136-169.
- Lowe, A., Hanotte, O., Garino, L. (1996) Standardization of molecular genetic techniques for the characterization of germplasm collection: the case of random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Plant Genet. Resour. Newslett.* 107, 50-54.
- Meneses M. I., A. Vázquez H., X. Rosas G., E. N. Becerra L. (2014). Colecta y conservación ex situ de germoplasma de yuca en el estado de Veracruz. In: XXVI Reunión Científica- Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2014 y III Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical. Villahermosa, Tabasco, México. pp. 391–396.
- Peñuela, M.; Schwarz, A.; Monteros-Altamirano, A.; Zurita-Benavidez M.; Cayapa, R.; Romero, N. (2016). Guía de la Agrobiodiversidad: Tres comunidades kichwa: Atacapi, Alto Tena y Pumayacu. Universidad Regional Amazónica IKIAM, Tena, Ecuador. 130 p. ISBN: 978-9942-8638-1-2
- Torres, L. (2010). Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (Tesis de Magister Scientiae), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba.
- Monteros-Altamirano, A; Tacán, M.; Peña, G.; Tapia, C.; Paredes, N.; Lima, L. 2018. Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador

Chakra, Agroecología y Agricultura 4.0: La Fusión Necesaria para el Desarrollo Agrícola Sostenible en la Amazonia Ecuatoriana

Wilfredo Franco¹, Alba Aguinaga¹, Diana Astudillo¹, Gabriel Picon², Gabriela Loza¹, Verónica Gallardo¹, Lizbeth Andi², Diógenes Infante³, Patricio Andy⁴ y Rocío Andi⁴

¹*Ikiam,*

²*Proyecto Ikiam-AECL,*

³*Yachay Tech,*

⁴*ASOGUAYUPROD*

E-mail: wilfredo.franco@ikiam.edu.ec

Palabras clave: Saberes ancestrales, Tecnologías de punta, Interculturalidad

INTRODUCCIÓN

Los Pueblos y Nacionalidades, aun en su región de origen cultural, experimentan dificultades para mantener su sistema de alimentación tradicional y garantizar su salud, a pesar de los recursos de biodiversidad que podrían fundamentar su Buen Vivir. Aunque las sociedades originarias en el mundo han vivido de los productos de la naturaleza se ha constatado que sus sistemas de vida se alteran por procesos relacionados al desarrollo, por decisiones políticas, explotación de recursos naturales, vialidad y urbanismo, y, aun, por el cambio climático (Arias et al. 2015). Por otra parte, el desarrollo de la sociedad occidental capitalista aplica conocimiento y poder desde una racionalidad completamente distinta a la de las sociedades ancestrales y provoca degradación del medio, de la sociedad y de las culturas locales, difíciles de revertir (Escobar, 2007). La chakra, sistema agrícola ancestral de la Amazonia ecuatoriana bajo responsabilidad de la mujer, estuvo durante milenios sustentada en varios factores: la baja densidad poblacional, tierras extensas para la itinerancia, centenares de especies de plantas domesticadas, proteína animal silvestre abundante, copiosas lluvias todo el año y suelos de origen volcánico. Desde inicios del siglo XX esa idónea combinación de factores ha venido desnaturalizándose en la amazonia ecuatoriana: el crecimiento demográfico ha sido exponencial, la colonización agropecuaria ha ocupado las tierras de poca pendiente y buen drenaje, a la par del desarrollo de vías y pueblos, y el Estado ha creado un extenso sistema de áreas protegidas; todo lo cual ha restringido fuertemente el carácter itinerante de la chakra. La actividad humana en los sectores estudiados (Tena-Archidona) ha ido convirtiendo el bosque original primario en bosques secundarios de diverso nivel de desarrollo, estructura y fisiognomía, donde se inserta la agricultura de subsistencia, conformando un mosaico agroforestal de formas diversas de vegetación, donde, afortunadamente, aun el árbol es el rasgo distintivo y no los pastos o la monocultura agrícola, como si ocurre en cantones vecinos. En ese contexto, el objetivo de este trabajo fue hacer un diagnóstico exploratorio de la situación actual de la chakra Kichwa en áreas periurbanas o relativamente cercanas a dos ciudades amazónicas de reducida dimensión: Tena y Archidona, provincia de Napo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las chakras utilizadas para el estudio se seleccionaron conjuntamente con la organización Kichwa ASOGUAYUPROD y las familias propietarias, buscando representatividad de las comunidades miembros de la organización. Para los efectos del proyecto se firmó un convenio en los términos del Protocolo de Nagoya (SCDB, 2011). El número de siete chakras obedeció a aspectos logísticos y presupuestarios y al carácter exploratorio del estudio. Las chakras se seleccionaron en comunidades de los cantones Tena y Archidona, tratando de cubrir el más amplio espectro posible en relación al

ambiente circundante, desde chakras inmersas en tierras cubiertas de bosque en diferentes estadios de la sucesión vegetal (rural), hasta chakras enmarcadas por vialidad y zonas residenciales cercanas (periurbanas). El trabajo consideró la evaluación de elementos sociales y económicos mediante entrevistas específicamente diseñadas, así como el inventario de parcelas de guayusa (20 x 20 m) donde se levantó la especie botánica (herbario), el número de árboles, diámetro a la altura del pecho y diámetro de las copas, altura total y vitalidad. El inventario incluyó la guayusa y todas las especies presentes en la parcela, calculándose la densidad y área basal de la guayusa y de especies asociadas. Adicionalmente, se realizó la evaluación de campo y laboratorio de las condiciones actuales de los suelos. El reducido número de casos de estudio solo permite hacer un análisis introductorio de tendencias de carácter local, en términos agroecológicos y socioeconómicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos (Tabla 1) sugieren un gradiente bioeconómico en el conjunto de chakras estudiadas (Figura 1), que va desde aquellas aledañas a la Reserva Biológica Colonso Chalupas, hasta las chakras insertas en zonas periurbanas. El número de especies en las plantaciones de guayusa se pudiera relacionar con la densidad de la guayusa, la antigüedad de la chakra y la ruralidad. Chakras periurbanas, de más antigüedad y guayusa de mayor densidad tienden a menor biodiversidad.

Tabla 1. Gradiente bioeconómico

Parcela 20 X 20 m2	Localización (año inicio chakra)	# árboles	# de especies	Densidad Guayusa/ha
1 (San Salvador, Pedro)	Rural (1967)	86	25	675
2 (San Rafael, Manuel)	Periurbana (1968)	101	14	825
3 (San Rafael Soraya)	Periurbana (1968)	96	9	1975
4 (Alto Tena, Francisco)	Periurbana (1987)	44	8	700
5 (Alto Tena, Wilber)	Periurbana (1987)	78	8	1375
6 (Cotundo, Marcelina)	Rural (1992)	106	11	2100
7 (Chiuta, Mercedes)	Rural (1990)	93	5	2125



Fig. 1. Localización de sitios de estudio en Cantones Tena y Archidona.

El análisis de las entrevistas muestra la evolución de la chakra y el efecto de las presiones socioeconómicas en la zona de contacto intercultural, las que llevan a concentrar los esfuerzos en pocos rubros de valor comercial (cacao, café, plátano, yuca, guayusa y maíz, entre otros). Incluso es frecuente la existencia de áreas de monocultivos, entre ¼ y 3 ha de estos cultivos. Arias et al. (2015) reportan que las comunidades pierden conocimiento y especies por la interacción con el frente de colonización, aunque conservan la biodiversidad, considerada recursos genéticos que han de ser protegidos y también expresión de los principios de autonomía, conocimiento, identidad y economía. Las comunidades puramente Kichwa dan prevalencia al uso doméstico de los recursos locales mientras que las comunidades con menor población Kichwa y más cercanas a la frontera de colonización incrementan la

venta de los productos de la chakra en el mercado. Los suelos son muy homogéneos, siendo Franco arenoso fino, altos en materia orgánica (7-17%) y CIC (35-67 meq/100gr), pero muy ácidos (pH 4,3-5,3), bajo a medio en N, bajo en P y bajo en bases. Lo que se explica por su origen de cenizas volcánicas recientes (volcán Reventador) evolucionando bajo clima pluvial (≥ 4000 mm precipitación anual y 26-28°C) y uso bajo sistema chakra. Puede preverse efectos adversos del suelo a la productividad de cualquier monocultivo, por acidez, deficiencia de P y bases y de algunos micronutrientes. Es evidente que la evolución del proceso socioproductivo crea interrogantes en relación a múltiples factores; por ejemplo, en cuanto a la sostenibilidad a mediano plazo de la fertilidad del suelo y la sanidad vegetal, a lo que se suma el daño derivado de eventos de sequía y de precipitación extremos, relacionados con el cambio climático. La reducción de la superficie disponible para las chakras afecta su itinerancia, con lo cual pierde sostenibilidad, obligando a implementar medidas de manejo e incluso al uso de agroquímicos. Por otra parte, para mitigar la transculturación es necesario fortalecer la chakra como medio de vida cultural y económico de las sociedades originarias, defensoras naturales de la integridad territorial amazónica. Para fortalecer la chakra “permanente” será necesario integrar progresivamente determinadas tecnologías de vanguardia de la agricultura 4.0. Por ejemplo, genética en todas sus variantes, manejo integrado de plagas y uso de bioinsumos (biocompost, manejo de micorrizas y otros microorganismos benéficos para la nutrición y la sanidad de los cultivos).

CONCLUSIONES

La chakra tradicional de la cultura Kichwa tiende a perder sostenibilidad en la zona de contacto intercultural, donde los recursos de tierras, aguas y biodiversidad se hacen escasos frente al crecimiento de la población y sus necesidades. Es imprescindible fortalecer la capacidad de producción sostenible de la chakra como agricultura permanente en las zonas periurbanas, y para ello será necesario experimentar modelos de producción basados en la fusión de los saberes ancestrales y el uso de la biodiversidad de las chakras, e integrar la agroecología como disciplina científica y las modernas herramientas tecnológicas de la IV revolución industrial. Al final, el reto es garantizar la seguridad alimentaria, mantener sistemas agroproductivos no contaminantes y detener la expansión de la frontera agrícola, satisfaciendo las necesidades de las generaciones actuales sin detrimento de las oportunidades de las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, Andrea. 2017. La reproducción de la vida: entre la autonomía de la chakra y la dependencia del mercado. Análisis de género en el contexto de la economía social y solidaria en Comunidades Kichwas de Napo. FLACSO, Quito-Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/11660/2/TFLACSO-2017AEAV.pdf>
- Arias, Ruth, Angelina Herrera y Roberto González. 2015. El Territorio Indígena Kichwa y el Desarrollo Local en la Amazonia Ecuatoriana. Recuperado de: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/viewFile/31199/17029>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2011. Recuperado de: www.cbd.int/abs/text/
- Escobar, A. 2007. La invención del tercer mundo, construcción y deconstrucción del desarrollo. Serie colonialidad/modernidad/descolonialidad. Caracas.

Caracterización Morfológica de la Yuca (*Manihot esculenta* Crantz), Potencializando su Uso en las Islas Galápagos

Joanna L Allauca¹, Marilú Valverde¹, César G Tapia²

¹ Centro de Bioconocimiento y Desarrollo de Agrario, Galápagos (CBDA) - INIAP

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Cutuglagua, Km 1½, Mejía, Pichincha, Ecuador.

E-mail: joanna.allauca@iniap.gob.ec

Palabras clave: Biodiversidad, Conservación, Germoplasma

INTRODUCCIÓN

Ante la constante amenaza a la biodiversidad que enfrentan los ecosistemas insulares, debido principalmente a las actividades antrópicas, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en Galápagos, tiene la misión de incrementar la productividad agropecuaria, contribuyendo a la conservación y protección del ambiente a través de una agricultura sostenible y eco eficiente, capaz de garantizar simultáneamente, la conservación de sus agroecosistemas y la seguridad alimentaria de su población (25 244 habitantes según el INEC-CPVG, 2015), que crece a un ritmo del 1,8% anual.

En Galápagos, la yuca es el segundo cultivo transitorio de importancia, luego del maíz; se produce casi exclusivamente de semilla común (93% de las UPA); la superficie cultivada con yuca es de 57 ha, distribuida en aproximadamente 167 UPA; sin embargo, solo cuatro de cada diez hectáreas plantadas son cosechadas (CGREG, 2014). Esta pérdida de la superficie cultivada se puede atribuir: al ataque de plagas, roedores, extremos de sequía o lluvias, saturación del mercado con producto que ingresa desde Ecuador continental, entre otras.

De los materiales de yuca que están siendo cultivados en los agroecosistemas de las islas; introducidos por los agricultores durante diferentes procesos de colonización, y que provienen de diferentes provincias del Ecuador, nada se conoce sobre su comportamiento agronómico y adaptabilidad en las islas, razón que imposibilita generar tecnologías adecuadas que incrementen su productividad, diversidad de uso, y rentabilidad.

La Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG), clasifica la yuca como producto orgánico importante en la alimentación, de ingreso “Restringido”, categoría en la cual el producto debe ingresar limpio, libre de componentes orgánicos (suelo) y encerado. Bajo estas condiciones en 2017, se registró un ingreso de alrededor de 38 toneladas de yuca desde Ecuador continental.

En este contexto, el INIAP realiza investigación sobre el cultivo de yuca en el Centro de Bioconocimiento de Desarrollo Agrario Galápagos (CBDA), ubicado en la isla San Cristóbal, con el objetivo de *identificar materiales promisorios a través de la caracterización morfológica del germoplasma presente en la isla*, al finalizar el estudio, mediante la transferencia de tecnología estos materiales podrán ser difundidos entre los agricultores y agricultoras, posibilitando a mediano plazo mantener una oferta continua que abastezca la demanda insular, contribuyendo así a la conservación del ecosistema de Galápagos gracias al fortalecimiento de la producción local y la generación de conocimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio inició con las colectas de los materiales en fincas de los agricultores de la isla Cristóbal. Con estos materiales se realizó la caracterización morfológica en dos fases:

En la primera fase (2016), se caracterizaron 33 accesiones, utilizando 40 descriptores morfológicos de EMBRAPA (10 cuantitativos, 30 cualitativos) considerados también por Alulema V, (2014), como los más representativos para identificar diferencias o similitudes del germoplasma.

En la segunda fase (2017), a partir de los resultados obtenidos en la primera fase, se sembraron 72 accesiones identificadas como diferentes morfológicamente (mezcla de clones producto de las colectas) y se las caracterizó con un número menos de descriptores que resultaron ser los más discriminantes (7 cuantitativos, 14 cualitativos).

El análisis estadístico para las dos fases se realizó mediante el Análisis Multivariado, del paquete estadístico SPSS 15.0 utilizando el agrupamiento de Ward (Ward, 1963) y las distancias de Gower (Gower, 1967). Además, los caracteres cuantitativos se analizaron usando estadísticas descriptivas (valor máximo, mínimo, promedio y coeficiente de variación) y análisis de correlación para establecer la relación entre variables. Para los caracteres cualitativos, se determinó la moda y la frecuencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera fase: Al utilizar el Método de Agrupamiento de Ward, tanto para las variables cuantitativas como cualitativas, se obtuvieron ocho grupos similares, conformados por diferentes materiales: **Grupo 1.** 42, 64, 55, 60, 41,50, 59. **Grupo 2.** 65, 66. **Grupo 3.** 28, 47, 30. **Grupo 4.** 49, 62, 29, 51, 45, 54, 46,52, 1. **Grupo 5.** 6, 61, 7. **Grupo 6.** 3, 4, 2, 5, 40. **Grupo 7.** 53, 58, 48. **Grupo 8.** 57.

Variables cuantitativas: Se identificaron siete descriptores discriminantes: Longitud de raíz, Diámetro de raíz, Número de raíces, Número de lóbulos, Longitud del lóbulo central, Ancho del lóbulo central, Longitud del peciolo. El descriptor longitud de la raíz, también considerado por Alulema (2014) como discriminante, presentó mayor coeficiente de variación, al igual que el descriptor número de raíces, esto indica que son descriptores altamente variables por factores abióticos, similar a lo manifestado por Macri *et al.*, (2008), que las diferencias en rendimientos de las diferentes plantas se deben a diferencias varietales relacionadas con el potencial de producción que cada una de ellas presenta bajo condiciones específicas del campo experimental donde se desarrollan; conforme a lo cual en las variables cuantitativas se puede evidenciar que las plantas presentan un buen número de raíces, siendo éstas alargadas y de diámetros cortos, pero con buenos pesos.

Variables cualitativas: Se determinaron 14 descriptores considerados como discriminantes por presentar diferencias significativas utilizando χ^2 : Forma del lóbulo central, Color de la superficie de la epidermis del tallo, Forma de la planta, Hábito de crecimiento del tallo, Número actual de niveles de ramificación, Color del ovario, Fruto establecido, Exocarpo del fruto, Pedúnculo de la raíz, Forma de la raíz, Constricciones de la raíz, Color de la corteza de la raíz, Altura a la primera ramificación y Color del cilindro central o pulpa.

De acuerdo al análisis de frecuencias los materiales caracterizados presentaron: plantas cilíndricas, erectas, con dos niveles de ramificación, color de la superficie de la epidermis del tallo entre verde y verde morado, lóbulos centrales oblanceolados, flores con ovarios de color verde, frutos lisos, raíces cónico-cilíndricas con pedúnculos cortos e intermedios, sin constricciones, corteza de raíces amarilla y morada, y pulpa de color de amarillo.

Segunda fase: Al realizar los análisis de agrupamiento de las 72 accesiones formaron cinco grupos con características similares: **Grupo 1.** G4 2, G4 4, G4 5, G4 6, G4 7, G4 8, G5 2, G5 3, G5 6, G5 9, G7 4, G8 2, G8 3, G8 4, G8 5, G8 9. **Grupo 2.** G3 6, G4 3, G4 9, G5 4, G5 5, G5 7, G5 8, G6 2, G6 3, G6 4, G6 5, G6 6, G6 7, G6 8, G6 9, G7 2, G7 3, G7 5, G7 6, G7 8, G7 9. **Grupo 3.** G8 6, G8 7, G8 8. **Grupo 4.** G2 1, G2 2, G2 3, G2 4, G2 5, G2 6, G2 7, G2 8, G2 9, G3 1, G3 2, G3 3, G3 4, G3 5, G3 7, G3 8, G3 9, G4 1, G5 1, G6 1, G7 1, G8 1. **Grupo 5.** G1 1, G1 2, G1 3, G1 4, G1 5, G1 6, G1 7, G1 8, G1 9.

Variables cuantitativas: Los descriptores cuantitativos con mayor coeficiente de variación fueron: Altura de la primera ramificación, Ancho del lóbulo central en hojas maduras, Longitud del peciolo, Longitud de la raíz, Diámetro de la raíz; descriptores cuyos valores tuvieron gran variación entre sí. Con los resultados obtenidos en las variables cuantitativas se puede evidenciar que las plantas presentaron gran variación en la altura de la primera ramificación; existieron plantas con tallos cortos y otras plantas cuya primera ramificación puede alcanzar 1,50m. En cuanto a los descriptores relacionados con la producción se encontró hasta 31 raíces por planta, con longitudes que van desde los 14 a los 46,30 cm y diámetros de 39 a 84 mm.

Variables cualitativas: De acuerdo con el análisis de frecuencias los materiales caracterizados presentaron plantas en forma de paraguas, hábito de crecimiento recto, hojas de forma elíptica y oblonga lanceolada, ovarios de color púrpura, con frutos de exocarpo áspero, raíces cónicas, cilíndricas, pedúnculos cortos, sin constricciones, corteza de raíces rosadas y pulpa de color de crema.

Al determinar el coeficiente de variación para las variables cuantitativas en la primera fase el descriptor longitud de raíz fue el de mayor valor, mientras que, en la segunda fase a más del ya mencionado en la primera evaluación, los descriptores altura de la primera ramificación, ancho del lóbulo central en hojas maduras, longitud del peciolo, diámetro de la raíz, presentaron mayor coeficiente de variación. Al realizar el análisis de frecuencias en las dos fases de evaluación las plantas presentaron mismo hábito de crecimiento, forma de la raíz, pedúnculo de la raíz, y constricciones de la raíz.

CONCLUSIONES

En la primera fase de evaluación los materiales evaluados formaron ocho grupos morfológicamente similares, los descriptores discriminantes fueron: Longitud de raíz, diámetro de raíz, Número de raíces, Número de lóbulos, Longitud del lóbulo central, Ancho del lóbulo central, Longitud del peciolo forma del lóbulo central, Color de la superficie de la epidermis del tallo, Forma de la planta, Hábito de crecimiento, Color del ovario, Fruto establecido, Exocarpo del fruto, Pedúnculo de la raíz, Forma de la raíz, Constricciones de la raíz, Color de la corteza de la raíz, Altura a la primera ramificación y Color del cilindro central o pulpa.

En la segunda fase de la evaluación, los materiales evaluados formaron cinco grupos morfológicamente similares, los descriptores con mayor coeficiente de variación

fueron: Altura de la primera ramificación, Ancho del lóbulo central en hojas maduras, Longitud del peciolo, Longitud de la raíz, Diámetro de la raíz.

En las dos fases de evaluación se ha evidenciado que, las plantas tienen buen número de raíces, buenos diámetros, hábito de crecimiento erecto, hojas oblanceoladas, raíces cónico-cilíndricas, pedúnculos cortos; sin constricciones, corteza de color amarilla, rosada a morada; pulpa de color amarillo y crema

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. A.; Tamayo, A.C.; Palacios, R. 2006. Caracterización Morfológica y Extracción de ADN de 11 Clones de Yuca (*Manihot Esculenta* Crantz) en La Universidad Earth, Costa Rica. Revista Tierra Tropical (2006) 2 (1): 61-6 Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica
- Alulema, V. 2014. Caracterización morfológica, agronómica y molecular de la Colección Nacional de Yuca (*Manihot esculenta* CRANTZ) del INIAP 23-90 pp.
- Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos (CGREG). 2014. Censo de unidades de producción agropecuaria de Galápagos. Ecuador. 138 p.
- Macrí, A., Perdomo, D., Albarrán, J., Fuenmayor, F., Zambrano, C. 2008. Evaluación agronómica, morfológica y bioquímica de clones élites de yuca a partir de vitroplantas. INCI 365-371 pp.

Identificación de Especies Forestales Nativas del Bosque de la Estación Experimental Central de la Amazonía-INIAP

Daniel Tipanluisa¹, Oscar Daza¹, Marco Rivera¹ Antonio Vera², Carlos E Caicedo², José G Intriago², Dennis A Sotomayor², Nelly J Paredes², Julio C Macas², Jimmy T Pico²

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: antonio.vera@iniap.gob.ec

Palabras clave: inventario, identificación, especies forestales, nativas, bosque.

INTRODUCCIÓN

Según Godoy et al. (1981) “Los bosques son las formaciones vegetales más complejas debido a su riqueza florística, su estructura multi-estratificada y la convivencia de diferentes formas de vida. El inventario forestal es una herramienta básica para la planificación de manejo sostenible de los recursos de los bosques. Nos permite identificar las especies arbóreas del bosque a intervenir, la distribución diamétrica por especies, la ocupación espacial y ubicación, los volúmenes por especie, aspectos primordiales para planificar el aprovechamiento mejorado. Nieto y Caicedo, (2012) presentan algunos indicadores que demuestran la extrema fragilidad de los ecosistemas amazónicos. El objetivo de éste estudio fue realizar un inventario para identificar especies forestales nativas mediante un trabajo de campo en el bosque de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) del INIAP.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el bosque de la EECA, parroquia San Carlos, cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana a 00°21'31,2" de Latitud Sur y 76°52'40,1" de Longitud Occidental., a 282 m s. n. m., clasificada según Holdridge (1982) como zona de vida bosque húmedo Tropical (bhT). La investigación fue de tipo mixta, con alcance exploratorio y descriptivo y no experimental. Se utilizó un diseño de muestreo sistemático, ideal en inventarios forestales para bosques naturales tropicales (Manuales de CATIE, 2002 y Cerón, 2005). La EECA cuenta con un área de bosque primario no intervenido de 460,07 ha; de esta superficie se delimitaron 100 m al perímetro por efecto de borde para llevar a cabo el inventario forestal, siendo el área efectiva total de bosque de 350 ha. En esta superficie, se definió un área efectiva de estudio de 23,80 ha (aproximadamente 7% del total del área efectiva total del bosque), resultante del trazado de un transecto lineal continuo de 20 m de ancho x 3.080 m de largo, y un transecto en forma de zig-zag con 7 líneas que cruzan a la línea principal aproximadamente cada 500 m con un total de 20 m de ancho x 8.240 m de largo, donde se determinó grupos de especies según el índice de valor de importancia, (IVI), que resulta de analizar la frecuencia, abundancia y dominancia de cada especie, además se seleccionaron árboles plus mediante evaluación fenotípica, la identificación del bosque se realizó con muestras de hojas, semillas y características del fuste (color y olor) (Martínez 1994; Cerón 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se inventariaron 505 árboles en el área de estudio de 23,80 ha. Se identificó que las especies de mayor abundancia fueron maderas suaves como el ceibo (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth) con 17,6% y Sangre de Gallina (*Otoba parvifolia* (Markgr.) A.H.Gentry)

con 16,4%, se estimó para las especies, *O. parvifolia*, *Sterculia apetala* (Jacq.) H.Karst. y *C. pentandra* un volumen de aprovechamiento forestal de 239,53 m³, 191,63 m³ y 158,83 m³ respectivamente. En cuanto al Índice de Valor de Importancia las especies con un I.V.I más alto fueron Ceibo y Sangre de Gallina; con 8,62 y 6,86 respectivamente, lo cual se explica en que estas especies presentaron una mayor abundancia y frecuencia, además de que se trata de especies de distribución continua. Por otra parte, especies como moral, bálsamo, cedro, roble blanco entre otras, con baja abundancia y frecuencia en el área de estudio, combinación usual en especies productoras de maderas finas, presentaron un I.V.I mucho menor (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados tabulados de las variables estudiadas en el bosque del INIAP-EECA.

Nombre común o vulgar.	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		ABUNDANCIA		I.V.I
	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Área Basal (m ² /a)	Área Basal relativa (%)	
Ceibo	89	17,6	17,624	0,176	1662	0,028	8,62
Sangre de Gallina	83	16,4	16,436	0,164	1521	0,025	6,86
Caimitillo	40	7,9	7,921	0,079	1810	0,03	1,9
Doncel	37	7,3	7,327	0,073	1257	0,021	1,13
Quigua	36	7,1	7,129	0,071	1521	0,025	1,29
Sapotillo	33	6,5	6,535	0,065	2642	0,044	1,88
Manzano colorado	25	5	4,95	0,05	1452	0,024	0,59
Peine de mono	22	4,4	4,356	0,044	1590	0,027	0,5
Guarango	19	3,8	3,762	0,038	3848	0,064	0,91
Ciruelo	17	3,4	3,366	0,034	1590	0,027	0,3
Logma	17	3,4	3,366	0,034	1452	0,024	0,27
Guayabilla	15	3	2,97	0,03	1810	0,03	0,27
Achotillo	12	2,4	2,376	0,024	1810	0,03	0,17
Sandy	11	2,2	2,178	0,022	2376	0,04	0,19
Ovito	8	1,6	1,584	0,016	2206	0,037	0,09
Canelo bobo	8	1,6	1,584	0,016	1195	0,02	0,05
Canelo	7	1,4	1,386	0,014	2043	0,034	0,07
Urku Guarango	6	1,2	1,188	0,012	3421	0,057	0,08
Guarango Negro	4	0,8	0,792	0,008	1735	0,029	0,02
Moral	4	0,8	0,792	0,008	4418	0,074	0,05
Bálsamo	3	0,6	0,594	0,006	1257	0,021	0,01
Cedro	2	0,4	0,396	0,004	1320	0,022	0,003
Laurel	2	0,4	0,396	0,004	1134	0,019	0,003
Caimito	1	0,2	0,198	0,002	661	0,011	0,0004
Caoba Panela	1	0,2	0,198	0,002	1018	0,017	0,0006
Copal Yura	1	0,2	0,198	0,002	661	0,011	0,0004
Maní de árbol	1	0,2	0,198	0,002	7088	0,118	0,005
Roble Blanco	1	0,2	0,198	0,002	5411	0,09	0,004
	505	100		1	59906	1	

Elaboración: Autores

Las especies inventariadas en el estudio coinciden en su mayor parte con las descritas por Samaniego et al. (2011), quienes además indican que en el período 2008-2010 entre las 8 especies que concentraron el mayor volumen de aprovechamiento forestal en la

provincia de Orellana están el ceibo, sangre de gallina y sapote (sapotillo), lo que da una idea de que los árboles de estas especies se encuentran ampliamente distribuidos en los bosques locales; por otra parte se asevera que se ha venido aprovechando la madera de manera desordenada con mínimos principios de sustentabilidad, y se reitera la alta tasa de deforestación que se registra en la provincia con una pérdida de área de bosque equivalente a 8% de su extensión entre 1967 y 2007, lo cual probablemente explica la poca presencia de árboles de especies consideradas como maderas finas. Se identificaron nueve individuos como árboles plus, pertenecientes a las especies: Ceibo (*Ceiba pentandra*), Sangre de Gallina (*Otoba parvifolia*), Sapotillo (*Sterculia apetala*), Moral (*Maclura tinctoria*. L.steud), Maní de monte (*Caryodendron orinocense* H.Karst.), y Roble (*Hirtella triandra* Sw.), como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Árboles plus identificados en el bosque de la EECA.

Nombre Común	Codificación	Puntuación	Clase
Ceibo	CPC50	27	1
Sangre de gallina	CPSG16	25	1
Sangre de gallina	GPSG 9	26	1
Sapotillo	CPS15	25	1
Ceibo	CPS99	24	1
Moral	CPMF	21	2
Sangre de gallina	CPSG100	20	2
Maní de monte	CPMM1	20	2
Roble	CPR1	20	2

Los resultados del inventario, y la identificación de árboles plus permitirán fortalecer la investigación forestal y agroforestal además de disponer de fuentes semilleras para la reforestación en Joya de los Sachas, el cantón más deforestado de la provincia de Orellana (Nieto y Caicedo, 2012).

CONCLUSIONES

Se lograron inventariar 505 árboles en el área de estudio (23,8 ha), los que se clasificaron en grupos en función de abundancia, frecuencia, dominancia e importancia. En base a sus características fenotípicas, se identificaron 9 árboles plus que pueden ser utilizados como fuentes semilleras.

BIBLIOGRAFÍA

- Cerón, C. 2005. Manual de botánica sistemática. Pichincha – Ecuador. CATIE. 2002. Boletín técnico N° 50. Turrialba – Costa Rica.
- Godoy, R., Ramírez, C., Figueroa, H., Hauenstein, E. 1981. Estudios ecosociológicos en Pteridofitos de comunidades boscosas Valdivianas, Chile, Bosque 4(1):12-24.
- Nieto, C., Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea No 405. Joya de los Sachas, Ecuador. 102 p.
- Samaniego, C., Prado, L., Ordoñez, L., Díaz, M., Zambrano, L., Papa, R. 2011. Árboles Nativos de Orellana, Amazonía del Ecuador: Guía técnica para la identificación, fenología, usos y características de árboles y maderas. Fundación Española Solidaridad Internacional. Quito, Ecuador. 150 p.

Palmas Ecuatorianas *Elaeis oleifera* HBK Cortés, Variabilidad Genética y Alternativa de Seguridad Alimentaria

Julián Barba¹. Mendoza L².

¹ Gerente de Investigación y Desarrollo Negcorpbis S.A. – Palmar del Río.

² Asistente Técnico Programa de Mejoramiento Genético, Negcorpbis S.A. – Palmar del Río.

E-mail: jbarba@palmardel rio.com

Palabras Clave: Ecuador, Janky chapi, palma aceitera, pudrición de cogollo

INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial de la palma africana a nivel mundial motivo a los mejoradores a coleccionar germoplasma de palma *Elaeis guineensis* Jacq. en el continente africano y *Elaeis oleifera* en el continente americano, las prospecciones se realizaron desde la década del 70 por institutos de investigación nacionales de los países tropicales y por las empresas privadas productoras de semillas. Las enfermedades letales pudrición de cogollo (PC) y marchitez sorpresiva (MS), propiciaron la iniciativa de investigación y desarrollo de la palma *Elaeis oleifera*, y los híbridos inter específicos entre *E. oleifera* y *E. guineensis* denominados OxG. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) - Colombia tomó la iniciativa en híbridos OxG utilizando las oleíferas del Valle del Sinú-Cerete, posteriormente la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) y el Instituto de Investigación de Aceites y Oleaginosas (IRHO) coleccionan en la década del 80 el germoplasma de oleíferas en las cuencas de los ríos Negro y Solimoes afluentes del Amazonas. El descubrimiento de oleíferas en Ecuador con fenotipos similares a la palma guineensis motiva a los investigadores a nivel mundial a estudiar esta especie iniciando un proceso de mejoramiento genético que involucra evaluar las habilidades combinatorias, multiplicación de los mejores individuos e introgresión de genes

MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta del germoplasma en Morona Santiago región de Taisha, se inicia en el año 1996, Balslev & Henderson, (1987), mencionan la existencia de *Elaeis oleifera* en ese sector, conocida como Janky Chapi dialecto shuar que significa palma de espinas. Se organizaron dos expediciones para sembrar 586 palmas en 1998 procedentes de cuatro poblaciones. En el año 2007, se organizó la colección Nuevo Rocafuerte 1 y 2 sembrando 105 palmas de tres poblaciones. En 2008 recorriendo las riveras de los ríos Pastaza y Bobonaza se colectó germoplasma de dos regiones, llegando a sembrar 795 palmas de 13 poblaciones.

Las oleíferas colectadas, se sembraron en lotes donde los cultivos teneras guineensis fueron afectados por pudrición de cogollo y marchitez sorpresiva, la densidad de siembra fue 143 palmas por hectárea. Para evaluar resistencia a pudrición de cogollo y marchitez sorpresiva se realizaron censos anuales. Se caracterizó la variabilidad genética entre las accesiones considerando la tasa de crecimiento anual y área foliar (Corley y Tinker., 2003), sincronía de la anthesis, presencia de brácteas en la inflorescencia femenina y color de los frutos en estado inmaduro (Moreno y Bastidas., 2017), el análisis físico químico de racimos se evaluó de acuerdo a la metodología de Blaak *et al.*, (1963).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las palmas oleíferas presentaron resistencia a pudrición de cogollo, pero no a marchitez sorpresiva, la mayor incidencia se presentó en las oleíferas Nuevo Rocafuerte 2 con 16,5% de mortalidad.

La tasa de crecimiento anual varía de 5 cm a 7 cm por año, la menor área foliar a nivel de hoja 17 se observó en Nuevo Rocafuerte 2 con 4,8 m². Las oleíferas de Taisha, Ishpingo y La Boca presentan sincronía floral homogénea y la presencia de brácteas en la inflorescencia es menor al 33%, en tanto que las oleíferas de Nuevo Rocafuerte 1 y 2 presentan entre el 100% y 77% respectivamente, el color de los frutos en estado inmaduro es virescens y flavescens (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de variables morfoagronómicas de *Elaeis oleífera* por localidad

Localidad	Palmas Iniciales	Pudrición de Cogollo (%)	Marchitez Sorpresiva (%)	Tasa de crecimiento anual cm	Área foliar hoja 17 (m ²)	Sincronía Floral	Brácteas en inflorescencias (%)	Color de frutos inmaduros
Taisha	586	0	0.7	5.3	4.9	Homogénea	0	Virescens
Nuevo Rocafuerte 1	26	0	0.0	5.6	6.1	Heterogénea	100	Flavescens
Nuevo Rocafuerte 2	79	0	16.5	7.2	4.8	Heterogénea	77	Virescens
Ishpingo	610	0	0.3	6.3	5.6	Homogénea	9	Virescens
La Boca	185	0	0.0	6.4	5.4	Homogénea	33	Virescens

Las palmas ecuatorianas presentan variación dentro y entre las localidades en los análisis de racimos; los valores promedios, mínimos y máximos se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de racimos y contenidos de aceite de las oleíferas ecuatorianas

<i>E.oleífera</i> localidad	Frutos normales en racimo (%)	Frutos partenocarpicos en racimo (%)	Nuez en fruto normal (%)	Mesocarpio en fruto normal (%)	Aceite en mesocarpio húmedo (%)	Aceite en racimo (%)
Taisha	75.93	6.37	40.94	59.06	18.60	9.49
	(40.09-89.83)	(0.00-38.55)	(31.95-51.57)	(48.43-68.05)	(7.44-28.26)	(3.08-14.93)
Nuevo Rocafuerte 1	71.09	11.91	52.40	47.60	21.87	10.33
	(32.92-85.95)	(0.00-48.48)	(44.93-58.34)	(41.66-55.07)	(17.39-25.91)	(6.95-15.20)
Nuevo Rocafuerte 2	24.15	10.21	46.73	51.59	22.08	10.24
	(19.53-30.06)	(5.99-15.59)	(46.73-49.82)	(50.18-54.27)	(18.49-30.09)	(7.15-13.35)
Ishpingo	84.40	1.85	43.34	56.68	19.70	9.67
	(53.02-99.00)	(0.0-43.48)	(27.55-53.46)	(46.54-72.45)	(6.21-45.68)	(3.24-19.70)
La Boca	83.79	1.71	42.67	57.33	17.04	8.54
	(62.59-98.05)	(0.0-21.06)	(26.21-54.70)	(45.30-73.79)	(7.65-27.85)	(3.73-16.09)

CONCLUSIONES

Las palmas oleíferas colectadas y evaluadas en Palmar del Río demuestran que es posible encontrar alternativas de resistencia a la pudrición de cogollo utilizándolas como progenitoras femeninas en la producción de híbridos interespecíficos de *Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis* O×G.

Las palmas evaluadas presentan variabilidad genética dentro y entre las accesiones mostrando diferencias morfológicas que permiten distinguirlas unas de otras. La evaluación de las características agronómicas permitió multiplicar las mejores oleíferas en el programa de mejoramiento genético de Palmar del Río.

BIBLIOGRAFÍA

- Balslev, H., & Henderson, H., 1987. *Elaeis oleífera* (Palmae) encontrada en el Ecuador Publ. Mus. Cienc. Nat. Ecuador. Serie Cienc Revista 5:45-49.
- Blaak, G., Sparnaaij, L.D., Menendez, T., 1963. Breeding and inheritance in oil palm part II. Methods of bunch analysis. J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res. 1, 4-146.
- Barba, J., 2009. Oleíferas ecuatorianas alternativa de manejo agronómico para compensar las pérdidas ocasionadas por la pudrición del cogollo en América latina, International Seminar on Breeding for Oil Palm Disease Resistance and Field Visits. ISOPB Official web site. <http://www.isopb.org>.
- Barba, J., Baquero, Y., Mendoza, L., 2014. Genetic Diversity of oil palm: a source for ecological intensification of oil palm in area affected by but rot disease. 4th International Conference on Oil Palm and Environment (ICOPE). Available from: http://www.palmardelrio.com/sitio/files/Presentacin_Ecupalma_Abril_2014_J_Barba_PDR.pdf.
- Corley, R. y Tinker, P., 2003. *The Oil Palm*. 4th Edition. Blacwell Science Ltd. London, UK. 562 p.
- Moreno, L.P., y Bastidas, S., 2017. Morphological characterization of the oil palm collection *Elaeis oleífera* (Kunt) Cortés. *Acta agronómica* 66 (1) p 135-140.

Mejoramiento Genético

Evaluación de Clones Superiores de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Joya de los Sachas, Provincia de Orellana

Cristian R Subía, Darío Calderón¹, Fabián M Fernández, Rey G Loor¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

E-mail: cristian.subia@iniap.gob.ec

Palabras clave: Adaptación, producción, *Theobroma cacao*

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador es reconocido como un cultivo tradicional de exportación, en la mayoría de los casos como materia prima, lo que lo convierte en generador de ingresos para los productores y divisas para el país a través de las exportaciones (PROEcuador, 2016). Nieto y Caicedo (2012) manifiestan que en la Amazonía ecuatoriana, después de la explotación petrolera, la agricultura y la ganadería son las actividades socioeconómicas más importantes, identificándose como cultivos principales, tanto por la superficie sembrada, como por aceptación y por el número de agricultores involucrados, los pastizales, el cacao, el café, el maíz, el plátano, la yuca, entre otros. Específicamente en las provincias de Napo, Orellana y Sucumbíos se concentra la mayor producción de cacao de la región amazónica (INIAP, 2012). De acuerdo a los reportes de la ESPAC (2017), a nivel nacional se cultivan 573 516 ha de cacao y específicamente en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) 48 517 ha con rendimientos promedio de entre 200 y 500 kg/ha/año, debido al uso de materiales no certificados y a la amplia variabilidad de genotipos existente en las fincas, muchos de los cuales son poco productivos y susceptibles a las enfermedades, entre otras razones.

El Ecuador como país productor de cacao necesita reactivar la producción y mantener o mejorar su calidad, para cubrir la creciente demanda por parte de la Industria Nacional e Internacional, lo que a su vez promoverá la competitividad del país y del mercado internacional (Enríquez, 1991; MAGAP, 2014). El Programa Nacional de Cacao y Café del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) con sede en la Estación Experimental Tropical Pichilingue ubicado en la provincia de Los Ríos, en la década de 1980 inició un programa de mejoramiento genético del cacao con la técnica de hibridación dirigida, de las que se obtuvieron progenies que fueron evaluadas en condiciones locales y dentro del proceso se propagaron clones de los mejores genotipos, para el establecimiento de ensayos regionales en las principales zonas de producción de la Costa en la Amazonía ecuatoriana. El objetivo del estudio fue seleccionar clones de cacao tipo Nacional con potencial productivo y sanitario bajo las condiciones de la Joya de los Sachas en la provincia de Orellana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en noviembre de 2012 en la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) del INIAP, en la provincia de Orellana, cantón Joya de los Sachas a una altitud de 230 m.s.n.m. con una temperatura promedio diaria de 26°C, precipitación promedio anual superior a los 3000 mm y humedad relativa promedio del 90%. El factor en estudio corresponde al genotipo de los clones superiores evaluados: EET-95, EET-103, EET-576, EET 111 (ICS 95); clones promisorios obtenidos por hibridación: T1, T8, T23, T24 y como testigos dos clones comerciales: CCN 51 y testigo del productor. Cada parcela estuvo constituida por 80 plantas (cuatro hileras de veinte plantas) con un distanciamiento de siembra de 3 m x 3 m y con dos repeticiones. La

sombra temporal por los tres primeros años del establecimiento del cultivo fue provista por plátano a un distanciamiento de 6 x 6 m y como sombra permanente dentro del lote se utilizó guabo (*Inga edulis* Mart.) a una distancia de 15 m x 15 m. El efecto de borde fue controlado con la siembra de una línea del clon EET-103 y fuera del ensayo como cortina y lindero componente del sistema agroforestal fueron sembradas cuatro especies forestales maderables: Cedro (*Cedrela odorata* L.), Bálsamo (*Myroxylon balsamun* (L.) Harms), Chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) y Guayacán (*Tabebuia guayacan* (Seem.) Hemsl.) a 3 m de distancia en entre plantas de cada hilera.

El ensayo se distribuyó bajo el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con dos repeticiones donde se evaluaron variables agronómicas, sanitarias, productivas, de calidad de mazorca. Se realizaron los análisis de varianza anuales aplicando modelos mixtos con las repeticiones y genotipos como efectos fijos y para la comparación de medias de los clones se realizó la prueba de DGC (Di Rienzo, Macchiavelli y Casanoves, 2011). Para el manejo del ensayo se aplicaron labores culturales mínimas correspondientes al control de malezas, fertilización básica anual y enmiendas con cal cada dos años. Se registró la producción aproximadamente a partir de los dos años de establecido el ensayo con frecuencia mensual y se analizaron costos de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer año de evaluación de la producción sobresalieron los clones T8 y T1, para el segundo año se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para genotipos en el número de frutos sanos y el peso fresco, mientras que para el número de frutos enfermos se registró diferencia únicamente al 5%. Las medias generales fueron bajas para las variables productivas debido a que los árboles eran jóvenes y apenas iniciaban su producción; el número de mazorcas enfermas fue alto respecto de la producción potencial de mazorcas por planta. La prueba DGC para medias estableció rangos en las variables de frutos sanos, frutos enfermos y peso fresco donde sobresalió el T8 en comparación con los otros clones evaluados incluidos los testigos. El tercer año de evaluación se observaron diferencias estadísticas altamente significativas para genotipos en el número de frutos sanos, frutos enfermos y el peso fresco. El rendimiento promedio del ensayo en peso fresco fue de 964,29 g/planta equivalente a 8,56 qq/ha/año en almendra seca. Al igual que los años anteriores se mantuvieron el T8 y el T1 como los mejores, diferenciándose estadísticamente en la producción entre ellos también. El número de mazorcas enfermas por árbol fue alto para el T1 sin diferenciarse estadísticamente de los otros tratamientos.

En el cuarto año de la evaluación de la producción las variables indicadoras de rendimiento presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para genotipos en todas las variables excepto para frutos cherelles y la prueba DGC diferenció estadísticamente al T8 de los otros materiales para peso fresco y frutos sanos. La evaluación sanitaria para determinar la presencia de la enfermedad “escoba de bruja” tanto vegetativa como de cojinete no presentó diferencias estadísticas entre los clones. La variabilidad de los rendimientos anuales expresan el comportamiento bianual productivo del cacao en la zona de estudio lo que es común en la región y es corroborado con los resultados que el PCC ha obtenido en ensayos con otros materiales dentro de la estación y en la evaluación de materiales locales en fincas de productores.

Al realizar los análisis con los rendimientos acumulados (Figura1) se mantuvo la diferencia de los clones T8 y T1 respecto de los otros genotipos en estudio registrándose

un rendimiento acumulado de 86.45 y 47.01 qq de almendra seca por hectárea, lo que prácticamente son dos y tres veces más los rendimientos de los testigos recomendados. El análisis de la calidad de las mazorcas no presentó diferencias significativas estableciéndose entre 12 y 15 el índice de mazorca para los genotipos en estudio.

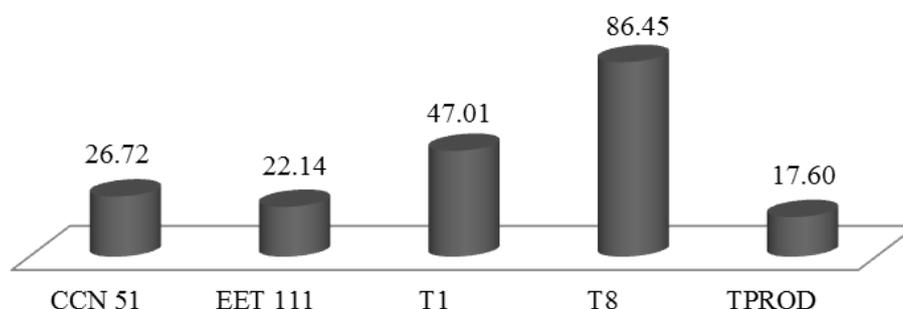


Figura 1. Rendimiento acumulado de Clones Superiores de Cacao qq almendra seca / ha (DIC 2014 - MAR 2018)

CONCLUSIONES

Los tratamientos T8 y T1 corresponden a los clones denominados como INIAP-EET-801 Fino e INIAP-EET-800 Aroma, respectivamente, los que fueron liberados en el mes de octubre de 2016 en la Estación Experimental Pichilingue y coinciden como los mejores en el periodo evaluado dentro del ensayo de la EECA, lo que permitió la ampliación de la recomendación de éstos materiales para que se produzcan en las condiciones de la Joya de los Sachas. Actualmente se mantienen ensayos regionales con los mismos materiales en diferentes zonas de la RAE lo que permitirá corroborar o limitar la recomendación de éstos genotipos para los diferentes ambientes existentes en la Amazonía ecuatoriana. El cultivo de cacao es factible bajo sistema agroforestal siendo una alternativa la distribución de las especies maderables al contorno de los lotes y con árboles de leguminosas como la guaba dispersos dentro del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo, J.; Macchiavelli, R.; Casanoves, F. 2011. Modelos lineales mixtos: aplicaciones en InfoStat. 1a. ed. Córdoba. 193 p
- Enríquez, GA. 1991. Descripción y evaluación de los recursos genéticos. In Castillo, R; Estrella, J; Tapia, C; ed. Técnicas para el manejo y uso de recursos genético vegetales. Quito, Ecuador, INIAP. p 121 – 123.
- ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. INEC). 2017 (En línea) <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INIAP. 2012. Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao, en la Amazonía. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2014. Proyecto agenda de transformación productiva amazónica – reconversión agroproductiva sostenible en la amazonia ecuatoriana. Quito -Ecuador. 123 p.
- Nieto, C; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo del Desarrollo Sostenible de la Amazonía Ecuatoriana.
- PROECUADOR. Oferta Exportable. (en línea) Quito, Ecuador. Consultado 15 de abril, 2016. Disponible en www.proecuador.gob.ec

Evaluación de la Variabilidad Dasométrica de Diferentes Procedencias de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke y *Gmelina arborea* Roxb., en la Estación Experimental Central Amazónica (EECA)

Paulo C Barrera^{1,2}; Antonio Vera¹; Carlos E, Caicedo¹

¹INIAP - Estación Experimental Central de la Amazonía - Programa Nacional de Forestería.

²MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería

E-mail: paulo.barrera@iniap.gob.ec

Palabras clave: Dasometría, procedencias, variabilidad

INTRODUCCIÓN

La FAO (2011) menciona que la deforestación y degradación de los bosques, constituyen dos de los mayores problemas ambientales al nivel global. Las estadísticas forestales del país revelan que de 9 599 678,7 hectáreas de bosques existentes (34,7% de la superficie nacional), el 98,5% son bosques naturales, en tanto que las plantaciones no superan el 1,5% restante del patrimonio forestal, estas cifras sumadas y comparadas con el uso potencial, sugieren que en el país existe un déficit de cobertura forestal de aproximadamente 2,0 a 2,5 millones de hectáreas (Carrión y Chiu, 2011). Esa reducción sistemática de los bosques nativos ha sido provocada por una irracional explotación de los recursos forestales para distintos fines y usos, pero sobre todo para la industria de la madera, siendo el proceso de colonización, el eje principal mediante el cual se evidenció transferencia de tierras para uso agropecuario (FAO, 2011).

A nivel mundial las plantaciones forestales están desplazando rápidamente la explotación de los bosques naturales del mundo (Gartland et al., 2002). El área total en bosques naturales es aproximadamente de 3,9 billones de hectáreas (Bha), lo que representa el 30% de la superficie de la tierra y el consumo de madera industrial supera los 1 600 billones de m³ en el mundo (Carson et al., 2004). En el país resultados recientes de la Evaluación Nacional Forestal desarrollada por el Ministerio del Ambiente (MAE) con el apoyo del Programa Forestal FAO-Finlandia, demuestran un potencial en Superficie con Bosques Nativos que alcanza las 11 360 288 hectáreas, habiéndose calculado una producción en volumen de madera de unos 774 millones de metros cúbicos (MAE, 2013).

En el país, tradicionalmente se explotan plantaciones de especies forestales de rápido crecimiento, nativas e introducidas, entre esas la balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam) Urb.), pachaco (*Schizolobium parahiba* (Vell.) S.F.Blake), melina (*Gmelina arborea* Roxb.), laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), y algunas especies de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill., *urograndis*) y pinos (*Pinus radiata* D.Don, *patula*) (INIAP, 2015).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias conjuntamente con la subsecretaría de Producción Forestal del MAGAP en el 2015, inició el proyecto de investigación “Ensayo genético de procedencias, *Gmelina arborea* Roxb., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken y *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke adaptadas a diversos ambientes bioclimáticos y suelos del Ecuador”, donde uno de los sitios de investigación del proyecto fue ubicado en las condiciones bioclimáticas de la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA).

La presente investigación contribuye a generar información dasométrica de las especies forestales antes mencionadas, lo que nos permitirá saber cuántos m³/ha de madera tenemos por procedencia forestal (INIAP, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonia, ubicada en la Parroquia San Carlos, Cantón la Joya De Los Sachas, Provincia Francisco de Orellana, ubicado geográficamente en la Zona 17S, Datum WGS84; en latitud 00°21'31,2" S, longitud 76°52'40,1" W a una altitud de 250 m.s.n.m.. Con una temperatura promedio mensual de 27 °C, humedad relativa del 80% y precipitación promedio mensual de 1 951,58 mm (INAMHI, 2016). Según Cañadas (1983) la Estación Experimental Central de la Amazonía se encuentra ubicada en la zona de vida de formación ecológica bosque húmedo Tropical (bhT).

El ensayo de investigación fue establecido en diciembre de 2015, en el que se realizó evaluaciones dasométricas de: diámetro a la altura de pecho (DAP), la que se midió con la forcípula a una altura de 1,30 m desde el suelo, la altura total (Ht) se midió con una regla graduada en cm, tomando desde la base del árbol hasta su ápice, estas evaluaciones se realizaron cada tres meses y los datos se registraron en cm.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar (DBCA), en el que evaluó 16 plantas por cada UE y por Bloque. El Análisis funcional de los datos obtenidos de las evaluaciones dasométricas por procedencia y por repetición se lo tabuló y se analizó en el programa estadístico Infostat 10,1, donde se determinó el coeficiente de variación (CV) en porcentaje y se realizó la prueba de separación de medias de tukey al 5% de probabilidad en la que se concluirá si hay o no significancia entre procedencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies forestales evaluadas en esta investigación fueron 9 procedencias de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (Laurel) de: Morona Santiago (1), Orellana (2) y Napo (6), de igual forma para *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke (Chuncho) se evaluaron 15 procedencias de: Napo (4), Orellana (8), Sucumbíos (2) y Zamora Chinchipe (1) y para *Gmelina arborea* Roxb. (Melina) se evaluaron 9 procedencias, todas estas de huertos semilleros del CATIE, Costa Rica.

De acuerdo a los datos obtenidos para la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (Laurel), la variable altura total presentó diferencias altamente significativas, entre las medias de las procedencias; obteniendo el mayor desarrollo la procedencia NTCBVL con una altura de 475,27 cm, y la que menor desarrollo en altura presentó fue la procedencia 489 con 352,29 cm. Estos valores son superiores a los reportados por el CATIE (1986) menciona que obtuvieron arboles con un crecimiento en altura de 2m/año por lo tanto a los 24 meses las plantas del ensayo deberían haber alcanzado los 4 m, sin embargo y tan solo a los 19 meses ya supera el valor mencionado por el CATIE, esto sin duda se debe al manejo silvicultural que se lo ha dado al ensayo durante el periodo de investigación, a las favorables condiciones climáticas del sector y a las procedencias (árboles plus seleccionados).

Para la variable diámetro a la altura del pecho (DAP), para la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (Laurel), presentó diferencias altamente significativas; obteniendo las medias más altas la procedencia 490 con 8,14 cm y la que presentó la media más baja

fue la procedencia 489 con 5.66 cm. Los valores obtenidos son superiores a los reportados por CATIE (2000) “Descripciones de especies de árboles nativos de América Central; Árboles de Centroamérica un Manual para el Extensionista”, en el que se menciona que *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken incrementa su diámetro de 2 cm por año durante los 10 primeros años en sitios aptos y con buen manejo y en esta investigación muestra que superan los 4 cm. Esto se debe al buen manejo silvicultural (podas).

Para la Altura total (Ht) de *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke a los 6 meses el análisis de varianza realizado se evidencia que es altamente significativas para las procedencias ($p < 0,0001$). Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para la altura total, en los tratamientos analizados a los 6 meses, se identificó 5 rangos de clasificación, obteniendo que la procedencia OP-OR presentó mayor altura con una media de 57,24 cm y el de menor altura fue la procedencia NP-EC con una media de 40,11 cm de altura. La altura presentada en otras investigaciones y mostradas por Vidaurre (1997) en el caso de estudios realizados en Brasil, Colombia y Perú se tiene valores de crecimientos medios anuales de 160 cm, 170 cm y 195 cm respectivamente para cada uno de los países, valores que permiten calcular el crecimiento semestral igualitario que es igual a 0,80 cm para Brasil, 0,85 cm para Colombia y 0,98 cm para Perú datos que ya permiten compararlos con los del ensayo en estudio.

Para la variable Diámetro a la altura del cuello (DAC) de *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke a los 6 meses, el análisis de varianza realizado nos indica que estadísticamente es altamente significativas para las diferentes procedencias ($p < 0,0001$), Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para DAC, en las procedencias analizadas a los 6 meses, se identificó 11 rangos de clasificación, obteniendo que la procedencia OP-BG presenta mayor DAC con una media de 1,72 cm, y la procedencia NP-B1884 con una media de 0,83 cm es la de menor DAC.

Para la Altura total (Ht) de *Gmelina arborea* Roxb., según la prueba de Tukey al 5% presentaron cuatro rangos, la procedencia XAG (Huerto semillero categoría A), alcanza una media de 1 587,09 cm superior a las demás, mientras que la procedencia 236 (Rodal semillero) con una media de 1 408,16 cm es inferior al resto de procedencias. Estos resultados obtenidos en el ensayo superan a lo mencionado por Hughell (1991) que la altura media alcanzado en un rodal en dos años es de 1 100 cm, esto se debe al manejo silvicultural que se le da al ensayo, las condiciones climáticas y la procedencia de la especie (semilla de huertos semilleros).

Para la variable Diámetro a la altura del pecho (DAP) de *Gmelina arborea* Roxb. según la prueba de Tukey al 5% presentaron tres rangos, la procedencia XAS (Huerto semillero, categoría A) con una media de 18,57 cm es superior a las demás procedencias, mientras que la procedencia 236 (Rodal semillero) con una media de 15,64 cm es inferior al resto. Arias (2010) menciona que el DAP medio alcanzado en un rodal en dos años, es de 11 cm, en los resultados obtenidos en el ensayo de investigación superan con 5 cm a lo mencionada por el autor.

CONCLUSIONES

El proceso de mejoramiento genético forestal es a largo plazo por lo que es importante seguir con las evaluaciones dasométricas ya que esto nos permitirá definir claramente las mejores procedencias de las especies forestales en estudio, tanto en crecimientos en

diámetro a la altura del pecho (DAP) y en altura total (Ht), se recomienda realizar investigación en jardines clonales forestales con las mejores procedencias de cada especie, como se conoce las plantaciones forestales procedentes de un clon tienen mayor rendimiento de madera por m³/ha. En la actualidad los ensayos de investigación forestal son escenarios de capacitación a técnicos y productores ligados al área forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, H. (2010). Selección y manejo de rodales semilleros con especial referencia a coníferas. En: Mejora genética de árboles forestales. FAO/DANIDA. Mérida, Venezuela. pp. 158-165.
- Cañadas. (1983). *Agroecosistemas andinos en el Ecuador. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. Quito: Banco central del Ecuador.
- Carrión, D. & Chiu, M. (2011). Documento del Programa Nacional REDD. Sexta reunión de la Junta Normativa del Programa ONU-REDD. Scielo.br
- Carson, M., C. Walter & S. Carson. 2004. The Future of Forest Biotechnology in: A Challenge Document for Presentation and Discussion at the Workshop Biotecnología Forestal. Global biotechnology forum-march 2 – 5, Concepción.
- CATIE, 1986. “Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales” Boletín técnico N°16. Turrialba, Costa Rica. 23p.
- CATIE, 2000. “Descripciones de especies de árboles nativos de América Central; (Árboles de Centroamérica un Manual para el Extensionista)” paginas 473-474-475-476
- Gartland, K. M. A., R.C. Kellison & T.M. Fenning. 2002. Biotechnology and Europe's Forests of the future. A challenge document for presentation and discussion at Forest Biotechnology Forum in Europe: Impending Barriers, Policy, and Implications. Edinburgh.
- Hughell, (1991). Modelo preliminar para la predicción del rendimiento de *Gmelina arborea* Roxb. En América Central. Silvoenergía (C.R.) No. 44: 1-4.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). *Anuario meteorológico 2017-2018*. Quito: INAMHI.
- INIAP (2015). Informe Técnico Forestal anual 2011. Programa Nacional de Forestería. Quito.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador).2014. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. 31-35p. Consultado 07 junio.2017. Disponible en: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlanRF.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Mejoramiento Genético Forestal*. Santiago de Chile: FAO.
- Vidaurre, H. (1997). *Balances de experiencias silviculturales con *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Mimosoidae) en la región de Pucallpa, Amazonía Peruana*. Iquitos: IIAP.

Diversidad Genética en una Población de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum* Cav.) y Categorías de Resistencia a *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae)

Héctor J Andrade B.¹, Andrea E Toapanta R.¹, Lenin Ron¹, Sandra V Garcés², Carlos A Ortega¹, Juan F León¹

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

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
E-mail: handrade@uce.edu.ec

Palabras clave: Antibiosis, antixenosis, germoplasma

INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol o tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) es un cultivo distribuido en los Andes de América del Sur, existiendo información de poblaciones silvestres en el sur de Bolivia y noroeste de Argentina (Bohs, 1991). Al tomate de árbol se lo puede cultivar en regiones clima frío moderado y subtropicales (Viera, et al., 2016).

El Ecuador pertenece al centro de domesticación del cultivo de tomate de árbol, debido a las constantes hibridaciones y mezclas de material genético, que origina gran heterogeneidad en colores, formas y longitudes de los frutos, que a la vez provoca la pérdida de variedades puras (Chalampunte et al., 2005). La producción nacional en el 2015 fue de 16 085 toneladas en 3 539 hectáreas sembradas, y un rendimiento promedio de 4,54 t. ha⁻¹ (SIPA, 2018).

Un paso importante para incrementar el uso de la diversidad genética es conocer mejor las características del germoplasma, que según Hammer et al. (2003), permitirá lograr expandir su utilidad y promover la eficiencia de la conservación ex situ e in situ de las especies. La caracterización tiene dos sustentos: diferenciar accesiones de una colección en campo, determinando materiales promisorios con características intrínsecas particulares en color, sabor y uso; y la segunda es identificar su estructura y variabilidad genética.

La producción de tomate de árbol debe superar varias limitaciones, como son la presencia de diversas plagas, como el chinche foliado o patón (*Leptoglossus zonatus* Dallas) que es considerada de importancia económica, debido al daño principalmente en los frutos y flores. El insecto posee un aparato bucal picador chupador, que alcanza la parte interna del fruto, el mesocarpio y se alimenta de las semillas. Sin embargo, faltan estudios específicos en el país, sobre la resistencia del cultivo a esta plaga, existiendo investigación solamente enfocada al ciclo de vida de *L. zonatus* (Garcés, 2008).

El objetivo del estudio fue evaluar la diversidad genética de una población de tomate de árbol, mediante la caracterización morfológica, estableciendo similitudes y diferencias entre los segregantes para seleccionar material promisorio, y determinar las categorías de resistencia de los segregantes del germoplasma a *L. zonatus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en un lote de tomate de árbol establecido en el Campo Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Tumbaco a 2465 m.s.n.m, con una temperatura máxima promedio anual de 23,5 °C, una temperatura mínima promedio anual de 10,4 °C y una precipitación de 867 mm al año.

Las plantas se sembraron a una distancia de 1,5 m entre plantas y 2,5 m entre surcos. Se evaluaron un total de 249 segregantes de tomate de árbol, provenientes de los

cruzamientos entre [(*Solanum unilobum* (Rusby) Bohs x *Solanum betaceum* Cav.) x *S. betaceum*] x *S. betaceum*], retrocruzamiento 1, Filial 1:3 (Viera et al., 2016). Se estudiaron los aspectos morfológicos, relacionados a las plantas floración y frutos. Las plantas adultas fueron irrigadas una vez por semana durante la estación seca, y no se aplicó riego durante la temporada de lluvias.

La cría de la plaga de *L. zonatus* se desarrolló a una temperatura de 25 °C y una humedad del 60%, condiciones que fueron registradas tres veces al día. Se usaron hembras debido a que requieren alimentación para su oviposición. Durante toda la investigación se llevó un registro del ciclo biológico de la plaga para realizar los bioensayos preliminares de resistencia. Los insectos utilizados en los bioensayos se liberaron en campo al finalizar la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo en el período comprendido entre 2016 y 2018, en la fase I: Caracterización morfológica del tomate de árbol (*S. betaceum*), se usaron 21 descriptores cuantitativos y cualitativos, según Acosta (2011) y Bioversity (2013). Se registraron cinco lecturas para cada descriptor relacionado a hojas, inflorescencias y frutos a la madurez comercial; en los descriptores relacionados al tallo una sola lectura. La fase II: Caracterización en laboratorio de la resistencia a *L. zonatus*, de los segregantes de tomate de árbol, se realizaron los bioensayos de acuerdo a la metodología descrita por (Garcés, 2008). El múltiple choice test o método de selección del insecto (antixenosis), consistió en colocar en una caja los 14 frutos de tomate de árbol de los grupos sinónimos más el fruto testigo, junto a esto se colocaron siete hembras de la plaga. En el no choice test o método de no preferencia del insecto (antibiosis), se utilizaron cuatro cajas en el cual se colocó un fruto que representaban los 14 grupos formados por la caracterización morfológica más un testigo por grupo, en este ensayo se colocó una hembra de *L. zonatus*, por caja respectivamente. Para las dos pruebas, se contó con tres repeticiones y se contabilizó el número total de picadas pasando un día, el bioensayo duró 20 días. Se empleó una escala arbitraria de 1: resistente a 3: susceptible. El análisis estadístico, se utilizó el programa R Studio 2.12.2; para la agrupación de los diferentes segregantes se utilizó el análisis de clúster o agrupamiento mediante el método de Neighbor-joining o vecino más cercano, más el análisis del método de Average.

Con los datos del bioensayo del método de selección del insecto, se realizaron el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de Tukey al 5%. Para el bioensayo de no preferencia, se realizaron diagramas de cajas, media aritmética, desviación estándar, rangos mínimos y máximos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de agrupamiento: mediante el método de vecino más cercano, se determinaron 14 grupos sinónimos. Cada grupo presentó características fenotípicas intrínsecas propias, provenientes de su diversidad genética, manifestada a través de los diversos descriptores de forma del fruto, coloración, peso y longitud. De acuerdo a Pringle et al., (1991) que al ser una planta monoica, presenta cierta polinización cruzada, por lo mismo estas son alógamas, lo cual ocasiona una amplia variabilidad genética interespecífica, al presentar semiautocompatibilidad, es decir sus flores no son capaces de autofecundarse.

Para los fines de mejoramiento genético, se seleccionaron las progenies de los grupos G1, G2 y G5 que se caracterizaron por los frutos de color anaranjado rojizo, con tamaños entre 8,12 y 9,37 cm. y pesos entre 71,76 y 89,23 g. Los grupos G3, G7 y G13 se caracterizaron por los descriptores como la luminosidad y ángulo de tonalidad, que según Brito & Vásquez (2013) permite medir el color del fruto maduro (brillantez), y el

mucílago con una coloración anaranjada. El grupo G10 se caracterizó por los descriptores de coloración del fruto, la cromaticidad externa del fruto, luminosidad, cromaticidad y ángulo de tonalidad del mucílago del fruto; se diferencia de los demás grupos por la presencia del mucílago de color morado y su epicarpio de coloración rojo oscuro con manchas moradas. El grupo G14 es diferente al resto, en la coloración morada en su mucílago y su epicarpio presentó coloración amarilla con vetas anaranjadas. El grupo G4 conformado por siete segregantes se caracterizó por poseer frutos con pesos y longitudes mayores.

Lo anterior sugiere dos ideas, para implementar un programa de mejoramiento. La primera relacionada a que existe escasa diversidad genética de interés para el mejoramiento genético, corroborada por Viera, et al., 2016; y la segunda, relacionada a diversidad de rasgos fenotípicos como la coloración de los frutos, siendo el más demandado en la zona andina el que tiene la piel amarilla brillante, con marrón a verde apenas no-rayas longitudinales marcadas.

Para la determinación preliminar de las categorías de resistencia en los segregantes, en el método de selección del insecto, el ADEVA detectó diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) entre los grupos, con un valor Pr ($>F$) de 0.006104. El promedio general fue de 6,7 picadas, resultado que ayudó a diferenciar preliminarmente grupos tanto susceptibles como resistentes a *L. zonatus*. El grupo G5 con 0 picadas totales y el grupo G6 con un valor promedio de 22 picadas, rango máximo de 30 picadas y mínimo de 16 picadas, y una desviación estándar de 7,21 picadas totales; seguido del grupo G8 con un valor promedio de 18 picadas totales, rango máximo de 36 picadas y mínimo de 3 picadas y una desviación estándar de 16,7 picadas totales, respectivamente. En estudios realizados por Garcés (2008), se muestra que el insecto adulto de *L. zonatus* ocasiona daño en los frutos en diferentes estados de desarrollo, mediante la perforación que realiza con el estilete para absorber el contenido nutricional del mesocarpo y semilla, presentándose ligeros puntos de color rojo a morado dependiendo de la madurez del fruto y la variedad.

En el método de no preferencia del insecto, los grupos G7 y G14 presentaron menores picadas, con promedios de 1 y 1,33 picadas, máximo de 3 picadas, mínimo de 0 picadas y una desviación estándar de 1,15 y 1,32 picadas totales, respectivamente. Debido a que no se encontraron estudios en esta especie, se lo relaciona con el trabajo realizado por Duarte (2006) en el cultivo de *Citrus* spp., donde los daños de *L. zonatus* en campo presentaron por lo menos un fruto lesionado, manifestando daños visibles del 58,3% y 50% de lesiones.

CONCLUSIONES

En la población evaluada pueden existir plantas con un grado de heterocigosis en los descriptores cualitativas y cuantitativas debido a la amplia diversidad fenotípica y, permitiría seleccionar segregantes promisorios de interés. Para confirmar estos datos, se está realizando un estudio con marcadores moleculares de repetida secuencia simple (SSR). El método de preferencia del insecto logró definir un rango de afectación de alto a bajo; evidenciándose en G5 una posible resistencia; mientras que el método de no preferencia detectó a G3, G7 y G14 con posible resistencia al insecto, siendo estos grupos de interés para una nueva evaluación de resistencia y calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, P. 2011. Caracterización morfológica y molecular de tomate de árbol, *Solanum betaceum* Cav. (Solanaceae). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el Título de Doctorado en Ingeniería Agrícola. España: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. disponible en URL: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1174/1/T-SENESCYT-000302.pdf>
- Bioversity, International, Departamento de Ciencias Agropecuarias y de alimentos, and COMAV. 2013. Descriptors for Tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) and wild relatives. 67. Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos (UTPL), Loja, Ecuador: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana.
- Bohs, L (1991). Crossing Studies in *Cyphomandra* (solanaceae) and Their Systematic and Evolutionary Significance. *American Journal of Botany*, 78(12): 1683–1693
- Brito, B., & Vásquez, W. (2013). Control de Calidad en la Pre y Pos Cosecha de las Frutas. Quito, Ecuador: INIAP. Programa Nacional de Fruticultura
- Chalampunte, D., y P. Prado. 2005. Caracterización Morfoagronómica Y Molecular De La Colección De Tomate De Árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) del Banco de Germoplasma del INIAP, ECUADOR. Trabajo de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria. Ibarra, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. disponible en URL: <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/227/1/T70743.pdf>
- Duarte, I. 2006. Biología, parasitoides y daños de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) y *Leptoglossus gonagra* (Fabricius) en el cultivo de Citrus spp. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de Biólogo. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Garcés, S. 2008. Conocimiento y manejo del insecto *Leptoglossus* sp. (Hemiptera: Coreidae), factor limitante en la producción de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendt) en las principales zonas productoras del Ecuador. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9): 1689–1699
- Hammer, K., N. Arrowsmith y T. Gladis. 2003. Agrobiodiversity with emphasis on plant genetic resources. *Naturwissenschaften* 90 (03): 241 – 250
- Pringle, G., y B. Murray. 1991. Reproductive biology of the tamarillo, *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. (Solanaceae), and some wild relatives, New Zealand. *Journal of Crop and Horticultural Science*, 19(3): 263-273
- Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). 2018. Superficie sembrada, cosechada y producida de Tomate de árbol. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, y Ganadería. Disponible en URL: sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/sipa-estadisticas-productivas.
- Viera, W., A. Sotomayor, M. Tamba, W. Vásquez, A. Martínez, P. Viteri y L. Ron. 2016. Estimación de parámetros de calidad de frutos para segregantes interespecíficos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en respuesta de resistencia a la Antracnosis (*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds). *Acta Agron.*, 65(3): 304-311

Introducción de Germoplasma para el Mejoramiento de Avena (*Avena sativa* L.) como Alternativa Forrajera para el Callejón Interandino y las Zonas Altas de la Amazonía.

Luis J Ponce-Molina¹, Javier A Garófalo-Sosa¹, Diego F Campaña-Cruz¹,
Patricio J Noroña-Zapata¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP
E-mail: luis.ponce@iniap.gob.ec

Palabras Clave: Adaptación, Mejoramiento genético, *Avena sativa* L.

INTRODUCCIÓN

Los métodos de mejoramiento más usados por los Programas de Mejoramiento de cereales son: cruzamientos, introducciones y mutagénesis inducida, de los cuales el método de investigación más usado internacionalmente es la Introducción de Germoplasma Foráneo (Sánchez, 1968), que nos permite contar con germoplasma avanzado con características deseables en forma inmediata, accediendo a material genético desarrollado por los Programas de Mejoramiento de los Centros Internacionales. El éxito de un programa de mejoramiento radica en tener objetivos claros y bien definidos, que varían dependiendo de la especie y el destino de la producción, que tienen un fuerte componente genético. La importancia de la avena (*Avena sativa* L.) radica en su uso como principal fuente de forraje para la actividad pecuaria en la Sierra ecuatoriana, ya que se adapta a diversas condiciones climáticas y de suelo (García et al., 2015) y se puede adaptar a las condiciones agroecológicas de las zonas altas de las provincias de Napo, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Se aprovecha en verde, como heno o directamente bajo pastoreo; cuando se corta antes o durante la floración el forraje es de mejor calidad (Salmerón et al., 2007), con un contenido de proteína de 14 a 11%, respectivamente; mientras que la producción de grano es usado alternativamente como suplemento en la alimentación animal, debido a su alto nivel energético y alto contenido de proteína (11-12%). Para ello es indispensable el uso de semilla de calidad y un manejo adecuado del cultivo (Ponce et al., 2009).

Las royas del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*, SR) y de la hoja (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*, CR) son las principales enfermedades que atacan al cultivo de la avena, SR disminuye el rendimiento hasta en un 50%, debido a que este patógeno afecta desde la etapa de plántula hasta el llenado del grano (Leyva et al., 2013), y CR provoca pérdidas superiores al 32% en la producción de materia seca y del 26% en la producción de granos de avena (Pérez y Corro, 2000). El objetivo de esta investigación es identificar un genotipo de avena mejorada de doble propósito (forraje y grano), con resistencia a las principales enfermedades, para lo que el Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP trabaja en un Programa de Mejoramiento basado en la Introducción de Germoplasma proveniente de la Quaker-EUU, el cual, lleva en la actualidad, cinco ciclos de evaluación, considerando principalmente características de rendimiento de grano, aptitud forrajera, resistencia a enfermedades, buena calidad nutricional y adaptación a las principales zonas de producción en la sierra y zonas altas de la Amazonía.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación del germoplasma se realizó en los campos experimentales de la EESC. A continuación se describe el Método de Introducción empleado por el Programa de Mejoramiento de Cereales: Etapa 1. Screening o cribado.- en el primer ciclo se implementó un ensayo conformado por 276 líneas avanzadas de avena, en parcelas de 0.30 m², sin repeticiones, se aplicó una presión de selección de 80% y se seleccionaron las líneas que presentaron características deseables y de resistencia a enfermedades. Etapa 2. Adaptación.- durante el segundo ciclo se implementaron los denominados Surcos Triples, en parcelas de 3.6 m², sin repeticiones, para evaluar la adaptación del germoplasma, en esta etapa se evaluó el potencial de rendimiento y se decidió seleccionar todo el germoplasma para el siguiente ciclo y poder corroborar su potencial de rendimiento en un ensayo más completo. Etapa 3. Validación.- en este ciclo se implementó un ensayo con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 3 repeticiones, en parcelas de 3.6 m² para validar el comportamiento de los materiales, se empleó una presión de selección del 50%. Etapa 4. Comprobación.- las líneas de avena seleccionadas se evaluaron en ensayos de rendimiento bajo un DBCA con 3 repeticiones, donde se aplicó una presión de selección del 70% considerando las líneas de mayor rendimiento y resistencia a enfermedades a través de un ANOVA y LSD. Etapa 5. Verificación.- posteriormente se implementó un ensayo de verificación de rendimiento, bajo un DBCA con 3 repeticiones, conformado por las líneas seleccionadas el ciclo anterior, para multiplicar semilla y determinar su potencial agronómico y nutricional. Etapa 6. Ensayos Multi-ambientes y Liberación.- las líneas seleccionadas en la Etapa de Verificación se evaluarán en ensayos multi-ambientes a lo largo de la Sierra y zonas altas de la Amazonía ecuatoriana, para ser evaluadas con los productores y posteriormente liberadas y entregadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 2006 (Etapa 1), se evaluaron 276 líneas en un ensayo tipo screening denominado Quaker International Oat Nursery, de las cuales se seleccionaron 48 líneas que presentaron características de adaptación (altura, precocidad, uniformidad) y resistencia a SR, CR, mancha de la hoja, virus y al vaneamiento. Durante los años 2008 y 2009, se evaluaron las 48 líneas en ensayos de observación donde se evaluó el comportamiento agronómico y rendimiento potencial. En el 2008 (Etapa 2) se evaluaron las 48 líneas seleccionadas, el potencial de rendimiento promedio fue de 3.8 t ha⁻¹, una altura promedio de 1.2 m, los días a la floración de 110 días, resistentes a royas, y con bajos valores de vaneamiento (2%), durante este ciclo no se seleccionó. En el año 2009 (Etapa 3), se volvieron a evaluar las 48 líneas, el potencial de rendimiento promedio fue de 4,5 t ha⁻¹, sobresaliendo la línea 29 con 6.2 t ha⁻¹; y la línea 37 obtuvo el valor más bajo de rendimiento con 2.7 t ha⁻¹. Las líneas evaluadas presentaron valores bajos de roya de tallo con un promedio 19.4%, roya de la hoja y machas foliares. De las líneas cosechadas el 22% presentó características forrajeras, 35% para grano y 43% para doble propósito, las variables empleadas fueron: materia verde y rendimiento. Se seleccionaron 24 líneas avanzadas.

En el año 2011 (Etapa 4), el potencial de rendimiento promedio, debido a las condiciones ambientales, fue de 3.3 t ha⁻¹, sobresaliendo la línea 19 con 5.9 t ha⁻¹. La línea 4 obtuvo el valor más bajo de rendimiento con 3.6 t ha⁻¹. Las líneas evaluadas presentaron valores bajos de roya de tallo con un promedio 0,5%, roya de la hoja y machas foliares. De las líneas cosechadas el 23% tienen potencial para forraje, 46%

para grano y 31% para doble propósito. Con base a los resultados obtenidos se seleccionaron 13 líneas. En el año 2012 (Etapa 5), el potencial de rendimiento promedio fue de 7.4 t ha⁻¹, sobresaliendo la línea AS-11-001 con 8,5 t ha⁻¹ y la variedad INIAP 82 obtuvo el valor más bajo con 6.0 t ha⁻¹. Finalmente se seleccionaron tres líneas promisorias de avena (AS_11-001, AS-11-005 y AS-11-006) para evaluarlas en ensayos multi-ambientes (Etapa 6). Para la variable rendimiento, Bozzani et al. (2016) en un estudio en Argentina encontró líneas de avena con rendimientos de hasta 6.7 t ha⁻¹, mientras que en nuestro estudio la línea AS-11-001 con el mayor rendimiento alcanzó las 8,5 t ha⁻¹, la línea AS-11-005 las 7,9 t ha⁻¹ y la línea AS-11-006 las 6 t ha⁻¹. La enfermedad de mayor incidencia fue roya de la hoja con un promedio de severidad de 13.7%. Las líneas AS-11-001 y AS-11-005 fueron las que mayor resistencia, con valores de 6.7 y 0.0%. Por su parte Bozzani et al. (2016) encontró líneas con resistencia parcial con severidades de 20 a 26%. Para peso hectolítrico, las líneas promisorias alcanzaron un promedio de 52.7 kg hl⁻¹, con el mayor valor de 54 kg hl⁻¹ correspondiente a la línea AS-11-001.

CONCLUSIONES

Una buena alternativa forrajera y de suplemento para la alimentación pecuaria para el Callejón Interandino e inclusive para las zonas altas de la Amazonía, es la avena. INIAP cuenta con líneas promisorias provenientes de introducciones, con características deseables y adaptadas a las principales zonas de producción. La línea AS-11-001 presenta buen rendimiento de grano, resistencia a royas y buen peso hectolítrico, que se ajusta a las necesidades de la industria.

BIBLIOGRAFÍA

- Bozzani, H., Simon, N., y J. Dietz. 2016. Evaluación de sanidad, rendimiento en biomasa, grano y peso hectolítrico en líneas y cultivares de avena. Univ. Nacional de la Plata. Argentina. 58p.
- García, D., Maguana, J., y P. Cisneros. 2015. Optimización del rendimiento de avena (*Avena sativa* L., variedad INIAP 82) bajo tres niveles de encalado en la granja Iruquis. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuenca-Ecuador. 134 p.
- Leyva, M.S.G., Sillas, C.R., Villaseñor, M H.E., Mariscal, A.L.A., y G.M.F. Rodríguez, G. M. F. 2013. Enfermedades fungosas asociadas al cultivo de avena (*Avena sativa* L.) en el Estado de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 4(7):1103-1107.
- Pérez-Fernández, J., y A. Corro-Molas. 2000. Roya de la avena. Control químico e incidencia sobre calidad forrajera en la región semiárida pampeana. Boletín Técnico N°6 EEA INTA Anguil.
- Ponce, L., Abad, S., Garófalo, J., y E. Falconí. 2009. Guía para la producción artesanal de semilla de cereales. INIAP-EESC. Quito-Ecuador. Plegable No. 310.
- Salmerón, J., Hernández, V., Cabañas, B., Lara, C., Velasco, R., y E. Villaseñor. 2007. Arareco, variedad de avena resistente a las royas del tallo y de la corona, para áreas de riego en México. Rev. Fitotec. Mex. 30:105-107.
- Sánchez, J. 1968. Métodos de mejoramiento en trigo, avena y cebada; usados en la E.E. "Santa Catalina", Ricaurte y Portoviejo. En: I Reunión de Fitomejoradores. INIAP. Pichilingue-Ecuador.

Manejo Integrado de los Cultivos

Manejo Integrado de los Principales Problemas Fitosanitarios en el Cultivo de Café (*Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner) Bajo Diferentes Niveles de Sombra

Jimmy T Pico¹, Carlos E Caicedo^{1,2}, Christopher W Suárez¹, Nelly J Paredes^{1,2}, Cristian R Subia¹, Fabián M Fernández¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador

E-mail: jimmy.pico@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Xylosandrus morigerus*, *Pellicularia koleroga*, *Beauveria* sp.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador se estima una superficie de café robusta de 52 714 ha⁻¹, con una producción de 7,564 toneladas de grano oro; en la Amazonía ecuatoriana se cultiva principalmente café robusta en las provincias de Sucumbíos con 12 685 ha⁻¹ y Orellana 6 206 ha⁻¹ (INEC 2018). El cultivo de café robusta es atacado principalmente por insectos plagas y enfermedades, causantes de daños significativos en el rendimiento (40%). Entre las que sobresalen: *a*) taladrador de la ramilla (*Xylosandrus morigerus*), la hembra adulta del insecto perfora ramillas y brotes jóvenes para construir su cámara de cría (Sotomayor 1995). *b*) broca del café (*Hypothenemus hampei*) que afecta directamente al fruto y *c*) como enfermedad de mayor cuidado se encuentra el mal de hilachas (*Pellicularia koleroga*). Existen varias estrategias para reducir la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos, como por ejemplo el manejo de policultivos, que se caracterizan por tener diferentes cultivos en la misma superficie, imitando a los ecosistemas naturales y otra opción es la agroforestería que involucra la siembra de cultivos de interés con árboles forestales, de servicio y medicinales que aportan diferentes beneficios al cultivo principal y como generadores de microambientes favorables para la convivencia equilibrada de los diferentes organismos dentro del sistema, permitiendo ser más resilientes al cambio climático.

A pesar de que el manejo integrado es una herramienta eficiente para mantener controladas las plagas, es importante resaltar que los sistemas agroforestales son un factor potencial en la regulación de plagas en el cultivo de café (Schroth et al. 2000; Staver et al. 2001; Ratnadass 2012). La sombra es el hábitat para una significativa diversidad de especies, algunas de ellas relacionadas específicamente con el biocontrol de plagas (Schroth et al. 2000), entre los que se destacan los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Roper y Armbrrecht 2005) y *Lecanicillium lecanii* (Vandermeer et al. 2009). El objetivo del estudio fue evaluar varios niveles de manejo y sombra sobre los principales problemas fitosanitarios en el cultivo de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre el 2016 y el 2018 en la parroquia Unión Milagreña del cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana. La zona corresponde a un trópico húmedo tropical con una altura de 250 m.s.n.m., precipitación entre 2 600 – 4 500 mm anual, temperatura promedio de 28 °C y humedad relativa de 80,6%. Se evaluaron tres niveles de manejo agronómico (Tabla 1) y tres niveles de sombra: pleno sol, sombra media (30 a 40%) y sombra densa (50-60% de cobertura), para lo que se emplearon plantas de *Erythrina* sp y fue regulada con el manejo de la poda. Se trabajó bajo un diseño de bloques completos al azar y en arreglo factorial incompleto para comparar el efecto de la sombra y los manejos.

Tabla 1. Niveles de manejos agronómicos para el control de insectos plaga y enfermedades

Niveles de manejo	Fertilización	Control de mal de hilachas	Control de plagas
Manejo medio convencional con fungicida e insecticida (MCF)	Fertilizante sintético (352g/plata/año de Nitrógeno + 75g de fósforo + 150g de potasio) de acuerdo al análisis de suelo	Dos aplicaciones de fungicida sistémico (Azoxystrobina, 400 cc/ha.) + dos de oxiclورو de cobre (2 kg/ha)	cuatro aplicaciones de insecticida químico (clorpirifós 400cc/ha ⁻¹)
Manejo medio convencional sin fungicida e insecticida (MCSF)	Fertilizante sintético (352g/plata/año de Nitrógeno + 75g de fósforo + 150g de potasio) de acuerdo al análisis de suelo	Sin fungicidas	Sin insecticida
Manejo orgánico (MO)	Gallinaza (500g/planta) + 500 g de roca fosfórica/planta + bioestimulante líquido	Cuatro aplicaciones de oxiclورو de cobre (2 kg/ha)	Cuatro aplicación de <i>Beauveria</i> sp. (1x10 ⁸ UFC/ha ⁻¹)

Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat, con las pruebas de modelos lineales generales y mixtos, donde se aplicó LSD Fisher $\alpha=0,05$ como prueba de significación de medias y para ver el efecto de los factores en estudio se emplearon pruebas de contrastes (Di Rienzo *et al.* 2008). Las variables registradas fueron la incidencia de mal de hilachas, infestación del taladrador de la ramilla, broca del café, número de brocas con *Beauveria* sp. (biocontrolador) y el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron diferencias significativas para tratamientos ($p<0,05$) en la incidencia de mal de hilachas; sin embargo, al comparar los tipos de sombreamiento se observó menor presencia de la enfermedad en pleno sol (2,86%) respecto de sombra densa (4,32%) sin ser estadísticamente significativo. Se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre el manejo convencional con fungicidas (4,32%) y el manejo orgánico (SDMO 7,11%). En la infestación de taladrador de la ramilla se observó que el menor valor (6,65%) correspondió a la sombra diferenciándose estadísticamente de pleno sol (PS-MCSFI 8,82%).

La infestación de la broca del café fue menor (13,84%) cuando se realizó un manejo orgánico (SM-MO) respecto de cuando no se aplica ningún manejo de la plaga (SM-MCSFI 16,79%). El número de brocas infectadas con *Beauveria* sp. fue diferente ($p<0,05$); siendo mayor cuando se aplica un manejo orgánico (5,49) que al aplicar un manejo convencional con fungicida e insecticida (3,18 brocas/rama). El mayor rendimiento (1 378,51 kg de café oro/h⁻¹/año) se obtuvo con sombra (SDMCFI), mientras que a pleno sol (PS-MCSFI) fue de 1 052,88 kg de café oro/h⁻¹/año; los rendimientos obtenidos considerando los manejos fueron de 1 520,58 kg de café oro/h⁻¹/año en el manejo orgánico (SMMO) en tanto que al no aplicar manejos para el control de plagas se registraron 918,83 kg de café oro/h⁻¹/año.

Este estudio no revela un efecto significativo de la sombra con relación a pleno sol en la enfermedad mal de hilachas, lo cual difiere con los estudios de López *et al.* (2012) sin embargo se conoce que la sombra favorece más la frecuencia de mojadura de la hoja, humedad relativa más alta, condición que puede estar relacionada a la leve mayor incidencia encontrado en sombra. En el caso del taladrador de la ramilla la sombra favorece su control, lo que posiblemente se relacione con lo citado por Schroth *et al.*

(2000); Staver et al. (2001) y Ratnadass (2012); quienes sostienen que los sistemas agroforestales favorecen el hábitat para los biocontroladores. Con relación al manejo con alto uso de fungicidas se conoce que es posible controlar el mal de hilacha, pero su acción puede afectar al grupo de microorganismos como *Beauveria* sp. que en el caso de un manejo orgánico favorece el control de broca. Es posible que la mayor presencia del taladrador de la ramilla en pleno sol haya afectado los rendimientos, como se evidencia en los resultados; efecto similar se observa al aplicar un manejo orgánico para el control de plagas.

CONCLUSIONES

La sombra favorece el control de una de las principales plagas como es el taladrador de la ramilla; lo cual está aportando a que se obtenga mayores rendimientos. Los manejos orgánicos afectan en menor grado a la actividad biocontroladora de *Beauveria* sp. sobre las plagas.

BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INEC (Instituto Nacional de estadísticas y censos). 2018. Visualizador de control ESPAC. Consultado el 15 de mayo del 2018 en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/visualizador> - Espac.
- López, B., DF; Virginio, F., E de M; Avelino, J. 2012. Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. *Crop Protection*: 21-29.
- Sotomayor, H., Ignacio; Duicela, G., Luis. 1995. Inventario tecnológico del cultivo de café. Ecuador.
- Ratnadass, A.; Fernandes, P.; Avelino, J.; Habib, R. 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agronomy for Sustainable Development* (1): 273-303. 10.1007/s13593-011-0022-4
- Ropero, G.; Armbrrecht, I. 2005. Depredación por hormigas sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Curculionidae: Scolytinae) en cafetales cultivados bajo dos niveles de sombra en Colombia. Ant predation of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Curculionidae: Scolytinae) under two shade levels in Colombia. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (CATIE)*.(Dic 2005) (76): 32-40.
- Schroth, G.; Krauss, U.; Gasparotto, L.; Aguilar, J.D.; Vohland, K. 2000. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry Systems* (3): 199-241.
- Staver, C.; Guharay, F.; Monterroso, D.; Muschler, R. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems* (2): 151-170.
- Vandermeer, J.; Perfecto, I.; Liere, H. 2009. Evidence for hyperparasitism of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) by the entomogenous fungus, *Lecanicillium lecanii*, through a complex ecological web. *Plant Pathology* (4): 636-641.

Determinación de Enfermedades Fúngicas de Arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Orellana

Christopher W Suárez¹; Jimmy T Pico¹ y Alex G Delgado¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: chriss01@hotmail.es

Palabras claves: Diagnostico, Fitosanidad, Foliar

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la provincia de Orellana ha experimentado un gran crecimiento en la expansión del uso de suelo para explotación agrícola, siendo estos utilizados para cultivos de ciclo corto como maíz y arroz; El rendimiento promedio de la producción de arroz en Orellana está por 1,7 t/ha (INEC, 2014) muy por debajo del rendimiento nacional que es de 3,92 t/ha (Castro, 2017).

Los rendimientos se están viendo afectados por varias patologías que están siendo estimuladas por las variaciones climáticas y el uso de variedades susceptibles que están contribuyendo al aumento de incidencia y severidad de algunas enfermedades, que son las responsables de pérdidas considerables, el desconocimiento de los patógenos presentes en el cultivo de arroz, está llevando a un control erróneo y abuso de pesticidas, para lograr su control. Con estos antecedentes, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central Amazónica consideró necesario realizar una primera prospección de organismos fúngicos que pudieran estar asociados a enfermedades fitosanitarias en las áreas productoras de la Provincia de Orellana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos en 25 distintas zonas arroceras de la provincia de Orellana en el ciclo de siembra del 2017, se colectaron plantas afectadas al azar, con síntomas de afectaciones foliares tales como amarillamiento, quemazón y manchas, las muestras fueron depositadas en bolsas de polietileno estériles (Fisherbrand) etiquetadas, georreferenciadas y llevadas al laboratorio de protección vegetal de la (EECA) Las muestras se procesaron de acuerdo a las metodologías utilizadas por Castaño (1994), sobre aislamiento de microorganismos, para la identificación se utilizó microscopio (Motic BA310). Se analizaron exhaustivamente estructuras reproductivas de los diferentes aislados, para la identificación morfológica se utilizó las claves (Barnett & Hunter, 1998)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 180 aislados fúngicos. El mayor número de hongos aislados correspondió al género *Bipolaris* spp., seguido de, *Curvularia* spp., y *Sarocladium* spp., (Tabla 1). Los aislados fueron identificados a nivel de género, basados principalmente en las estructuras de reproducción. de (Manamgoda et al., 2014; Ou, 1985).

Tabla 1. Microorganismos aislados de las distintas zonas arroceras de la provincia de Orellana

Organismo	No. Aislados	Porcentaje (%)
<i>Bipolaris</i> spp	140	77,7
<i>Curvularia</i> spp	35	19,4
<i>Sarocladium</i> spp	5	2,7



Figura 1. Síntoma de daño foliar A) *Bipolaris* spp. B) *Curvularia* spp. C) *Sarocladium* spp.

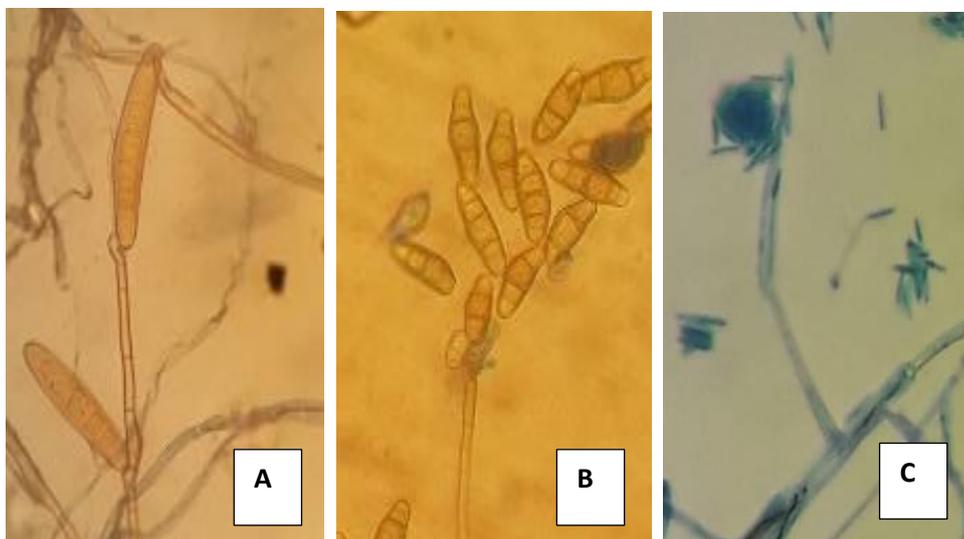


Figura 2. Estructuras reproductivas A) *Bipolaris* spp. B) *Curvularia* spp. C) *Sarocladium* spp.

Los organismos aislados ya han sido reportados por otros autores causando daño en cultivos de arroz. Rivero y otros (2012), Schwanck y otros (2015) asocian al género *Curvularia* y *Bipolaris* causando daños al cultivo a nivel foliar, (Hittalmani et al., 2016), reporta que el género *Sarocladium* es el causante considerables pérdidas en el rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

En el trabajo realizado se logró determinar que *Bipolaris* spp., *Curvularia* spp., y *Sarocladium* spp., son patógenos que causan daño a la parte foliar del cultivo de arroz. Se considera profundizar en estudios de caracterización molecular de estos patógenos para poder realizar un buen control fitosanitario.

Se debería probar variedades tolerantes a las enfermedades reportadas en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcorn, J. L. (1983). Generic concepts in Drechslera, Bipolaris and Exserohilum. *Mycotaxon*, 17, 1–86.
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (Amer Phytopathological Society, Ed.). American Phytopathological Society (APS Press).
- Castaño, J. (1994). *Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015.
- Castro Marcelo. (2017). Rendimiento de arroz en cáscara, primer cuatrimestre 2017. *Dirección de Análisis y Procesamiento de La Información Coordinación General Del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería., 09.* Retrieved from http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_primer_quatrimestre2017.pdf
- Hittalmani, S., Mahesh, H. B., Mahadevaiah, C., & Prasannakumar, M. K. (2016). De novo genome assembly and annotation of rice sheath rot fungus Sarocladium oryzae reveals genes involved in Helvolic acid and Cerulenin biosynthesis pathways. *BMC Genomics*, 17(1), 271.
- INEC. (2014). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, 23. <https://doi.org/10.4206/agrosur.1974.v2n2-09>
- Luttrell, E. S. (1963). Taxonomic criteria in Helminthosporium. *Mycologia*, 55(5), 643–674.
- Manamgoda, D. S., Rossman, A. Y., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Madrid, H., Chukeatirote, E., & Hyde, K. D. (2014). The genus Bipolaris. *Studies in Mycology*, 79(1), 221–288. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.10.002>
- Ou, S. H. (1985). *Rice diseases*. IRRI.
- Rivero González, D., Triana, A. C., Rodríguez Pedroso, A. T., Echevarría Hernández, A., & Martínez Coca, B. (2012). Hongos asociados al manchado del grano en la variedad de arroz INCA LP-5 (Oryza sativa L.) en Cuba. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 32(2), 131–138.
- Schwanck, A. A., Meneses, P. R., Farias, C. R. J., Funck, G. R. D., Maia, A. H. N., & Del Ponte, E. M. (2015). Bipolaris oryzae seed borne inoculum and brown spot epidemics in the subtropical lowland rice-growing region of Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, 142(4), 875–885.

Evaluación de 14 Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) en el Valle de Urcuquí

**Carlos F Yáñez¹, Carlos A Sangoquiza¹, Marcelo R Racines¹, José L Zambrano¹,
Viviana Tamba¹**

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Cutuglagua, Km 1½, Mejía, Pichincha, Ecuador.*

E-mail: carlos.yanez@iniap.gob.ec, cayanez@hotmail.com

Palabras clave: Ambiente, adaptabilidad, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la producción de maíz duro se concentra un 80% en la Costa ecuatoriana en las provincias de Los Ríos (40%), Manabí (18%), Guayas (19%) y entre Esmeraldas y el Oro (3%); mientras que, en la Sierra, el 17% se comparten entre Loja, Bolívar e Imbabura, y un 3% en la Amazonia.

En la región Sierra, desde muchos años atrás el maíz duro, conocido como “morochillo” ha sido un cultivo importante en la provincia de Imbabura, ya que constituye una de las materias primas para elaborar balanceados para aves y porcinos. En la actualidad, el uso de híbridos de alto rendimiento podría desplazar a las variedades criollas o locales. Las zonas de mayor producción y adaptación para híbridos son: Intag, Lita, Imbaya, Ambuquí, Salinas y Urcuquí.

El valle de Urcuquí se encuentra ubicado en el cantón San Miguel de Urcuquí, en la provincia de Imbabura. Este valle presenta dos formaciones agroecológicas: a) El Bosque Seco Montano Bajo, que ocupa un 95% de la parroquia, con una precipitación anual de 0-500 mm, y una temperatura que oscila entre 14-22°C; y b) La Estepa Espinosa Montano Bajo; que ocupa un 5% del territorio y con pH del suelo en rangos de 7 a 9 (GAD, 2014).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la adaptación de 14 híbridos comerciales en una zona de régimen de humedad ústico, con pH medianamente alcalino a alcalino, con alta saturación de cationes básicos (potasio, calcio, magnesio y sodio) y presencia de carbonatos, factores ligados a la producción de maíz, (INIAP, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se implementó durante el ciclo agrícola 2015-2016, en la Hcda. San Carlos, Parroquia Urcuquí, Cantón Tumbabiro, Provincia de Imbabura, en suelos de textura franco arenosos, fertilidad media, pH de 8,43, con precipitaciones que fluctúan entre 600 a 800 mm anuales y temperaturas medias anuales de 17 a 20°C. Se evaluaron 14 híbridos comerciales (Tabla 1), para lo cual se estableció un ensayo con diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, en el que se registraron variables agronómicas y de rendimiento. Cada parcela experimental estuvo conformada de cuatro surcos de 5 m de largo.

Para el análisis estadístico se realizaron los análisis de variancia y se efectuaron pruebas de separación de medias utilizando la prueba de LSD. El análisis de los datos se realizó utilizando el programa INFOSTAT versión: 2015 libre. El análisis económico se realizó utilizando la metodología de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988). También se realizó un análisis financiero básico (Miranda, 2004), y se efectuó un ranking con los indicadores financieros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza indicó diferencias estadísticas significativas para las variables rendimiento, diámetro de mazorca, longitud de mazorca y peso de 1 000 granos. Las variables altura de planta y mazorca, así como aspecto de planta y de mazorca no presentaron significación estadística.

Tabla 1. Pruebas de separación de Medias (LSD) y Promedios de las variables Rendimiento, Diámetro de Mazorca, Longitud de Mazorca, Peso de 1000 granos, Altura de Mazorca, Altura de Planta, Aspecto de Planta y Aspecto de Mazorca. Hcda. San Carlos. Urcuquí. 2015.

Tratamientos Híbridos	Tipo de Híbrido	Rendimiento (t ha ⁻¹) ^{1/}	Diámetro de Mazorca (cm) ^{1/}	Longitud de Mazorca (cm) ^{1/}	Peso de 1000 granos (g) ^{1/}	Altura de Planta (m)	Altura de Mazorca (m)	Aspecto de Planta ^{2/}	Aspecto de Mazorca ^{3/}
HEZCA-315 ^{4/}	Simple	9,06 a	4,73 bcd	17,87 abc	330 bcde	1,57	0,73	1	1
DEKALB-7088	Simple	8,94 a	5,17 ab	16,40 cdef	310 cde	1,65	0,72	1	2
DEKALB 1596	Simple	8,64 ab	4,87 bc	17,61 abcd	350 abc	1,48	0,72	1	1
PIONEER-30F35	Simple	8,42 abc	5,47 a	17,64 abcd	380 a	1,77	0,82	1	1
INIAP H-824	Simple	8,33 abcd	4,67 cde	17,03 bcde	370 ab	1,45	0,58	1	1
INIAP H-553	Simple	8,19 abcd	4,27 ef	15,53 efg	300 de	1,58	0,78	1	2
AUSTRO-1	Simple	7,90 abcde	4,4 def	18,84 ab	350 abc	1,52	0,6	1	1
TRIUNFO	Simple	7,81 abcde	4,53 cde	15,8 defg	310 cde	1,45	0,7	1	1
DEKALB-399	Simple	7,60 abcde	4,87 bc	17,2 bcde	340 abcd	1,47	0,65	1	2
INIAP H-601	Simple	7,57 abcde	4,53 cde	18,13 abc	370 ab	1,70	0,78	1	2
HEZCA-317 ^{4/}	Triple	7,13 bcde	4,73 bcd	18,63 ab	350 abc	1,70	0,77	1	2
HEZCA-3056 ^{4/}	Simple (híbrido blanco)	6,92 cde	4,53 cde	18,47 ab	310 cde	1,48	0,65	2	2
TRUENO	Simple	6,74 de	4,33 def	14,27 g	290 e	1,50	0,62	2	2
INIAP H-551	Triple	6,25 e	4,07 f	14,87 fg	300 de	1,40	0,68	2	3
Coeficiente de variación (%)		12,65	5,59	6,34	7,78	10,62	18,19	18,19	28,8

1/Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

2/Escala CIMMYT (1985), donde 1 = óptimo y 5 = muy deficiente

3/Escala CIMMYT (1985), donde 1 = excelente y 5 = deficiente

4/Híbridos experimentales de la zona cafetera de Colombia

En la variable rendimiento (Tabla 1), en el primer rango se encuentran los híbridos simples HEZCA-315 y DEKALB-7088, con rendimientos promedios de 9,06 t ha⁻¹ y 8,94 t ha⁻¹, respectivamente. Estos rendimientos coinciden con los datos de las fichas técnicas que señalan rendimientos de 8 y 9 t ha⁻¹. En rangos intermedios se encuentran los otros híbridos comerciales y los desarrollados por el INIAP, con rendimientos que van de 7 a 8 t ha⁻¹; en el último rango está INIAP-551 con un rendimiento de 6,25 t ha⁻¹. Esto demuestra un buen potencial de todos los materiales para la zona en evaluación. Para las variables componentes de rendimiento (diámetro y longitud de mazorca y peso de 1 000 granos) la prueba de separación de medias muestra a PIONEER-30F35 como el mejor, con un diámetro de mazorca de 5,47 cm, largo de 17,64 cm y un peso de 1 000 granos de 380 g. Estos datos coinciden con los obtenidos por Sandal (2014), el mismo que determinó que el híbrido PIONEER-30F35 mostró el mayor diámetro de mazorca (4,81 cm), mayor longitud (19,9 cm) y mayor peso de 1 000 granos (426 g); por otro lado, ocupando el último rango se encuentra el híbrido TRUENO con un diámetro de

mazorca de 4,33 cm, longitud de 14,27 cm y peso de 1 000 granos de 290 g. Para las variables altura de planta y mazorca no hubo significancia estadística, por lo que únicamente se presentan los promedios aritméticos, observándose que la planta de mayor altura e inserción de mazorca le correspondió al híbrido PIONEER-30F35 (1,77 cm y 0,82 cm respectivamente); los híbridos TRUENO e INIAP H-551 fueron los que menor altura de planta (1,50 cm y 1,40 cm) e inserción de mazorca (0,62 cm y 0,68 cm). Para las variables aspecto de planta y de mazorca se presenta únicamente los promedios aritméticos, debido a que no hubo significación estadística, observándose en general que todos los híbridos presentaron buen aspecto de planta y de mazorca (1 y 2 en la escala CIMMYT respectivamente), lo que demuestra que hubo buena adaptación de los mismos a la zona y a las condiciones de suelo de pH alcalino.

En el análisis económico de presupuesto parcial se aplicó un ajuste de rendimiento del 10%. El precio de campo del maíz duro seco fue de 330,44 USD t⁻¹. Se consideró un Costo que No Varía de 1 006 USD ha⁻¹; y como único Costo que Varía fue precio de la semilla. Los tratamientos No Dominados fueron: INIAP H-553 y HEZCA-315Q, con un Costo Marginal de 35,0 USD ha⁻¹. Los Beneficios Netos fueron de 2 624,41 USD ha⁻¹ (HEZCA-315Q) y 2 400,67 USD ha⁻¹ (INIAP H-553), con un Beneficio Marginal de 223,73 USD ha⁻¹. Considerando una Tasa Mínima de Retorno del 100%, el mejor tratamiento fue el HEZCA-315Q con una Tasa de Retorno Marginal de 639,24%. En el análisis financiero todos los tratamientos fueron rentables, el híbrido HEZCA-315Q obtuvo la mayor tasa de rentabilidad de 150,41%, y la menor tasa fue de 78,55% para INIAP H-551. Con los indicadores financieros, en el ranking final el primer lugar fue para el híbrido HEZCA-315Q, en segundo lugar, INIAP H-553, y tercero INIAP H-824.

CONCLUSIONES

1. Los híbridos simples comerciales HEZCA-315 y DEKALB-7088, presentaron los mayores rendimientos promedios de 9,06 t ha⁻¹ y 8,94 t ha⁻¹.
2. En las variables diámetro de mazorca, longitud de mazorca y peso de 1 000 granos los mejores híbridos fueron PIONEER-30F35 y HEZCA-317.
3. En general todos los híbridos presentaron una buena respuesta a las variables evaluadas, así como una tolerancia al pH alcalino del suelo.
4. En el análisis económico, el mejor híbrido fue el HEZCA-315Q con una Tasa de Retorno Marginal de 639,24%. Este híbrido también fue el primero en rentabilidad y en el ranking con indicadores financieros.

BIBLIOGRAFÍA

- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México.
- GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Urucuquí). 2014. Disponible en: [Http://www.municipiourcuqui.gob.ec/munurcuqui/index.php/2014-08-15-16-40-26/parroquias/urcuqui](http://www.municipiourcuqui.gob.ec/munurcuqui/index.php/2014-08-15-16-40-26/parroquias/urcuqui)
- INIAP. 2016. Caracterización edafoclimática para el plan de manejo integral de La Granja Experimental INIAP-YACHAY. Memoria Técnica. Quito, Ecuador.
- Miranda, Juan. 2004. Gestión de proyectos: evaluación financiera, económica, social y ambiental. 4ta. ed. MM editores. Bogotá-Colombia.
- Sandal, M. 2014. Comportamiento agronómico de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) (Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario). Universidad Estatal de Quevedo. Pueblo Viejo.

Efecto de Diferentes Niveles de Micorriza más Humus en la Producción Primaria Forrajera de *Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C.E.Hubb. ex Moss (Pasto Miel)

Edgar J Chuquimarca^{1,2}, Luis Fiallos², Marcelo Moscoso².

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

² Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, Riobamba, Ecuador.

E-mail: edgar.chuquimarca@iniap.gob.ec

Palabras Clave: Calidad de suelo, producción de forraje, Tiempo de ocurrencia.

INTRODUCCIÓN

En la Amazonía ecuatoriana la actividad pecuaria ha tenido un gran auge debido a la constante introducción de bovinos procedentes de la zona costera de nuestro país, lo cual ha conllevado a incrementar la demanda forrajera de cada hato productivo en la RAE. Por lo que se indica que la tasa de crecimiento bovino entre 1974 y 1995 fue de alrededor del 8,5% anual, pasando de 187 200 a 506 000 cabezas de ganado que representan alrededor del 10% en el inventario bovino nacional (Grijalva, 2009). En la Amazonía las pasturas, constituyen la principal razón de cambio de uso de la tierra, desde el ecosistema original de bosque a superficie con intervención para actividades productivas, es así que el cultivo de pastizales es representado por 73% al 84% del aprovechamiento productivo del suelo conservándolo para contrarrestar algún tipo de erosión que mitigue la fertilidad y productividad de los mismos (Nieto y Caicedo, 2012). La investigación tuvo como objetivo ayudar a mejorar la productividad del forraje (*Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C.E.Hubb. ex Moss), al utilizar labores de cultivos que vayan acorde con el medio ambiente, ocasionando el menor impacto posible con la fertilización orgánica más una adición de micorrizas de producto comercial, que entre estos producirán una simbiosis adecuada y necesaria para obtener como producto final un forraje de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Granja municipal El Chaco, ubicada en el Kilómetro 3 vía Linares, Parroquia Linares. Con una temperatura de 12°C a 24°C, precipitación promedio anual de 2.446 mm. El experimento tuvo una duración de 180 días. Se evaluó el efecto de tres niveles de producto comercial de micorriza (4, 5, 6 kg⁻¹ha⁻¹), más una base estándar de humus (8 tn⁻¹ha⁻¹), frente a un testigo. La distribución de los tratamientos se basó en un experimento anidado en un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A.), con cuatro repeticiones cada uno, con un tamaño de unidad experimental de 30 m² y un total de 480 m².

La toma de datos se realizó en la etapa de prefloración con dos cortes consecutivos, y se midieron las variables agrobotánicas (TOP, AP, CB, CA, PFV, PMS), análisis de suelo y los procedimientos analíticos se realizaron en el Laboratorio de Alimentos de la Estación Experimental Central de la Amazonía, en donde se determinó la materia seca, fibra y proteína del pasto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se resume los datos referentes a las variables agrobotánicas: tiempo de ocurrencia a la prefloración (TOP), altura de la planta (AP), cobertura basal (%) (CB),

cobertura aérea (%) (CA), Producción de forraje en materia verde ($Tn^{-1}Ha^{-1}$) (PFV), producción de materia seca ($Tn^{-1}Ha^{-1}$) (PMS).

Tabla 1. Comportamiento agrobotánico de la *Setaria sphacelata*, bajo el efecto de diferentes niveles de micorriza más la adición de una base estándar de humus en el segundo corte.

Variables	Niveles Micorriza ($kg^{-1}ha^{-1}$)				Prob.
	T0	T1	T2	T3	
TOP	41,75 c	40,50 bc	39,50 Ab	38,50 A	<0,0001
AP	70,25 c	74,50 bc	75,58 Ab	80,00 A	0,0001
CB%	58,99 c	62,31 bc	66,46 Ab	70,59 A	<0,0001
CA%	71,76 b	76,12 ab	81,30 A	83,24 A	0,0020
PFV $Tn^{-1}Ha^{-1}$	13,11 b	18,81 a	19,67 A	20,35 A	<0,0001
PMS $Tn^{-1}Ha^{-1}$	1,64 b	2,33 a	2,49 A	2,58 A	<0,0001

De la información obtenida en la investigación evidenciamos un comportamiento favorable para el T3 con una diferencia estadística altamente significativa en todas las variables evaluadas a diferencia del tratamiento testigo T0. La PMS según (Cicardini, 1989), reporta al determinar el valor nutritivo y productivo del pasto miel en zonas tropicales húmedas, que su mejor producción de materia seca fue de $0,60\text{ tn}^{-1}ha^{-1}$ corte. En la presente investigación se obtuvo $2,58\text{ tn}^{-1}ha^{-1}$ corte.

En la Tabla 2 se resumen los resultados de los análisis inicial y final del suelo donde se puede evidenciar un ascenso significativo del NH_4 , P, K, así como también en la materia orgánica lo que indica que la acción de las micorrizas en simbiosis con el humus originó un suelo rico en materia orgánica, de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, para su desarrollo vegetativo. El pH tuvo un ligero cambio, pero según (Capistrán, 1999), indica que esta disminución en el pH se debió a que en la descomposición del humus se comenzó a secretar ácido úrico y compuestos fosfatados que en presencia de agua actúan como ácidos neutralizando en parte el pH alcalino del tratamiento, y por lo tanto descendió.

Tabla 2. Análisis inicial y final del suelo granja municipal El Chaco

ANÁLISIS	(ppm)		(meq/100mL)			(ppm)			M.O%	pH	
	NH_4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu			Fe
INICIAL	83	8,3	0,09	4,34	0,68	5,14	3,74	6,4	376	13,6	5,63
FINAL	113,9	46,37	0,58	3,54	0,72	55,7	3,84	4,56	320,3	17	5,50

Fuente: INIAP Estación Experimental Central de la Amazonia, EECA. (2015).

El análisis del valor nutricional del pasto miel, bajo la fertilización de micorrizas de origen comercial más una base estándar de humus se detalla en la (Tabla 3). En donde se toma mayor interés a los niveles de proteína y fibra que son elementos nutricionales importantes dentro de la alimentación en los rumiantes.

Tabla 3. Análisis bromatológico del pasto miel *Setaria sphacelata*.

Tratamiento	Cenizas (%)	E.E (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	E.L.N (%)
T0	13,03	2,48	11,15	33,43	39,92
T1	15,35	3	13,89	30,03	37,72
T2	18,01	2,96	14,52	30,66	33,85
T3	17,44	2,81	14,57	27,55	37,64

Fuente: INIAP Estación Experimental Central de la Amazonia, EECA. (2015).

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio cabe mencionar que los mejores niveles en cuanto a la proteína y fibra corresponden al T3 a diferencia del tratamiento testigo T0, lo cual según (Cicardini, 1989) señala que el agregado de fertilizantes al suelo modifica la composición química de los forrajes y es necesario conocer cuál es el más apropiado de acuerdo a las necesidades del suelo o planta. Con esta referencia podemos deducir que al realizar un manejo adecuado en los pastizales mejoramos el valor nutricional del forraje.

CONCLUSIONES

Se concluye que los niveles de micorriza comercial del tratamiento 3 ($6 \text{ kg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) más la adición de una base estándar de humus ($8 \text{ tn}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) reflejaron resultados positivos en la producción de la *Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C.E.Hubb. ex Moss en los parámetros como CB, CA, AP, PFV, PMS, con lo cual se logra una mayor producción de forraje. Por su contenido de proteína 14,57% y estrecha relación con la fibra 27,55% se recomienda fertilizar la pastura con el tratamiento 3.

BIBLIOGRAFÍA

- Grijalva, J. (2009). “La agroforestería y desarrollo de la ganadería en la amazonia ecuatoriana: Problemas, impactos y oportunidades” Reunión conjunta de Redes Producción animal y Sistemas AF&P., Sierra - Bolivia programa nacional de forestería, pp 68-72.
- Nieto, C. y Caicedo, C. (2012). Análisis reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonia Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación MisceláneaN°405. Joya de los Sachas, Ecuador, pp102.
- Cicardini, E. (1989). Curvas de producción y calidad del forraje de ocho ecotipos de Pasto Miel (*Paspalum dilatatum Poir*) Revista Argentina de Producción Animal. pp 411-421.
- Capistrán, F. (1999). Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombriz compostaje. 3a ed. Xalapa, México. Edit. Instituto de Ecología. pp 151 – 162.

Respuesta de un Genotipo Local de Maíz (*Zea mays* L.), de la Amazonia Ecuatoriana a Diferentes Densidades de Población.

Walter V Darquea¹, Reinaldo D Alemán², Javier Dominguez²

¹Estación Experimental Central de la Amazonia (INIAP)

²Universidad Estatal Amazónica (UEA)

E-mail: viniciodarquea@gmail.com

Palabras clave: *Zea mays*, densidad de siembra, Amazonia.

INTRODUCCIÓN

Por varios años el maíz (*Zea mays* L.) ocupa una posición destacada en la agricultura de América Latina, al destinarse gran parte de su producción para el consumo humano y animal ya que en los últimos años se ha potenciado su uso como biocombustible, lo que ha conllevado al encarecimiento del producto a nivel mundial, siendo hoy en día uno de los cereales más cultivados en todo el mundo como lo mencionan Hernández y Soto (2012), es una de las especies vegetales con el índice productivo más alto considerando tanto su producción global que se estimó en 794,05 millones de toneladas en el año 2009/10, siendo el rendimiento agrícola más de 5,04 t ha⁻¹ como lo cita Bastías et al. (2011).

Por ello hay que mencionar que en la actualidad la producción maicera en la región amazónica está teniendo un gran interés por parte de los agricultores ya que ponen sus expectativas en obtener recursos de este cultivo a pesar de no contar con la experiencia y la debida capacitación técnica.

Es importante recalcar que no existe un sistema específico de producción de maíz en la región, lo que hace que algunos productores lo siembren “al voleo” y con ello sin distancias establecidas ni prefijadas entre plantas y entre surcos, situación similar sucede en la aplicación de fertilizantes.

La demanda actual de maíz ha hecho que el precio suba considerablemente; por lo que se convierte en una buena alternativa para cultivar, y más aún para que esta actividad sea más rentable se hace necesario considerar un buen manejo en fertilización y densidad, lo cual es parte de la investigación.

La información generada por la presente investigación ofrecerá a los agricultores alternativas de mejorar sus rendimientos mediante la utilización de variedades nativas, ya que sus objetivos son evaluar los indicadores morfológicos y fisiológicos de un genotipo local de maíz de la Amazonia Ecuatoriana, y la determinación de los componentes del rendimiento bajo diferentes densidades de población y fertilización foliar aplicando técnicas de siembra, densidad y niveles de fertilización, ya que solo en algunos casos alrededor de los 15 días de que germinen le aplican un poco de Urea al área o también al Voleo, pero que de igual forma no manejan distancias adecuadas ni uniformes en las que en ocasiones le aplican fertilizante químico sin conocer sobre dosis y normas, haciendo que los rendimientos y las producciones sean muy bajas.

La presente investigación contribuirá a la seguridad alimentaria de las poblaciones amazónicas indirectamente, ya que los agricultores de estas zonas cuentan con diversas especies de animales domésticos como pollos, cerdos y ganado bovino los cuales podrán mejorar sus rendimientos con el grano de maíz o los restos de la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), ubicado en el cantón Arosemena Tola de la provincia de Napo, en el kilómetro 44 vía Puyo-Tena y tiene una extensión de 2 848,20 hectáreas. Se utilizó un diseño experimental en bloque al azar con tres réplicas, según un arreglo factorial 3 x 2 para comparar tres distancias de siembra que fueron los tratamientos: uno (1) 0,80 x 0,20 metros (62 500 plantas ha⁻¹), dos (2) 0,80 x 0,30 metros (41 666 p ha⁻¹), tres (3) 0,80 x 0,40 metros (31 250 p ha⁻¹). Se utilizaron parcelas de 5 m de largo por 5 m de ancho, donde se ubicaron seis surcos a 0,80 metros y se evaluaron las plantas de los surcos centrales.

Componentes del rendimiento

La metodología de evaluación y descripción utilizada fue la recomendada por el CIAT (Muñoz *et al.*, 1993) como son: Número de hileras de granos por mazorca, peso total de los granos por mazorca (g) con 12% de humedad, peso total de la mazorca despajada (g), longitud total de la mazorca despajada (cm), longitud de la parte de la mazorca con granos (cm), número granos por hileras, diámetro de la mazorca despajada (cm), diámetro del raquis (tusa) de la mazorca (cm), rendimiento agrícola que se expresó en kg ha⁻¹, rendimiento en grano (t ha⁻¹), que se calculó a partir de la producción obtenida por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de mazorcas por planta resulta mayor en la mayor distancia de siembra (0,80 x 0,40 m) diferenciándose estadísticamente del tratamiento con menor distancia (0,80 x 0,20 m), lo cual resulta normal dada la mayor disponibilidad que tienen las plantas con mayor área vital de desarrollar sus órganos reproductores, lo cual concuerda con lo expuesto por Izquierdo (2012).

El número de hileras por mazorca resulta igual para todos los tratamientos con un valor de 16, siendo ésta una característica muy dependiente de la composición genética de la variedad, lo cual se asemeja a lo expuesto por Gil (2007) en cada uno de los tratamientos.

El número de granos por hilera resulta mayor en el tratamiento número 3 correspondiente a 0,80 x 0,40 metros, pero los valores obtenidos resultan inferiores a los que menciona Gil (2007) y tienen diferencia estadística para el número 1 de 0,80 x 0,20 metros. Este comportamiento resulta normal dado el mayor tamaño de la mazorca en longitud y el largo de mazorca con granos formados.

El peso total de la mazorca es mayor en el tratamiento 3, similar a lo expuesto por Gil (2007) con diferencia estadística para el tratamiento 1, de igual forma el diámetro de la mazorca y del raquis resulta numéricamente superior en la menor densidad, aunque sin diferencias estadísticas con los demás tratamientos.

En el total de mazorcas por tratamiento se evidenció diferencia estadística para el tratamiento de 0,20 con relación a los demás, alcanzando prácticamente el doble de mazorcas. Esto es lógico si se considera que a 0,20 m entre plantas se obtiene casi el doble de plantas por unidad de área.

En relación con el rendimiento agrícola el tratamiento 1 de 0,80 x 0,20 metros y densidades de 62 500 p ha⁻¹ logra alcanzar 5 408 kg ha⁻¹ de granos con 12% de humedad, superior a los rendimientos que se obtienen en las otras dos densidades, aunque sin diferencia estadística. Estos rendimientos están en el orden de los obtenidos por Gonzales et al., (2012) y se asemeja a lo registrado por Gil (2007). Este resultado demuestra que a pesar de que se produzcan diferencias en los indicadores morfo fisiológicos, las plantas de maíz ajustan sus componentes del rendimiento de forma tal que aún con mazorcas más pequeñas logran muy buenos rendimientos de granos por hectárea, lo cual las convierte en el esquema de siembra del cultivo en todo el mundo.

CONCLUSIONES

La distancia de siembra resultó determinante en el rendimiento de granos ya que se obtuvo mejores resultados en el orden de 1 000 kilogramos más por hectárea en la mayor densidad de población (62 500 p ha⁻¹), a pesar de tener mazorcas de menor tamaño.

BIBLIOGRAFÍA

- Bastías, Elizabeth, Díaz M., Mayerling, Pacheco C., Patricia, Bustos P, Richard, & Hurtado C, Elvis. (2011). Caracterización del maíz "Lluteño" (*Zea mays* L. tipo amylacea) proveniente del norte de Chile, tolerante a NaCl y exceso de boro, como una alternativa para la producción de bioenergía. *Idesia* (Arica), 29(3), 7-16.
- González Camarillo, Marino, Gómez Montiel, Noel Orlando, Muñoz Espíritu, Jesús, Valencia Espinosa, Félix, Gutiérrez Guillermo, Dámaso, & Figueroa López, Hugo Orlando. (2012). Rendimiento del maíz de riego tratado con zeolita más fertilizantes en el estado de Guerrero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1129-1144.
- Gil, V. 2007. Caracterización y selección participativa de germoplasma de maíz (*Zea mays* L.). Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible. Universidad Central de las Villas, Cuba pp. 43.
- Hernández Córdova, Naivy, & Soto Carreño, Francisco. (2012). Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivados en condiciones tropicales. Parte I. Cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 33(2), 44-49.
- Izquierdo R., (2012). Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays*), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Cayambe Ecuador. pp. 71, 77, 78, 82

Efecto de Poblaciones del Nemátodo *Helicotylenchus multicinctus* sobre Cantidad de Raíces en Banano

Alex G Delgado¹; Daniel F Navia¹; Carmen G Triviño¹ y Christopher W Suárez¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

E-mail: alex.delgado7521@yahoo.com.

Palabras claves: Daño radical, Nemátodo espiral, Pudrición.

INTRODUCCIÓN

El banano se cultiva en Ecuador en para su exportación en pequeñas, mediana y grandes fincas, este cultivo en la actualidad, ha registrado una considerable reducción en la productividad relacionados con los nemátodos, que son la principal causas del deterioro radical, lo que conlleva a la reducción en peso del racimo y como consecuencia, el volcamiento de plantas entre el 10 y 25% y por ende la reducción de la producción entre 10 y 30%, cajas/ha/año (Dubois & Coyne, 2013).

El nemátodo de mayor importancia es *Radopholus similis*, cuyo resultado más visible es la caída de plantas, principalmente por el deterioro de las raíces particularmente con vientos fuertes o cuando un racimo es pesado. Sin embargo, en la actualidad, las poblaciones de *Helicotylenchus multicinctus* (300 – 480 000 especímenes/100 g), se han incrementado comparadas con los años anteriores, en algunos casos superiores a las de *R. similis* (200 – 40 000 especímenes/100 g); mientras que, *Meloidogyne incognita* se mantiene con poblaciones bajas (Escobar, 2004). Esta investigación se la realizó con el objetivo de determinar el efecto de tres rangos poblacionales sobre la sanidad radicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se la realizó en el invernadero de la Sección Nematología de la Estación Experimental del Litoral Sur (EELS) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se encuentra ubicada parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, Provincia del Guayas y, situada entre las coordenadas geográficas 2° 15' 27" de Latitud Sur y 79° 38' 40" Longitud Occidental y a 10 m.s.n.m.. Para la investigación, un total de 95 fundas plásticas de 40 litros de capacidad se llenaron con suelo solarizado, en las cuales se trasplantaron plántulas meristemáticas cv “Williams” de aproximadamente 15 cm de altura; posteriormente al mes, a cada planta se le inocularon los niveles de *H. multicinctus* correspondientes según el tratamiento (0, 1 000 – 3 000, 3 500 – 7 000 y 8 000 – 12 000 especímenes de *H. multicinctus*). A una distancia de 3 cm del cuello de la planta se realizó un hoyo en forma de media luna de 1 cm de profundidad donde se aplicó la solución agua-nemátodos, en un volumen de 10 mL por planta, inmediatamente se cubrieron las raíces con el suelo retirado (Torres & Triviño, 2012).

El riego se efectuó de acuerdo con el requerimiento de las plantas y evitando la percolación de los nemátodos a través de los orificios de la funda. Se utilizaron 19 tratamientos agrupados en cuatro grupos distribuidos en un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y, se compararon con la prueba del Rango Múltiple de Duncan al 0,05% de significancia. A los 90 días después de la inoculación de los nemátodos se evaluó el peso de raíces totales, sanas, dañadas por nemátodos y podridas (Chávez – Velazco et al., 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación del peso de raíces totales, se obtuvo significancia estadística ($p=0,01$) entre el testigo y los rangos poblacionales del nemátodo estudiado. Las inoculaciones de 8 000 – 12 000 *H. multicinctus* por planta, registraron el mayor peso de 433,67 g, fue estadísticamente igual ($p=0,06$) a los niveles de 3 500 – 7 000 individuos con una media de 394,3 g y a su vez se diferenció ($p=0,01$) del testigo que registró 322,3 g y de las poblaciones de 1 000 – 3 000 especímenes, que presentó el menor promedio (310 g).

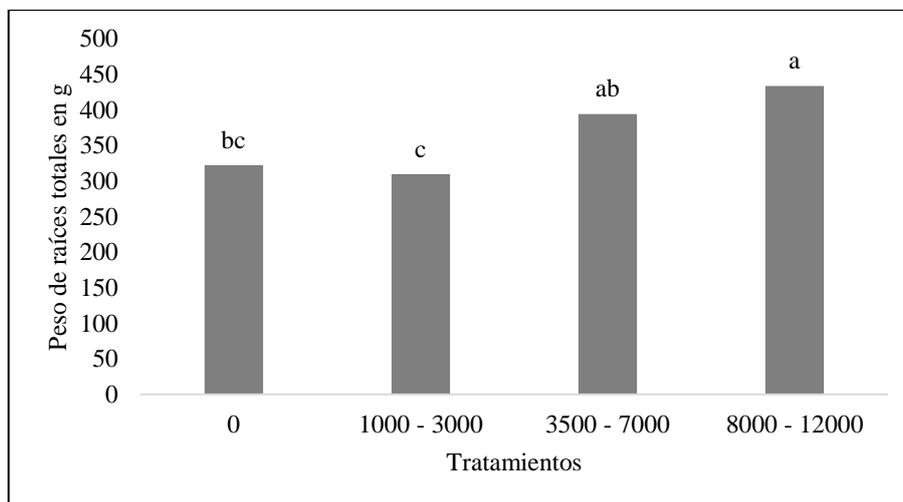


Figura 1. Pesos promedio de raíces totales por planta de banano en invernadero. EELS.

No hubo diferencia estadística en la variable de cantidad de raíces sanas. En la Figura 2, se muestra el peso de raíces dañadas por nemátodos, según los rangos de *H. multicinctus* inoculados. El cual presentó diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,01$). Las poblacionales de 8 000 – 12 000 especímenes por planta expresaron el mayor peso de raíces dañadas (138 g) y fue estadísticamente igual a los niveles de 3 500 – 7 000 *H. multicinctus*, que presentaron una media del 105,3 g, estos a su vez fueron diferentes a las inoculaciones de 1 000 – 3 000 individuos con una media 60,3 g y del testigo que mostró el menor promedio del daño de nemátodos (0).

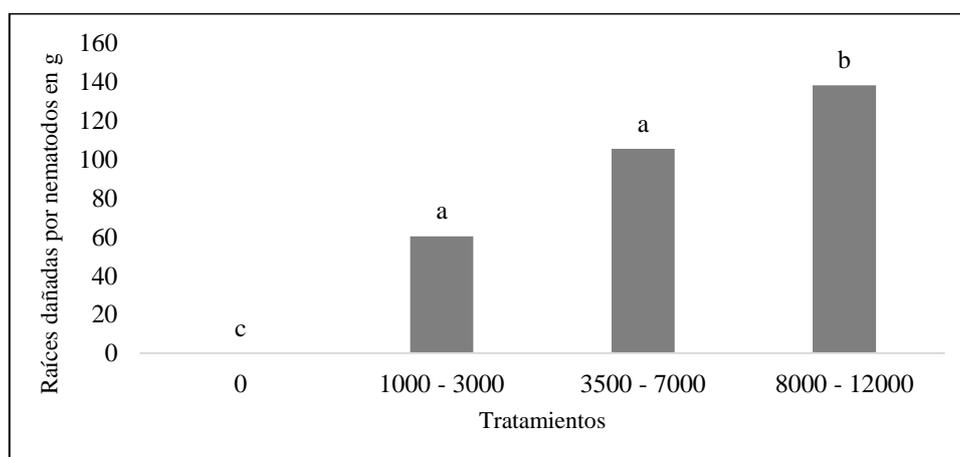


Figura 3. Pesos promedio de raíces dañadas por nemátodos por planta de banano en invernadero. EELS.

En este ensayo, realizado en el invernadero con poblacionales de 1 000 – 3 000 especímenes, expresaron un efecto inhibitorio en el desarrollo del cultivo, lo cual

concuenda con lo expuesto Wallace (1971); Draye (2003), quienes reportaron la reducción en el peso de raíces al comparar plantas inoculadas y sin inocular con *H. multincinctus*; y con Araya (2004), que obtuvo una reducción en el peso de raíces en plantas inoculadas con 515 *H. multincinctus*.

Las inoculaciones de 8 000 – 12 000 nemátodos, en banano se produjo un estímulo en el crecimiento de las plantas inoculadas con este rango poblacional de *H. multincinctus*, lo que concuerda con los trabajos realizados por Wallace (1971) y mencionan la posibilidad de que los nemátodos puedan tener efectos de inhibición y estimulación mutuamente independientes en las plantas según su número. También indican que cuando el proceso estimulador es mayor que el inhibitorio, la planta muestra un mayor crecimiento en comparación con plantas sanas (sin nemátodos).

CONCLUSIONES

Banano es un cultivo sensible al ataque de nemátodos; siendo evidente que las inoculaciones de 1 000 – 3 000 especímenes causaron más daño que poblaciones de 8 000 – 12 000 especímenes en las plantas de banano.

BIBLIOGRAFÍA

- Araya, M. (2004). La biodegradación acelerada de nemátocidas no-fumigante en plantaciones comerciales. XVI Reunión Internacional Acobat. Publicación Especial. 113 p.
- Chávez-Velazco, C., Francisco Solórzano-Figueroa, Mario Araya-Vargas. (2009). Relación entre nemátodos y la productividad del banano (*Musa AAA*) en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana* 20(2):351-360.
- Draye X. (2003). Distribution of banana roots in time and space. International Symposium of banana root system: towards a better understanding for its produce management San José, Costa Rica. *Corbana* 3(5):20 p.
- Dubois, T., & Coyne, D. (2013). Potential biological control of lesion nematodes on banana using Kenyan strains of endophytic *Fusarium oxysporum*. *Nematropica*. 15: 101–107pp.
- Munhoz, A. (2006) identificação e manejo de nematóides da bananeira no leste do estado do Paraná sp.
- Torres, G. y Triviño, C. 2012. Universidad técnica de babahoyo (en línea). s.l., Universidad Técnica De Babahoyo. 66 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/963/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000169.pdf>.
- Triviño, C. y Escobar, J. (2004). Impacto de la reducción del uso de nemátocidas en la producción actual de banano en Ecuador. *Nematropica* 34(2):117 p.
- Wallace, HR. 1971. The influence of the density of nematode populations on plants. *Nematológica* 17: 154 – 166 pp.

Eficacia de Piretrina y Spinosad sobre *Chaetanaphothrips signipennis* (Bagnal) en Banano

Alex G Delgado¹; Daniel F Navia²; Tatiana G Vera²; William F Viera², Trevor Jackson³

¹Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador.

³AgResearch, New Zealand.

E-mail: alex.delgado7521@yahoo.com

Palabras claves: Mancha roja, trips, rechazo de fruta.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es el mayor exportador de banano a nivel mundial con un promedio anual que supera los 6 millones de toneladas métricas comercializadas a varios mercados del mundo. El banano se cultiva principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, El Oro, Manabí y Esmeraldas con un aproximado de 162 039 hectáreas, distribuidas con el 12% para banano orgánico y el 88% al convencional (PRO Ecuador. 2016).

Actualmente uno de los principales problemas que afectan la calidad de la fruta en la producción de banano es el daño causado por el trips de la mancha roja *Chaetanaphothrips signipennis* (Arias et al., 2013; Narrea, Malpartida & Castro, 2013; Sulipú, 2013; Vera, 2013; Delgado et al., 2017).

Los daños que causa *C. signipennis* se localiza entre los dedos del racimo, en donde los adultos depositan sus huevos y las ninfas al emerger se alimentan raspando la epidermis de los frutos tornándose de color rojiza debido a que el látex se oxida, reduciendo la calidad de la fruta provocando pérdidas entre el 35 y 60% de las cosechas, detrimentos similares al que causa *Colaspis submetalica* (INIAP, 1974) y *Frankliniella párvula* afectando económicamente a los productores bananeros, si no se toman medidas para su manejo (Arias & Jinés, 2000; Arias, Vera & Corozo, 2013). Las poblaciones *C. signipennis* que causa la mancha roja se han incrementado. Estos daños inicialmente se reportaban durante la estación seca en los meses de agosto a septiembre, pero actualmente se presentan durante todo el año. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficacia de piretrina y spinosad para el control de *C. signipennis* en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se la realizó en una bananera comercial localizada en la parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas situada entre las coordenadas geográficas, 2° 15' 27" de Latitud Sur y 79° 38' 40" Longitud Occidental, con una altitud de 10 m.s.n.m., se seleccionó un lote con presencia del trips que causa la mancha roja, en el cual se probaron los tratamientos: Fundas simples (sin tratar), spinosad (i.a. 120 g L⁻¹) con dosis de 1 mL L⁻¹ agua; piretrina (i.a 5%) 2 mL L⁻¹ agua; piretrina + spinosad (1 mL L⁻¹ + 1 mL L⁻¹), más un testigo absoluto. Estos fueron distribuidos en un Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis repeticiones. Para las comparaciones múltiples de medias se empleó la prueba de Tukey al 5% de significancia y analizados en el paquete estadísticos SAS 9.0. Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en tres etapas del racimo: 1^{era} en la bellota cerrada, antes del enfunde; 2^{da} al cuarto día instante después de la limpieza de brácteas; y 3^{era} fue al octavo día, antes de la colocación de los protectores de las manos en el racimo. Para las aplicaciones de los

productos antes mencionados se utilizaron atomizadores (uno por cada tratamiento) plásticos con capacidad de 500 mL En la etapa de cosecha se tomaron datos de la pérdida de fruta por mancha roja.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El testigo absoluto presentó en promedio 47 dedos con mancha roja por racimo, provocados por *C. signipennis*, representando el 32% de pérdidas de la fruta, mientras que en los racimos con fundas simples se detectaron 39 dedos descartados por daños de trips por racimo, que representa el 25% en la producción.

En el tratamiento piretrina se contaron 7 dedos con mancha roja por racimo, el cual significa un 5% de pérdida de la fruta por racimo, en las aplicaciones de spinosad se perdieron 4 dedos y esto representó el 2% de daño de *C. signipennis*. Sin embargo, el uso de la piretrina y spinosad combinados tuvo el 1 pérdidas (Figura 1).

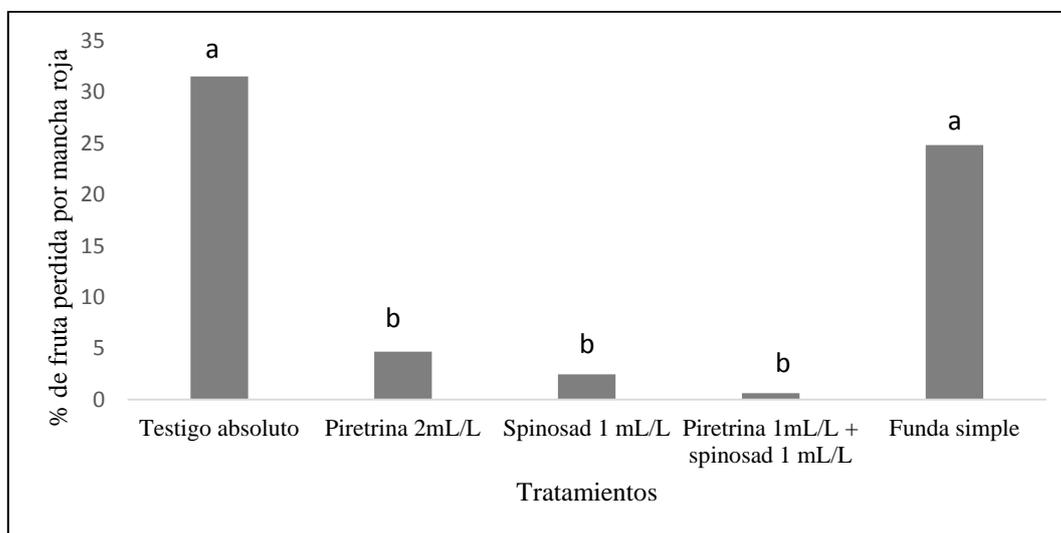


Figura 1. Porcentajes de fruta descartada por daños de *C. signipennis* en condiciones de campo.

El uso de piretrina y spinosad solos o combinados y aplicados en las épocas apropiadas (bellota cerrada, limpieza de brácteas y colocación de protectores) tienen efectos positivos en el manejo del trips de la macha roja llegando a controlar entre el 95 y 99% de esta plaga, concordando con Delgado et al., (2017), quienes encontraron que al aplicar estos productos en las etapas apropiadas tienen resultados del 96% de efectividad manejo del *C. signipennis*.

CONCLUSIONES

El uso de los productos a base de piretrina y spinosad tuvieron una efectividad entre 95 al 99% en el control de la plaga.

La combinación de la piretrina y spinosad es una buena opción eficiente para el control de la plaga.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M. y Jines, A. 2000. Evaluación de fipronil impregnado en fundas plásticas y corbatas de alta y baja densidad para el control de los trips de la flor de banano. ACORBAT. XIV Reunión. Puerto Rico. p 85.
- Arias De López, M., Vera Córdova, T. y Corozo A, R.E. 2013. Taxonomía, biología y comportamiento del trips de la mancha roja en banano. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), MAGAP. Plegable 414.
- Delgado, A.; Hall, R.; Navia, D.; Viera, W.; Báez, F.; Arias, M.; Jackson, T. 2017. Evaluation of pyrethrum, extract of *Saccharopolyspora spinosa*, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for the control of *Chaetanaphothrips signipennis*, a pest of banana. Society for invertebrate pathology.
- INIAP. 1974. Empleo de fundas plásticas en la protección de los racimos de banano contra el daño del insecto *Colaspis submetalica* (Coleoptera: Chrysomelidae). En Informe Técnico de Banano. pp. 12-14.
- Narrea C, M. Malpartida, J y Castro, P. 2013. Identificación morfológica del trips de la mancha roja *Chaetanaphotrips signipennis*. Universidad Agraria La Molina. Encuentro Internacional sobre trips de la mancha roja. Sullana, Perú.
- PRO-ECUADOR. 2018. Banano y Plátano. Consultada en línea el 22/1/2018: <https://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/banano/>.
- Silipú, M. J. 2013. Identificación taxonómica y dinámica poblacional el trips de la mancha roja en el cultivo de banano orgánico en el Valle del Chira. Universidad Nacional de Piura. Encuentro Internacional sobre trips de la mancha roja. Sullana, Perú.
- Vera, T. 2013. Identificación, biología, comportamiento y hospederos del trips de la mancha en banano (*Musa AAA*). Tesis de Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil- ECU. 63 pp.

Manejo de las Mejores Prácticas Agrícolas en la Nutrición Balanceada de Calcio, Magnesio y Potasio en el Cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Julio C Macas¹

¹Universidad de las Fuerzas Armadas - Santo Domingo, Santo Domingo – Ecuador

E-mail: macasramirez@hotmail.com

Palabras clave: Mejores prácticas agrícolas, Palma africana, Nutrición balanceada.

INTRODUCCIÓN

A pesar del crecimiento del cultivo, su rendimiento en el Bloque Occidental (Santo Domingo, La Concordia, Quinindé y Quevedo) sigue siendo bajo con 12-14 toneladas de fruta fresca anuales, debido a condiciones climáticas adversas, déficit hídrico, bajas temperaturas, déficit de horas luz, y malas prácticas de manejo agronómico, (Burgos, 2011).

Fairhurst (2009), recalca que el Ecuador posee algunas limitantes especialmente de suelos cuyo origen es volcánico y periodos de baja pluviosidad, de alrededor de seis meses, por lo que sería difícil ir más allá de 25 t ha⁻¹ promedio para todas las edades del cultivo, sin embargo, llevando a cabo prácticas en el control de malezas, coberturas entre plantas, el manejo de la fertilización, de las podas; existe un gran espacio para aumentar los rendimientos en el país.

Según León (1998), la mayoría de reacciones de los cationes Ca, Mg y K en los suelo depende de las proporciones en que estos iones intercambiables se encuentren en el complejo de cambio. Por esta razón, es indispensable mantener una proporción adecuada entre cationes para asegurar una buena nutrición de las plantas. Idealmente, la relación Ca:Mg:K en el suelo debe ser 2:1:0,3 (60% Ca-30% Mg-10% K). Se ha observado que existe flexibilidad en la relación catiónica, pero mientras más amplia es ésta (desbalance), se puede generar síntomas de deficiencias afectando el rendimiento del cultivo, porque el exceso de un catión inhibe la absorción de otro (Plaster, 1997, citado por Bernal, 2015).

El manejo de las mejores prácticas agrícolas de la palma ha mejorado sustancialmente en los últimos años, demostrando que son herramientas indispensables para lograr altos rendimientos y que al mismo tiempo son rentables y sustentables (Bernal, 2010). Como objetivo principal de la investigación se planteó evaluar el efecto del uso de Mejores Prácticas Agrícolas en la nutrición balanceada de cationes en la Palma Africana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se lo realizó en la hacienda Tarragona, ubicada en el Km 29 de la vía Santo Domingo - La Concordia (0°05'02.7"S 79°19'34.4"W) sus condiciones agroclimáticas son temperatura, 24,2 °C, precipitación, 3071 mm, heliofanía 626 horas sol/año, humedad relativa 86%. Esta investigación es el segundo año de continuación direccionada por el CIPAL (Centro de Investigaciones de palma africana). El factor en estudio es eficiencia del manejo de las mejores prácticas agrícolas en el cultivo de palma africana. Para el estudio se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones, y cinco tratamientos que son: T1 testigo. T2 podas regulares (PR). T3 (PR) + cosechas en rondas semanales (CRS). T4 (PR) + (CRS) +

fertilización balanceado (FB). T5 (PR) + (CRS) + (FB) + coronas con glifosato (CG), se realizaron comparaciones ortogonales entre los tratamientos. Se evaluó la fertilidad del suelo haciendo referencia al balance de cationes 60-30-10 de calcio, magnesio; utilizando una dosis única de fertilizante (Tabla 1).

Tabla 1. Fuentes y dosis de nutrientes aplicados a los tratamientos en estudio.

FUENTES	T1	T2	T3	T4	T5
	sacos/ha/año	sacos/ha/año	sacos/ha/año	sacos/ha/año	sacos/ha/año
DAP	1,75	1,75	1,75	1,59	2,03
Nitrato de amonio	8,61	8,61	8,61	5,76	8,45
Muriato de potasio	1,57	1,57	1,57	2,12	2,49
Sulfato de magnesio	4,36	4,36	4,36	5,90	5,43

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al balance catiónico del suelo, los resultados obtenidos en este segundo año de evaluación difieren de los obtenidos en el primer año. (Nevárez, 2011), concluye que en los análisis químicos de suelos reflejaron pobreza en la fertilidad del mismo y en estado nutricional de las plantas, al contrario del segundo año, donde la fertilidad del suelo es alta.

En la Tabla 2 se presenta el balance de cationes inicial los cuales estarán sujetos a evaluación. Al final del segundo año de evaluación El T4 (PR + CRS + FB) presentó la mejor relación y balance catiónico con 63,95% de Ca, 25% de Mg y 11,05% de K a diferencia del T5, quien involucra todas las tecnologías, Tabla 3.

Tabla 2. Balance catiónico inicial de Ca, 60%; Mg, 30% y K, 10%

Tratamiento	Cationes de intercambio			Balance catiónico			Total
	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	K meq/100ml	Ca%	Mg%	K%	
T4 = (PR) + (CRS) + (FB)	2,78	0,94	0,19	71,25	24,01	4,75	3,90
T5 = (PR) + (CRS) + (FB) + (CG)	2,10	0,64	0,22	71,07	21,57	7,36	2,96

Tabla 3. Balance catiónico final de Ca, 60%; Mg, 30% y K, 10%

Tratamiento	Cationes de intercambio			Balance catiónico			Total
	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	K meq/100ml	Ca%	Mg%	K%	
T4 = (PR) + (CRS) + (FB)	1,65	0,65	0,29	63,95	25,00	11,05	2,58
T5 = (PR) + (CRS) + (FB) + (CG)	2,05	0,61	0,26	70,27	20,91	8,83	2,92

Fairhurst (2009), afirma que, en cuanto al balance catiónico se refiere, existen antecedentes bien establecidos que han demostrado que la fertilización no balanceada de Ca, Mg, K, es un agente abiótico causal del amarillamiento y secamiento de la palma, disminuye el área foliar con capacidad fotosintética, por lo que una óptima fertilización trasciende a través del tiempo y para la palma es importante para mantener alta producción de fruta y a la vez un buen estado fitosanitario.

Según (Bernal, 2015), en cuanto al nivel de Amarillamiento secamiento de las palmas, fue notoria la reducción del problema en la relación catiónica (60%Ca-30%Mg-10%K),

versus las otras relaciones. Las plantas correspondientes a la relación 60-30-10, prácticamente no presentaron la clorosis típica de las hojas bajas.

CONCLUSIONES

Tras la finalización de dos años de evaluación el T4 presentó mejor balance catiónico acercándose al recomendado 60-30-10. Es imprescindible manejar las relaciones catiónicas de manera conjunta, ya que la fertilización de un solo elemento generaría un desequilibrio entre las mismas, dando como resultado un desbalance inminente y posibles trastornos nutricionales en la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, G. (17-19 de Noviembre de 2010). Las buenas prácticas agrícolas desde la perspectiva de la microbiología del suelos. (G. Bernal, Intérprete) Universidad tecnológica equinoccial, Santo Domingo de los Tsachilas, Santo Domingo, Ecuador.
- Bernal G, et al, 2015. *Desbalance Cationico De Ca,Mg,K, En Palma Aceitera En Ecuador; Obtenido en linea de* <<https://www.researchgate.net/publication/304014273>>
- Fairhurst, T. (2009). El principal fertilizante es la bota del productor. Palma, 7-8.
- León, A. 1998. Capacidad de Intercambio Catiónico y Química de las Bases del Suelo, en: Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el Cultivo de Palma de Aceite. Principales características del suelo. CENIPALMA, Bogotá, Colombia. p. 34-45
- Nevárez, J. (2011). Evaluación del manejo de las practicas agricolas en el rendimiento y rentabilidad de la palma africana primer año de ejecución. La Concordia, 2008 -2009. La Concordia, Santo Domingo: TESIS, impresión.

Eficacia de Aislamientos de *Metarhizium* spp. sobre el Salivazo *Zulia pubescens* (Hemiptera: Cercopidae) bajo Condiciones Controladas

Jimmy T Pico¹; Luis Moncayo²; Carlos E Caicedo¹; Carlos D Congo¹, Francisco J Velástegui¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: jimmy.pico@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Aeneolamia*, *Brachiaria decumbens*, gramíneas,

INTRODUCCIÓN

La especie *Brachiaria decumbens* Stapf cv Basilisk es uno de los pastos más susceptibles al complejo salivazo (Homoptera: Cercopidae) (Castro et al., 2005). Los salivazos se caracterizan por la formación de una masa espumosa que protege la fase ninfal (Peck, 2001); estas ninfas succionan la savia del xilema de las raíces superficiales, causando el marchitamiento de la planta (Obando et al., 2013). Los adultos, además de succionar la savia del xilema excreta una sustancia tóxica que causa una quemazón en el follaje de las plantas, reduciendo así su actividad fotosintética. El complejo salivazo se encuentra distribuido desde el suroriente de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, así como desde el nivel del mar hasta los 3 000 m s n m (Peck, 2001). En regiones húmedas es posible encontrar al salivazo durante todo el año, mientras que, en regiones secas, el periodo de infestación tiene la misma duración que la época de lluvias. Bajo las condiciones de alta humedad de la Amazonía ecuatoriana, este insecto constituye una plaga importante en la región. Una alternativa de control biológico la constituye el uso de hongos entomopatógenos. Diferentes aislados de *Metarhizium anisopliae* han sido utilizados con éxito en el control del salivazo causando mortalidad entre 80 y 88% (Tiago et al., 2011; Pereira et al., 2008). La Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, emprendió un proceso de investigación para generar alternativas limpias para el manejo de salivazo (*Z. pubescens* en pastizales. El objetivo del estudio fue evaluar aislados nativos de *Metarhizium* spp. en condiciones de laboratorio e invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonía, ubicada en la provincia de Orellana, Ecuador. La zona corresponde a un trópico húmedo tropical con una altura de 270 m.s.n.m., precipitación de 3575 mm anual, temperatura promedio de 28 °C y humedad relativa de 94%. Para el aislamiento de *Metarhizium* spp., se colectó muestras de suelo de pastizales de varias localidades (General Farfán: GP, Sevilla: SC, Joya de los Sachas: JC, Baeza: BG1), se emplearon diluciones de suelo con metodología de Gaddeyya et al. (2012). Se empleó el medio selectivo de Vestergaard y Eilenberg (2000) modificado. En el laboratorio bajo condiciones de temperatura de 25,8°C y humedad relativa 50% se realizaron cinco bioensayos, en los cuales se evaluaron 31 aislados de *Metarhizium* spp. hojas y tallos de pasto *B. decumbens* fueron desinfectados y colocadas en platos Petri que contenían papel absorbente estériles y humedecido. Luego los adultos de *Z. pubescens*, dentro de la cámara de flujo laminar fueron desinfectados y colocados, un insecto en cada plato Petri y se inoculó con 0,5 mL de la suspensión (1×10^6 conidias/mL) de cada aislado de *Metarhizium* spp. + 0.05% de Tween 20. El tratamiento testigo consistió en agua destilada estéril y 0.05% de Tween 20. En invernadero se evaluaron tres aislados de *Metarhizium* spp. En el interior de las cámaras de cría, provistas con *B. decumbens*, se

colocó un adulto de *Z. pubescens* desinfectado y con la ayuda de atomizadores manuales, se asperjaron 7 mL de la suspensión de 1×10^6 conidias/mL de cada aislado, en el tratamiento testigo se inoculó con 7 mL de agua estéril con Tween 20 al 0,05%. Los tratamientos en el laboratorio e invernadero se evaluaron bajo un diseño completamente aleatorizado. En el laboratorio para cada aislado se utilizaron 10 cajas Petri como unidad experimental, con cuatro repeticiones y para invernadero se emplearon 12 cámaras de cría, con tres repeticiones. Los datos fueron analizados en el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2008) y para establecer diferencias entre las medias se empleó la prueba LSD ($P = 0,05$). Para ambos experimentos se determinó el porcentaje de mortalidad de *Z. pubescens*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En condiciones de laboratorio, en cuatro de los cinco bioensayos hubo diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad corregido de *Z. pubescens*, exceptuándose el bioensayo 2, donde no se determinó significación estadística ($P=0,2684$). En el bioensayo 1 ($P=0,0212$) los aislados GP3, EP2, SC12, SC10 y EP4 presentaron los mayores porcentajes de mortalidad con un 87, 71, 57, 48 y 48% respectivamente que el control (0%). En el bioensayo 3 ($P<0,0007$) los aislados SC15 y JC1 obtuvieron 66 y 61% de mortalidad no difirieron significativamente; sin embargo, la mortalidad se redujo significativamente a un 2 y 0% con el aislado JC2 y el control. En el bioensayo 4 ($P<0,0001$) los aislados SC8 y EP1 obtuvieron el 99% de mortalidad para ambos; mientras que GP5 resultó en un 93% que no varió significativamente de SC8 y EP1. En el bioensayo 5 ($P<0,0021$) el aislado GP12 obtuvo la mayor mortalidad con 87%; mientras que los aislados BG1, EP6 y el control obtuvieron menor porcentaje de mortalidad con 22, 5 y 0% respectivamente (Figura 1).

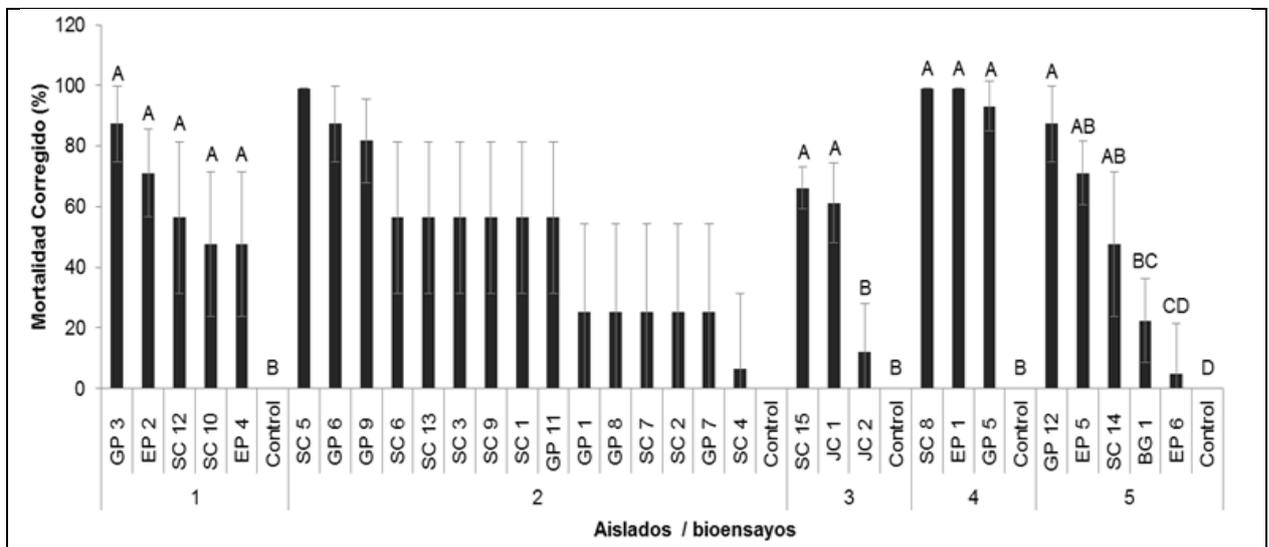


Figura 1. Mortalidad (%) de adultos de *Zulia pubescens* en laboratorio, con diferentes aislados de *Metarhizium* spp. en cada bioensayo (1-5).

En invernadero, los aislados fueron significativos ($P<0,0001$) en el porcentaje de mortalidad de adultos de *Z. pubescens*. Todos los aislados presentaron porcentajes de mortalidad mayores al control (0%). Los aislados SC5 y SC8 que no difirieron significativamente resultaron en 76 y 71% de mortalidad corregido. El porcentaje de mortalidad fue menor significativamente en el aislado EP1 que obtuvo 52% menos.

La mortalidad que causan los aislados es significativa tanto en laboratorio como invernadero, lo cual nos demuestra que las cepas de *Metarhizium* spp seleccionadas y conservadas en el laboratorio son una opción para el manejo de *Zulia pubescens*, es considerable que los resultados encontrados se relacionan a los obtenidos por otros autores (Tiago et al., 2011; Pereira et al., 2008). Es importante continuar con pruebas a nivel de campo de los aislados seleccionados con los mayores porcentajes de mortandad.

CONCLUSIONES

Un grupo de aislados de *Metarhizium* spp., colectados en la Amazonía Norte mostraron eficacia sobre el salivazo *Zulia pubescens* en condiciones controladas de laboratorio e invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Castro, U., Morales, A. y Peck, D. 2005. Dinámica Poblacional y Fenología del Salivazo de los Pastos *Zulia carbonaria* (Lallemand) (Homoptera: Cercopidae) en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia. *Neotropical Entomology* 34(3):459-470.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Gaddeyya, G.; Shiny, P.; Bharathi, P.; y Ratna, P. 2012. Isolation and identification of soil mycoflora in different crops fields at Salur Mandal. *Pelagia Research Library* 4:2020-2026.
- Peck, D. 2001. Diversidad y distribución geográfica del salivazo (Homoptera: Cercopidae) asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (3-4): 129-136.
- Tiago, P., de Lima, H., Moysés, J., de Oliveira, N., de Luna, E. 2011. Differential Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and the Control of the Sugarcane Root Spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 54:435-440.
- Vestergaard, S. & Eilenberg, J. (2000) Persistence of released *Metarhizium anisopliae* in soil and prevalence in ground and rove beetles. IOBC/WPRS Working group: Insect pathogens and insect parasitic nematodes, Vienna, Austria, March 22-26, 1999, 23,181-185.

Influencia de Enfermedades en el Rendimiento de Cultivares de Arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia del Oro

Christopher W Suárez¹, Alex G Delgado¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador
E-mail: chriss01@hotmail.es

Palabras claves: Evaluaciones Fitosanitarias, Enfermedades.

INTRODUCCIÓN

La Cuca, provincia de El Oro se caracteriza por un clima tropical acompañado de condiciones de mayor humedad relativa y precipitaciones, así como elevadas temperaturas durante todo el año que favorecen el desarrollo de enfermedades lo cual lo hace un lugar atractivo para, la evaluación de materiales genéticos de arroz y medir su nivel de tolerancia o susceptibilidad, estos lugares son internacionalmente conocidos como 'hot spot' (Guimarães et al., 1998). En la zona se ha reportado enfermedades conocidas como quemazón, mancha marrón, tizón de la vaina, hoja blanca, falso carbón, manchado y vaneamiento de la panícula, estas enfermedades provocan daños que pueden fluctuar entre el 20 hasta el 60% dependiendo del agente causal, susceptibilidad del cultivar y edad de la planta en que es afectada.

Este trabajo tuvo por objetivo determinar la influencia de las enfermedades en el rendimiento de cuatro variedades de siembra utilizadas en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se efectuó en la granja experimental "La Cuca" perteneciente al El Gobierno Provincial del Oro (3° 29' 45.32" S, 80 ° 4' 8.19" W) provincia de El Oro, Ecuador durante la campaña 2012. La zona cuenta con clima tropical seco, con una y temperatura 18 a 30 °C, y 86.2% de humedad relativa anual. Se sembraron cuatro variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las variedades utilizadas fueron INIAP 14, INIAP-17, INIAP FL-01, SFL 09.

Tabla 1. Variedades y su procedencia

No.	Variedades	Cruzamientos
1	INIAP - 14	PSBRC 12
2	INIAP - 17	IN69-M-9-1/IN19-3-M-M-M-2-M
3	INIAP FL-01	FL001028-8P-3-2P-1P-M-2X-3P-1P/FL03146-3P-2-2P-3P-M-1P/FL03188-7P-5-4P-1P-M
4	SFL - 09	Origen FLAR Colombia

Tabla 2. Potencial de Rendimiento (INIAP & INDIA)

Variedades	P. rendimiento t/ha
INIAP - 14	5.8 a 11
INIAP - 17	6.4 a 10
INIAP FL-01	6 a 10,5
SFL - 09	6 a 8

Usando la metodología descrita por el Centro Internacional de Agricultura Tropical, para evaluar la resistencia a las distintas enfermedades, la primera evaluación se realizó en hojas en el estado de plántulas se realizaron cuatro evaluaciones cada 15 días después de ser trasplantado y una última evaluación en la panícula (la madurez fisiológica). Para estas evaluaciones se utilizó la escala estándar de evaluaciones para arroz (IRRI, 2002) de nueve grados, donde para el caso de las hojas 0 corresponde a ninguna lesión y 9 a toda el área foliar muerta. Para manchado de grano 1 corresponde a menos del 1% de glumas afectadas y 9 a un 50- 100, Se cosechó 6 m² como área útil de cada tratamiento, se registró el peso y se expresó en kg/tratamiento, se ajustó al 14% de humedad para obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

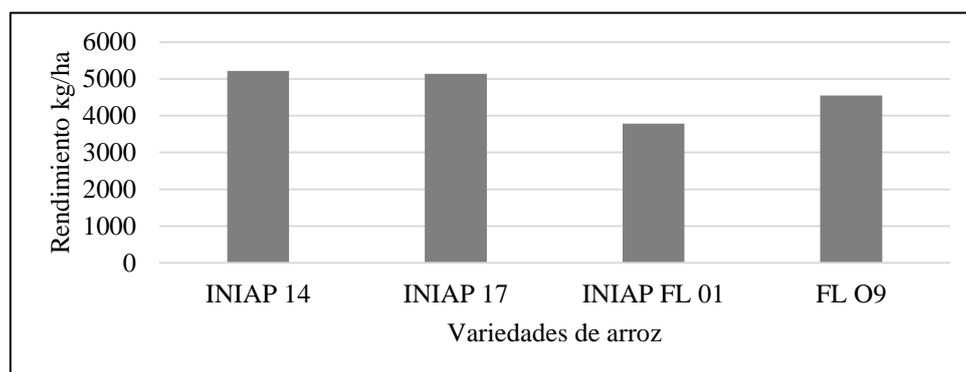


Figura 1. Resultados de Rendimientos de cultivares de arroz la Provincia del Oro

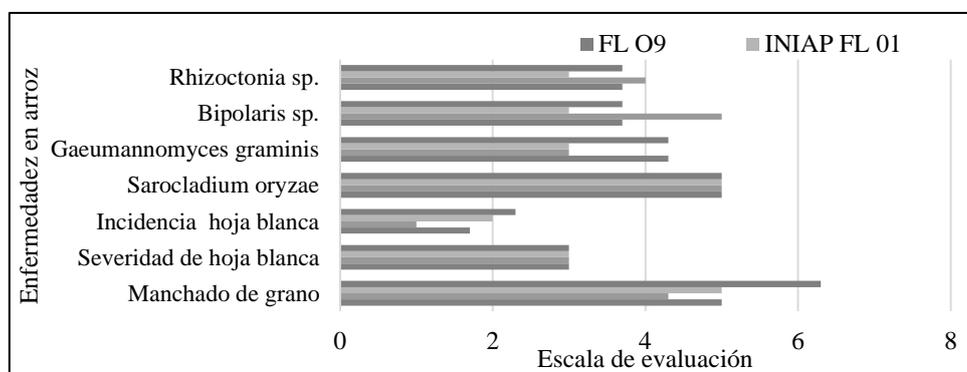


Figura 2. Resultados de la Evaluación de enfermedades en cultivares de arroz la Provincia del Oro

Ninguna de las variedades estudiadas llegó a su potencial de rendimiento, concordando con Díaz (2013) que establece, que en el rendimiento del arroz ejercen función varios componentes como, condiciones climáticas, adaptabilidad del material vegetal y composición varietal empleada.

Las variedades INIAP – 14 y 17 lograron los mejores rendimientos en la investigación con un promedio de 5,1 T/Ha, concordando con Díaz, (2013) el cual indica que el carácter rendimiento es de gran importancia como criterio a la hora de seleccionar variedades comerciales para introducirlas en la producción.

Las variedades estudiadas fueron catalogadas como resistentes a moderadamente resistente a virus de la hoja blanca (VHB). Gutiérrez et al. (2013) indica, que el único

método eficaz para evitar pérdidas en el rendimiento es utilizar material vegetal con resistencia al patógeno.

Todas las variedades estudiadas resultaron susceptible al manchado de grano, hasta el momento no se tiene en el país variedades resistentes a esta patología, que es causada por varios géneros de hongos formando un complejo (Vivas & Intriago, 2012).

La mayor tolerancia a las enfermedades presentes lo logro la variedad SFL-01, pero esto no ayudo a incrementar los rendimientos, que fueron inferiores al cultivar SFL – 09 el cual presento el mayor grado de susceptibilidad a las enfermedades presentes en la investigación, lo cual no redujo su potencial de producción, lo que indica que estas variedades no combinan, altos o bajos niveles de infección con el rendimiento.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se concluye que no solo las enfermedades influyen en los rendimientos en los cultivos sino su adaptabilidad, a las diferentes zonas donde se siembran, además de esto los cambios fenológicos que pueden sufrir las plantas en distintos ambientes la cual podría llevar a cometer varios errores a la hora de realizar las diferentes labores que se realizan en el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz, S. H. (2013a). Comportamiento de variedades de arroz de diferente procedencia en la localidad de Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 23(2), 63–67.
- Díaz, S. H. (2013b). Ensayo de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para un programa de fitomejoramiento participativo. *Cultivos Tropicales*, 26(1), 49–56.
- Guimarães, E. P., Amézquita, M. C., Lema, G., & Correa-Victoria, F. (1998). Determination of minimum number of growing seasons for assessment of disease resistance stability in rice. *Crop Science*, 38(1), 67–71.
- Gutiérrez, A., Ginarte, A., Hernández, J. L., Alfonso, R., & Grande, O. (2013). Evaluación de la resistencia al daño mecánico y tóxico del *Tagosodes orizicolus* (Muir) en variedades de arroz. *Revista ACTAF*. [Http://Www. Actaf. Co. Cu/Revistas/Revista-Grano/Revista% 20en% 20PDF](http://www.actaf.co.cu/Revistas/Revista-Grano/Revista%20en%20PDF), 20.
- IRRI. (2002). Standard evaluation system for rice. *International Rice Research Institute, Philippines*.
- Vivas Vivas, L., & Intriago Mendoza, D. (2012). Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador.

Efectos del Uso de Trampas Cromáticas sobre *Tagosodes orizicolus* Muir

Alex G Delgado¹, Richard A Hall^{2,3}, Daniel F Navia², Tatiana G Vera⁴, Christopher W Suárez¹.

¹Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA),

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador,

³Proyecto Prometeo (SENESCYT),

⁴Estudiande de Posgrado Universidad Nacional Agraria La Molina.

E-mail: alex.delgado@iica.int.

Palabras clave: Arroz, Manejo etológico, sogata.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz *Oryza sativa* L, es la gramínea de mayor consumo a nivel mundial con una superficie de siembra de 160,6 millones de hectáreas (FAO, 2016). En Ecuador se registró una superficie de 385 039 ha sembradas con una producción de 1'534,537 t en el 2016 (INEC, 2017); las provincias con mayor porcentaje de participación son Guayas con el 64,32%, Los Ríos con 2,66%, Manabí con 3,86%, El Oro con 0,99% y el 1,18% están distribuidas en otras provincias del litoral, sierra (Loja, Cañar, Cotopaxi, Bolívar) y Amazonía (INEC, 2017). Entre los problemas fitosanitarios que afectan al cultivo están los insectos plagas que al alimentarse de las plantas en crecimiento afectan los rendimientos (Vivas & Clavijo, 2000; Triana et al., 2004).

Las malas prácticas de manejo y las condiciones climáticas hacen del cultivo uno de los mayores demandantes de insecticidas; de éstos, el 12% está dirigido para el control del insecto plaga Sogata *Tagosodes orizicolus* Muir (Peñaranda et al. 1999), el cual además de los daños mecánicos que ocasiona el insecto por alimentación y ovoposición, es vector del virus de la Hoja Blanca. Por ello, esta investigación está enfocada en desarrollar una alternativa de manejo a la Sogata a través trampas de colores que permitan regular la población sin efectos nocivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Litoral Sur, se realizó la presente investigación. Se utilizó 80 insectos adultos de *T. orizicolus* por cada repetición. Se utilizó tres peceras de vidrio de 80 x 90 cm, donde se colocaron los especímenes en la parte inferior de la pecera. Una hora después se insertaron las trampas plásticas de 8 x 8 cm, de colores amarillo (testigo), azul, rojo, blanco, verde, turquesa, celeste, amarillo claro, rojo claro y anaranjado, sujetadas en la parte superior de la pecera, previamente se habían impregnadas con pegamento agrícola. . A las 24 horas después de haberse instalado el experimento, se contabilizó el número de insectos atrapados en las trampas. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y los análisis se realizaron con la prueba de rango múltiple de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. El color amarillo claro, con un promedio de 8 insectos adultos de *T. orizicolus* capturados por trampa, fue estadísticamente igual al blanco que atrapó 6 especímenes; el celeste y amarillo (testigo) con 4 cada uno, y se diferenció del turquesa, azul y anaranjado que atraparon 2 cada

uno, y éstos a su vez fueron iguales al verde, rojo y rojo claro que atraparon solo 1 espécimen cada uno (Figura 1).

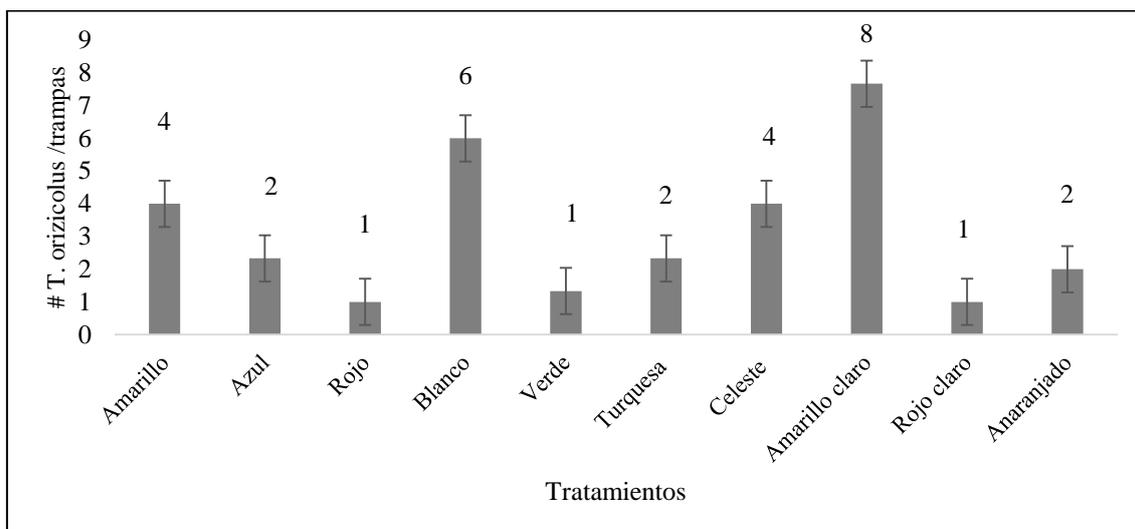


Figura 1. Poblaciones de *T. orizicolus* capturadas por trampa en invernadero EELS. 2017.

En el color amarillo, se obtuvo el mayor número de especímenes de sogata capturadas concordando con Chu et al., (2000) y Martínez-Jaime et al., (2016), quienes reportaron que el color amarillo es una de trampa atrayente que puede ser usado para el manejo etológico de diferentes especies de insectos en varios cultivos.

CONCLUSIONES

En base a los resultados se recomienda la utilización de trampas de color amarillo en el manejo ecológico de esta plaga.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R.; C. Gamboa; M. Triana; M. Duque; J. Silva. (2000). Mecanismo de resistencia a *Tagosodes orizicolus* Muir (Homóptera: Delphacidae) de tipo antibiótico y no preferencia en algunas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.). Inves. Agr. 5: 1-12.
- Chu C C.; Pinter P J Jr.; Henneberry TJ.; Umeda K.; Natwick E T, Weng Y, Reddy R and Shrepatis M. (2000). Use of CC traps with different trap base colors for silverleaf whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae), thrips (Thysanoptera: Thripidae), and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). Journal of Economic Entomologist 93(4):1329-1337.
- INEC. (2016). Cultivos permanentes y transitorios en Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua: Consultada en línea el 13/12/2017: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf.
- FAO. (2017). Seguimiento del mercado del Arroz de la FAO. Consultada en línea el 13/12/2017: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Rice/Images/RMM/SMA_APR17.pdf.

- Martínez-Jaime O.A., Salas-Araiza M.D., Bucio-Villalobos C.M., Cabrera-Oviedo A.C. y Navarro-López F.A. (2016). Atracción de insectos-plaga por trampas de colores en jitomate, cebolla y maíz en la región de Irapuato, Guanajuato. En revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos Vol. 1 (1) 342-347
- Meneses, C.R.; Gutiérrez. A.; García, A.; Antigua, G.; Gómez, J.; Correa, F. (1998). Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. IIA, CIAT, FLAR. Cali, Colombia. pp 3-7.
- Peñaranda, V.; Higuera, O.; Bastidas, H.; Hernandez, P y Reyes, L. (1999). Manejo Integrado de sogata (*Tagosodes orizicolus*) Muir. En el Cultivo de Arroz en los Llanos Orientales: Consulta en línea el 11/12/2017:
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6456/1/Manejo%20integrado%20de%20sogata%20muir%20en%20el%20cultivo%20de%20arroz.pdf>.
- Shanmuga Prema, M; Ganapathy N; Renukadevi, P; Mohankumar, S and Kennedy, JS. (2018). Coloured sticky traps to monitor thrips population in cotton. In Journal of Entomology and Zoology Studies 2018; 6(2): 948-952.
- Triana, M.; Cruz, M; Meneses, R.; Calvert, L. (2002). Metodologías para la cría y evaluación de *Tagosodes orizicolus* (Muir). Manual Técnico. CIAT, FLAR. Cali, Colombia. 35p.

Control Químico del Barrenador de Raíz *Sagalassa valida* (Walker), en Palma Aceitera *Elaies Oleifera* (Kunth) Cortés, en la Amazonía norte Ecuatoriana

Dennis S Quishpe¹, Julio C Macas²

¹Egresado de la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

²Investigador Agropecuario, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa de Palma Africana, Estación Experimental Central de la Amazonía, Vía a San Carlos a 3 km de la Parker, La Joya de los Sachas, Ecuador.
E-mail: dquisphe@oleana.ec

Palabra clave: larva, raíz, palma.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador cultiva aproximadamente 280 000 ha de palma aceitera, generando alrededor de 51 000 empleos directos y 100 000 empleos indirectos, por lo que es considerado de alta importancia económica para el sector agropecuario (Jarrín, 2014). Sin embargo, el cultivo de palma aceitera presenta algunos problemas nutricionales, agronómicos y fitosanitarios. Entre los problemas fitosanitarios de mayor importancia económica para este cultivo, está el barrenador de las raíces *Sagalassa valida* Walker (Hurtado, 2007). Un insecto del género lepidóptera que causa daños en los estados larvar, al momento de vivir en el sistema radicular, donde se alimenta de raíces jóvenes, barrenándolas a través de los ápices radiculares, su presencia solo se manifiesta cuando han ocasionado daños hasta en un 80% de las raíces (Sáenz, 2006). Produciendo alteraciones fisiológicas como mal anclaje y volcamiento de la planta (Sáenz & Betancourt, 2006). En base a estos antecedentes, se realizó investigaciones dirigidas al control químico de este insecto, que nos permita mantenerlo bajo el umbral económico (5%) de incidencia según (ANCUPA, 2005). Además, encontrar una alternativa de remplazo para el producto endosulfan, cuyo uso está prohibido en el Ecuador según (AGROCALIDAD, 2009). Los resultados han permitido encontrar una alternativa química para el control del insecto. Dentro de esta alternativa se encuentra el producto PLEO 50 EC, cuya nueva molécula química es Pyridalyl. Qué debido a sus características de residualidad y buenos controles en campo que han permitido mantener al insecto por debajo del umbral económico. Por lo que esta investigación está destinada a evaluar diferentes dosis para diferentes tiempos de frecuencia con el producto PLEO 50 EC, para el control químico de *S. valida*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó el día 9 de noviembre del 2015, en la provincia Francisco de Orellana, cantón Francisco de Orellana, parroquia Nuevo Paraíso en la Hacienda Río Napo, en las siguientes coordenadas 0°55'0'' de latitud sur y 75° 25'0'' de longitud oeste, a 230 m.s.n.m., con temperatura media anual de 29°C, precipitación media anual de 2905.9 mm, humedad relativa de 85%, y 862,2 horas.luz⁻¹ año.

Los factores en estudio fueron dos: dosis y frecuencia. Para el factor dosis, se utilizaron tres diferentes dosis (0.05; 0.10 y 0.15 L.ha⁻¹) del producto PLEO 50 EC, mientras para el factor frecuencia, se utilizaron tres diferentes frecuencias (30, 60 y 90 días) de aplicación. Para la investigación se utilizó un **Experimento factorial 3x3+1 en Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)**, con cuatro repeticiones, cada repetición constaba con: nueve tratamientos más un testigo absoluto (t₁), con un total de 40

unidades experimentales en toda el área de investigación. Además, se realizó un análisis de polinomios ortogonales para los factores dosis por frecuencia. Cada tratamiento estuvo conformado por 22 plantas y nueve plantas en parcela neta. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de daño fresco en raíces y tiempo de acción o residualidad de ingrediente activo en el suelo. Con respecto a la aplicación del producto fue de acuerdo a las frecuencias de aplicación, de manera que: para la frecuencia de 30 días, se realizaron tres aplicaciones consecutivas cada 30 días con los tratamientos t_2 (Pleo 0,05 L. ha⁻¹), t_3 (Pleo 0,10 L. ha⁻¹) y t_4 (Pleo 0,15 L. ha⁻¹), dejando un tiempo de descanso de 3 meses para posteriormente su evaluación; para la frecuencia de 60 días, se realizó una aplicación en el día cero y otra a los 60 días con los tratamientos t_5 (Pleo 0,05 L. ha⁻¹), t_6 (Pleo 0,10 L. ha⁻¹) y t_7 (Pleo 0,15 L. ha⁻¹), dejando un tiempo de descanso de 3 meses para posteriormente su evaluación; y para la frecuencia de 90 días se realizó una aplicación en el día cero y otra a los 90 días con los tratamientos t_8 (Pleo 0,05 L. ha⁻¹), t_9 (Pleo 0,10 L. ha⁻¹) y t_{10} (Pleo 0,15 L. ha⁻¹), dejando un tiempo de descanso de 3 meses para posteriormente su evaluación. Para las evaluaciones de porcentaje de raíces con daño fresco (cateos de raíces), se las realizaron al inicio de la evaluación (día cero), la segunda evaluación fue a los 90 días y la tercera evaluación fue a los 180 días, en tres plantas de la parcela neta. Las dosis de aplicación son las recomendadas por SUMITAGRO (ANCUPA, 2005). El material de estudio corresponde al híbrido OxG, Amazon, (*Elaeis oleifera* manaos x Compacta), siembra 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable en estudio porcentaje de raíces con daño fresco en la primera evaluación, día cero (noviembre 2015), se detectó diferencias altamente significativas para los tratamientos. Para la segunda evaluación, día 90, (febrero 2016), para la variable porcentaje de raíces con daño fresco En el análisis de varianza, se detectó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos en evaluación, como también para los factores: dosis y frecuencias, el promedio general del porcentaje de raíces con daño fresco fue de 2%. Registrándose el menor porcentaje de raíces con daño fresco en el tratamiento t_5 (Pleo 0,05 L. ha⁻¹), en frecuencia de 60 días. En la última evaluación de los tratamientos, día 180, (mayo 2016) se detectó diferencias altamente significativas para los tratamientos, con un promedio de 1,7%. El análisis de polinomios ortogonales detectó una tendencia lineal para el factor dosis y una tendencia cuadrática para el factor frecuencia compartiendo un valor de 0,0001. Obteniendo como mejor resultado el t_5 (Pleo 0,05 L. ha⁻¹), en frecuencia de 60 días (Figura 1).

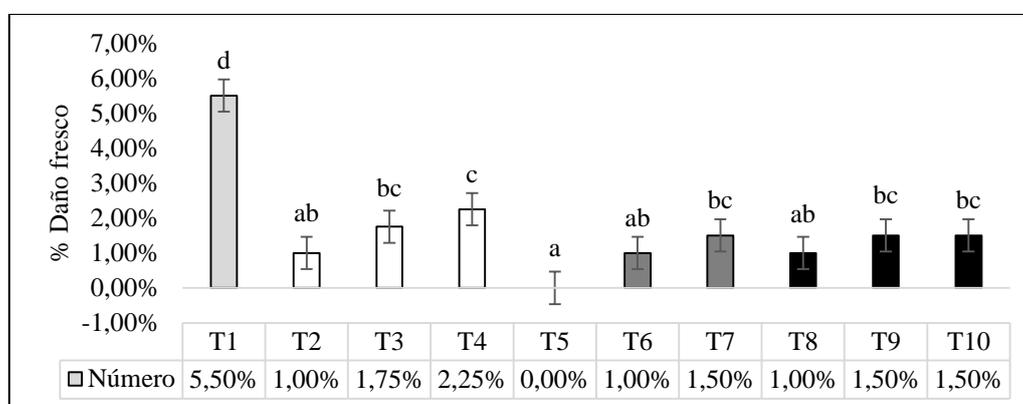


Figura 1. Tukey al 5%, porcentaje de raíces con daño fresco 3era. evaluación (mayo 2016).

En cuanto a la residualidad del ingrediente activo en los tratamientos evaluados, se determinó que en todos los tratamientos el producto PLEO 50 EC. Mantuvo al insecto por bajo el umbral económico (< 5%) (ANCUPA 2005), durante los 180 días de la evaluación (Figura 2), pues al ser un producto de poca movilidad en el suelo es capaz de ejercer control de la plaga por un tiempo mayor de 90 días según ANCUPA 2005.

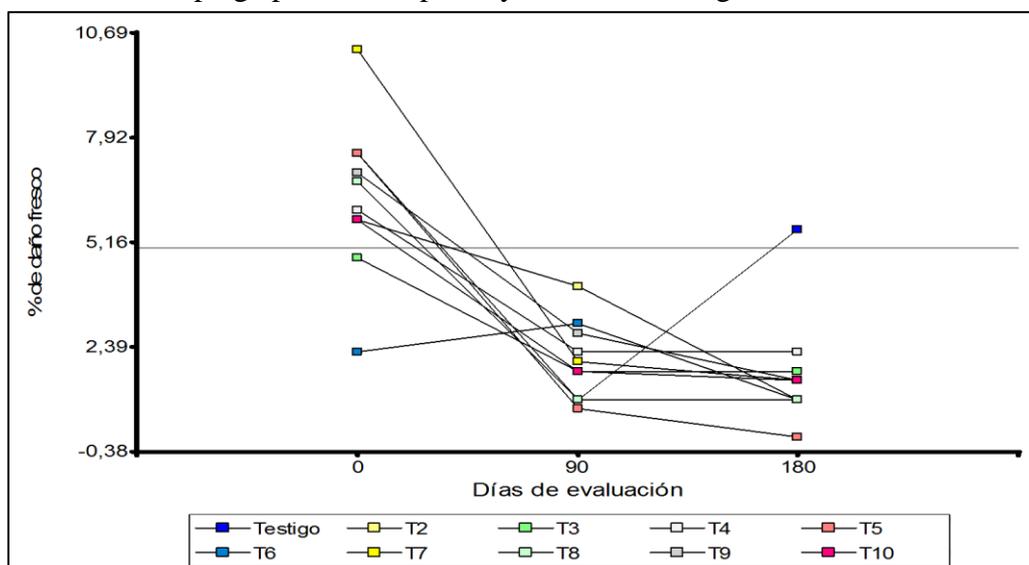


Figura 2. Comportamiento de los tratamientos en la variable porcentaje de daño fresco de raíces, (2015- 2016).

CONCLUSIONES

En la investigación realizada se mostraron diferencias significativas para los tratamientos en estudio, observando que la mejor alternativa para el control de *S. valida* se presentó en el tratamiento t_5 (Pleo 0,05 L. ha⁻¹), en frecuencia de 60 días con 0% de daño fresco. Como una alternativa para el control de *S. valida*, también se puede considerar el tratamiento t_8 (Pleo 0,05 L. ha⁻¹) en frecuencia de 90 días ya que presentó un 2% de daño fresco de raíz, menor al rango permitido (5%), además por compartir el mismo rango (a) con el tratamiento t_2 , t_5 y t_6 . También es recomendable el tratamiento t_8 ya que en el análisis económico se determinó que la relación beneficio costo fue de 1,34 \$ es decir que por cada dólar invertido hay una ganancia de 0,34 \$.

BIBLIOGRAFÍA

- ANCUPA (2005). *Inventario de Plagas del Cultivo de Palma Africana (Elaeis guineensis Jacq.) en el Ecuador*. Ecuador: Autor.
- Hurtado, G. (2007). *Evaluación de 4 productos químicos para el control de (Sagalassa válida) en palma africana*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Esmeraldas, Ecuador: Universidad Técnica Luis Vargas Torres. Disponible en URL: <http://www.monografias.com/trabajos57/control-sagalassa/control-sagalassa.shtml> [Consulta 6 de noviembre del 2016]
- Jarrín, M. (2014). *Aceite de palma y elaborados*. PRO ECUADOR. 1(1): 4-5 disponible en URL: www.proecuador.gob.ec
- Sáenz, A. & Betancourt, F. (2006). *Biología Hábitats y manejo del barrenador de raíces de palma. Sagalassa válida Walker*. CENIPALMA. 1(20): 44

Producción y Evaluación de Tres Tipos de Bioabonos como Alternativa para el uso de Residuos Orgánicos de la Finca

Alejandra E Díaz¹, Alex J Vega², Yadira B Vargas¹, Gabriela S Pitizaca¹,
Eduardo J Sánchez¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, -Experimental Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador.

² Instituto Superior Tecnológico CRECERMAS, Carrera Agroforestal, Vía a Quito km 12 ½, Lago Agrio, Ecuador.

E-mail: alejandra.diaz@iniap.gob.ec

Palabras clave: bocashi, residuos orgánicos, estiércol, leguminosas

INTRODUCCIÓN

La importancia de los bioabonos radica en que mejoran la calidad física de los suelos, incrementando su permeabilidad, aireación y capacidad de retención de agua, disminuyendo la compactación de arcillas (Bonilla, 2011), también mejora las propiedades químicas del suelo, pues evita la pérdida de nitrógeno, favorece la movilización de ciertos nutrientes y aumenta la capacidad de intercambio catiónico, sin embargo, no existe una fórmula adecuada para elaborar abonos orgánicos (Shintani et al., 2000). Los beneficios del uso de estos abonos son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque, existe poca información científica sobre sus contenidos nutricionales.

El objetivo de este estudio consistió en la elaboración de tres tipos de bioabonos con residuos orgánicos de la finca y la determinación de la concentración de macro y micronutrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se implementó en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos (0° 20' 27,566" S, 76° 52' 23,068" W), cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana (precipitación media anual 3 500 mm, temperatura promedio anual 25°C, humedad relativa del 86%, altitud 282 m.s.n.m.). La elaboración de los abonos orgánicos se realizó bajo sombra, se recolectó los residuos de la finca y se analizaron para determinar la cantidad de cada componente para la mezcla final, con una relación C/N de 30:1. Los materiales fueron picados hasta obtener partículas de aproximadamente 2,0 cm., para el bocashi los materiales fueron ordenados en capas y volteados hasta formar un montículo, se realizaron volteos diarios y se tomó la temperatura tres veces al día. Los materiales del té de estiércol se colocaron dentro de una bolsa de yute y se suspendió dentro de un tanque con agua, mientras que para el abono foliar los materiales se colocaron directamente en el tanque con agua y se removían cada día. Se utilizó un diseño completamente al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Los tratamientos fueron tres mezclas para bocashi con 0, 20 y 40% de estiércol, tres mezclas para té de estiércol con el 25, 50, 75% de estiércol y tres mezclas para abono foliar con 40, 60 y 80% de leguminosas, a todos los tratamientos se añadió microorganismos autóctonos, capturados en la finca. El análisis estadístico se realizó con modelos lineales generales y mixtos INFOSTAT (R) versión 2015 (Grupo InfoStat, FCA, AR), dónde, el efecto fijo son los tratamientos y como efecto aleatorio las repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bocashi

Nitrógeno (N)

Se encontró diferencias significativas en el contenido de N en los tres tipos de bocashi, los mayores contenidos presentaron los bocashi con el 20 y 40% de estiércol y el menor contenido con el 0% de estiércol, los contenidos de N en este estudio coinciden con los reportados por Pérez et al. (2008) que realizó una caracterización, física, química y biológica de enmiendas orgánicas de mayor uso en República Dominicana elaboradas a base de una mezcla de gallinaza y estiércol vacuno, con valores que oscilan de 1,09 a 1,67%, mientras que cuando se utiliza un solo tipo de estiércol los contenidos son menores, por ejemplo, con estiércol de cerdo el contenido de N es 0.86% (Ramos Agüero, Terry Alfonso, Soto Carreño, & Cabrera Rodríguez, 2014) y con gallinaza de 0,89% (Pinto Gómez & Hernández, 2015).

Magnesio (Mg)

Existen diferencias significativas en la concentración de Mg entre los tres tipos de bocashi, presentando los mayores contenidos los bocashi con el 20 y 40% de estiércol, estos valores son inferiores a los obtenidos por Pérez et al. (2008), (Ramos Agüero et al., 2014) y Cajamarca (2012) con valores promedios de 1,15, 1 y 0,51% de Mg, respectivamente. Por otra parte, la concentración de éste nutriente en éste estudio duplicó a los contenidos de Mg obtenidos por Pinto (2015) (0,17%).

Te de estiércol

Potasio (K)

Se encontró diferencias significativas en el contenido de N en los tres tipos de té de estiércol, los mayores contenidos se presentaron con el 25 y 50% de estiércol y el menor contenido con el 75% de estiércol, los contenidos de N en este estudio son inferiores a los reportados por Miño (2008) con valor de 1,5% lo cual se deba a que dicho autor adiciona insumos sintéticos (sulpomag o muriato de potasio, magnesio) Por otra parte, la concentración de éste nutriente en éste estudio duplicó a los contenidos de K obtenidos por Chávez (1999) (3,10%).

Abono foliar

Potasio (K)

Se encontró diferencias significativas en los tres tipos de abono foliar producidos en el contenido de Zn siendo el T9 (80% de leguminosas), encontrándose que la cantidad de éste nutriente se incrementó al adicionar el porcentaje de leguminosas, sin embargo los contenidos de éste elemento en ésta investigación son inferiores al promedio reportado por Campuzano (2012) con (3%).

Magnesio (Mg)

Se encontró diferencias significativas en los contenidos de Mg siendo el (T8. 60% de leguminosas) el de mayor contenido nutrimental, estos valores son inferiores a los reportados por Campuzano 2012 que obtuvo 0,17 a 0,27% respectivamente, lo cual se

deba a que mencionado autor agrega insumos sintéticos tales como sales minerales ($ZnSO_4$, SO_4^{2-} , $MnSO_4$, $CuSO_4$, $FeSO_4$).

CONCLUSIONES

Las mezclas con las que obtuvo los mejores resultados son: el bocashi obtenido con el 20% de estiércol con contenidos altos de nutrientes, en lo que respecta a macronutrientes, el té de estiércol con el 25% de estiércol con mayor concentración de potasio (K) y el abono foliar con el 80% de leguminosas con mayor contenido de magnesio (Mg).

BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, J. (2011). Evaluación del comportamiento productivo forrajero del pennisetum sp.(MARALFALFA) *Aplicando diferentes niveles de casting*. Riobamba-Ecuador.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Pérez, A., Céspedes, C., & Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(3), 10-29. <https://doi.org/10.4067/S0718-27912008000300002>
- Cajamarca, D. (2012). Procedimientos para la Elaboración de Abonos Orgánicos. *Tesis de Grado*, 118.
- Pinto O., & Hernández, D. (2015). Comparación entre la Técnica Bokashi y el equipo Earth Green SAC 100 para la Obtención de Compost a partir de los Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos generados en la Universidad de la Salle sede Candelaria. *Tesis de Grado*. 61.
- Ramos, D., Terry, E., Soto, F., & Cabrera, J. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-07.
- Shintani, M. (2000). Bocashi (Abono Orgánico Fermentado). 1a ed. Limón, Costa Rica. *Edit Earth*. 9.

**NUTRICIÓN
HUMANA, ANIMAL Y
VALOR AGREGADO**

Calidad y Valor Agregado de los Frutales Amazónicos

Beatriz D Brito¹, Nelly J Paredes², Yadira B Vargas²

¹ INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad.

² INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía.

E mail: beatriz.brito@iniap.gob.ec, bdbg61@hotmail.com

Palabras clave: caracterización, frutas, procesamiento

INTRODUCCIÓN

Las frutas en la Región Amazónica del Ecuador, con ciertas excepciones como la naranjilla y pitahaya, son cultivos de subsistencia, hacen parte de la biodiversidad y son considerados promisorios, tienen las características adecuadas para transformarse en cultivos sostenibles. La problemática para este sector agrícola es la baja productividad por el deficiente manejo de campo y postcosecha, limitada generación tecnológica, poco uso del germoplasma de frutales, falta de organización de los productores y de las cadenas de valor. En el INIAP el Departamento de Nutrición y Calidad dirige sus investigaciones hacia la caracterización de los principales componentes de la calidad física, química y funcional de los alimentos a nivel de la cadena de agroproductiva, dar el valor agregado a los productos y desarrollar tecnologías de transformación de los alimentos, así como garantizar la calidad e inocuidad alimentaria.

Los principales requerimientos de la demanda de frutas se orienta hacia la calidad sensorial (placer), la calidad nutricional y las propiedades funcionales (salud), la calidad microbiológica y sin contaminantes naturales y artificiales (inocuidad), todo esto lleva a la rastreabilidad con el conocimiento del origen y la biodiversidad, orientada hacia el interés comercial, ya sea como productos frescos o procesados (Terry, 2011). El objetivo del trabajo es consolidar los principales estudios realizados en la pre y poscosecha de: arazá, borojó, camu camu, cocona, copoazú, guayaba y naranjilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron con especies frutales cosechadas en los sistemas productivos de la amazonia ecuatoriana, que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales especies frutales estudiadas en la amazonia ecuatoriana.

Nombre	Nombre científico	Variedad, Ecotipo, Clon, Accesoión
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	clon: 001, 002 y 003
Borojó	<i>Borojoa patinoi</i> Cuatrec.	clon: 15-3,17-4,18-5, 20-6, 21-7, 24-8
Camu camu	<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) Vaugh	accesoión: 001
Cocona	<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	accesoión: 001, 002
Copoazú	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	forma: oblonga, abovada, redonda, elíptica, ovada
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L	ecotipo pulpa rosada. Accesoión: 001, 002, 006
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i> Lam.	variedades: INIAP Quitoense-2009, Puyo, Baeza, de jugo. Clones élite

La caracterización física, química y nutricional, se realizó con las metodologías adaptadas en los laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP. Se efectuaron en los materiales de las siete frutas los siguientes análisis: peso, largo, ancho, firmeza de pulpa, sólidos solubles, pH, acidez titulable, azúcar total, vitamina C,

vitamina A, humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína, fibra cruda, carbohidratos totales, calcio, magnesio, potasio, sodio, fósforo, hierro, zinc, polifenoles totales, carotenoides totales, antocianinas, actividad antioxidante. Los metales selenio, cadmio y plomo se analizó en arazá, borojón y copoazú.

Entre los procesos que acondicionan, en la naranjilla variedad INIAP Quitoense-2009, se evaluaron los empaques de 14 kg en las tradicionales cajas de madera y la gaveta plásticas, desde la cosecha en las provincias de Napo y Sucumbíos, durante la comercialización como realizan los productores y vendedores, hasta tres mercados mayoristas; se determinaron las alternativas en el manejo poscosecha y en la cadena de comercialización. En naranjilla, arazá y borojón, se determinaron los índices de cosecha, estados de madurez y el tiempo de vida útil, con base al comportamiento durante el almacenamiento en ambiente natural y controlado. Se trabajó en dos líneas de procesamiento, las hidratadas (pulpa, jugo, néctar, mermelada, entre otras) y las secas o snacks (deshidratados y osmodeshidratados).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se describen en las investigaciones que se realizaron como tesis de pre grado, siendo parte de los informes técnicos de los diferentes proyectos, que se describe en la bibliografía. Las frutas estudiadas de acuerdo a la composición física, química y nutricional, presentaron diferencias en su calidad. La vida de anaquel de la naranjilla en la gaveta fue de 15 días en Quito, 20 días en Ambato y 5 días en Guayaquil, estableciéndose alternativas de mejora en el manejo poscosecha y la comercialización.

Se optimizaron las condiciones de procesamiento para la obtención del cremogenado, pulpa tratada enzimáticamente o solubilizada en la guayaba; en naranjilla la pulpa solubilizada, jugo clarificado, deshidratado, osmodeshidratado; en arazá, borojón y copoazú las pulpas pasteurizadas y congeladas; en arazá el jugo clarificado; en borojón y copoazú los deshidratados.

Los cremogenados y las pulpas solubilizadas con el uso de preparaciones enzimáticas comerciales, que fueron seleccionadas con base a la composición de la pared celular, constituye una alternativa tecnológica y comercial que permite alcanzar su potencial agroindustrial, asegurando una óptima calidad organoléptica y nutricional del producto. La liquefacción enzimática permite obtener pulpas con diferente grado de consistencia, es un proceso previo para el uso de la tecnología de membranas en la obtención de los jugos clarificados. Los productos deshidratados se pueden consumir directamente o ser utilizados por la industria de los jugos, los tipos de cortes y los aditivos utilizados se tiene que ajustar al pedido del cliente, pudiéndose utilizar soluciones permitidas por la legislación nacional o del sitio de destino.

CONCLUSIONES

El Ecuador continúa incursionando y consolidando el mercado de exportación de fruta fresca con miras al desarrollo de nuevos mercados y el mejoramiento de la rentabilidad del sub-sector, complementado con el desarrollo de productos procesados, que permitan agregar valor, basado en un sistema de producción competitivo y sostenible que asegura su viabilidad en el mediano y largo plazo. Esta competitividad se logrará con la adopción de las innovaciones tecnológicas, que se nutren de la investigación, cuyos resultados se han venido presentando durante los últimos 20 años en diferentes eventos nacionales e internacionales, como parte de la difusión de los resultados que realiza el INIAP a los productores, procesadores, estudiantes, investigadores, en general.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, F. (2012). Evaluación de métodos de embalaje para el manejo poscosecha en la cadena de comercialización de la naranjilla. UTEQ, Quevedo. 150 p.
- Jara, J. (2011). Obtención de productos deshidratados de naranjilla utilizando procesos térmicos de secado con aire forzado. ESPOCH, Riobamba. 198 p.
- Lara, M. (2012). Uso combinado de la radiación UV-C y almacenamiento refrigerado sobre el tiempo de vida útil de la naranjilla. UTE, Quito. 71 p.
- Laverde, J. (2011). Estudio de las condiciones óptimas para la obtención de jugo clarificado de arazá, mediante proceso enzimático y membranario. EPN, Quito. 134p
- López, P. (2011). Determinación de las características fisicoquímicas y estudio de los índices de calidad en el comportamiento poscosecha en clones elite provenientes de cruzamientos de naranjilla, en la provincia Pastaza. UTN, Ibarra. 280 p.
- López, S. (2011). Caracterización bioquímica y solubilización de los precipitados formados en el jugo clarificado de arazá obtenido por procesos enzimático y de membrana. ESPOCH, Riobamba. 103 p.
- Llerena, W. (2014). Estudio de la relación entre el color y el contenido de antioxidantes de seis frutas tropicales y andinas: arazá, mora, mortiño, naranjilla, tomate de árbol y uvilla. UTA, Ambato. 277 p.
- Medrano, S. (2010). Obtención de deshidratados de borjón y copoazú mediante procesos térmicos de secado con aire forzado. EPN, Quito. 149p.
- Mena, N. (2010). Determinación de los índices de madurez para la cosecha y conservación al ambiente de arazá y borjón. EPN, Quito. 100 p.
- Mosquera, E. (2008). Evaluación técnica-financiera de la industrialización del jugo clarificado de naranjilla obtenido mediante microfiltración tangencial. EPN, Quito. 116p.
- Rodríguez, M. (2002). Desarrollo de una alternativa tecnológica para la obtención de cremogenados de chirimoya, guayaba y mango. ESPOCH, Riobamba. 174 p.
- Samaniego, I. (2003). Desarrollo de una alternativa tecnológica para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente de chirimoya, guayaba y mango. ESPOCH, Riobamba. 209 p.
- Terry, L. (2011). Health-promoting Properties of Fruit & Vegetables. CABI International. UK, USA. 417 p.
- Toledo, D. (2010). Determinación del valor nutritivo y funcional de tres clones seleccionados de arazá y seis de borjón, y evaluación del proceso para la obtención de pulpas pasteurizadas y congeladas. EPN, Quito. 158 p.
- Torres, V. (2010). Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba, cocona y camu camu. EPN, Quito. 121 p.
- Valle, Y. (2013). Alternativas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización de la naranjilla variedad INIAP Quitoense-2009 procedente de dos zonas productoras de la Región Amazónica Ecuatoriana. UTEQ, Quevedo. 136 p.

Revisión Bibliográfica sobre la Contribución Nutricional de la Biodiversidad Alimentaria del Puyo

Daniela D Peñafiel¹, Karina S Iza¹, Ramón L Espinel¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias de la Vida, Campus Gustavo Galindo, Prosperina, km 30,5 vía perimetral,
E-mail: ddpnafi@espol.edu.ec

Palabras clave: alimentos, Amazonía, nutrientes

INTRODUCCIÓN

La alimentación tradicional de los indígenas del Oriente ecuatoriano solía ser saludable debido a que se basaba en productos naturales. Datos antropológicos refuerzan la teoría de que la colonización fue el inicio de la pérdida de costumbres y tradiciones alimenticias saludables, lo que produjo problemas alimenticios (Harfield et al., 2018). Actualmente, las comunidades indígenas amazónicas presentan los mayores índices de malnutrición comparado con otras etnias (Freire et al., 2014). La problemática actual es la transición desde alimentos tradicionales a procesados y la pérdida de la biodiversidad alimentaria (Peñafiel et al., 2016). Estos factores se han identificado como barreras para alimentación basada en alimentos tradicionales (ibid).

En la actualidad existe una gran variedad de alimentos amazónicos disponibles en el Puyo ubicada en el cantón Pastaza, que son aún consumidos por las comunidades indígenas. Es necesario que intervenciones locales de salud que pretenden promover el consumo de alimentos indígenas locales conozcan la lista de alimentos con alto valor nutritivo para que estos sean incluidos en las recomendaciones nutricionales.

Esta investigación se realizó con el fin de documentar el contenido de macro y micronutrientes de los alimentos tradicionales de la región amazónica del Puyo. Como producto final un prototipo de una tabla de composición de alimentos amazónicos está disponible on-line para científicos, nutricionistas, agrónomos y consumidores en general.

MATERIALES Y MÉTODOS

Protocolo

Se revisó bibliografía usando una metodología sistemática (protocolo PRISMA). Para la búsqueda de información se usaron específicamente el nombre científico de los alimentos en el buscador “Science direct” combinado con palabras claves. La búsqueda se realizó en inglés y español con palabras como “alimentación/food”, “Amazon*”, “nutrient/ nutrientes”.

Además, se utilizaron como fuentes de información las tablas de composición de los alimentos ecuatorianos, peruanos y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Estas tablas están disponibles gratuitamente en la página de FAO INNFOODS y fueron incluidas asumiendo la similitud de clima y disponibilidad de alimentos.

Criterio de elegibilidad

Solo documentos en inglés y español disponibles gratuitamente fueron incluidos. No se usó criterio de año de publicación. Se incluyeron manuscritos de revistas multidisciplinarias. Los alimentos incluyen la materia prima y subproductos (ej. harinas de plátano).

Síntesis de resultados

Los resultados se resumieron en una tabla de alimentos originarios de la Amazonía ecuatoriana del Puyo, los mismos que se clasificaron en 5 grupos: i) frutas, ii) vegetales, iii) almidones, iv) carnes, v) semillas. Se identificó cada alimento usando el nombre común, nombre científico, nombre en inglés, descripción del producto, fuente de donde se extrajo la información, análisis nutricional de macronutrientes ie. proteína, carbohidratos y lípidos (reportados en gramos sobre 100 gramos de alimento), y de micronutrientes (alrededor de 12) como es el caso de las vitaminas y minerales (reportados en mg sobre 100 gramos de alimento). Se documentó el método AOAC. Utilizado para el análisis de cada nutriente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la tabla de composición ecuatoriana se obtuvo la información de 28 alimentos amazónicos, de la tabla de composición peruana se extrajo información nutricional de 5 alimentos, y de la tabla del Centro Nacional de Alimentos y Nutrición, Instituto Nacional de Salud, se obtuvo información de 2 alimentos. Solo 9 artículos reportaron el contenido nutricional de alimentos usando métodos oficiales. En la Tabla 1 se presenta el resumen de los alimentos identificados como ricos en macro y micronutrientes con sus rangos de contenido por cada nutriente.

Tabla 1. Lista de alimentos con rangos de contenidos nutricionales

Nutrientes	Alimentos (nombre común)	Rango de Contenidos	
MACRONUTRIENTES	CARBOHIDRATOS	- Paparahua	
		- Maíz amarillo fresco	
		- Caña de azúcar	
		- Caimito	
		- Chirimoya	
		- Morete	
		- Orito	
		- Plátano barraganete verde	13,1 - 41,7
		- Plátano barraganete maduro	g 100 g ⁻¹ de alimento
		- Plátano dominico verde	
		- Plátano dominico maduro	
		- Plátano maqueño	
		- Papa-china	
		- Yuca amarilla	
	- Yuca blanca		
	PROTEÍNAS	- Palmito	
		- Bocachico	
		- Cerdo sajino	4,2 - 21,7
		- Gallina criolla	g 100 g ⁻¹ de alimento
- Tilapia negra			
	- Trucha		

Tabla 2. Lista de alimentos con rangos de contenidos nutricionales (2).

Nutrientes		Alimentos (nombre común)	Rango de contenidos
MACRONUTRIENTES	GRASAS	- Sacha inchi	4,34 - 66,1 g 100 g ⁻¹ de alimento
		- Hungurahua	
		- Cacao	
		- Carambola	
		- Chonta	
	FIBRA	- Achiote	0,8 - 29,7 g 100 g ⁻¹ de alimento
		- Café caracolillo crudo	
		- Café caracolillo tostado	
MICRONUTRIENTES	VITAMINAS Y MINERALES	- Banana	13 - 64 mg vit C 100 g ⁻¹ de alimento
		- Limón	
		- Mandarina	
		- Naranja	
		- Papaya	
		- Piña	
		- Pitahaya	
		- Toronja	

CONCLUSIONES

Los alimentos amazónicos contribuyen con carbohidratos, proteínas, grasas saludables y micronutrientes a las personas que los consumen. Futuras investigaciones requieren mapear, la cantidad consumida en las dietas usuales para cuantificar si el consumo permite llegar a las cantidades requeridas para la salud de las comunidades de acuerdo a los grupos de edades y género.

BIBLIOGRAFÍA

- Harfield, S. G., Davy, C., McArthur, A., Munn, Z., Brown, A., & Brown, N. (2018). Characteristics of Indigenous primary health care service delivery models: a systematic scoping review. *Globalization and Health*, 14(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12992-018-0332-2>
- Freire, W., Ramirez, M., Belmont, P., & Mendieta, J. (2014). *Encuesta nacional de salud y nutrición de Ecuador. ENSANUT ECU 2012. Ministerio de salud pública del Ecuador e Instituto nacional de estadísticas y censos. Quito, Ecuador.*
- Penafiel, D., Termote, C., Lachat, C., Espinel, R., Kolsteren, P., & Van Damme, P. (2016). Barriers to Eating Traditional Foods Vary by Age Group in Ecuador with Biodiversity Loss as a Key Issue. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 48(4), 258–268.e1. <https://doi.org/10.1016/J. JNEB.2015.12.003>

Evaluación de las Características Físico-químicas de Pitahaya Amarilla (*Hylocereus megalanthus* Haw.) durante su Desarrollo

Remigio A Burbano¹, Lucía A Buitrón¹, Lenny G Valverde¹, Crisly M Ruiz², José A Cruz², Yadira B Vargas¹

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: remigio.burbano@iniap.gob.ec

²Universidad Estatal Amazónica, El Puyo, Ecuador

E-mail: remigio.burbano@iniap.gob.ec

Palabras clave: Estados, frutos, maduración

INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus* Haw.) es una cactácea originaria de América Central y norte de América del Sur, se cultiva en zonas tropicales y subtropicales (Vásquez et al., 2016). En el Ecuador se identifican dos tipos de pitahaya amarilla, la variedad Nacional que se produce en el callejón interandino y la variedad Palora que se cultiva en la Amazonía con un peso promedio de 160 g y 380 g, respectivamente. A nivel nacional se estima que existen 500 ha destinadas a este cultivo, siendo el cantón Palora, provincia de Morona Santiago, la principal zona productora (Pro Ecuador, 2016).

El fruto es una baya globulosa de color amarillo, en sus brácteas contiene grupos de espinas que se desprenden fácilmente después que ha alcanzado su madurez fisiológica (Santacruz et al., 2009), tiene una pulpa blanca con semillas negras abundantes, y su número depende del tamaño del fruto (Rodríguez et al., 2016). Actualmente se cuenta con poca información sobre los cambios físico-químicos que ocurren durante su desarrollo; en pitahaya Nacional, Guerrero (2014) determinó que el desarrollo del ciclo fenológico del fruto es de 138 días con una recomendación de cosecha en el estado cuatro, de la misma forma Bolaños y Calero (2015), comprobaron que los frutos de la variedad Palora en estado cuatro presentaron valores más altos de firmeza, color, acidez titulable, ° Brix, pH, vitamina C, capacidad antioxidante y polifenoles totales, además mayor cantidad de fruta exportable y mínimas pérdidas poscosecha (1,5%).

El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios físicos y químicos que ocurren durante la maduración de los frutos de pitahaya provenientes del cantón Palora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos se tomaron de la granja experimental Palora de la Estación Experimental Central de la Amazonía, se colectaron 5 muestras por cada corte, y se determinó el estado de madurez de acuerdo con el grado de Color, siguiendo la Norma Técnica Colombiana ICONTEC (1996). Los pesos frescos (g) se midieron con una balanza digital (Citizen Scale CG 4102C; precisión de 0.01 g). La firmeza se determinó con un penetrómetro manual (Force Gauge GY – 4) provisto con un puntal de 3,5 mm de diámetro realizando dos lecturas en la zona ecuatorial del fruto. La concentración de sólidos solubles totales (°Brix) se analizó utilizando un refractómetro digital (Hanna Instruments Hi 96801 (USA) y la acidez titulable de la pulpa (expresada como % ácido cítrico) se realizó por titulación, todas estas variables se midieron con la metodología descrita por la AOAC (2012).

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y se analizó con el paquete estadístico Infostat versión 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso del fruto fue cambiando a medida que iba adquiriendo una coloración amarilla, registrando una diferencia significativa en los estados 4 y 5 con respecto a los estados anteriores. El valor inicial fue de 208,06 g en estado cero, y de 331,30 g en estado cinco, con un incremento del 59,23%. Valores similares fueron reportados por (Vásquez et al., 2016) para un fruto de la misma variedad en estado cinco, con 331,6 g y 204,2 g para la variedad Nacional.

Los porcentajes de pulpa y cáscara en estado cero fueron de 42,6% y 57,4%, respectivamente. Conforme los frutos fueron madurando, el peso de pulpa se incrementó y el de la cáscara disminuyó simultáneamente hasta el grado de color 4, y no hubo variación hasta el 5, presentando valores de 59,8% en pulpa y 40,2% en cáscara en este estado. Estos resultados se asemejan a los reportados por Guerrero (2014), quien encontró valores de 45,4% y 54,6% en estado cero para pulpa y cáscara respectivamente, mientras que Cañar et al. (2014) determinaron que los frutos tuvieron el 62,4% de pulpa en estado de madurez comercial. Esto indica que durante el cambio de color ocurrió una alta acumulación de la porción comestible y disminución de la cáscara.

La firmeza tuvo un efecto inverso en relación a la maduración del fruto, en el grado de color 1 fue de 1,74 Kgf y en grado 5 de 0,95 Kgf, presentado una diferencia estadística significativa a partir del estado 2, mientras que desde el grado 3 hasta el 5 no hubo pérdidas significativas de firmeza. Lo que significa que conforme avanza la madurez, el fruto va perdiendo consistencia (Centurión et al., 2008). Al final del estudio, la firmeza de los frutos representó el 54,6% del valor inicial. Estos valores son inferiores a los reportados por Centurión et al (2008), en el cual reporta una pérdida 67% del valor inicial.

La acidez titulable en pitahaya se reporta como ácido cítrico, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras en estado de madurez 0 y las de estado de madurez 3; 4 y 5, las cuales tuvieron una disminución del 38; 70 y 65% respectivamente en comparación al porcentaje de ácido cítrico encontrado en las frutas con nivel de madurez 0, esto ocurre debido a que durante la maduración se dan una serie de procesos metabólicos que favorecen a la degradación de ácidos orgánicos (Acevedo, 2008).

Los grados Brix representan los sólidos solubles disueltos en la fruta. Se observó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de madurez 1; 2; 3 y 4, pero si existieron diferencias entre ellas y la muestra con nivel 0 y 5. Se observó un incremento del 55% para los niveles de madurez 2; 3 y 4 y un 73% para el nivel 5 de madurez, este incremento se da debido a que durante la respiración ocurre una degradación oxidativa de los almidones en glucosa y sacarosa (García, 2013).

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran que el peso de fruto de pitahaya es mayor en un 62% con respecto a las otras variedades como Nacional. A medida que transcurre la maduración se incrementó, la fracción comestible hasta el 59,8%, como también los sólidos solubles (°Brix) llegando a 22,88 en grado 5 con un aumento del 73% con respecto al estado cero. En contraste, la firmeza (Kgf) y la acidez titulable (g/100 g ácido cítrico) mostraron un descenso del 45 y 65,2% respectivamente, con una

estabilización a partir del estado 4. Tomando en consideración que las variables como: peso de fruto y pulpa, azúcares ($^{\circ}$ Brix) y acidez titulable no muestran variación a partir del estado 4 y además se encuentran dentro de los requisitos establecidos en la norma INEN 2003:2005, por lo tanto, lo más recomendable es cosechar a partir de este estado de madurez.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, Y. 2008. Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, 1-21.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2012. Official Methods of Analysis. AOAC International, Washington.
- Bolaños, G y Calero, C. 2015. Calidad y componentes bioactivos de pitahaya (*Hylocereus triangularis*) y guayaba (*Psidium guajava*) debido a índices de madurez y temperatura de conservación. (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10771>.
- Cañar, D., Caetano, C. y Bonilla, M. 2014. Caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla [*Selenicereus megalanthus* (k. schum. ex vaupel) moran] cultivada en Colombia. *Revista Agronomía*. 22(1) 77 – 87.
- Centurión, A., Solís, S.; Saucedo, C.; Báez, R.; Sauri, E. 2008. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Rev. Fitotec. Mex.* 31(1):1-5
- García, M. 2013. Pitaya: cosecha y postcosecha. (Corpoica, Ed.) *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*.
- Guerrero, M. 2014. Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la provincia de Pichincha. (Tesis de grado). Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9105>.
- Rodríguez, R., Patiño, G., Miranda, L., Fischer, G. y Galvis, V. 2005. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*. 58 (2): 2837-2857.
- Santacruz, C., Santacruz, V., y Huerta, V. 2009. Agroindustrialización de Pitaya. 1^{era} Ed. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba. 6 p.
- Vásquez-Castillo, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., Valencia-Chamorro, S. 2016. Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl.): S1081-S1083.

Evaluación de Sustratos Lignocelulósicos para la Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*)

Bélgica D Yaguache¹, Verónica E Morocho¹

¹Universidad Estatal Amazónica
E-mail: bdyaguache@uea.edu.ec

Palabras clave: Biológica, cepa, eficiencia.

INTRODUCCIÓN

Pleurotus ostreatus, es el segundo hongo comestible más cultivado a nivel mundial, debido a sus propiedades nutricionales (valores proteicos, vitamínicos y minerales), medicinales, sociales, ecológicos y económicos (Sánchez, 2010); además, son capaces de transformar la biomasa lignocelulósica en alimento nutritivo y orgánico; sin embargo, la producción no ha alcanzado una eficiencia biológica (EB) óptima, que hagan de éste un cultivo rentable, entre las razones que han afectado la producción se mencionan el mal manejo del sustrato (tipo, preparación, riego) (Villacís, 2017). Con estos antecedentes, el presente proyecto tuvo como finalidad identificar el tratamiento con mayor eficiencia biológica para incrementar el margen beneficio/costo.

Los objetivos planteados fueron: 1) Identificar el sustrato con mayor eficiencia biológica en la producción del cultivo del *P. ostreatus*, y 2) Determinar la relación beneficio/costo en la producción de hongo ostra, con los sustratos evaluados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completamente al Azar, se evaluaron cinco tratamientos a base de sustratos lignocelulósicos (80%), enriquecidos con afrecho de trigo (20%) que se ajustan a los requerimientos C/N del hongo (Garzon y Cuervo, 2008). T1, aserrín de pigüe; T2, aserrín de otras maderas; T3, bagazo de caña; T4, bagazo + aserrín de pigüe (40 - 40%) y T5, bagazo + aserrín de otras maderas (40 - 40%), en tres bloques y cinco repeticiones, dando un total de 75 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en una funda con 2 kg de sustrato húmedo (Quizhpilema, 2013). Las muestras fueron inoculadas con micelio al 3,5% e incubadas a 27 °C en oscuridad, con humedad relativa (HR) de 76,3%; posteriormente llevadas a la cámara de fructificación expuestas a 23,9 °C y 80,2% de HR (Sánchez y Royse, 2001; Tisdale et al., 2006; Villacís, 2017; Flores, 2006; Forero et al., 2008). Los datos fueron procesados con el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI, con él se determinó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey (5%), para determinar cuál es el mejor tratamiento. La relación beneficio costo se determinó de acuerdo con las especificaciones propuestas por Calidad 2000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La eficiencia biológica se determinó con base en la relación entre el peso fresco del hongo (suma de tres cosechas obtenidas durante el ciclo de cultivo) y peso seco del sustrato. Los resultados del análisis de varianza (probabilidad y valor F) de los promedios de crecimiento del micelio y eficiencia biológica del sustrato, muestran la significancia entre los tratamientos. Los resultados obtenidos fueron T3 (88%) y T4 (85%) con los valores más altos de EB, seguido de T5 con 71%; los valores menores de EB corresponden a T1 con 68% y T2 con de 56%, mismos que no contiene bagazo de

caña como sustrato; de acuerdo a estos resultados todos los tratamientos son importantes, pues, según Albarrán et al., (2001), valores superiores al 40% de EB en cultivos comerciales de *P. ostreatus*, son rentables. El tratamiento T3 (bagazo de caña) alcanzó el valor mayor, con un total de 88% de EB, 40% en la primera cosecha, 29% en la segunda y 19% en la tercera; valor que supera el 50% reportado por (Fernández, 2004) y el 20,8% mencionado por (Garzón & Cuervo, 2008) utilizando el mismo sustrato; aunque resultó inferior al 95,85% reportado por Jaramillo et al., (2012). Por su parte, Aguinaga (2012), obtuvo como mejor tratamiento el bagazo de caña de azúcar con EB de 40,5%, quien aduce que el porcentaje de eficiencia biológica utilizando el mismo sustrato, varía acorde a las condiciones ambientales de temperatura, humedad, horas luz y aireación en que se desarrolla el hongo.

La relación beneficio/costo del cultivo determinó que, T3 alcanzó 2,3 como valor más alto, seguido de 2,14 en T4, luego 1,83 en T5, con un valor de 1,80 en T1, y T2 con 1,50; los cuatro primeros tratamientos supera al 1,58 reportado por Quizhpilema (2013) utilizando sustrato de cebada. Los resultados del proyecto son favorables, de acuerdo a lo mencionado por Crece Negocios (2017), donde indican que, si el Beneficio/Costo es mayor a 1, los beneficios superan los costos, por tanto, el proyecto debe ser considerado.

CONCLUSIONES

El sustrato con mayor eficiencia biológica fue el T3 (bagazo de caña de azúcar), ya que alcanzó 88% de EB, sin embargo, todos los tratamientos superan el 40% de EB. Los tratamientos con menor eficiencia biológica son el T1 y T2, mismos que no contiene el bagazo de caña como parte del sustrato.

En lo referente al beneficio/costo, todos los tratamientos superan el valor de 1 por tanto muestran un margen de ganancia; T3 mostró la relación más alta con un total de 2,30 USD, es decir que, por cada dólar gastado, se obtiene una ganancia de 1,30 USD. De esta manera se concluye que el proyecto es económicamente viable.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguinaga, P. (2012). *Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (Pleurotus ostreatus) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Albarrán, B. et al. (2001). *Crecimiento del micelio de Pleurotus ostreatus en un medio sólido con harina de salvado de trigo* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Calidad., S. L. (2000). *Análisis de Costo/Beneficio*. Recuperado de <http://sigc.uqroo.mx/Manuales/Institucional/Procedimientos/Secretaria%20General/Gestion%20Calidad/DGC-001/Methodologias/Costob.pdf>
- Fernández, F. (2004). *Guía práctica de producción de Setas (Pleurotus spp.)*. Fungitec Asesorías. Guadalajara, Jalisco. México.
- Flores, J.A. (2006). *Efecto de microorganismos eficaces (EM) sobre la producción del hongo ostra pleurotus ostreatus (Agaricales: Tricholomataceae) a partir de remanentes agrícolas* (Tesis de pregrado). Universidad EARTH.

- Forero, C. L., Hoyos, O. L., y Bazante, W. E. (2008). Evaluación de residuos de ají (*Capsicum spp.*) como sustrato en la producción de setas comestibles (*Pleurotus ostreatus*). *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 6(1), 42-53.
- Jaramillo, S., y E. Albertó. El despunte de caña de azúcar, sustrato altamente productivo para la producción de *Pleurotus ostreatus* (en línea). Disponible en: ResearchGate. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/256498006_El_despunte_de_ca%C3%B1a_de_az%C3%BAcar_sustrato_altamente_productivo_para_la_produccion_de_Pleurotus_ostreatus. (Enero de 2012). Chascomús, Argentina. 156 p.
- Garzon, J. P., y Cuervo, J. L. (2008). Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *NOVA*, 6(10), 101-236.
- Iriarte, C. (2003). *Estudio de la producción y secreción de enzimas celulíticas en micelios rápidos y lentos de P. ostreatus*. Navarra, España: Universidad Pública de Navarra, Ingeniería Técnico Agrícola (Hortofruticultura y Jardinería).
- Quizhpilema, E. L. (2013). *Validación de la Tecnología para la Producción e Industrialización de Hongos Comestibles pleurotus ostreatus Utilizando Sustratos Orgánico* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Sánchez, J. E., Royse, D.J. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* El colegio de la frontera sur. México.
- Tisdale, T. E., Miyasaka, S. C., y Hemmes, D. E. (2006). Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(3), 201-206.
- Vargas, P. S., Hoyos, J. L., y Mosquera, S. A. (2012). Uso de hojarasca de roble y bagazo de Caña en la producción de *Pleurotus ostreatus*, 10(1), 10.
- Villacís, C. A. (2017). *Estandarización de un protocolo para la producción de semillas de hongo ostra Pleurotus Ostreatus adaptado a las condiciones de laboratorio* (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito.

Influencia de la Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de *Vicia sativa* L. en las Características Reológicas de la Masa y la Composición Nutricional del Pan

Lucía A Buitrón^{1,2}, Pedro G Maldonado², Rosario E Barrera², Elena Villacrés³

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador*

²*Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología, Quito, Ecuador*

³*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Cutuglagua, Km 1½, Mejía, Pichincha, Ecuador.*
E-mail: lucia.buitron@iniap.gob.ec

Palabras clave: Mixolab, aceptabilidad, almidón

INTRODUCCIÓN

Se estima que, en el Ecuador se consumieron 450 000 TM/año de harina de trigo en 2017 y 37 kg de pan por habitante. Pese a esto, el Ecuador es un país dependiente de las importaciones de trigo del mercado internacional ya que solamente se producen 9 000 TM/año de trigo de baja calidad para panificación, con el rendimiento por hectárea de producción más bajo de Latinoamérica (Grijalva et al, 1995; Rodriguez & Racines, 2008).

Debido a ello, es importante encontrar alternativas a la harina de trigo en materias primas endémicas, para la elaboración de productos alimentarios de consumo masivo como el pan, que mantengan las características estructurales, sensoriales y nutricionales. La *Vicia sativa* L. es una leguminosa que, pese a que es utilizada únicamente para alimentación de ganado o en sistemas de rotación de cultivos, sus semillas poseen 25% de proteína, 40% de almidones y aminoácidos como el aspartato, ácido glutámico, leucina, entre otros en menores proporciones y pueden aprovecharse para la alimentación humana (Darre et al, 1998).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia de la harina de vicia como sustituto parcial en las propiedades funcionales de la masa, la aceptabilidad del pan con 5, 10, 15, 20 y 25% de sustitución, así como la calidad nutricional de los panes con mayor aceptabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la calidad de la materia prima se realizó el análisis proximal (proteína, fibra cruda, extracto etéreo y energía) de harina de vicia con bajo contenido de compuestos cianogénicos elaborada con semillas tratadas adquiridas en Cayambe, Pichincha.

La absorción de agua, desnaturalización de proteínas, gelatinización de almidón, actividad alfa amilásica y retrogradación de almidón durante una simulación de amasado a diferentes temperaturas de las masas con 0, 5, 10, 15, 20 y 25% de sustitución se evaluaron en un Mixolab I de Chopin (Francia), del Laboratorio de Calidad de alimentos de la Estación Santa Catalina del INIAP (Awolu, 2017).

Tomando como referencia la Norma INEN 0530, se elaboraron panes con 0, 5, 10, 15, 20 y 25% de sustitución, cuyas características de color, aroma, textura de la miga, textura de la corteza, sabor y simetría fueron evaluadas por un panel semientrenado de 10 integrantes, los mismos asignaron calificaciones entre 0 y 5, en donde; 0 equivalía a

Muy mala, 1 a “Malo”, 2 a “Regular”, 3 a “Aceptable”, 4 a “Buena” y 5 a “Muy buena”. Aquellas muestras que no presentaron diferencias estadísticamente significativas con la muestra de 0% de sustitución se consideraron como aceptables. A las muestras con mejores características funcionales y de aceptabilidad se les realizó un análisis proximal siguiendo los procedimientos de la Norma AOAC (dos Santos et al, 2014).

Se siguió un diseño experimental con un solo factor categórico completamente aleatorizado y los obtenidos se evaluaron con un análisis de varianza (ANOVA) seguido por un test de LSD con un nivel de confianza del 95% en el software Statgraphics Centurion XVI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que la harina de vicia contenía 10,99% de humedad, 1% de extracto etéreo, 23,49% de proteínas, 2,39% de cenizas, 43% de almidón y 351,50 Kcal/100g. Sharma y Kalia (2003), encontraron porcentajes similares a los obtenidos, en vicias provenientes de África, con apenas un 6% más de valor calórico, que pudo deberse a factores climáticos, geográficos o a recursos edáficos.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa de los seis parámetros del perfil de amasado realizado en el Mixolab I entre la muestra con 0% de sustitución y las de 5 y 10%, esto puede deberse a que las proteínas que regulan los dos primeros parámetros analizados en el perfil de amasado son principalmente globulinas y albúminas, que tienen baja absorción de agua y a la capacidad emulsionante de estas proteínas, le dan estabilidad a la masa (Sánchez et al., 2017).

El índice “Gluten+” disminuyó hasta un 75% en sustituciones mayores al 10%, debido a que la vicia no posee gluten, disminuyéndose las interacciones entre gluteninas y gliadinas que favorecen la polimerización del gluten en el calentamiento. En cuanto a la viscosidad existieron diferencias estadísticamente significativas entre el 0 y 25%, esto se debió a que el pico de viscosidad del almidón de vicia es de 796,5 mPa, en comparación a otras leguminosas, lo cual hace que la masa hasta con 10% de sustitución mantenga similares propiedades funcionales a las de la masa 100% trigo (Delinski et al., 2016; Goesart et al., 2005).

Se observó que la retrogradación de almidones de las masas con diferentes porcentajes de sustitución no se vio afectada, lo que indica que los panes elaborados con dichas masas tienen una vida útil similar a la del pan de trigo (Chopin Applications Laboratory, 2009).

En el análisis de aceptabilidad se pudo determinar que los panes con porcentajes de sustitución entre 5 y 15% fueron calificados como “Buenos”, se indicó que los panes con mayores porcentajes fueron asimétricos y con un color poco apetecible, ya que la harina de vicia se procesó entera. No se dio presencia de sabores ni olores extraños.

Tomando en cuenta los resultados de las propiedades funcionales y sensoriales, se determinó que los panes con 5 y 10% fueron los mejores. El análisis proximal del pan realizado mostró que la humedad aumentó 2,05% para la muestra con 5% de harina de vicia. El porcentaje de cenizas se incrementó en 11,05% y 17,85%, la proteína en 4,6% y 8,7% y el porcentaje de fibra bruta en 13,97 y 47,06% respectivamente para cada muestra. La grasa disminuyó 12,08 y 21,32%, los carbohidratos totales disminuyeron 1,62 y 0,55% y el valor calórico disminuyó 1,64 y 1,02% en las muestras con 5 y 10% de sustitución en comparación con el pan de trigo.

CONCLUSIONES

La harina de vicia puede ser utilizada como sustituto en la elaboración de productos de panificación en porcentajes menores al 15% manteniendo las propiedades funcionales y sensoriales de productos de trigo, además, no aporta ni sabores ni olores extraños.

Desde el punto de vista nutricional, se pudo observar que el pan de vicia tiene un mayor porcentaje de proteína y fibra y se da una reducción de la grasa y carbohidratos totales, por lo que se consideraría un pan con sustitución parcial funcional económico que significaría un aporte nutricional en la dieta diaria de los consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (1990) Official Methods of Analysis. 15th. Ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C. 1141 p.
- Awolu, O. O. (2017, January). Optimization of the functional characteristics , pasting and rheological properties of pearl millet-based composite flour. *Heliyon*, pp. 1–17. Akure: Heliyon. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00240>
- Chopin Applications Laboratory. (2009). *Mixolab Applications Handbook. Rheological and enzyme analyses* (No. 28). Villeneuve la Garenne.
- Darre, M. J., Minior, D. N., Tataka, J. G., & Ressler, C. (1998). Nutritional Evaluation of Detoxified and Raw Common Vetch Seed (*Vicia Sativa L.*) Using Diets of Broilers. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 46(11), 4675–4679.
- Delinski Bet, C., do Prado, L., & Stiegler, L. (2016). Common Vetch (*Vicia sativa*) as a New Starch Source : Its Thermal , Rheological and Structural Properties After Acid Hydrolysis. *Food Biophysics*. <https://doi.org/10.1007/s11483-016-9439-2>
- dos Santos, R., Rodrigues, M., Navarro, A., & Minim, L. (2014). Number of judges necessary for descriptive sensory tests. *Food Quality and Preference*, 31(1), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.07.010>
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., & Delcour, J. A. (2005). Wheat flour constituents: How they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science and Technology*, 16(1–3), 12–30. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.011>
- Grijalva, J., Espinosa, F., & Hidalgo, M. (1995). *Produccion y utilizacion de pastizales en la región Interandina del Ecuador. INIAP-Ecuador* (Vol. 30).
- Rodriguez, L.; Racines, M. (2008). Información Técnica de la variedad INIAP-COTACACHI 98, 10.
- Sánchez, N.; Ruiz, J.; Dávila, G.; Jiménez, C. (2017). Propiedades tecnofuncionales y biológicas de harina , aislado y fracciones proteicas mayoritarias de semillas de Inga paterno. *CyTA - Journal of Food*, 15(3), 400–408. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1286522>
- Sharma, A., & Kalia, M. (2003). Physico-chemical characteristics and composition of *Vicia sativa*. *Himachal Journal of Agricultural Research*, 29(2 y 3), 70–73.

Disminución de Pérdida de Peso del Camarón Blanco (*Litopenaeus vannamei*) por Cocción al Vacío

David H Bermeo¹

¹Restaurante "Hatun Runa"

E-mail: davher2009@hotmail.com

Palabras claves: Camarón blanco, cocción al vacío, pérdida de peso.

INTRODUCCIÓN

La cocción al vacío es una técnica dentro de la cocina e industria, ya que lleva varios años desde que se implementó en el año 1974 por el chef francés George Pralaus, y a partir de esa fecha ha ido incrementando paulatinamente el uso de esta técnica en diferentes establecimientos de alimentos y bebidas, resumiendo la técnica se refiere en aplicar calor a un alimento envasado en una bolsa o recipiente hermético y resistente al calor cuya atmósfera ha sido modificada (Roca & Brugués, 2005; Badui, 2012; Rodríguez, Rojo, & Martines, 2014) Lo remarcable de esta técnica es minimizar la disminución de peso de los alimentos durante la cocción, que comparado con las técnicas tradicionales en las que la disminución de peso es mayor debido a que el producto pierde líquidos, así como sus características nutricionales (Parzanese, 2012).

El tema investigativo planteado es novedoso debido a que la técnica de cocción en diferentes aspectos; permite conservar los productos de forma segura en lo nutricional y sanitario, a su vez ayuda a cocineros de todo el mundo brindar platos en donde se cuida la salud de los comensales. En un aspecto monetario permite obtener un mayor margen de ganancia de los productos que son cocidos por este método. (González, 2012; Roncalés, 2010).

El objetivo de esta investigación es probar que mediante la cocción al vacío se disminuye la pérdida de peso en el camarón blanco a comparación de la técnica de cocción a la inglesa; método de calor húmedo conocido como hervido que consiste en transferir el calor por medio del agua o un líquido a punto de ebullición (100°C. a nivel del mar) (Gisslen, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales usados en el presente estudio son Empacadora al vacío Henkelman, Boxer 42xl, Termocirculador Sammic Smartvide 4), Balanza Yami Coffe Ware), cubeta de poliuretano resistente al calor (marca: twins), termómetro (marca: cooper, modelo: dpp400w) y platos de cerámica.

El diseño experimental consistió en tomar 16 muestras de camarón blanco las cuales fueron medidas con una cinta métrica tanto su espesor como la longitud, además de ser pesadas con una balanza digital con decimales para mejorar la precisión. Luego se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), para dividir las muestras en dos grupos de 8 unidades, el primer grupo de muestras se colocó en fundas termorresistentes con muestras individuales en cada funda para luego ser empacadas al 99,8% de vacío y cocidas en un termocirculador a 65°C. por 4 minutos según Myhrvold, Young, & Bilet (2012) que sugieren una tabla para cocinar mariscos al vacío, una vez cocidas se abatió su temperatura a 5°C. en el interior de la muestra en agua con hielo, en el paso siguiente se procedió a pesar cada una de las muestras.

El segundo grupo de muestras fueron cocidas en cocción a la inglesa que consiste en colocar agua dentro de una olla de acero y llevar a punto de ebullición que se midió con

termómetro marcando 99,5°C, en donde las muestras fueron cocidas individualmente por 4 minutos, se retiró de la olla para abatir la temperatura en agua con hielo hasta que la muestra tenga una temperatura interna de 5°C., por último, se pesó las muestras.

Los resultados de los grupos de camarón blanco se analizan con el paquete estadístico SPSS mediante la prueba de comparación de la media de los porcentajes del peso cocido de muestras hechas al vacío con la media del porcentaje de las muestras cocidas a la inglesa. Para obtener todos los datos antes mencionados se realiza tabla en excel con los datos de las diferentes muestras.

Tabla 1. Matriz de evaluación de muestras con camarón blanco

MUESTRAS POR COCCIÓN AL VACÍO								
Objeto de estudio	Nivel de vacío	Peso crudo(g)	Espesor (cm)	Longitud(cm)	T° a corazón (°C)	T° de cocción (°C)	T' (min)	Peso cocido(g)
M1	99,8%	11,40	1,40	9,00	65	65	4	10,60
M2	99,8%	11,30	1,40	9,00	65	65	4	10,50
M3	99,8%	7,80	1,30	8,30	65	65	4	7,20
M4	99,8%	9,90	1,40	9,00	65	65	4	9,10
M5	99,8%	11,60	1,40	9,40	65	65	4	10,90
M6	99,8%	11,60	1,40	9,50	65	65	4	11,00
M7	99,8%	8,10	1,30	8,50	65	65	4	7,70
M8	99,8%	12,90	1,70	9,80	65	65	4	12,30
MUESTRAS POR COCCIÓN A LA INGLESA								
Objeto de estudio	Nivel de vacío	Peso crudo(g)	Espesor (cm)	Longitud(cm)	T° a corazón (°C)	T° de cocción (°C)	T' (min)	Peso cocido(g)
M9	0,00%	9,00	1,30	9,00	99,50	99,50	4	7,40
M10	0,00%	7,90	1,30	8,20	99,50	99,50	4	6,70
M11	0,00%	11,00	1,40	9,30	99,50	99,50	4	8,40
M12	0,00%	8,80	1,30	8,30	99,50	99,50	4	6,60
M13	0,00%	9,90	1,40	9,10	99,50	99,50	4	7,90
M14	0,00%	9,90	1,30	8,70	99,50	99,50	4	7,90
M15	0,00%	10,70	1,40	9,30	99,50	99,50	4	8,50
M16	0,00%	9,70	1,40	8,50	99,50	99,50	4	7,50

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del experimento ha sido de gran ayuda para afirmar como Keller (2008), en los que se menciona que uno de los principales beneficios de la cocción al vacío para mariscos tal es el caso del camarón blanco permite obtener una merma o pérdida de peso menor en comparación a otros métodos de cocina tradicionales, permitiendo que el estudio sea analizado de una forma científica con los resultados estadísticos obtenidos por medio del paquete estadístico que se resume en líneas siguientes.

Tabla 3. Datos estadísticos de SPSS de muestras en cocción al vacío

		Peso crudo	Espesor	Longitud	T cocción	Tiempo	Peso cocido	Nivel vacío
N	Válidos	8	8	8	8	8	8	8
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
	Media	10,58	1,41	9,06	65,00	4,00	9,91	99,80
	Mediana	11,35	1,40	9,00	65,00	4,00	10,55	99,80
	Moda	11,60	1,40	9,00	65,00	4,00	7,20	99,80
	Desv. típ.	1,81	0,12	0,50	0,00	0,00	1,76	0,00
	Mínimo	7,80	1,30	8,30	65,00	4,00	7,20	99,80
	Máximo	12,90	1,70	9,80	65,00	4,00	12,30	99,80

Tabla 4. Datos estadísticos de SPSS de muestras en cocción a la inglesa

		Nivel vacío	Peso crudo	Espesor	Longitud	T cocción	Tiempo	Peso cocido
N	Válidos	8	8	8	8	8	8	8
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
	Media	0,00	9.61	1,35	8,80	99,50	4,00	7.61
	Mediana	0,00	9,80	1,35	8,85	99,50	4,00	7,70
	Moda	0,00	9,90	1,30 ^a	9,30	99,50	4,00	7,90
	Desv. típ.	0,00	1,02	0,05	0,44	0,00	0,00	0,71
	Mínimo	0,00	7,90	1,30	8.20	99,50	4,00	6.60
	Máximo	0,00	11,00	1,40	9,30	99,50	4,00	8,50

A continuación, se presenta la media del porcentaje entre las muestras de cocción al vacío y cocción a la inglesa, con los datos obtenidos se coincide en el estudio por parte de Ruiz (2010) en que los alimentos cocinados al vacío mantienen y conservan sus jugos por la baja temperatura a la que se cocinó las diferentes muestras, motivo por el cual se refleja en los datos obtenidos en la tablas que se presentan en líneas siguientes.

Tabla 4. Media de muestras en cocción al vacío

		Peso crudo	Peso cocido	Diferencia	Porcentaje pérdida
N	Válidos	8	8	8	8
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	10,58	9,9125	-0,6625	6,38%

Tabla 5. Media de muestras en cocción a la inglesa

		Peso crudo	Peso cocido	Diferencia	Porcentaje pérdida
N	Válidos	8	8	8	8
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	9,61	7,61	-2,00	20,75%

CONCLUSIONES

Las muestras cocidas a la inglesa tuvieron un porcentaje de disminución de peso cocido según las medias obtenidas del 20,75% con respecto a su peso en crudo, a diferencia de las muestras cocidas al vacío que tuvieron una pérdida de peso cocido del 6,38% con respecto a su peso en crudo.

Con respecto al experimento se comprobó y aseguró que mediante la cocción al vacío se evita la disminución de la pérdida de peso del camarón blanco a comparación de la técnica tradicional a la inglesa, con los datos obtenidos del experimento se concluye que con las muestras cocinadas al vacío se disminuye la pérdida de peso del camarón blanco en un 14,37% en comparación de las muestras en cocción a la inglesa, para el caso de un negocio tener estos márgenes permite generar mayor utilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Pearson.
- Gisslen, W. (2011). *Professional Cooking: Seventh edition*. Estados Unidos de América: John Wiley & Sons, Inc.
- González, R. (2012). Chefs del siglo XXI innovación y nuevas tecnologías. *Excelencias Gourmet*, 12-14.
- Keller, T. (2008). *Under Pressure: Cooking sous-vide*. Michigan: National Audubon Society.
- Myhrvold, N., Young, C., & Bilet, M. (2012). *Modernist Cuisine: El arte y la ciencia de la cocina*. Chicago: Taschen.
- Parzanese, M. (2012). *Tecnologías para la Industria Alimentaria*. Obtenido de Tecnología Sous-vide: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_22_SousVide.pdf
- Roca, J., & Brugués, S. (2005). *La Cocina al Vacío Sous-Vide Cuisine*. Madrid: Montagud Editores S.A.
- Rodríguez, R., Rojo, G., & Martínez, R. y. (julio de 2014). Envases Inteligentes para la Conservación de Alimentos. *Redalyc*, 151-173.
- Roncalés, P. (2010). *Optimización de los sistemas de envasado y de la conservación de alimentos*. Zaragoza: Cometa S.A.
- Ruiz, J. (2010). Cocina al vacío y a temperaturas controladas. *Sociedad Española de Bioquímica y biología molecular*, 11-14.

Efecto de Dos Tipos de Fermentadores en la Calidad de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Cultivado en la Provincia de Orellana y Sucumbíos

Remigio A Burbano¹, Andrés S Calero¹, César A Ramírez¹, Maritza C Sánchez¹

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador*

E-mail: remigio.burbano@iniap.gob.ec

Palabras clave: Almendra, calidad, fermentación

INTRODUCCIÓN

El cacao ecuatoriano constituye un importante rubro en la economía del país, de acuerdo con los datos de Anecacao (2015), en el 2015 el país exportó alrededor de 260 mil toneladas métricas de cacao en grano y derivados, un volumen 10% superior al del 2014, lo que generó un ingreso de \$812 millones. A escala nacional, destaca el cultivo de cacao Nacional y CCN51, en la Amazonía las provincias de Sucumbíos, Napo y Orellana son las más representativas, con una producción a nivel regional de 11 229 toneladas anuales y un área de 41 815 hectáreas plantadas (INEC, 2016).

La calidad del cacao se relaciona con factores como: suelo, clima, genética de la especie y sobre todo el tratamiento postcosecha de la almendra (Portillo, Graziani & Betancourt, 2005), debido a que se producen una serie de procesos bioquímicos, que ocasionan cambios de color de la almendra, disminución de la astringencia y sabor amargo por reducción de polifenoles y alcaloides (Zapata et al., 2013; Espín et al., 2007). Las múltiples técnicas de fermentación, parten principalmente del conocimiento ancestral que conlleva a un ineficiente tratamiento poscosecha, lo que afecta la uniformidad y calidad del grano comercial. Los agricultores la Costa realizan la fermentación en sacos de yute, cajas de madera y en montón (Rivera et al., 2012), sin embargo, en la Amazonía ecuatoriana no se encuentra definida una técnica más adecuada del beneficiado poscosecha de cacao.

El objetivo del estudio es establecer el incremento de calidad del cacao a través de la implementación de un beneficio en cajas Rohan en las condiciones ambientales de la Amazonía Norte del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se seleccionaron 20 fincas de productores de cacao de las provincias de Orellana y Sucumbíos, de las cuales se tomaron, 90 kg de muestras para fermentar, la mitad en cajas Rohan por 5 días y el restante en sacos de polipropileno durante 3 días con el procedimiento de los productores.

Las muestras secas al 7% se sometieron a análisis físicos químicos como: porcentaje de fermentación mediante la utilización de guillotina (Magra 12 Tesserba, B-Matthaei), índice de semilla, número de almendras en 100 g y porcentaje de cascarilla con el uso de una balanza de precisión (Citizen CX 220), todas las variables se analizaron de acuerdo con la metodología de Jiménez et al. (2011); el pH de testa y cotiledones se determinó según el método usado por Afoakwa et al. (2014), empleando el potenciómetro (Boeco PT-380).

Se realizó un diseño completamente al azar, donde el factor a evaluar fue tipo de fermentación (TF). Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey en el programa estadístico InfoStat versión 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre los TF, alcanzando un porcentaje de fermentación del 58,50% en sacos frente al 83% en micro fermentación. Este último es superior al 15% que exige la Norma INEN 176 para el cacao Arriba Superior Summer Selecto (ASSS). Los resultados de la eficiencia del beneficiado son similares a los obtenidos por Jiménez et al. (2011) en cacaos fermentados en cajas Rohan durante 5 días. El índice de semilla fue de 1,50 g para fermentación en sacos y 1,51 g para micro fermentación, por lo tanto, no presentaron diferencias significativas de acuerdo con el tipo de fermentación, sin embargo, son mayores a los valores referenciados en la norma INEN 176, de 1,30 g para cacao nacional y 1,1 para CCN51. Valores más bajos fueron reportados por Chang et al. (2014), en el que obtuvieron un promedio de 1,32 g.

El análisis de varianza para el número de almendras en 100 g no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los TF, con valores de 68 unidades en fermentación en sacos y 71 unidades en micro fermentación. Estos resultados concuerdan con Zambrano et al. (2010) que indican que, en 100 g de muestra, el número de almendras fue 78 para el cacao forastero, y 66 para el cacao trinitario. El porcentaje de testa no presentó diferencias significativas entre TF, obteniendo valores de 10,92% y 12,57% para fermentación en sacos y cajas Rohan, respectivamente. Además, los valores que se obtuvieron coinciden con los reportados por CAOBISCO/ECA/FCC (2015) en donde se reporta 11-12% del peso total del grano, además se indica que dicho porcentaje varía según el tipo de cacao y prácticas postcosecha.

En el pH de testa y cotiledón se observaron diferencias significativas marcadas entre el tipo de fermentación en sacos y por cajas Rohan, los valores van de 3,71 a 5,98 en testa y 4,87 y 6,57 en cotiledón, registrando un incremento mayor al 60% en el primer caso y mayor 34% en el segundo caso. Romero (2016) obtuvo la misma tendencia para este parámetro en los cotiledones, es decir, un pH menor con fermentación en sacos (pH 5,07) que en cajas de madera (pH 5,42). De acuerdo con Calderón (2004), el ácido acético en el cotiledón provoca una disminución de pH, según Rohan (1960), valores menores de 5,00 es indicio de una fermentación defectuosa.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la prueba de corte, la fermentación en condiciones climáticas de la provincia de Orellana y Sucumbíos fue mejor en cajas Rohan que en sacos de polipropileno, presentando valores del 83,00% y 58,90%.

Los resultados del índice de semilla, independientemente del tipo de fermentación superaron el requerimiento de la norma NTE INEN 176:2018. El porcentaje de testa fue del 10,92% y 12,57%, encontrándose dentro de los niveles aceptables para la industria. Los valores de pH en micro-fermentación fueron superiores a 5,0 lo que indica una buena fermentación, por el contrario, el pH en la fermentación en sacos fue menor a 5,0.

BIBLIOGRAFÍA

- Afoakwa, E.O., Budu, A.S., Mensah-Brown, H., Takrama, J.F., y Akomanyi, E. 2014. Changes in Biochemical and Physico-chemical Qualities during Drying of Pulp Preconditioned and Fermented Cocoa (*Theobroma cacao*) Beans. *J Nutrition Health Food Sci*, 2(3) ,1-8.
- Anecacao. (2015). *Exportación Ecuatoriana de Cacao-2015*. Obtenido de: Estadísticas de Exportación: <http://www.anecacao.com/es/estadisticas/estadisticas-actuales.html>
- Calderón, D. 2004. Caracterización y evaluación de accesión de cacao Amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario y productivo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo. 79 p.
- CAOBISCO/ECA/FCC. 2015. *Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements*. End, M.J. and Dand, R., Editors.
- Chang, J., Vallejo, C., Párraga, D., Morales, W., Macías, J. y Ramos, R. 2014. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2):21-34.
- Espín, S., Samaniego, I., Wakao, H. y Jiménez, J. (2007). La relación teobromina / cafeína asociada al cacao ecuatoriano. *Alimentos ciencia e ingeniería*, 16(2):107 – 109.
- INEC. 2016. Superficie, producción y ventas, según región y provincia cacao (Almendra seca). Quito, Ecuador.
- Jiménez, J., Amores, F., Nicklin, C., Rodríguez, D., Zambrano, F., Bolaños, M., Reynel, V., Dueñas, A., y Cedeño, P. 2011. Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. *Boletín técnico N°140*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Granos de cacao. Requisitos. Pub. L. No. 178 (2016). Ecuador.
- Portillo, E., Graziani, L. y Betancourt, E. 2005. Efecto de los tratamientos post-cosecha sobre la temperatura y el Índice de Fermentación en la calidad del cacao criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ*, 22:388 – 399.
- Rivera, R., Mecías, F., Guzmán, A., Peña, M., Medina, H., Casanova, L., Barrera, A. y Nivelá, P. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1): 7 – 12.
- Rohan, T. 1960. El Beneficiado del Cacao. *Boletín de trabajo N° oficial 5*, Roma Italia, Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), p. 1 25.
- Romero, J. 2016. Incidencias del método de fermentación en la calidad de las almendras y licor de teobroma cacao L., tipo Nacional (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Zambrano, A., Gómez, A., Ramos, G., Romero, C., Lacruz, C., y Rivas, E. 2010. Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Agronomía Tropical*, 60(4), 389-396.
- Zapata, S., Tamayo, A. y Rojano, B. 2013. Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3):391 – 404.

Aislamiento y Caracterización Molecular de Cepas Bacterianas Cultivables de la Microbiota Autóctona del Bocachico (*Prochilodus spp*)

Edgar P Minchala¹

¹Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial Morona Santiago
E-mail: pminchala@gpms.gob.ec

Palabras Clave: 16S ADN, Identificación Molecular, Probióticos Intestinales.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de peces amazónicos endémicos es cada vez más importante para esta trascendental región del mundo. Actualmente, aprovechando la diversidad ictiológica local y conforme a la tendencia mundial de diversificación de organismos acuáticos cultivados, tenemos que, la acuicultura representa el 47% de la producción pesquera mundial, cuyo valor representa 232 000 millones de USD. (FAO, 2018)

El proceso de reproducción en peces, está administrado por el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, los estímulos ambientales (T°, turbidez y calidad del agua, fotoperiodo, inicio de estación lluviosa, etc.) estos estímulos son captados por diversos órganos sensoriales de los peces, desencadenado todo un proceso fisiológico y hormonal que culmina con la maduración de los gametos, ovulación y desove (Kubitza, 2004)

Se cree que, por cada célula de un metazoo, existen 10 bacterias que colonizan las superficies epidérmicas tanto internas como externas. Entonces, la aparición de los organismos metazoos ha supuesto, sin duda, una estrecha colaboración con la vida bacteriana. Como tal la relación que existe entre los vertebrados y sus colonizadores bacterianos se remonta a cientos de millones de años (Llewellyn, Boutin, Hoseinifar, & Derome, 2014).

Así, en una primera etapa la colonización e interacción de la progenie de peces ocurre en cuanto los huevos son puestos. La microbiota diversa que eventualmente se desarrolla sobre la superficie de los huevos se espera que refleje la composición bacteriana del agua (Llewellyn, Boutin, Hoseinifar, & Derome, 2014).

La colonización de tracto intestinal, ocurre en la etapa de transición de saco vitelino a la primera alimentación, debido a que las larvas ingieren agua para su osmoregulación, antes que se haya consumido el saco vitelino (Hansen & Olafsen, 1999) (Gómez & Balcázar, 2007) (Ringo & Birkbeck, 1999). Por lo tanto, las bacterias presentes en el agua ingresan en el tracto digestivo antes que comience la alimentación activa (Neguyen, Dierckens, Sorgeloos, & Bossier, 2007). Lo que, resulta en el establecimiento de un microbiota transitoria primaria.

El tracto gastrointestinal (GI) de los animales alberga una compleja comunidad microbiana, que consiste de bacterias, levaduras, virus, arqueas, y protozoarios, que influyen en varias funciones en el huésped que incluye: el desarrollo, digestión, nutrición, resistencia a enfermedades e inmunidad. Existe también descripción de la microbiota en etapas tempranas del desarrollo, la influencia de huésped y el ambiente sobre el establecimiento de las poblaciones bacterianas que se convertirán en parte de la microbiota intestinal y su importancia en la salud, desarrollo y nutrición es estos peces jóvenes (Romero, Ringo, & Merrifield, 2014).

Una reciente estrategia alternativa es la incorporación de probióticos, prebióticos, y los ingredientes alternativos de hidratos de carbono para promover el crecimiento y la salud

de los peces a través de la modulación de la microbiota gastrointestinal. Esta microbiota autóctona desempeña varias funciones importantes en la digestión, la inmunidad y la integridad intestinal del huésped. (Haygood & Jha, 2016). El objetivo del presente estudio fue aislar cultivar y caracterizar molecularmente la microbiota presente en el Bocachicos capturados en la cuenca de río Upano, provincia de Morona Santiago.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los peces fueron sacrificados mediante transección espinal, la superficie ventral fue desinfectada con etanol al 70%, posteriormente fue disectada con tijeras estériles para exponer su cavidad corporal, su tracto digestivo fueron extraídos y disectado transversalmente, en cinco secciones, estómago (st), ceca pilórica (cp), intestino proximal (ip), intestino medio (im) e intestino distal (id).

El inóculo de cada sección y diluidos se esparcieron y cultivaron en cajas Petri que contenían los siguientes medios de cultivo: a) Nutrient Agar (NA) BD-DIFCO, 23g de NA disueltos en un litro de agua pura, esterilizados mediante autoclave. b) Plate Count Agar (PCA, BD-DIFCO) 23,5g de PCA disueltos en un litro de agua pura, esterilizados mediante autoclave.

Posteriormente las cajas Petri conteniendo los cultivos bacterianos fueron, lavadas con 1X PBS y congeladas a -20 °C en tubos Eppendorf, adicionando Glycerol al 30% (v/v), para los análisis subsecuentes (Hovda, Lunestad, Fontanillas, & Rosnes, 2007) (Ringo, Sperstad, Myklebust, Refstie, & Krogdahl, 2006).

La extracción del ADN genómico total de las cepas purificadas, será realizada por el protocolo básico de ebullición, descrito en Short Protocols in Molecular Biology (Ausubel et al., 1992). Todas las extracciones será realizadas bajo una cámara de Flujo Laminar Clase II con luz germicida UV (AirCleams), y su conservación a -20°C con TE, para análisis posterior.

La amplificación del gen 16S ARNr se realizará por simple PCR, la reacción será conducida en: 25 µL de GoTaq Colorless Master Mix, 2X, (Promega, M7133), que es una solución premezclada lista para usarse que contiene *Taq* Polimerasa, dNTP y 3mM MgCl₂, 22 µL de agua ultra-pura (Invitrogen Ultra Pure distilled Water DNase RNase, Free), 1 µL de (0,3 µM) forward primer 27F, 1 µL reverse primer 1492R, primers universales para dominio de Bacteria y 1 µL de ADN molde, extraído de las cepas bacterianas (Navarrete et al., 2009). Obteniendo un amplicón de alrededor de 1500pb en reacciones de 50 µL. Las secuencias de primers empleados en este estudio serán: 27F (5'- AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3') y 1492R(5'-TAC GGY TAC CTT GTT ACG ACT T-3').

La PCR será desarrollada usando un Termociclador MULTIGENE GRADIENT LABNET TC9600, con una desnaturalización inicial de 4 min a 94°C, seguido por 35 ciclos de 30s a 94°C, 45s a 60°C y 1 min a 72°C, con una polimerización final 3 min a 72°C. El producto de la PCR será analizado mediante electroforesis en gel de agarosa al 0.7% el gel contenga bromuro de etidio, 0,5 µL/mL.

En buffer TBE 1X, la electroforesis será conducida a un voltaje constante de 70 V por 60 min. Un control negativo de PCR será incluido donde el DNA genómico será remplazado con un volumen equivalente de agua ultra pura (Cantas, Fraser, Fjellidal, Mayer, & Sorum, 2011) (Ward, Steven, Penn, Methé, & Detrich III, 2009) (Zhou, Liu, Shi, He, Yao, & Ringo, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio de la microbiota adherente del Bocachico, se logró obtener 38 cepas cultivables de microbiota purificadas, en cuatro sub-cultivos.

La mayoría de las bacterias de la microbiota del Bocachico, el 87% fueron obtenidas de medio de cultivo Agar Nutritivo y el 13% de Plate Count Agar. Aislándose el 26% del st; 29% de la cp; 3% ip; y, 21% del im y id respectivamente. En la presente investigación, el 66% son Gram positivas y 34% son Gram negativas. Respecto a la actividad catalasa el 82% son positivas, un 5% son negativas y 13% tienen actividad catalasa variable. Un 34% son oxidasas positivas, un 37% son oxidasas negativas y un 29% tiene actividad oxidasa variable.

Las especies cultivadas del estómago son: positivos para tinción de Gram, 60%; catalasa 70%; y oxidasa 30%. Negativos para tinción de Gram, 40%; catalasa 20%; y oxidasa 20%. Variables para catalasa 10% y oxidasa 50%. Las especies en la ceca pilorica, son muy variables encontrándose, organismos positivos para tinción de Gram, 55%; catalasa 91%; y oxidasa 45%. Negativos para tinción de Gram, 45%; catalasa 0%; y oxidasa 45%. Variables para catalasa 9% y oxidasa 10%. En el intestino proximal, se aisló una sola cepa bacteriana Gram positiva, Catalasa positiva y Oxidasa negativa.

Los organismos del intestino medio son variables y son: Positivos para tinción de Gram, 87,5%; catalasa 87,5%; y oxidasa 12,5%. Negativos para tinción de Gram, 12,5%; catalasa 0%; y oxidasa 75%. Variables para catalasa 12,5% y oxidasa 12,5%. Encontramos en el intestino distal, una variabilidad de organismos siendo: Positivos para tinción de Gram el 62,5%; catalasa 75%; oxidasa 50%. Negativos para tinción de Gram, 37,5%; catalasa y oxidasa 0%. Variables para catalasa 25% y oxidasa 50%.

Posterior, a la extracción del DNA genómico de las cepas bacterianas, se realizará la amplificación del gen que codifica el 16S ARNr, mediante PCR, donde se obtendrá un amplicón de 1 500 pb aproximadamente. Con el objetivo de primero de verificar la presencia del gen mediante electroforesis y su posterior secuenciación. Luego de la alineación de las secuencias obtenidas del gen 16S ARNr, de la microbiota cultivable del Bocachico y mediante la utilización del programa MEGA 6, y el método UPGMA se obtendrá el árbol filogenético de los organismos presentes.

CONCLUSIONES

En este estudio pionero de la microbiota intestinal del Bocachico se logró cultivar y aislar con éxito microorganismos adherentes autóctonos, así como se identificará molecularmente mediante la secuenciación del gen que codifica el 16S ARNr.

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, F. M., Brent, R., Kingston, R., Moore, D., Seidman, J., Smith, J., y otros. (1992). Current protocols in molecular biology. *Greene Publishing Association Wiley interscience*.
- Cantas, L., Fraser, T., Fjellidal, P. G., Mayer, I., & Sorum, H. (2011). The cilturable intestinal microbiota of triploid and diploid Atantic salmon (*Salmo salar*) - a comparison of composition and drug resistance. *BMC Veterinary Research*, 7: 71.

- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma.
- Gómez, G. D., & Balcázar, J. L. (2007). A review on the interactions between gut microbiota and innate immunity of fish. *FEMS Immunol Med Microbiol*, 145 - 154.
- Hansen, G. H., & Olafsen, J. A. (1999). Bacterial Interactions in Early Life Stages of Marine Cold Water Fish. *Microbial Ecology*, 1 - 26.
- Haygood, A. M., & Jha, R. (2016). Strategies to modulate the intestinal microbiota of Tilapia (*Oreochromis sp.*) in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 1 - 14.
- Hovda, M. B., Lunestad, B. T., Fontanillas, R., & Rosnes, J. T. (2007). Molecular characterization of the intestinal microbiota of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). *Aquaculture*.
- Kubitza, F. (2004). Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos. 71 p.
- Llewellyn, M. S., Boutin, S., Hoseinifar, S. H., & Derome, N. (2014). Teleost microbiomes: the state of the art in their characterization, manipulation and importance in aquaculture and fisheries. *Frontiers in Microbiology*.
- Navarrete, P., Magne, F., Mardones, P., Riveros, M., Opazo, R., Suau, A., y otros. (2009). Molecular analysis of intestinal microbiota of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *FEMS Microbiol Ecol*, 71: 148 - 156.
- Nguyen, T. N., Dierckens, K., Sorgeloos, P., & Bossier, P. (2007). A Review of the Functionality of Probiotics in the Larviculture Food Chain. *Marine Biotechnology*.
- Ringo, E., & Birkbeck, T. H. (1999). Intestinal microbiota of fish larvae and fry. *Aquaculture Research*.
- Ringo, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Refstie, S., & Krogdahl, A. (2006). Characterisation of the microbiota associated with intestine of Atlantic cod (*Gadus morhua L.*) The effect of fish meal, standard soya meal and a bioprocessed soybean meal. *Aquaculture*, 261: 829 -841.
- Romero, J., Ringo, E., & Merrifield, D. (2014). *Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Tapia-Paniagua, S. T., Reyes-Becerril, M., Ascencio-Valle, F., Esteban, M. Á., & Clavijo, E. (2011). Modulation of the Intestinal Microbiota and Immune System of Farmed Sparus aurata by the Administration of the Yeast *Debaryomyces hansenii* L2 in Conjunction with Insulin. *Aquaculture Research & Development*.
- Ward, N. L., Steven, B., Penn, K., Methé, B., & Detrich III, W. (2009). Characterization of the intestinal microbiota of two Antarctic notothenioid fish species. *Extremophiles*, 13: 679 - 685.
- Zhou, Z., Liu, Y., Shi, P., He, S., Yao, b., & Ringo, E. (2009). Molecular characterization of the autochthonous microbiota in the gastrointestinal tract of adult yellow grouper (*Epinephelus awoara*) cultured in cages. *Aquaculture*, 286: 184 - 189.

CAMBIO CLIMÁTICO

Teledetección: Influencia del Cambio Climático en la Reserva de Biosfera Yasuní, Amazonia Ecuatoriana

Marco G Heredia^{1,2,3}, Katherine E Valdivieso¹, Michael S Almachi¹,
Jenny M Cayambe⁴

¹*Carrera de Ingeniería Ambiental, Departamento de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica (Ecuador).*

²*Programa de Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial, Dirección de Investigación, Universidad Estatal Amazónica (Ecuador).*

³*Escuela Técnica superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Departamento de Producción Agraria, AgSystems, itdUPM, Universidad Politécnica de Madrid (España).*

⁴*Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (Ecuador).*

E-mail: mheredia@uea.edu.ec

Palabras clave: Bosque, SIG, Yasuní

INTRODUCCIÓN

Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) está ubicada en la selva occidental del Amazonas, representa 45% del territorio nacional, es el área más extensa de bosques nativos remanentes en Ecuador 74% (MAE, 2015), se destaca por su elevado número de flora, existen alrededor de 4 857 especies de plantas vasculares, con 522 especies de plantas endémicas (León-Yáñez et al., 2011), se estima la existencia de entre 1 300 a 1 500 especies de plantas útiles (Ríos et al., 2007). Los bosques contribuyen a la cartera de ingresos y ahorros de las personas, con productos consumidos y vendidos para generar ingresos económicos (Torres et al., 2017), contribuyen en promedio con el 22% de los ingresos en hogares rurales, y en Latinoamérica con el 28% (Angelsen et al., 2014), millones de personas que habitan en áreas rurales dependen del bosque para subsistir (Vedeld et al., 2007), Dentro de la RAE se superpone la Reserva de Biosfera Yasuní (RBY), esta ecorregión es una de las áreas de mayor diversidad biológica del planeta (Maffi y Woodley, 2010), representa una riqueza extraordinaria en varios taxones (anfibios, mamíferos, aves y plantas) y alto nivel de endemismo (Pimm y Jenkins, 2005). A través del Programa Hombre y Biosfera, la Agencia de las Naciones Unidas (UNESCO) incluyó esta área geográfica en la red de Reserva de la Biosfera, declarando al Parque Nacional Yasuní y el Territorio Ancestral Waorani como RBY (UNESCO, 1989)

El impacto de Cambio Climático (CC) sobre la RAE inciden en el comportamiento biofísico de sus recursos naturales, altera la capacidad almacenamiento carbono, los modelos climáticos describen un alto impacto sobre los ecosistemas y sociedades de la RAE (IPCC, 2013), genera presión sobre los ecosistemas y amenaza su permanencia, y también porque el cambio de cobertura y uso del suelo en esta región puede contribuir drásticamente a la alteración del balance de radiación del sistema superficie atmósfera (Forero et al., 2018), la década de los noventa se liberaron entre 1×10^9 y 2×10^9 toneladas de carbono por año (15-35% anual de combustibles fósiles) por deforestación tropical y conversión permanente a pastos y cultivos. Además, esta conversión genera en el suelo efectos de compactación; déficit hídrico causado por los cambios en la infiltración y disminución de la capacidad de retención de agua y en términos climáticos, cambios en la evapotranspiración y alteración en los flujos de calor y humedad que provocan desequilibrio energético local (Cox et al., 2004). Por los antecedentes mencionados, este

trabajo tiene como objetivo identificar el impacto del cambio climático sobre la cobertura arbórea de la Reserva de Biosfera Yasuní.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de Estudio: Reserva de Biosfera Yasuní ubicada en el Norte de la RAE.

El método de exploración e investigación utilizado fue la teledetección que es una técnica por medio de la cual se obtiene información útil de un objeto, área o fenómeno, a través del análisis e interpretación de datos de imágenes adquiridas por un equipo que no está en contacto físico con el objeto, área o fenómeno bajo investigación. Se utilizaron 3 imágenes de resolución espacial y espectral media (Landsat y Spot) de los años: 1997, 2005, 2018 (Figura 1) seleccionadas por la combinación de canales de espectro visible con infrarrojos próximos. El software empleado para su procesamiento fue QGis versión 2.18.24. Las imágenes fueron georreferenciadas y se realizaron cinco procesos: 1) interpolación lineal, 2) variaciones de color, 3) unidades de etiquetado (mín. 42% y máx 87% dispersas en 7 clases), 4) evaluación de histogramas y 5) combinaciones de bandas.



Figura 1. Imágenes de resolución espacial y espectral media (Landsat y Spot) de los años: A) 1997, B) 2005, C) 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La teledetección es una técnica empleada para la adquisición de información mediante imágenes espaciales obtenidas por sensores remotos (Killeen et al., 2005) En las últimas décadas esta técnica se ha orientado a la detección de cambios en la cobertura vegetal, que ha crecido gradualmente, debido a los impactos el cambio climático global. El cambio climático y los bosques están íntimamente ligados. Por una parte, los cambios que se producen en el clima mundial están afectando a los bosques debido a que las temperaturas medias anuales son más elevadas, a la modificación de las pautas pluviales y a la presencia cada vez más frecuente de fenómenos climáticos extremos. (Angelsen y Kaimowitz, 1999).

Los resultados demuestran una pérdida expresada en porcentaje (%) de la cobertura arbórea en relación con el tiempo y por efectos del CC. En el área estudiada en el año 1997 posee una mayor densidad arbórea (98%) en comparación con el año 2018 (81,8%), del año 2005 el porcentaje de densidad arbórea fue de 65,5% mayor con 14,8% al año 1997 (Figura 2), corroborando lo que menciona la FAO (2015) que el cambio climático alterar el crecimiento de los árboles, la incidencia de las plagas forestales y también podría aumentar los daños causados a los bosques por condiciones climáticas extremas, tales como sequías, inundaciones y tormentas.

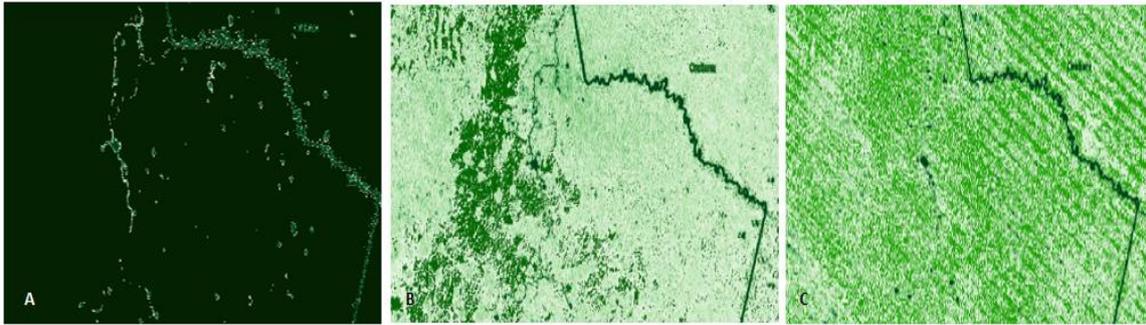


Figura 2. Fotografías aéreas A) 1997, B)2005, C)2018 procesadas en el software QGis versión 2.18.24.

CONCLUSIONES

La teledetección aeroespacial permite realizar estudios precisos a escalas grandes, sus aplicaciones se agrupan en tres áreas: evaluación de los recursos naturales, el impacto del hombre sobre estos y el impacto de fenómenos naturales sobre el mundo.

Con la utilización del software Qgis se evaluó la cobertura boscosa de un área específica de la Reserva de Biosfera Yasuní, donde se evidenció la incidencia del cambio climático y sus impactos en el área analizada en las últimas décadas, dando como resultado una gran diferencia de ocupación de suelo y densidad boscosa entre las tres décadas evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Angelsen, A., Kaimowitz, D. (1999). Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. *The World Bank Research Observer*, 14(1), 73-98. <https://doi.org/10.1093/wbro/14.1.7>
- Angelsen, A., Jagger, P., Babigumira, R., Belcher, B., Hogarth, N., Bauch, S., Wunder, S. (2014). Environmental income and rural livelihoods: a global comparative analysis. *World Development*, 64, S12–S28. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.03.006>
- Cox, P. M., R. A. Betts, M. Collins, P. P. Harris, C. Huntingford, y C. D. Jones. (2004) “Amazonian Forest Dieback under Climate-Carbon Cycle Projections for the 21st Century.” *Theoretical and Applied Climatology* 78 (1-3): 137-56. doi: 10.1007/s00704-004-0049-4
- FAO (2011) El cambio climático para los responsables de políticas forestales. Versión 1.0 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma,
- Forero, L. N. T., Castillo, J. S. B., & Castillo, C. A. B. (2018). Transformación de las coberturas vegetales y uso del suelo en la llanura amazónica colombiana: el caso de Puerto Leguízamo, Putumayo (Colombia). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(2), 286-300.
- IPCC, 2013: Climate Change (2013) The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp

- Killeen T, Siles T, Soria L, Correa L. (2015). Estratificación de vegetación y cambio de uso de suelo en Los Yungas y El Alto Beni de La Paz. *Ecología en Bolivia* 2005; 40(3): 32-69
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015) Estadísticas del patrimonio nacional. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito-Ecuador. 20 p.
- Maffi L, Woodley E (2010) *Biocultural Diversity Conservation: A Global Sourcebook*. London, UK: Earthscan Ltd. p. 313.
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C. & Navarrete, H. 2011. Libro rojo de las plantas endémicas de Ecuador. 2ª Edición. Publicaciones del herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito
- Pimm BYSL, Jenkins C (2005) Sustaining the Variety of Life. *Scientific American* 293: 66–73.
- Ríos, M.; Koziol, M.J.; Borgtoft Pedersen, H. y Granda, G. (2007). La colección etnobotánica del Herbario QCA/Ethnobotanical Collection of the Herbarium QCA. En: M. Rios; Koziol, M.; Borgtoft Pedersen, H. y Granda, G. (Eds.), *Plantas útiles del Ecuador: aplicaciones, retos y perspectivas/Useful Plants of Ecuador: Applications, Challenges, and Perspectives*. Abya-Yala. Quito, Ecuador. Pp.: 113-544.
- Torres, B., Vargas, J. C., Arteaga, Y., Torres, A., & Lozano, P. (2017). Entendiendo las dinámicas de un paisaje mega-diverso: Amazonía Ecuatoriana. *Gente, Bosque Y Biodiversidad*, 1.
- UNESCO (1989) MAB Biosphere Reserves Directory. Disponible: <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=ECU02&mode=all>.

GANADERIA SOSTENIBLE

Distribución de Endoparásitos Prevalentes en Bovinos del Cantón La Joya de los Sachas

Francisco J Velástegui¹, Antonio Vera¹, Madelen J Mejía¹, Carlos D Congo²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: francisco.velastegui@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Nemátodos, Protozoarios, Tremátodos*

INTRODUCCIÓN

La distribución y prevalencia de endoparasitosis en rumiantes ha sido descrita a nivel nacional (Ortega et al., 2016) e internacional (Piekarska et al., 2013), pero aún continúa siendo una de las principales causas de pérdidas económicas en América Latina y en otras regiones pecuarias del trópico y subtropical. Conocer mecanismos de tratamientos como estrategia biológica factible para el control de parásitos gastrointestinales (López et al., 2016), se ha convertido en una prioridad. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta poderosa para estudiar la distribución actual y predecir áreas de riesgo de las enfermedades zoonóticas (Soler et al., 2017), es así que puede ser utilizada como instrumento de apoyo en las actividades de salud pública veterinaria. El objetivo del estudio es identificar los principales grupos de endoparásitos que afectan a la ganadería bovina del cantón Joya de los Sachas y su distribución espacial utilizando los SIG.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana, se aplicó la fórmula de una población finita para la estimación del tamaño de la muestra y para el cálculo del número de fincas se utilizó la fórmula de una población infinita con un nivel de confiabilidad del 95% (Badii et al., 2017), se utilizó el método de muestreo probabilístico aleatorio simple (Otzen et al., 2017), la recolección de las muestras coproparasitarias se tomaron a bovinos machos y hembras de las diferentes categorías zootécnicas, las muestras obtenidas fueron procesadas en laboratorio de la Estación Experimental Central de la Amazonía del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), aplicando la Técnica de Sedimentación Rápida (TSR) modificada por Lumbreras (Citado por Córdova et al., 2018; Maco et al., 2002). Los resultados se analizaron en el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences SPSS (IBM Corp, 2013), se aplicó estadística descriptiva (Frecuencias) para determinar prevalencia y un análisis dimensional de los resultados con el software libre QGIS (Gutiérrez, 2016; Huertas, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prevalencia total de parasitismo gastrointestinal en este estudio fue del 87,57% entre los cuales se identificaron nueve géneros de nematodos gastrointestinales (*Oesophagostomum spp.*, *Ostertagia spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Cooperia spp.*, *Trichuris spp.*, *Haemonchus spp.*, *Bunostomum spp.*, *Neoascaris spp.* y *Marshallagia spp.*), dos géneros de protozoarios (*Balantidium coli*, y *Coccidia spp.*) y dos de tremátodos (*Paramphistomum spp.*, y *Fasciola hepática*). Protozoarios son el grupo de parásitos con mayor presencia en la población muestreada alcanzando el 69,4% de prevalencia, seguido por nematodos gastrointestinales con el 47,8% y finalmente tremátodos con el 9,3% como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Prevalencia de grupos de parásitos internos diagnosticados en bovinos del cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana

Prevalencia	Protozoarios		Tremátodos		Nemátodos	
	FA	%	FA	%	FA	%
Positivos	283	69,4	38	9,3	195	47,8
Negativos	125	30,6	370	90,7	213	52,2

FA.: Frecuencia Acumulada

En un estudio similar realizado en la ciudad de Cuenca se estableció una prevalencia total de parasitismo gastrointestinal de 69,4% (Rodríguez et al., 2016), otro estudio en la zona occidental del Azuay reporta un 79,7% (García et al., 2017) empleando la misma técnica utilizada en este estudio dato muy similar al aquí obtenido.

En el cantón El Chaco, provincia de Napo se reportó una prevalencia de 20,5% para protozoarios a nivel del cantón (Velástegui et al., 2012), lo cual es bajo en comparación a lo reportado en este estudio. Tremátodos tales como *Paramphistomum* spp. y *Fasciola* hepática se reportaron en este estudio siendo significativamente bajos (9,3%) en comparación con los reportados en la provincia de Napo, lo mismo ocurre en otro estudio realizado en la misma provincia en donde Astudillo A. (2016) reporta una prevalencia del 199%. Referente al grupo de nematodos gastrointestinales en otros estudios no reportan prevalencias generales, ya que se detallan de acuerdo al género y la especie diagnosticadas siendo *Haemonchus* spp. con 60,9% (Campoverde, 2015), *Ostertagia* spp. con 19,9% (Astudillo, 2016) y *Oesophagostomum* con 13,7% (Velástegui et al., 2012) las especies más prevalentes en estos casos, a los cuales podemos añadir *Trichostrongylus* spp. (9,89%) de acuerdo con los resultados obtenidos.

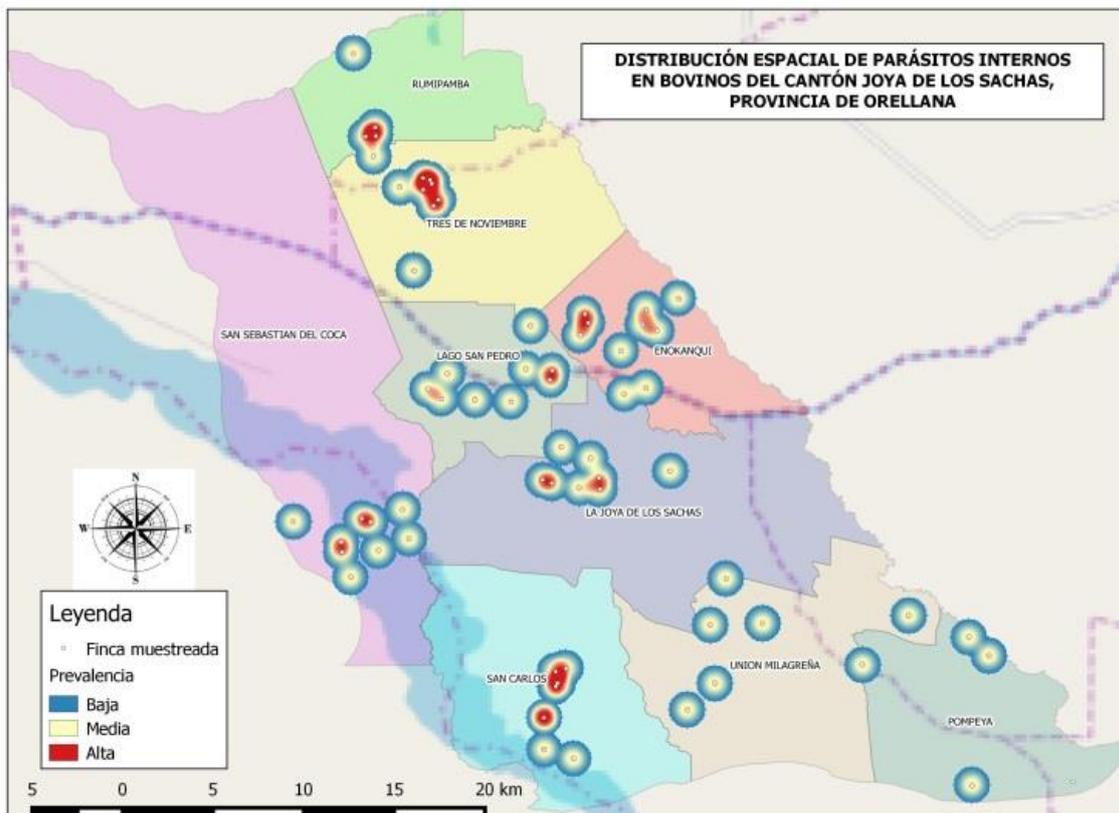


Figura 1. Distribución espacial de parásitos internos (nematodos, tremátodos y protozoarios) en bovinos del cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana

De esta manera podemos indicar que los nematodos gastrointestinales representan un grupo importante en la epidemiología de endoparasitosis en bovinos debido a la gran variedad y presencia de especies cuyas características biológicas los convierten en un limitante de la capacidad productiva de los sistemas de producción ganadera.

La Figura 1 muestra en un mapa la distribución espacial de los resultados obtenidos de manera que se puede identificar las zonas con mayor prevalencia dentro de las localidades intervenidas aportando de manera significativa al conocimiento de la epidemiología, para lo cual la Tabla 2 proporciona información detallada por grupo de parásitos y localidad.

Podemos mencionar entonces que la distribución tanto de protozoarios, así como de nematodos y tremátodos es homogénea en el cantón existiendo focos de mayor prevalencia como son los casos de las parroquias de Enokanqui en los casos de protozoarios (20,1%), nemátodos (11,8%) y tremátodos (2,7%), Tres de noviembre con 8,8% y 6,1% de protozoarios y nematodos respectivamente, y San Carlos con 9,1% de protozoarios y 5,1% de nematodos.

En el Cantón Joya de los Sachas, no existen reportes epidemiológicos previos sobre endoparásitos con los que los resultados de esta investigación puedan ser discutidos, a pesar de esto podemos analizar aquellos obtenidos en las distintas localidades, observando variabilidad entre cada parroquia, esta diferencia podría deberse a las condiciones medioambientales menos favorables para el desarrollo las distintas especies de parásitos tales como temperatura, humedad y presencia del huéspedes intermediarios.

Tabla 2. Prevalencia de grupos de parásitos internos diagnosticados en bovinos del cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana

Localidad	Endoparásitos		
	Nemátodos	Protozoarios	Tremátodos
Enokanqui	11,8%	20,1%	2,7%
Joya de los Sachas	3,9%	8,3%	0,2%
Lago San Pedro	5,4%	5,1%	2,5%
Pompeya	3,4%	3,4%	0,2%
Rumipamba	4,4%	3,2%	0,2%
San Carlos	5,1%	9,1%	0,7%
San Sebastián	3,4%	4,4%	1,2%
Tres de Noviembre	6,1%	8,8%	1,2%
Unión Milagreña	4,2%	6,9%	0,2%

CONCLUSIONES

Los principales grupos de endoparásitos que afectan a los bovinos distribuidos en las localidades del cantón Joya de los Sachas son protozoarios, nematodos gastrointestinales y tremátodos, siendo *Coccidia spp*, *Oesophagostomum spp.* y *Paramphistomum spp.* las especies más prevalentes en cada uno respectivamente.

Las parroquias con mayor presencia de parásitos internos en el cantón Joya de los Sachas son Enokanqui, Tres de Noviembre y San Carlos.

BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo Álvarez Angélica Liliana. (2016), Prevalencia de parásitos gastrointestinales en bovinos adultos de los cantones orientales de la provincia del Azuay. (Bachelor's thesis). Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/1234>
- Campoverde Ramírez Erika Eludia. (2015), Prevalencia de nematodosis gastrointestinal en la ganadería de doble propósito, en la Parroquia Noboa en el Cantón Veinticuatro de Mayo, Provincia de Manabí. (Bachelor's thesis). Consultado en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14544>
- Badii, M. H., Castillo, J., & Guillen, A. (2017). Tamaño óptimo de la muestra. *Innovaciones de Negocios*, 0(09). Recuperado de <http://revistainnovaciones.uanl.mx/index.php/revin/article/view/199>
- Córdova, R. B. S., & Betalleluz, P. A. (2018). Fasciolosis hepática en escolares de Pilcomayo, Huancayo. *Revista Científica Alas Peruanas*, 4(2). <https://doi.org/10.21503/sd.v4i2.1584>
- Gutiérrez, V. A. G. (2016). QGIS: Geografía, Computación, Matemáticas | SAHUARUS. *Revista Electrónica de Matemáticas*. ISSN: 2448-5365. 1, (2). Recuperado de <http://sahuarus.mat.uson.mx/index.php/sahuarus/article/view/35>
- Huertas Amorós, S. (2018). Análisis estadístico clásico y robusto de datos espaciales. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:masterMatavanz-Shuertas>
- López, F. C., Mosquera, V. H. B., Iturralde, L. F. R., Olmedo, J. E. G., Ortiz, G. A. G., Andrade, J. M., & Ortíz, I. P. Y. (2016). Evaluación del paico *Chenopodium ambrosioides* y chocho *Lupinus mutabilis* Sweet como antiparasitarios gastrointestinales en bovinos jóvenes. *La Granja*, 24(2), 95–110.
- Maco Flores, V., Marcos Raymundo, L., Terashima Iwashita, A., Samalvides Cuba, F., Miranda Sánchez, E., Espinoza Babilon, J., & Gotuzzo Herencia, E. (2002). Fas2-ELISA y la técnica de sedimentación rápida modificada por lumbreras en el diagnóstico de la infección por *Fasciola hepática*. *Revista Médica Herediana*, 13(2), 49-57.
- Ortega Saitama, & Norman Adrian. (2016). *Diagnóstico de parasitosis gastrointestinal y pulmonar de bovinos en fincas ganaderas de la parroquia Guadalupe* (Bachelor's thesis). Universidad Nacional de Loja, Loja. Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/17212>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Piekarska, J., Płoneczka-Janeczko, K., Kantyka, M., Kuczaj, M., Gorczykowski, M., & Janeczko, K. (2013). Gastrointestinal nematodes in grazing dairy cattle from small and medium-sized farms in southern Poland. *Veterinary Parasitology*, 198(1), 250-253. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.07.039>
- Rodríguez Siguencia, I. F., y Juela Quintuña, E. G. (2016). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en bovinos adultos del cantón Cuenca. (Bachelor's thesis). Consultado de < <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24372>
- Soler, Y., Cárdenas, M. P., Aguirre, R., Ramírez, W., & Flores, A. (2017). Vigilancia epidemiológica asistida por los Sistemas de Información Geográfica. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(6). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=63651420002>
- Velástegui, L. F. J. (2012). Prevalence of Parasitosis Caused by *Paramphistomum* Spp. in Cattle of the Canton El Chaco, Province of Napo. DOI: <<https://doi.org/10.13140/rg.2.1.3123.8640>>

Importancia del Silvopastoreo en la Generación de Microclimas para la Ganadería Bovina

Carlos D Congo¹, Antonio Vera¹, Francisco J Velástegui², Madelen J Mejía¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonia, La Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador.

E-mail: carlos.congo@iniap.gob.ec

Palabras clave: Calentamiento global, Agroforestería, Agroecosistemas

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los grandes problemas ambientales del siglo XXI viene en aumento en las últimas décadas (Botero et al., 2013). Según Sánchez et al. (2014), las estrategias de producción y de adaptación al cambio climático se promueven en las granjas con la utilización de especies de árboles para el sombreado de ganado, mejorando la estrategia de la rentabilidad y la productividad de los animales. Desde el punto de vista de captura de carbono, el diseño de políticas que incentiven la implementación de sistemas agroforestales (SAF), conservación y manejo de árboles en potreros, será un aspecto clave a ser incorporado dentro de las estrategias de cambio climático. (Cardona et al., 2014; Cassanova et al., 2011; Chacón et al., 2013; Murgueitio et al., 2013).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la temperatura ambiente bajo la proyección de sombra de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en un sistema pastoril con el género *Brachiaria* en las épocas de máxima y mínima precipitación, para ello se plantea la siguiente hipótesis nula: “La asociación de guayaba en los sistemas pastoriles no contribuye a mejorar el microclima en las épocas de máxima y mínima precipitación”

MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Central de la Amazonia (Coordenadas 0° 21' 31,2" S; 76° 52 ' 40,1" W), ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, con una precipitación media anual de 3100 mm, temperatura promedio anual de 25°C y una altitud 282 m s.n.m.

Las guayabas fueron sembradas en el año 2010 a una distancia de 9 x 10 metros, el periodo de evaluación se realizó entre el año 2013 al 2015, se registraron lecturas de temperatura ambiente en las épocas de máxima precipitación (abril y mayo) y mínima precipitación (agosto y septiembre), durante un periodo de 30 días, a las 10:00 a.m. y 14:00 p.m., se utilizaron termómetros digitales de lectura directa, ubicados en un pedestal de 1,5 metros de altura en un punto de muestreo bajo la proyección de sombra de la guayaba y otro punto equidistante de 4 guayabas y se compararon con temperaturas tomadas a plena exposición solar, los datos se expresaron en grados centígrados (°C), para efecto de esta investigación se utilizó el valor promedio entre la temperatura máxima/mínima.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, en el modelo estadístico se consideró como factores fijos a la época, sombra, hora de evaluación y el bloque como variable aleatoria, se utilizó un muestreo sistemático y los resultados se analizaron en el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences SPSS (IBM Corp.,

2013), se aplicó estadística descriptiva (Medidas de posición y Dispersión) y un modelo lineal general univariante, para determinar diferencias entre medias se aplicó Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados descriptivos entre pleno sol y los puntos de muestreos dentro del sistema silvopastoril con guayaba mostraron una diferencia de 2,36 a 3,5°C en época de mínima precipitación (Tabla 1), referente a la diferencia de temperatura entre el punto equidistante y debajo del frutal se obtuvo una diferencia de 1,14°C para esta época.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la temperatura (°C) en la época de mínima precipitación

Épocas	Sombra	Horas	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Mínima Precipitación	Equidistante de la guayaba	10:00 a.m.	30,21	3,39	11,22
		14:00 p.m.	33,08	5,80	18,33
		Promedio	31,64	4,96	15,67
	Debajo de la guayaba	10:00 a.m.	29,14	2,86	9,81
		14:00 p.m.	31,87	5,30	16,63
		Promedio	30,50	4,47	14,65
	Pleno sol ¹	Promedio mensual	34,00		
		Diferencias	Equidistante guayaba		
			Bajo guayaba		

¹Histórico de 10 años (Estación meteorológica Palmar del Río)

En la época de máxima precipitación la diferencia de las medias de temperatura registrada entre pleno sol con los puntos equidistantes y bajo la guayaba fue de 5,42 a 6,55°C respectivamente (Tabla 2), la diferencia entre la temperatura entre el punto equidistante y bajo la guayaba dentro del sistema silvopastoril fue de 1,13°C para esta época.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la temperatura (°C) en la época de máxima precipitación

Épocas	Sombra	Horas	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Máxima Precipitación	Equidistante de la guayaba	10:00 a.m.	29,18	5,24	17,95
		14:00 p.m.	29,98	8,47	28,63
		Promedio	29,58	7,06	23,86
	Bajo la guayaba	10:00 a.m.	27,96	4,53	16,20
		14:00 p.m.	28,93	7,52	25,99
		Promedio	28,45	6,23	21,89
	Pleno sol ¹	Promedio Mensual	35,00	--	--
		Diferencias	Equidistante guayaba		
			Bajo guayaba		

¹Histórico de 10 años (Estación meteorológica Palmar del Río)

De acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias Tukey al 5%, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para el factor épocas, horas, sombra e interacciones, razón por la cual se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa: “la asociación de guayaba en potreros contribuye a mejorar el microclima en las épocas de máxima y mínima precipitación”. Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con estudios realizados en sistemas silvopastoriles (SSP) donde señalan la reducción del estrés calórico entre 2 a 9° C de la temperatura

con relación a las áreas de potrero abierto Panader, 2010; Murguétio et al., 2014), esta generación de microclimas de los SSP causa un efecto positivo en la productividad del componente animal, de acuerdo a lo citado por Barragán et al. (2015) la temperatura de la piel se reduce en 1,52 °C y la rectal en 0,2 °C, además reduce la frecuencia respiratoria por minuto (rpm) en 8,88 y aumenta las horas de pastoreo en 1,8 comparado con los animales que estuvieron expuestos a la radiación solar directa.

CONCLUSIONES

La asociación del frutal guayaba (*Psidium guajava* L.) en los sistemas pastoriles tradicionales de la Amazonía Ecuatoriana, se convierten en una opción promisoriosa para el fomento de una ganadería climáticamente inteligente, la proyección de su sombra tiene un efecto positivo en la reducción de la temperatura ambiente en horas de mayor exposición solar.

BIBLIOGRAFÍA

- Barragán-Hernández, W. A., Mahecha-Ledesma, L., & Cajas-Girón, Y. S. (2015). Variables fisiológicas-metabólicas de estrés calórico en vacas bajo silvopastoreo y pradera sin árboles. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=43738993003>
- Cardona, C., A. C., Ramírez, N., F. J., Morales, T., M. A., Barahona Rosales, R. (2014). Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 27(2), 76-94.
- Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J., & Solorio-Sánchez, J. (2011). Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 133-143. <https://doi.org/10,5154/r.rchscfa.2010.08.047>
- Chacón-León, M., & Harvey, C. A. (2013). The contribution of dispersed trees in pastures for biomass reserve and climate change mitigation. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 17-26.
- Enrique Murguétio R, Chará, J. D., Solarte, A. J., Uribe, F., Zapata, C., & Rivera, J. E. (2013). Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad | Murguétio R | *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26(1). Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/324845>
- Murguétio R., E., Chará O., J., Barahona R., R., Cuartas C., C., & Naranjo R., J. (2014). Los Sistemas Silvopastoriles intensivos (SSPI), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=93935728001>
- Panadero, A. N. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, (19), 113-122. <https://doi.org/10.19052/mv.782>
- Sánchez, A., Yimi, K., Pimentel Tapia, M. E., & Suárez Salazar, J. C. (2014). Conocimiento local sobre estrategias de adaptación al cambio climático en productores ganaderos en San Vicente del Caguán-Colombia. *Zootecnia Tropical*, 32(4), 329–340.

Indicadores Biológicos para Medir la Sustentabilidad Productiva de Ovejas de Pelo

Juan C Moyano^{1,6}, Pablo R Marini^{2,3,6}, María L Fischman^{4,5,6}

¹Universidad Estatal Amazónica-Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica - Ecuador.

²Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional de Rosario – Argentina

³Consejo de Investigaciones (CIC-UNR).

⁴Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias

⁵Instituto de Investigación y Tecnología en Reproducción Animal (INITRA), Buenos Aires, Argentina.

⁶Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL).

E-mail: camp@hotmail.com

Palabras clave: reproducción, prolificidad, eficiencia, sustentabilidad

INTRODUCCIÓN

Según Sarandón (2002), la sustentabilidad es un concepto complejo e interdisciplinario, para el cual no existen parámetros ni criterios universales o comunes de evaluación. Señala la necesidad de simplificar su complejidad a través de la obtención de valores claros, objetivos y generales, conocidos como indicadores, de manera de transformar conceptos abstractos en términos operativos. Las áreas tropicales representan la cuarta parte de la superficie de Ecuador. La actividad agropecuaria es una alternativa factible de desarrollarse en la Amazonía Ecuatoriana. No obstante, si bien la ovinocultura ofrece un potencial enorme y diverso para la implementación de un sistema de producción de proteínas de origen animal sustentable, su desarrollo en la región ha sido lento. Para revertir este hecho, es imprescindible que se apliquen tecnologías de insumos y procesos que generen beneficios sociales, ambientales y económico-productivos, sin perjudicar la sustentabilidad del sistema. La raza Blackbelly ha recibido gran atención en los últimos años, ya que es una de las pocas razas ovinas de pelo criadas en el trópico, que presenta alta prolificidad y fertilidad (Hermosillo et al., 1990, Rojas Rodríguez y Rodríguez Rivera, 1995, González-Stagnaro et al., 2002). Sin embargo, a la fecha, dicho potencial de adaptación al ambiente no ha sido evaluado ni explotado debidamente. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la sustentabilidad productiva de un rebaño de ovejas de pelo de la Amazonía Ecuatoriana a través de indicadores biológicos de fertilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los animales utilizados, ovejas de pelo de la raza Blackbelly, pertenecen a la majada del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA). Fueron criados bajo las mismas condiciones ambientales, nutricionales y de manejo. El CIPCA está ubicado en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador, en el kilómetro 44 vía Puyo-Tena (coordenadas: S 01° 14,325'; W 077° 53,134') y dispone de una superficie de 4 ha de pastos. El ambiente es tropical, con precipitaciones de 4 000 mm/año, una humedad relativa promedio del 80% y temperaturas que varían entre los 15 y los 25 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión. La altitud varía entre los 580 y 990 m.s.n.m. Si bien los suelos presentan una composición muy heterogénea, la mayoría se origina en sedimentos fluviales procedentes de la región andina del país. El ensayo se realizó entre enero de 2015 y febrero de 2018, período que incluyó cuatro partos. Se utilizaron 22 hembras, de 24 a 32 meses de edad, con un peso promedio y desvío estándar de 34±4 kg. Su alimentación fue de pastoreo libre, con pastizales en base de *Brachiaria*

decumbens Stapf, *Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf, *Arachis Pintoi* Krapov. Y WCGreg., *Desmodium ovalifolium* Merr. y *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. Al inicio, los animales presentaron estado clínico normal, en lo que respecta a funcionalidad del aparato digestivo, respiratorio y circulatorio, temperatura corporal, comportamiento alimentario y social.

Los ovinos permanecieron en pastoreo de 7:00 am a 16:00 pm, siendo estabulados durante la noche con consumo de agua a voluntad. Se dividieron a las ovejas en dos grupos: G1, forraje más una suplementación (Pecutrin® Suplemento mineral más vitaminas A, D3 y E. *Bayer HealthCare*) diaria a partir del destete de su primer parto hasta finalizar el ensayo y G2, sólo forraje, sin suplementación mineral. Se analizaron las siguientes variables: intervalo parto-parto IPP en días e Índice de prolificidad (corderos nacidos/ovejas paridas)*100. Se analizó si existían diferencias significativas entre los grupos (G1 y G2) mediante la aplicación de análisis de la variancia a un criterio de clasificación. Medias para ANOVA de un factor. Se utilizó JMP versión 5.0 para Windows (JMP®, SAS Institute, 2003) para el análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de IPP fueron de 199,4±4 días y 218±4 días, para G1 y G2 respectivamente, mostrando una diferencia de 18 días a favor del G1. Al comparar el IPP entre cada parto, el G1 mostró una diferencia significativa ($p \leq 0,05$) acortando el IPP, acercando este valor al óptimo, que debería ser de 180 días para lograr dos partos por año, sin afectar la fertilidad. En el primer parto no se observaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) ya que la suplementación mineral se comenzó a utilizar luego del destete, según lo presentado en tabla 1.

Tabla 1. Promedios y errores estándar del intervalo parto-parto por grupo

Grupo	n	IPP ¹ días	IPP ² días	IPP ³ días
G1	11	226,2±7,5	184,6±2,6	188,3±2,0
G2	11	224,6±7,9	215,1±2,1	214,2±3,3
		Ns	*	*

* indica diferencias significativas entre grupos ($p < 0,05$)

IPP¹ (fecha del segundo parto – fecha del primer parto), IPP² (fecha del tercer parto – fecha del segundo parto),

IPP³ (fecha del curato parto-fecha del tercer parto).

Para evaluar prolificidad se consideran que valores (%) inferiores o iguales a 120 son bajos, valores entre 121 a 200 corresponden a niveles medios y valores por iguales o mayores a 200 corresponden a superior. Considerando esta clasificación, el Grupo 1 mostró un valor intermedio de prolificidad (150%), mientras que el Grupo 2 estuvo por debajo del mínimo requerido (102%). Rojas Rodríguez y Rodríguez Rivera, 1995; González-Stagnaro et al., 2002; Nogueira Soares et al., 2015, han demostrado que diversos factores nutricionales influyen sobre los procesos reproductivos. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones hacen hincapié en las últimas etapas de la gestación, debido a la importancia de la toxemia de la preñez en las ovejas, supervivencia y crecimiento de los corderos.

Sin embargo, nuestros resultados muestran que se debería incorporar el concepto de una suplementación sistemática. El modelo evaluado mostró resultados que indican que los ovinos de pelos están adaptados a la Amazonía y que pueden ser productivos, ya que ninguna especie que no esté adaptada podría dejar descendencia.

CONCLUSIONES

Los indicadores biológicos de reproducción pueden utilizarse para evaluar la sustentabilidad productiva de los rebaños de ovejas de pelo de la Amazonía Ecuatoriana

BIBLIOGRAFÍA

- González-Stagnaro, C., Ferreira Nunes, J., Madrid. Bury, N., Chirino, Z. 2002. Involución uterina en ovejas deslanadas west african en el medio tropical. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XII, Nº 5, 329-337, 2002
- Hermosillo, G. G. A., Castaneda, M. J., Banuelos, D. G. J. 1990. Establecimiento de un módulo de mejoramiento genético de ovinos tropicales, en el sur de Jalisco, resultados iniciales, peso al nacimiento (PN). Memoria del III Congreso Nacional de Producción Ovina, Tlaxcala. México: 66.
- Nogueira Soares, F., Franco Oliveira, M.E., Padilha-Nakaghi, L.C., Guilherme de Oliveira, L., Rossi Feliciano, M.A., Brener Bezerra de Oliveira, F., Maia Teixeira, P.P., Russiano Vicente, W.R., Faturi, C., de Souza Rodrigues, L.F. 2015. Reproductive and productive performances of Santa Inês ewes submitted to breeding in different periods of the Amazonian humid tropical climate. Tropical Animal Health and Production, Volume 47, Issue 8, pp 1465–1471
- Sarandón, S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. p. 393-414. En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Sarandón, S. (ed.). Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina.
- Rojas Rodríguez, O., Rodríguez Rivera, O.L. 1995. Factores que modifican la prolificidad en ovejas blackbelly en clima tropical. Tec. Pecu. Mex. Vol. 33 No.3.

1^{er} CONGRESO INTERNACIONAL ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

Promoviendo una agricultura climáticamente inteligente en la Amazonía

Con el apoyo de:



Con el auspicio de:

