

## INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LA AGRICULTURA FAMILIAR NGÄBE BUGLÉ<sup>1</sup>

*Julio Santamaría G<sup>2</sup>; Eduardo Palacio R<sup>3</sup>; Gladys González D<sup>4</sup>; Ilza Mariano<sup>5</sup>*

### RESUMEN

El IDIAP, ejecutó el proyecto Innovación Tecnológica de los Sistemas de Producción de la Agricultura Familiar de la Comarca Ngäbe Buglé (CNB), el cual generó un marco orientador para la investigación e innovación de sistemas de producción de la agricultura familiar, se desarrollaron capacidades institucionales y se fortalecieron los Sistemas Locales de Ciencia y Tecnología Agrícola en localidades de la CNB. Durante cuatro años se diseñó, implementó y evaluó de manera participativa sistemas agroalimentarios que incorporaron tecnologías agroecológicas, con el objetivo de disminuir la dependencia de insumos externos, reutilizando los desechos orgánicos generados y conservando los recursos naturales y la biodiversidad local, para aumentar la disponibilidad de alimentos y generar ingresos adicionales. Los sistemas agroalimentarios diseñados e implementados bajo este marco orientador, incorporaron innovaciones tecnológicas como semillas criollas saneadas, variedades mejoradas, fertilización orgánica, riego por goteo a gravedad, casa de vegetación construida con materiales locales, siembra en hilera y prácticas agroecológicas de manejo de cultivos y conservación del suelo, entre otros, que aportaron significativamente a la seguridad alimentaria, a la sostenibilidad ambiental e incrementaron los ingresos de las familias. Después de cuatro años de investigación, en el caso de la Granja La Esperanza en Hato Horcón, se incrementó la producción de alimentos, pasando de abastecer las necesidades de calorías del productor y su familia de 163 días en el 2008 a 350 días en el 2012, mejorando de manera significativa su seguridad alimentaria y con un incremento en el mismo periodo del valor bruto de su producción de 206%.

**PALABRAS CLAVES:** Agroecología, Gestión integrada del conocimiento, Gestión de la innovación, sistema agroalimentario.

---

<sup>1</sup>Recepción: 11 de marzo de 2015. Aceptación: 13 de abril de 2015. Proyecto Innovación Tecnológica de los Sistemas de Producción de la Agricultura Familiar de la Comarca Ngäbe Buglé (CNB), cofinanciado por el FIDA y SENACYT.

<sup>2</sup>Ph.D. en Innovación Institucional, IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOc).  
e-mail: juliosguerra@gmail.com

<sup>3</sup>Ing. Agr. IDIAP. CIAOc. e-mail: ingeduardopr03@yahoo.com.ar

<sup>4</sup>M.Sc. en Entomología. IDIAP. CIAOc. e-mail: ggdufau@gmail.com

<sup>5</sup>Ing. Agr. IDIAP. CIAOc. e-mail: franciskin\_0512@hotmail.com

## TECHNOLOGICAL INNOVATION OF FAMILY FARMING PRODUCTION SYSTEMS IN THE NGABE-BUGLE

### ABSTRACT

The IDIAP executed the Research and Innovation Project on Technological Innovation of Agricultural Production System in the Ngäbe Bugle Reserve (CNB). Through this project, a guiding framework was generated for research and innovation on production systems of family agriculture, institutional capacities of Local Science and Agricultural Technology Systems were developed and strengthened at locations in the CNB. Agri-food systems were designed, implemented and evaluated during four years in a participatory manner that incorporated agroecological technologies through management practices that reduce dependence on external inputs, reuse the generated organic waste and conserve natural resources and local biodiversity to increase food availability and to generate additional revenue. Agri-food systems designed and implemented under this guiding framework incorporated technological innovations such as sanitized native seeds, improved varieties, organic fertilization, gravity-activated drip irrigation, greenhouses built with local materials, planting in rows, and agroecological practices and crop management soil conservation among others, contributed significantly to food security, environmental sustainability and increased family income. After four years of research, in the case of La Esperanza Farm in Hato Horcón, food production was increased to supply familiar caloric needs from 163 days in 2008 to 350 days in 2012, significantly improving their food security and increased gross value of production by 206 per cent.

**KEY WORDS:** Agroecology, Integrated Knowledge Management, Management of innovation, agri-food systems.

### INTRODUCCIÓN

La generación, acceso y uso del conocimiento, de la ciencia y de la tecnología se consideran factores impulsores directos y por lo tanto, componentes fundamentales en las estrategias e intervenciones para el desarrollo, especialmente en aquellas orientadas a reducir el hambre y la

pobreza, mejorar la nutrición humana, fortalecer los modos de vida y lograr el bienestar económico, ambiental y socialmente sostenible de las poblaciones rurales.

En Panamá, 36,8% de la población sobrevive en condiciones de pobreza, mientras que en las áreas rurales se

concentra el 54% de los mismos y el 98,4% de los indígenas están en esta situación (ONU 2015). En la comarca Ngäbe Buglé, con una población total de 153 633 habitantes en el 2010, de acuerdo con diagnósticos oficiales, la población bajo la línea de pobreza a 93,4% y la población de pobreza extrema es de 91,5% (INEC 2010).

El sustento de vida de la nación Ngäbe Buglé se basa en la agricultura familiar, que le aporta el 60% de su alimentación y 50% de sus ingresos (Santamaría Guerra *et al.* 2011). En los últimos años, su condición de vida ha empeorado drásticamente a causa de la progresiva deforestación y degradación de sus suelos, principalmente, a consecuencia de la práctica de la agricultura de roza y quema, y al aprovechamiento inapropiado de los recursos naturales (Laoy Samaniego 1994, ANAM-GTZ 2003). La vulnerabilidad de las poblaciones originarias se agrava por ubicarse en tierras agrícolas marginadas y ecológicamente sensibles.

La mayoría de las intervenciones orientadas a la innovación tecnológica para el desarrollo rural se centra en indagar cómo mejorar su efecto inductor y cumplir las promesas de contribuir a la sostenibilidad de la agricultura. En consecuencia, sus respuestas y soluciones

revelan que estos esfuerzos investigativos son realizados desde la perspectiva del modo de innovación tradicional, lineal, unidireccional, de investigación y difusión de tecnología (Roger 1962), que es el mismo que ha prevalecido en la creación del problema que es necesario comprender para superar (Perfecto *et al.* 2009).

No se pueden superar situaciones complejas bajo el mismo modo de interpretación y con el mismo modo de intervención que las generaron. Esto nos lleva a considerar más relevante preguntarnos por qué los marcos filosóficos y conceptuales del paradigma tecnológico del industrialismo ya no sirven como guías confiables para orientar a los actores sociales, económicos, políticos e institucionales del desarrollo; por qué la generación y difusión del conocimiento, la ciencia y la tecnología agrícola no consiguen reducir el hambre y facilitar el desarrollo inclusivo, ambiental, social y económicamente sostenible (Santamaría Guerra 2005, Altieri y Toledo 2011, IDIAP 2009, Altieri y Nicholls 2012).

En los enfoques tradicionales, la vulnerabilidad de los sistemas de producción de la agricultura familiar se concibe a partir de la visión de mundo del dominador (generalmente un experto externo) que impone su concepción

universal de la realidad sobre las visiones e intereses locales de los grupos subalternos y crea una división de trabajo en el proceso de generación, acceso y uso de conocimiento que transforma a los actores locales (productores y productoras) en meros receptores de valores, conceptos y paradigmas generados lejos de su contexto y sin compromiso con sus necesidades, demandas y aspiraciones (Santamaría Guerra *et al.* 2005; Santamaría Guerra 2007). Por el contrario, el enfoque de Sistemas de Información y Conocimiento Agrícolas<sup>6</sup> considera los sistemas como una construcción social donde los actores que lo integran perciben su interdependencia, se ponen de acuerdo sobre la visión sistémica actual y futura; negocian principios, premisas, objetivos, estrategias y cursos de acción; y sistematizan sus experiencias y lecciones a través de procesos estructurados de interpretación negociada.

La iniciativa de transformación tecnológica de sistemas de producción de la agricultura familiar Ngäbe Buglé bajo un enfoque de sistemas blandos (Röling 1992, Röling y Engel 1991, Röling y

Jiggins 1998, Röling y Wagemakers 1998, Engel 1997, Engel y Salomon 1997) y de actuación intercultural, desarrollada por el IDIAP es parte del Programa de Investigación e Innovación de Sistemas de Producción en Áreas de Pobreza Rural e Indígena que tiene como propósito contribuir de manera significativa a la reducción de la pobreza, el hambre y la desnutrición al mismo tiempo que se recuperan los sistemas de producción degradados y se fortalece la base agro tecnológica para el manejo sostenible de los recursos naturales (IDIAP 2007).

El modo de intervención del IDIAP en la CNB se fundamenta en la Gestión Integrada del Conocimiento y la Innovación que se inspira en el Modo contextual de Generación y Apropriación del Conocimiento para la Innovación, según el cual, innovaciones importantes emergen de procesos de interacción social, donde el conocimiento socialmente relevante es generado en el contexto de su aplicación e implicaciones dentro de espacios democráticos llamados ágoras donde interactúan talentos externos y locales (Santamaría Guerra 2003, 2004, 2005, Álvarez *et al.* 2005).

<sup>6</sup> Sistemas de Información y Conocimiento (Knowledge and Information Systems- KIS); en la definición de Röling 1988, se entiende como "*Las personas, redes e instituciones, las interfaces y articulaciones entre ellos, que se ocupan de, o gestionan la generación, transformación, transmisión, almacenamiento, recuperación, integración, difusión y utilización del conocimiento y la información, los cuales tienen el potencial de trabajar sinérgicamente, para mejorar la relación entre el conocimiento, el medio ambiente y el uso de tecnologías, en un campo específico de la actividad humana*".

En este artículo, se presenta el estudio de caso de innovación tecnológica correspondiente a la Granja la Esperanza, en Hato Horcón, distrito de Nole Duima en la comarca Ngäbe Buglé en Panamá. El objetivo consistió en el diseño, implementación y evaluación, de manera participativa de sistemas agroalimentarios que incorporaron prácticas agroecológicas, de manejo que disminuyen la dependencia de insumos externos, reutilizan los desechos orgánicos generados y conservan los recursos naturales y la biodiversidad local, para aumentar la disponibilidad de alimentos y generar ingresos adicionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como principal método de investigación el estudio de caso, tal y como lo plantea Yin (1998), quien lo define como un proceso de indagación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo, dentro de un contexto de vida real, especialmente cuando el proceso de investigación depende de la confiabilidad de múltiples fuentes de evidencias; y los límites entre el fenómeno estudiado y el contexto no son claramente evidentes.

### Localización:

La comarca Ngäbe Buglé, creada mediante la ley 10 del 7 de marzo de 1997 de la República de Panamá, es el

territorio asignado a las etnias Ngäbe y Buglé y ocupa un área de unos 13100 km<sup>2</sup>, localizado geográficamente en la zona de confluencia de las provincias de Chiriquí, Veraguas y Bocas del Toro. Está conformada por tres grandes regiones: *Ñokribo*, extendida sobre la parte de la porción continental e insular de la provincia de Bocas del Toro, con clima lluvioso durante todo el año; *Nedrini*, sobre la parte de la porción continental de la provincia de Chiriquí, con suelos con capacidad agrológica media; y *Kodriñi*, sobre parte de las provincias de Chiriquí y Veraguas.

El área de estudio se localizó en la comunidad de Hato Horcón, corregimiento de Cerro Iglesia, distrito de Nole Duima, en la región *Nedrini*, parte occidental de la comarca Ngäbe Buglé. El estudio se realizó en la finca de producción orgánica La Esperanza de Hato Horcón perteneciente al Sr. Leandro Guerrero, miembro de la Asociación Mixta de Productores Orgánicos Ngäbe Buglé, fundada en el 2006, conformada por 90 productores orgánicos, la cual está ubicada en las coordenadas de latitud Norte 8°18'8,24" y longitud Oeste 81°46'50,5", con una altitud de 172 msnm. El área total del terreno es de 1,7 ha, más el área de reserva para la protección de fuentes de agua.

La selección de la finca piloto para el estudio, se realizó de acuerdo a los siguientes criterios: accesibilidad, pertenencia a una organización de productores y disposición de colaboración de los productores, representatividad del lugar por sus condiciones edafoclimáticas de la CNB y presencia de una diversidad de actores promoviendo la innovación tecnológica e institucional.

El estudio se realizó entre 2007 y 2013, y comprendió tres etapas para su implementación:

#### **Etapas 1:**

#### **Comprensión del sistema de producción y organización de la plataforma de innovación:**

A partir de la identificación de actores de la innovación tecnológica, se conformó para cada estudio de caso un grupo de Participación-Acción-Reflexión (PAR), integrado por los productores del área de estudio, extensionistas, promotores e investigadores y se realizó un taller para el diagnóstico rural participativo, apoyándose en técnicas como lluvia de ideas, mapas de fincas, censo de problemas, identificación de soluciones locales y mapeo de ordenamiento de la finca. Este esfuerzo se concibe como mecanismo de desarrollo de capacidades para la investigación participativa, enfocado a comprender la problemática

tecnológica y definir cursos de acción para encontrar soluciones integrales mediante procesos participativos de investigación - acción - reflexión (Santamaría Guerra 2003).

Se realizaron varias actividades, en esta etapa, que van desde la identificación del grupo meta, estudio de línea base, diseño del sistema de producción agroecológica (Altieri 1999) y seminarios de fortalecimiento de la capacidad local e investigación participativa. Una vez identificado el grupo de los productores se aplicó una encuesta semi estructurada al presidente del grupo sobre la generalidad del grupo y la actividad agrícola a que se dedicaban. Posteriormente, se midió y referenció geográficamente el área, se tomaron datos de la producción agropecuaria, ingresos económicos de la finca y un inventario forestal (Gallego *et al.* 1997, Sippel 1995).

Se realizaron muestreos estratificados de suelo siguiendo la metodología del IDIAP, se colectaron muestras de la artropofauna utilizando trampas de caída "pitfall". Los artrópodos se recogieron en frascos con alcohol al 70% para su posterior análisis mediante las claves taxonómicas de (Palacios Vargas 1990, Ospina *et al.* 2003) donde las taxas fueron determinadas hasta el nivel de orden y familia. Se estimaron las

respectivas abundancias de individuos por taxa y apariciones por muestreo. Con los datos de abundancia obtenidos se estimó la diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y la equidad ( $E'$ ) para cada periodo del muestreo.

## **Etapa 2:**

### **Diseño, incorporación de tecnología y acompañamiento del sistema:**

Los mapas de la situación actual y futura de los sistemas piloto fueron discutidos en un seminario taller de Innovación de sistemas de producción, con la participación de productores, extensionistas, investigadores y otros expertos locales y externos para negociar una propuesta de innovación tecnológica y consolidar el plan propuesto por los productores. La negociación permitió diferenciar actividades de validación, difusión de tecnología e investigación y un cronograma de implementación de las mismas.

El grupo PAR acompañó mediante reuniones, giras técnicas, días de campo y seminarios talleres la implementación de prácticas agroecológicas, las cuales se realizaban según las labores propias para cada fase de los cultivos. El sistema piloto se convirtió así en el espacio para la interacción entre los actores de la innovación, para el intercambio de

experiencias entre grupos de diferentes sistemas pilotos, bajo el concepto de capacitación de Ngäbe a Ngäbe. La labor de los investigadores fue facilitar los procesos interactivos, garantizar los recursos e insumos para implementar los cambios propuestos y documentar las actividades mediante diferentes tipos de registros diseñados en conjunto con los productores y extensionistas.

Las siguientes tecnologías y prácticas fueron incorporadas en la Granja La Esperanza de Hato Horcón:

1. La producción de maíz (*Zea mays*) de alta calidad proteica (QPM) para alimentación humana y animal;
2. Cultivares de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano (*Musa cavendishi*) (1212 m<sup>2</sup> con 300 vitro plantas de FHIA 03, FHIA 21 y Curaré enano);
3. La producción de arroz (*Oryza sativa*) biofortificado (IDIAP GAB 2 e IDIAP GAB 11) y arroces criollos (Picaporte y Ligero) para el cultivo en estanque (100 m<sup>2</sup>);
4. La producción de camote (*Ipomoea batata*) (50 m<sup>2</sup> con dos variedades de camote, la variedad biofortificada Tainum 66 y el CIP 14);

5. Siembra de guandú (*Cajanus cajan*) y frijol de bejuco (*Vigna* sp.) para consumo fresco y semilla (150 m<sup>2</sup>);
6. Siembra de raíces y tubérculos a partir de semillas saneadas en laboratorio (25 m<sup>2</sup> con 70 plántones saneados de ñampí (*Dioscorea trifida*) blanco y morado) y yuca (*Manihot esculenta*);
7. Uso de mucuna (*Mucuna aterrima*) y canavalia (*Canavalia ensiforme*) como abono verde asociado a los cultivos y en aéreas de barbecho;
8. Formulación de abonos orgánicos, elaboración de bioplaguicidas y un módulo de lombriz californiana (*Eisenia foetida*);
9. Se estableció una parcela de 1090 m<sup>2</sup> con 382 plantas de Bodá (*Chamaedorea tepejilote*). También, incluyo algunas especies de leguminosas, como fuente de proteína vegetal para alimentación de aves y otras especies menores (180 m<sup>2</sup> de nacedero (*Trichanthera gigantea*), 100 m<sup>2</sup> de morera (*Morus alba*) y 50 m<sup>2</sup> de maní forrajero (*Arachis pintoi*). Además se utilizaron como enmienda orgánica para enriquecer el abono orgánico y fertilizante foliar;
10. Rotación de cultivo y conservación de suelos: barrera vivas con piña (*Ananas comosus* L.), vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y hierba de limón (*Cymbopogon citratus*);
11. Protección de fuentes de agua con bambú (*Guadua* sp.);
12. Se estableció viveros con especies forestales maderables y no maderables;
13. Producción de semilla (maíz QPM y plátano);
14. Incorporación de 400 m<sup>2</sup> con 43 plántones de cabuya (*Agave sisaliana*);
15. Construcción de casa de vegetación de 72 m<sup>2</sup> con materiales locales para producción de hortalizas utilizando riego por goteo a gravedad;
16. Uso de secadores solares para manejo pos-cosecha de productos de la finca;
17. Manejo de tilapia (*Oreochromis* spp.) (alimentación y producción de semilla);
18. Manejo agroforestal (especies en asocio con cultivo);
19. Prácticas de conservación de suelos (terrazas, barreras, cultivos de cobertura);
20. Uso de registro de actividades y de costo e ingreso.



**Etapas 3:****Evaluación del desempeño del sistema:**

Al finalizar el proyecto se analizó la información colectada para evaluar el desempeño productivo del sistema y la contribución a la seguridad alimentaria del productor y su familia. El Valor Bruto de la Producción (VBP) se calculó a precios locales de mercado. Para medir la contribución a la seguridad alimentaria se sumaron los alimentos producidos en función de su contenido de calorías y se calculó la necesidad diaria de calorías del productor y su familia considerando edad y sexo (INCAP 2012). Los resultados fueron discutidos durante el proceso de sistematización de la experiencia de innovación tecnológica.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el primer año, se levantó la información de la línea base de la finca. De ésta manera se calculó el valor bruto de la producción de B/.509,25 distribuida en 33 rubros o cultivos. Algunos cultivos organizados en terrazas, un arroyuelo permanente, agua permanente en tubería de la propia finca. La práctica orgánica básicamente consistía en el uso de abono orgánico a base de compost, microorganismos de montaña y fertilizante foliar. No se utilizan agroquímicos ni

plaguicidas y se maneja el suelo con cultivos de cobertura, barreras vivas y rotación de cultivos.

En cuanto a la flora, se identificó 27 especies forestales (Cuadro 1) distribuidas en 1185 individuos, encontrando mayor abundancia de Balo (*Gliricidia sepium*) (84,4%), Caoba nacional (*Swietenia macrophylla*) (2,11%), Macano (*Diphysa robinioedes*) (1,5%) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) (1,27%). Se obtuvo un índice de diversidad de Margalef 3,67 y un índice de Menhinick 0,78, lo que indicó que hay una diversidad forestal media en el sistema. Con una dominancia de 0,71 calculado con el índice de Simpson, el cual es alto por la dominancia del Balo en el sistema.

De acuerdo a los resultados de análisis físico-químico del suelo, los datos de tres estratos de la finca (Cuadro 2) indicó que es un suelo de color pardo amarillo, pH de 5,4 a 5,8 (ácido), textura franco arenosa, bajo en fósforo, medio a alto en potasio, alto en calcio magnesio y bajo en aluminio, medio en materia orgánica, medio en manganeso, bajo en hierro, bajo a medio en zinc y medio en cobre.

**CUADRO 1. ESPECIES FORESTALES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HATO HORCÓN.**

<b>Nombre común/ Ngäbere</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>N° de individuos</b>	<b>Abundancia relativa (%)</b>
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	5,0	0,42
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2,0	0,17
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	7,0	0,59
Gusanillo	<i>Geoffroea enermis</i>	5,0	0,42
Macano	<i>Diphysa robinioedes</i>	18,0	1,52
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	10,0	0,84
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15,0	1,27
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	10,0	0,84
Mayo	<i>Vochisia</i> sp.	1,0	0,08
Amarillo	<i>Terminalia amazonica</i>	8,0	0,68
Caoba nacional	<i>Swietenia macrophylla</i>	25,0	2,11
Nin	<i>Azadirachta indica</i>	4,0	0,34
Mangle de montaña	<i>Triplaris americana</i>	4,0	0,34
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	4,0	0,34
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	7,0	0,59
Majaguillo blanco	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	3,0	0,25
Guachapalí	<i>Samanea saman</i>	3,0	0,25
Cafecillo	<i>Casearia</i> sp.	5,0	0,42
Palo santo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	2,0	0,17
Majaguillo colorado	<i>Ficus</i> sp.	15,0	1,27
Jobo	<i>spondias mombin</i>	7,0	0,59
Guabo	<i>Inga</i> sp.	12,0	1,01
Guayabo	<i>Psidium</i> sp.	3,0	0,25
Pamo candela	<i>Ficus</i> sp.	5,0	0,42
Cortezo	<i>Apeiba tiborbou</i>	2,0	0,17
Corozo	<i>Corozo oleifera</i>	3,0	0,25
Balo	<i>Gliricidia sepium</i>	1000,0	84,39
		<b>1185,0</b>	<b>100,00</b>

**CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, SEGÚN ESTRATOS DE LA FINCA LA ESPERANZA.**

			P	K	Ca	Mg	Al	MO	Fe	Mn	Zn	Cu
Muestra	pH	Textura	mg/l	mg/l	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>Inclinado</b>	5,4	FA	Tr	106	9,7	4,4	0,1	3,89	10	44	7	8
<b>Plano-</b>												
<b>ondulado</b>	5,4	FA	Tr	172	11,1	4,5	0,1	3,62	3	46	5	6
<b>Montaña</b>	5,8	FA	Tr	180	12,2	5,2	0,1	5,36	9	41	4	5

Fuente: Laboratorio de suelos del IDIAP. FA= Franco arenoso; Tr= Trazas

En relación a la artropofauna, de los ejemplares colectados en las trampas de caída, el grupo insecta representó el 66% seguido por el Collembolla con 29% y el Arachnida con 5%.

La diversidad de especímenes asociados al sitio bajo estudio quedó representada en ocho órdenes, 29 familias con diversos nichos ecológicos dependiendo de su hábito alimenticio en el agroecosistema bajo estudio (Cuadro 3). Así, 73% tenían con acción reguladora y 27% fitófaga. De acuerdo con los resultados y observaciones de este estudio, los Collembollas son el grupo más diverso asociado con nueve familias, las cuales de acuerdo a su fuente alimenticia se destacan los detritívoros (89%) mientras que los fitófagos estuvieron representados con una familia que representa el 11%.

Los coleópteros por su parte (21%), con seis familias, vinculadas a

hábito alimenticio fitófago, propios de crisomélidos, bostrichidae y curculionidos; ya una acción detritívora (Ceratocanthidae) los que son considerados depredadores (Staphylinidae) de escolítidos, larvas de dípteros, entre otros, y se consideran útiles para el control natural dentro de los sistemas agroecológicos.

El grupo de los himenópteros, (17%) tuvo hábito alimenticio detritívoro-depredador (carnívoro) en un 20% propio de formícidos y parasitoides (80%) estos últimos con una importante contribución en controles naturales de la entomofauna.

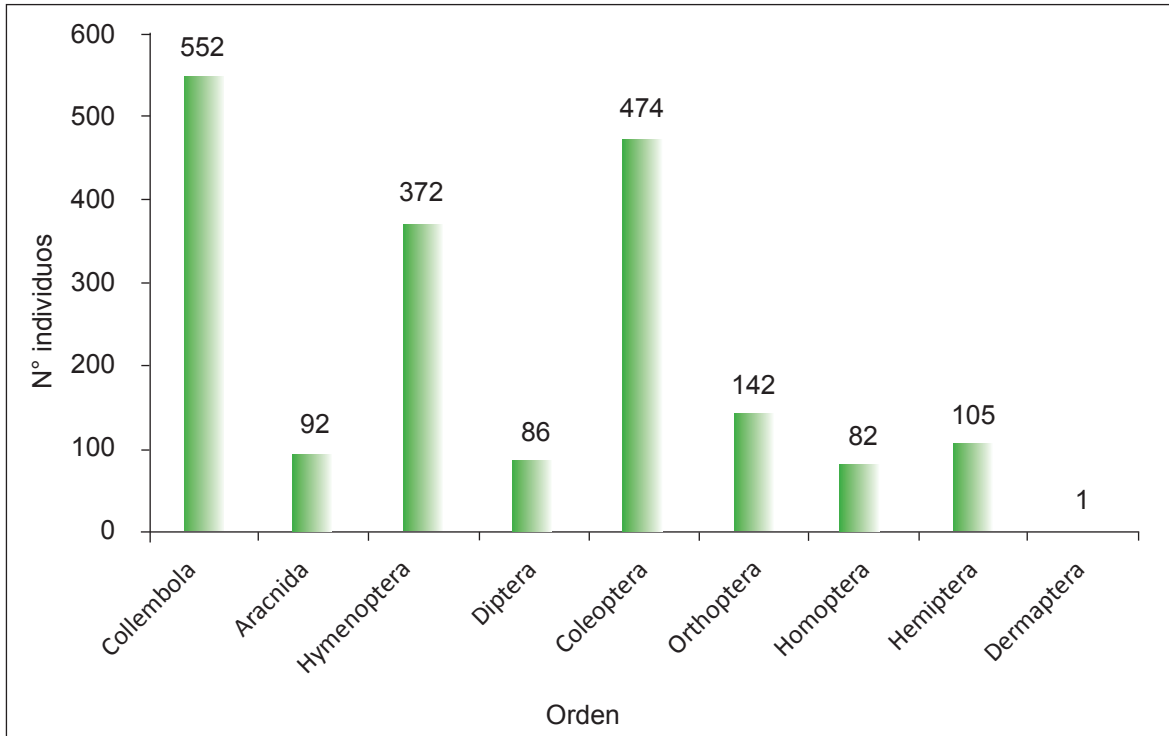
Otros órdenes con menor representación díptera (10%) detritívoro-omnívoro (Tilupidae, Muscidae, Phoridae), Hemiptera (6,8%) Coreidae fitófago y Reduviidae depredador. El grupo de los ortópteros (3%), registró una familia representativa Acrididae; y Aranae (3%) con la familia Lycosidae de hábito depredador.

**CUADRO 3. TAXA DE ARTRÓPODOS DEL SUELO POR FAMILIA Y HÁBITO ALIMENTICIO EN LOCALIDADES DE HATO HORCÓN, COMARCA NGÄBE BUGLÉ.**

<b>Taxa</b>	<b>Familia</b>	<b>Hábito alimenticio</b>
Coleoptera	Crysomelidae	Fitófago
	Bostrichidae	Fitófago
	Nitidulidae	Detritívoro
	Staphylinidae	Predador
	Cerathocanthidae	Detritívoro
	Curculionidae	Fitófago
Homoptera	Cicadellidae	Fitófago
	Aphididae	Fitófago
Collembolla	Hypogastruridae	Detritívoro
	Neaniridae	Detritívoro
	Brachystomellidae	Detritívoro
	Entomobryidae	Detritívoro
	Isotomidae	Detritívoro
	Sminturidae	Fitófago
	Paronellidae	Detritívoro
	Actelletidae	Detritívoro
	Tomobriidae	Detritívoro
Hymenoptera	Formicidae	Detritívoro
	Ichneumonidae	Parasitoide
	Braconidae	Parasitoide
	Cynipidae	Parasitoide
	Perilampidae	Parasitoide
Araneae	Lycosidae	Predador
Diptera	Tipulidae	Detritívoro
	Muscidae	Omnívoro
	Phoridae	Detritívoro
Hemiptera	Coreidae	Fitófago
	Reduviidae	Predador
Orthoptera	Acrididae	Fitófago

La diversidad de especímenes asociados sugiere la presencia de mecanismos internos de autoregulación, lo cual puede estar relacionado con la homeostasis del sistema (Griffon 2008). En cuanto a la abundancia, los mayores

registros correspondieron al grupo Collembola (29%), Coleoptera (25%), Hymenoptera (20%), Orthoptera (7,0%), Hemiptera (5,0%), Arachnida (5,0%), Diptera por ciento, Homoptera (4,0%), y como el menos abundante, Dermaptera con 0,05%, con 0,56% (Figura 1).



**Figura 1. Abundancia relativa de entomofauna en el sistema de producción Hato Horcón en la comarca Ngäbe Buglé.**

De acuerdo a los datos de los índices diversidad de Shannon Winner  $H'$  y Simpson (D<sub>Sp</sub>) (Cuadro 4), se observó que la mayor diversidad de artrópodos del suelo se encontró en el cultivo introducido de plátano ( $H' = 1,5416$ ) mientras que el cultivo de arroz fue menor el índice de diversidad ( $H' = 1,5213$ ). No habiendo diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

El cultivo de plátano se encontró asociado con otro tipo de vegetación herbáceas, los cuales forman nichos/ ecosistemas más complejos, de aquí al número de individuos observados supera en 2,3 veces al número de individuos observados en el cultivos del arroz.

**CUADRO 4. ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA DOS CULTIVOS.**

	<b>Plátano (introducido)</b>	<b>Arroz</b>
Taxa S	8	8
N° individuos	1261	545
Dominancia D	0,2993	0,2993
Shannon H'	1,5416	1,5213
Simpson (1-D)	0,7007	0,7007
Equidad	2,0324	1,8821

**Incremento del valor bruto de la producción:**

Desde el 2008 al 2012 con la incorporación de tecnologías y prácticas agroecológicas, se logró triplicar el valor

bruto de la producción agropecuaria total pasando de B/. 509,25 en el 2008 a B/. 1556,20 en el 2012, lo que representa un incremento de 206% en cuatro años (Cuadro 5).

**CUADRO 5. INCREMENTO DEL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN EN HATO HORCÓN.**

<b>Rubros</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2012</b>
Frutales	101,25	25,00	567,75	630,70
Hortalizas	122,00	50,00	133,00	100,00
Raíces y tubérculos	146,00	170,00	210,50	447,50
Granos básicos	55,00	287,50	225,00	196,00
Cría de pollos	50,00	50,00	100,00	65,00
Cría de peces	35,00	125,00	217,50	117,00
<b>Total (B/.)</b>	<b>509,25</b>	<b>707,50</b>	<b>1 453,75</b>	<b>1 556,00</b>

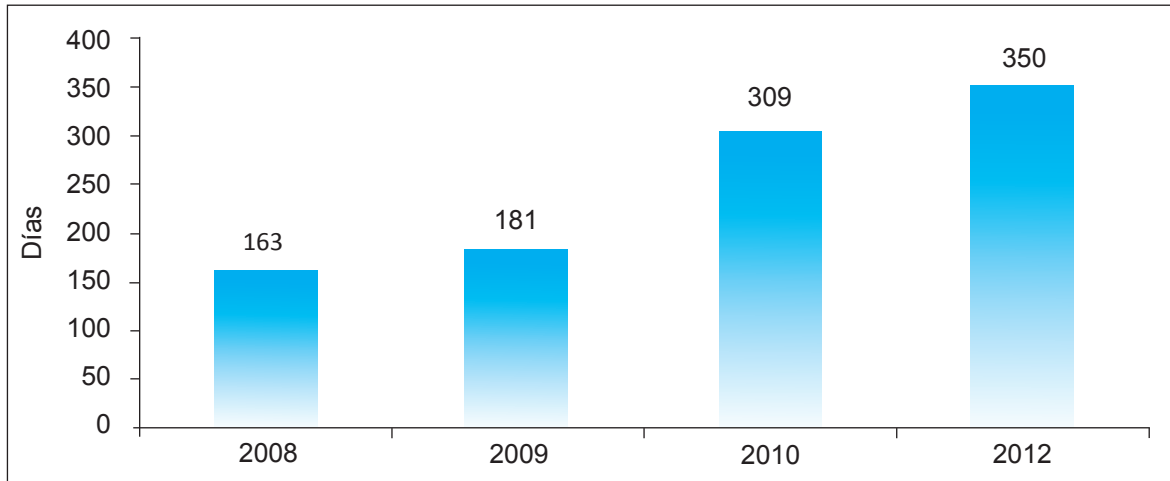
El incremento se dio, principalmente, a partir del tercer año (2010), en frutales, por la incorporación de la producción de variedades de plátano (Curaré enano y FHIA 21), de banano (FHIA 03), seguido de las raíces y tubérculos, en especial ñampí y yuca,

y de granos básicos el frijol de bejuco y arroz. La mayor parte de la producción fue consumida por el productor y su familia, y pequeñas cantidades fueron comercializadas en el mercado local, sobre todo el tomate y otros productos perecederos.

### Aumento de la disponibilidad de alimentos:

La finca La Esperanza de Hato Horcón, con una superficie de 1,7 ha, producía alimentos en el 2008 para satisfacer las necesidades de calorías del

productor y su familia suficientes para 163 días, mientras que en el 2012 se produjo alimentos para 350 días, considerando las necesidades diarias de 13 000 calorías (Figura 2).



**Figura 2. Disponibilidad de calorías para suplir los requerimientos de la familia.**

El incremento en la disponibilidad de alimentos en cuatro años fue de 114,73%, no obstante lo más significativo es que los alimentos que ahora produce el sistema le permiten al productor y a su familia salir de la condición de vulnerabilidad agroalimentaria, es decir tienen una alimentación más variada y una menor preocupación de que los alimentos escaseen.

### CONCLUSIONES

- Se incrementó en 206% del Valor Bruto de la Producción del sistema como resultado de la inclusión de nuevos

cultivos y las prácticas agroecológicas incorporadas;

- Se incrementó en 114,73% la disponibilidad de alimentos, lo que mejoró significativamente la condición de seguridad alimentaria del productor y su familia.

### RECOMENDACIÓN

Replicar la experiencia en otras comunidades incorporando la medición de indicadores de resiliencia socioecológica a eventos de inestabilidad climática, social y/o económica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, MA. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan - Comunidad. Montevideo, UY. 338 p.
- Altieri, MA; Nicholls, CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Universidad de California, Berkely. Ecosistemas 16(1):3-12. Consultado enero 2007. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=457>.
- Altieri, MA; Toledo, VM. 2011. The agro ecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. The Journal of Peasant Studies 38(3):587-612.
- Altieri, M; Nicholls, C. 2012. Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. *In* Conferencia global Rio + 20, en junio de 2012. 21 p.
- Álvarez, F; Mato, MA; Santamaría-Guerra, J; J. Cheaz, J; De Souza Silva, J. 2005. El Arte de Cambiar las Personas que Cambian las Cosas: El cambio conceptual del ser humano desde su contexto cambiante. Red Nuevo Paradigma. Quito, PE. 237 p.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA) – GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica, DE). 2003. Proyecto Agroforestal Ngäbe. Panamá, PA. 1 disco compacto, 8 mm.
- Engel, PGH. 1997. The social organization of innovation: A focus on stakeholder interaction. Royal Tropical Institute (KIT) Publishers, Amsterdam, NL. 239 p.
- Engel, PGH; Salomon, ML. 1997. Facilitating innovation for development. A RAAKS Resource Box. KIT/CTA/STOAS Publishers, Amsterdam, NL. 79 p.
- Gallego, I. 1997. Sistemas y Combinaciones Agroforestales Tradicionales en la Comarca Ngäbe-Buglé del oriente de Chiriquí-Panamá: Una descripción y Valorización. Proyecto Agroforestal. Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables, Chiriquí, PA. Documento Ngäbe. tomo 13, 81 p.



- Griffon B, D. 2008. Estimación de la biodiversidad en agroecología. *Agroecología* 3:25-31.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2007. Manual de normas y procedimientos del sistema integrado de planificación, seguimiento y evaluación (SIPSyE). Parte II. Panamá.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2009. Plan General de Generación y Transferencia de Tecnologías para la Sostenibilidad de los Sistemas de Producción de la Agricultura Ngäbe-Buglé. Panamá. 39 p.
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá) 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica/INCAP/Menchú MT (ed) Méndez, H (ed). 2 ed. Guatemala. INCAP/OPS. 128 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, PA). 2010. Datos Sociodemográficos. Contraloría General de la República de Panamá (en línea). Consultado 25 may. 2013. Disponible en <http://www.contraloria.gob.pa/inec/>
- Lao, E; Samaniego, G. 1994. Agroforestería Ngöbere: estudio de sistemas tradicionales, Remedios, San Félix, San Lorenzo. Proyecto Agroforestal Ngöbe. INRENARE-GTZ. Documento Ngöbe. San Félix, PA. tomo 10, 120 p.
- Ospina, C; Serna, F; Peñaranda, M; Serna, S. 2003. Colémbolos asociados con cultivos de pastos en tres zonas de vida de Holdridge en Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana* 21(3):129-141.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas, IT). 2015. Erradicar la pobreza extrema y el hambre en Panamá (en línea). Consultado 5 mar. 2015. Disponible en <http://www.onu.org.pa/>
- Palacios Vargas, JG. 1990. Diagnóstico y clave para determinar las familias de Collembola de la región neotropical. Facultad de Ciencias. Mexico. UNAM. 15 p.
- Perfecto, I; Nivia, E; Ahumada, M; Luz, K; Perez, R; Santamaría Guerra, J. 2009. La agricultura en América Latina y el Caribe: Contexto, Evolución y Situación Actual. *In* IAASTD, 2009. Agriculture

- at a Crossroads: Evaluación internacional del Conocimiento, ciencia y tecnología en el desarrollo agrícola. América Latina y el Caribe. IAASTD. Island Press, Washington DC. v. 3, 239 p.
- Santamaría Guerra, J. 2004. Theories of action for institutional innovation of rural research and development organizations. ISNAR Briefing Paper 74. International Service for National Agricultural Research, The Hague, The Netherlands. 12 p.
- Santamaría Guerra, J. 2003. Institutional innovation for sustainable agriculture and rural resources management: Changing the rules of the game. Ph.D. Thesis. Wageningen, The Netherlands. Wageningen University. 215 p.
- Santamaría Guerra, J; Guerra, C Macre, J; Guillen, V; Ruiz, I. 2005. Escenarios futuros para la tecnociencia y la innovación agropecuaria y forestal en Panamá. Panamá. IDIAP. 178 p.
- Santamaría Guerra, J. 2005. Gestión Integrada del Conocimiento y la Innovación: El enfoque contexto céntrico para la investigación y el desarrollo rural (en línea). *In* Memoria del taller Alianzas de Aprendizaje, ICRA, SETEDER y CATIE (2005, Santo Domingo de Heredia, CR). Memoria. Santo Domingo, CR.
- Santamaría Guerra, J. 2007. Innovación institucional y desarrollo territorial: la teoría de acción contextual para la sostenibilidad del desarrollo territorial. *In* II Encuentro latinoamericano, retos del desarrollo local: "Gestión innovadora de territorios: descentralización, competitividad, participación". (2007, OFIS, Cuenca, Ecuador). Memoria. Ecuador. 24 p.
- Santamaría Guerra, J; Mariano, I; Domínguez, M; Palacios, E; Thomas, G; Jiménez, B; Montezuma, V; Santos, U; Palacios, C. 2011. Aceptación y apropiación de tecnología para la innovación de los sistemas de producción de la agricultura familiar Ngäbe Buglé. *In* LVI Reunión Anual del PCCMCA. (2011, El Salvador). Memoria. 01 p.
- Sippel, A. 1995. Árboles de los Ngöbe: Una alternativa para el futuro. Estudio de caso, San Lorenzo, San Félix, Remedios. Proyecto Agroforestal Ngöbe. INRENARE-GTZ. San Félix, PA. Documento Ngöbe, tomo 10, 80 p.

- Rogers, EM. 1962. Diffusion of innovations. Free Press, New York. 236 p.
- Röling, NG. 1988. Extension science: Information systems in agricultural development. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 233 p.
- Röling, N. 1992. The emergence of knowledge system thinking: A changing perception of relationship among innovation, knowledge processes and configuration. Knowledge and policy: the International Journal of Knowledge Transfer and Utilization 5(1):42-64.
- Röling, N; Engel, PGH. 1991. The developments of the concept of agricultural Knowledge Information System (AKIS): Implication for extension. *In* Rivera, WM. and Gustafson, DJ. (1991). Agricultural Extension Worldwide Institutional Evolution and forces for Change. Amsterdam: Elsevier Science Publisher. 312 p.
- Röling, N; Jiggins, J. 1998. The ecological knowledge system, *In* Röling, N. and Wagemakers, MAE. 1998. Facilitating sustainable agriculture. Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 283-311.
- Röling, N; Wagemakers, MAE. 1998. A new practice: Facilitating sustainable agriculture, *In* Röling, N; Wagemakers, MAE. 1998. Facilitating sustainable agriculture. Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 3-22.
- Yin RK. 1998. The abridged version of Leonard B. and Rog, DJ. Handbook of Applied Social Research Methods. SAGE. London, UK. p. 229-259.

#### **AGRADECIMIENTO**

Los autores agradecen a la Asociación Mixta de Productores Orgánicos de Hato Horcón, en especial a Leandro Guerrero y a su familia por su hospitalidad y su disposición a compartir experiencias y saberes, tanto con el equipo de investigadores como con los demás actores de la innovación tecnológica. Agradecemos también a la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) quien financió parcialmente esta investigación.