

## **Transición agroecológica de sistemas agroforestales de la Comarca Ngäbe-Buglé.**

### **Panamá**

**Luis Antonio Torres Vargas**<sup>1</sup>

*luistorres\_73@hotmail.com*

**Julio Santamaría Guerra**<sup>2</sup>

*juliosguerra@gmail.com*

**Ulfredo Santos**<sup>3</sup>

*uspineda08@hotmail.com*

**Francisco Salmerón**<sup>4</sup>

*fsalmeron99@yahoo.com*

**Víctor Montezuma**<sup>5</sup>

*victormontezuma.2010@outlook.com*

### **Resumen**

En la Comarca Ngäbe Buglé, gran parte de los sistemas de producción son diversificados, sin embargo, son de baja productividad, con prácticas agrícolas insostenibles como son la tumba y quema, distinguiéndose tres tipos de sistemas; convencional, orgánico/agroecológico y tradicional. El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de prácticas agroecológicas en el incremento de la disponibilidad de alimento y la eficiencia del uso de los suelos en dos sistemas agroforestales en las comunidades de Hato Corotú y Hato Julí. Como resultado se obtuvo que la diversidad de los cultivos alimenticios aumentó de nueve a 25, el Índice de diversidad de la producción paso de 1.82 a 2.60, el Índice de utilización de la tierra aumento de 1.74 a 2.52, el valor bruto de la producción aumentó un 64.33%, la cantidad de alimento producido en los sistemas transformado a Kcal y proteínas aumentó en un 64.50% y 124% respectivamente. Se concluye que, con la incorporación de nuevas prácticas agroecológicas, la adecuación de las ya existentes, como el incremento de una mayor diversidad productiva y la introducción de nuevos cultivos, se aumentó la disponibilidad de alimento y la eficiencia del uso de los suelos.

**Palabra clave:** Agroecología, transición agroecológica, diversificación y soberanía alimentaria.

---

<sup>1</sup> M. Sc en Agricultura Ecología. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Investigador agrícola IDIAP.

<sup>2</sup> Ph.D en Innovación Institucional. Investigador agrícola. IDIAP.

<sup>3</sup> Ing. en Cultivos Tropicales. Investigador agrícola. IDIAP.

<sup>4</sup> Ph.D en Agroecología. Universidad Agraria de Nicaragua. UNA. Profesor titular.

<sup>5</sup> Tec. Bachiller Agropecuario. Asistente de investigación. IDIAP.

## Abstract

In the Ngäbe Buglé Region, a large part of the production systems is diversified, however, they are of low productivity, with unsustainable agricultural practices such as cutting down and burning, distinguishing three types of systems; conventional, organic / agro-ecological and traditional. Studies objective was to evaluate the effect of the incorporation of agroecological practices in the increase food availability and the efficiency of the use of soils in two agroforestry systems in the Hato Corotú and Hato Julí communities. As a result, it was obtained that the diversity of food crops increased from nine to 25, the Production Diversity Index increased from 1.82 to 2.60, the Land Utilization Index increased from 1.74 to 2.52, the gross value of the production increased by 64.33%, the amount of food produced in the systems transformed to Kcal and proteins increased by 64.50% and 124% respectively. It is concluded that, with the incorporation of new agroecological practices, the adaptation of existing ones such as the increase of a greater productive diversity and the introduction of new crops, increased the availability of food and the efficiency of the use of soils.

**Keywords:** Agroecology, agroecological transition, diversification and food sovereignty.

## Introducción

La Comarca Ngäbe Buglé (CNB), fue creada mediante la Ley 10 del 7 de marzo de 1997, y forma parte de una de las siete comarcas que integran la República de Panamá, siendo esta la de mayor tamaño y población con 6,968 km<sup>2</sup> y 154,355 habitantes aproximadamente (INEC, 2010). En la CNB el 91.64 % de los habitantes pertenece al pueblo originario Ngäbe, con una pobreza del 93.4% (UNICEF, 2018). Las familias suelen ser bastante numerosas (5-12 personas), que con frecuencia las mujeres viven juntas en grupos para poder ayudarse mutuamente en el cuidado de los hijos. El matrimonio y las relaciones familiares juegan un papel importante en la determinación de la propiedad de la tierras y derechos de uso (son de uso colectivo) (De Gracia, 2013).

La base económica se sustenta en una agricultura de subsistencia y de tipo familiar, en el que se cultivan principalmente el maíz, arroz, banano, cacao, otóe, pixbae, coco, ñampí, yuca, plátano, ñame, fríjoles entre otros. El año agrícola inicia con las lluvias (finales del mes de abril) momento para las siembras. Esta es una actividad en la que participan común mente las

mujeres. Su precaria situación económica los obliga, a trabajar en fincas fuera de la comarca en la recolección de bananas, caña de azúcar, sistemas hortícolas y en especial en el cultivo del café (De Gracia, 2013).

En la CNB, se distinguen tres tipos de sistemas de producción; convencional, orgánico/agroecológico y tradicional (Jiménez et al., 2017). Los sistemas de producción de pequeños productores de tipo convencional se caracterizan por presentar erosión genética por la pérdida de variedades y cultivares locales, pérdida del conocimiento colectivo de los pueblos, introducción indiscriminada de materiales genéticos, malas prácticas agrícolas de tumba y quema, con bajos insumos y alta vulnerabilidad a la variabilidad climática (Torres-Vargas et al., 2017).

En los sistemas convencionales en seis décadas de políticas para el fomento de la intensificación agraria en base a las técnicas de la Revolución Verde, se han incrementado los problemas de hambre, reducidos en números los agrícolas, desmejorado los suelos y forzado a los productores a emigrar a las ciudades (García, 2012). En este sentido, la agroecología se presenta como la alternativa para desarrollar el manejo cuidadoso de los agroecosistemas sin provocar daños innecesarios o irreparables Altieri (1999). Según Altieri (1999, 2009), la agroecología es considerada una disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica y define un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de una manera interdisciplinaria, aportando de esta manera las bases científicas para una agricultura sustentable.

Por otra parte, Gliessman et al., 2007 señala que la agroecología es la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios como fundamento ecológico necesario para hacer una agricultura sustentable. En tanto que González y Guzmán (1993) señalan que cuando se define el término agroecología se debe tomar en cuenta los criterios históricos y sociales, recogiendo aspectos de la economía campesina no-capitalista, mientras que Toledo (1993, 1999) incorpora en su definición la racionalidad ecológica del campesinado y aspectos culturales.

Definiciones más recientes de agroecología surgen de autores como Leon Sicard (2009), que indica que la agroecología estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de su relación ecológica como cultural. Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), señala

que la agroecología es una disciplina científica, un conjunto de prácticas, un movimiento social que, como ciencia estudia los diferentes componentes del agroecosistemas que interactúan.

Más recientemente, la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), ha señalado que la agroecología, no se basa en recetas, sino que son “sólidos principios ecológicos y sociales aplicados de forma diferente a cada realidad expresada a través de diseños de múltiples biodiversidades adaptados a los entornos socioculturales y biofísicos locales” (SOCLA, 2018; 2).

Las investigaciones agroecológicas según Guzmán et al. 2000, deben aplicar un enfoque integral u holístico en el que se considera la realidad como un todo indisoluble que hay que abordar desde diversos puntos de vista para poder comprenderla, y sobre todo para transformarla, lo cual exige un enfoque transdisciplinario.

De forma global se puede interpretar que la agroecología es una disciplina científica, con principios ecológicos, que involucra un aprendizaje en el que interviene el conocimiento local, el uso de tecnologías apropiada que es utilizada para desarrollar agroecosistemas sustentables. No se pueden desarrollar sistemas agroforestales sustentables sin una mayor eficiencia del uso de los suelos medida en términos de producción de alimentos por unidad de área, que involucra funciones económicas y ecológicas, haciéndolos económicamente viables, socialmente compatibles y ambientalmente aceptables (UPRA,s.f).

La investigación que se realiza en la CNB por el núcleo de investigación agroecológica del IDIAP, ha definido con su propósito fundamental, contribuir a la sostenibilidad de los modos de vida de la agricultura familiar Ngäbe Bugle (Santamaría-Guerra y González, 2015), tomando como referencia los “principios agroecológicos y diferentes formas de saberes, para poder hacer ciencias *con* y *para* la gente, en el que los productores en conjunto con el investigador definen los objetivos, el cómo y finalidad de la investigación” (Villasante, 2006: 230).

El IDIAP, en la comarca desarrolla sus investigaciones en los sistemas agroforestales (combinación de la agricultura y la forestería al mismo tiempo y en un mismo sistema) (Proyecto Agroforestal Ngöbe, 2003), en la que es importante la introducción de la diversidad inter e intra-específica (asociaciones de cultivos, entre otros.), como aquellos temporales (barbechos, abonos verdes, rotaciones de cultivos, entre otros) (García, 2012), diversidad de

los cultivos y las especies animales (Altieri et al., 1999; Nicholls et al., 2013), asociadas al conocimiento tradicional “saberes locales y campesino” (Toledo, 2005), como recursos imprescindible para el rediseño del agroecosistema (García, 2012).

Para esta investigación se plantea la hipótesis de trabajo de que, con la incorporación de prácticas agroecológicas se aumenta la eficiencia de uso del suelo expresado como variación del Índice de Utilización de la Tierra (IUT) y se aumenta la disponibilidad de alimento producida en los sistemas agroforestales de Hato Corotú (SA1) y Hato Julí (SA2). El presente trabajo tuvo como objetivo de evaluar el efecto de la incorporación de prácticas agroecológicas consensuadas con los productores en dos sistemas agroforestales de las comunidades de Hato Corotú y Hato Julí que incrementen la disponibilidad de alimento, con un uso más eficiente del suelo para cubrir las necesidades alimentarias de las familias, expresada en producción de energía y proteínas.

### **Área de estudio**

El estudio se realizó en la CNB, que se encuentra ubicada en la región occidental de la República de Panamá en las coordenadas N: 8° 46'11" y O: 81° 44'02", dividida en tres regiones (Ködriri, Nedrini y Ñö Kribo), con una extensión aproximada de 6,968.0 Km<sup>2</sup> (figura 1). Se caracteriza por tener terrenos montañosos, pendientes pronunciadas y suelos pobres en nutrientes generalmente con contenido alto de roca, características que hacen difícil la agricultura (Proyecto Agroforestal Ngöbe, 2003).

Los sistemas de producción evaluados se ubican en la región Nedrini, que está en la vertiente del pacífico, caracterizado por un tiempo ventoso seco (diciembre a abril) y una estación lluviosa (mayo a diciembre) con precipitación pluvial mayor 2,500 mm al año. Según la clasificación de Köppen se sitúan dentro del Clima Tropical Húmedo (AMI), en la zona de transición baja y media (100 hasta 400 msnm) (Castillo, V.C y Castillo, 2002), la vegetación consiste en pastos mezclados con cubierta forestal tropical (EcuRed, 2018), con paisajes muy quebrados de pendientes de hasta más de 55°, con un denso sistema ramificado de ríos y quebradas que lo drenan, ubicados en la cuenca entre el río Fonseca y Tabasara .

Figura 1.

Mapa de la Comarca Ngäbe-Buglé. República de Panamá.



Nota: En la figura se muestra la ubicación de la comarca, las tres regiones y los distritos que la conforman.

Fuente: tomado de [ensegundos.com.pa/2019/03/06/la-comarca-ngabe-bugle-contara-con-10-nuevos-corregimientos-en-2020/](http://ensegundos.com.pa/2019/03/06/la-comarca-ngabe-bugle-contara-con-10-nuevos-corregimientos-en-2020/)

## Metodología

La investigación se desarrolló entre 2013 y 2016, en el sistema agroforestal (SA1), ubicado en la región Nedrini, distrito de Mirono, Corregimiento de Hato Corotú, ubicada en las coordenadas de latitud Norte 08°20'20,2" y longitud Oeste 081°58'17.2" con una altitud de 209 msnm y un área total de 2.1 ha<sup>-1</sup>, en el cual 1.5 ha<sup>-1</sup> es utilizada para los cultivos y 0.6 ha<sup>-1</sup> como reserva forestal. La familia está integrada por cinco personas (un hombre, tres mujeres y un joven). El segundo sistema agroforestal (SA2), ubicado en el distrito de Mirono, corregimiento de Hato Julí, ubicada en las coordenadas de latitud Norte 08°20'41,5" y longitud Oeste 081°50'08.5" con una altitud de 272 msnm y un área total de terreno de 2.5 ha<sup>-1</sup>, en el que se utiliza 1.3 ha<sup>-1</sup> para los cultivos y 1.2 ha<sup>-1</sup> se encuentran en barbecho. La familia está integrada por ocho personas (un hombre, tres mujeres, un joven y un niño).

Se tomaron datos del Sistema (SA1) por un periodo de tres años y en el sistema (SA2) por un periodo de cuatro años. Para la selección de los sistemas agroforestales se tomaron cuatro criterios a) que los sistemas podían ser convencionales u orgánico/agroecológicos; b) los agroecosistemas seleccionados deberían ser representativos de la zona en estudio; c) los propietarios de los sistemas debían formar parte de la investigación y permitir la realización de actividades de difusión; y d) que los sistemas fueran accesibles.

Seleccionados los sistemas a intervenir se desarrolló un Sondeo Rural Participativo (metodología que nos permite enfocar los problemas del desarrollo desde el punto de vista de la comunidad campesina, usando una serie de actividades participativas se logra de manera rápida y sistemática; describir y analizar la comunidad y su contexto, identificar problemas y posibles soluciones e identificar la naturaleza de el o los posibles proyectos) (Mata et al., 2012), en el cual se aplicaron técnicas de lluvias de ideas (mapas parlantes de presente y futuro de las fincas (Santamaría-Guerra et al., 2015).

Se tomaron muestras representativas de los suelos para determinar las características físicas-químicas según los procedimientos normalizados en el laboratorio de suelos del IDIAP (Villareal y Name, 1996) que consistió en medir la conductividad eléctrica (CE), que es una medida que permite determinar la concentración de sales solubles presente en el suelo; además, mide la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica. El método para determinar conductividad eléctrica (CE) se realiza mediante potenciómetro, haciendo uso del conductivímetro. Para la determinación del nitrógeno del suelo (N), se utilizó el método Kjeldahl tanto para las formas de nitrógeno orgánico (amonio), como con ciertas modificaciones de nitrato. La textura del suelo en el laboratorio se determinó por medio del método de Bouyoucos, el cual toma en consideración el hecho de que las principales partículas del suelo son la arena, la arcilla y el limo. La materia orgánica (M.O), se determinó por el método colorimétrico. Para determinar el pH se realizó mediante la relación suelo/agua 1:1. El potasio (K), calcio (Ca), sodio (Na), magnesio (Mg), fósforo (P) y boro (B) por el método de solución extractora de Mehlich y para determinar los elementos menores: cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn) se utilizó el método de solución extractora de Olsen modificada por Olsen Mod.

Se levantó información base del estado de los sistemas mediante el uso del instrumento de colecta de información “Indicadores de desempeño e innovación tecnológica de los sistemas de producción de la CNB”, conformado por los siguientes apartados; a) Datos del productor, b) Familia, composición y educación, c) Salud, energía y consumo de agua, d) Sistema de producción, e) Trabajo en la finca, f) Manejo agroecológico, g) Árboles y plantas medicinales, h) Semillas y reforestación, i) Seguridad alimentaria, j) Artesanía, bienes y equipos, k) Costos, ingresos y egresos, l) Riesgo y vulnerabilidad (Santamaría-Guerra et al., 2011). Se desarrolló un análisis individual de cada sistema mediante la metodología de

estudios de casos por Jiménez, 2012; Martínez y Piedad, 2006 que, nos permitió obtener una descripción exhaustiva y cualitativa de la situación y condición específica de cada sistema. Se determinó la diversidad de los cultivos y su producción para calcular los Índice de diversidad de la producción (DP), con un enfoque agroecológico, que es utilizado para determinar los elementos de sostenibilidad, como un valor sustentado en el cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener modificado (Funes-Monzote, 2001). La ecuación del índice de la diversidad de la producción se presenta a continuación:

$$Hs = - \sum_{i=1}^s \frac{pi}{P} * \ln \left[ \frac{pi}{P} \right]$$

Dónde:  $S$  = número de cultivos;  $pi$  = producción de cada cultivo;  $P$  = producción total.

La importancia de este índice radica en la oportunidad de generar una visión completa de las opciones productivas del sistema (Noguera, 2019).

El Índice de Utilidad de la Tierra (IUT), se utilizó para analizar la intensificación en el uso de la tierra manejada como parte del modelo de producción de todo el sistema en comparación a un sistema de monocultivo (Funes-Monzote, 2009; Glissman, 2006). Este indicador nos permite cuantificar si al pasar un área agrícola de un sistema de monocultivo a un sistema de policultivo, la asociación provocará cambios negativos en el rendimiento (Noguera, 2019).

$$IUT's = \sum_{i=1}^s \frac{Pi}{Mi}$$

El Valor Bruto de la Producción (VBP), se calculó a precios de mercado local y la producción de energía (Kcal) y de proteínas en Kg/ha (INCAP, 2012). Con la información obtenida se incorporaron en consenso con los productores, prácticas agroecológicas que los sistemas no habían implementado o bien estaban implementadas de manera desarticulada de un enfoque agroecológico. Para el establecimiento de las practicas agroecológicas y las labores de campo en ambos sistemas se desarrolló con el uso de la mano de obra disponible de las familias pertenecientes a cada sistema, que ciertas épocas del año se ausentaban para realizar labores de asalariado en otras fincas fuera de la comarca. En el transcurso de los

siguientes tres años (2014 al 2016) se le dio seguimiento al desempeño del sistema, para comparar la situación antes y después de la introducción de las prácticas agroecológicas.

### **Prácticas agroecológicas implementadas**

Las prácticas agroecológicas implementadas en los sistemas; diversidad de los cultivos alimenticios, integración de animales, conservación de suelos, asociación de cultivos, rotaciones de cultivos, labranzas conservacionistas, control de plagas y tecnologías en estructuras (Cuadro 1).

## Cuadro 1.

*Prácticas agroecológicas implementadas en los sistemas SA1 y SA2.*

Integración de Animales	Especies de pollos de engorde y gallinas ponedoras en ambos sistemas y cerdos en el sistema SA2.
Labranzas conservacionista	Para la siembras y mantenimientos de los cultivos no se utilizaron agroquímicos y en su remplazo las labores se hicieron de forma manual con machetes y azada,
Prácticas de conservación de suelo	Uso de curvas de nivel y siembra de vetiver ( <i>Chrysopogon zizanioides</i> ), cobertura vegetal o mulching de hierba, producción de abono orgánicos de humus de lombriz californiana ( <i>Eisenia foestida</i> ), cultivos de cobertura frijol ( <i>Vigna sp</i> ) y áreas de superficies en barbechos que fueron rotando en cada uno de los sistemas en diferentes años.
Asocios y rotaciones de cultivos	Asocios de cultivos (yuca-maíz-arroz, arroz-maíz, arroz-guandú, yuca-frijol, maíz-frijol, plátano-maíz, ñampi-habichuela-otoe, tomate-ají-pepino), las rotaciones se establecieron según las dos épocas de siembras que se realizan en los sistemas (inicio de la época lluviosa y ha mediado de la época lluviosa).
Diversidad de Cultivos	Tres cultivares más de maíz ( <i>Zea mays</i> ), arroz ( <i>Oryza sativa</i> ), plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ), con dos cultivares más de frijol ( <i>Vigna sp</i> ), guandú ( <i>Cajanus cajan</i> ), yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ) y con un solo cultivar más de frijol poroto ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ), guineo ( <i>Musa paradisiaca</i> ), habas ( <i>Vicia faba</i> ), habichuelas ( <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>Vulgaris</i> ), camote ( <i>Ipomoea batata</i> ), ñampi ( <i>Discoria trifida</i> L.), ñame ( <i>Dioscorea alata</i> L.), otoe ( <i>Xanthosoma violaceum</i> Schoot), café ( <i>Coffea</i> ), pixbae ( <i>Bactris gasipaes</i> ), bodá ( <i>Chamaedorea tepejilote</i> ), ají ( <i>Capsicum spp</i> ), ñaju ( <i>Abelmoschus esculentus</i> ), zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ), tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ) y culantro ( <i>Eryngium foetidum</i> ).
Control de plagas	Para reducir las incidencia de plagas y enfermedades se utilizó la planta de flor de muerto ( <i>Tagetes erecta</i> ) sembrados entre los cultivos de

---

	hortaliza, extractos de bejuco de ajo ( <i>Mansoa alliacea</i> Lam.) para las enfermedades y nim ( <i>Azadirachta indica</i> ) para control de insectos.
Tecnología en estructuras	Construcción de casas de vegetación con materiales existente en los sistemas, bambú ( <i>Guadua sp</i> ) y macano ( <i>Diphysa robinioedes</i> ), reservorio de agua, sistema de riego por gravedad para el uso de las familias y los cultivos ubicados en la casa de vegetación y las áreas donde se ubican los cultivos de plátanos y guineos.

---

Fuente: Elaboración propia.

### **Evaluación de los sistemas**

Se utilizó como línea base la información obtenida en el primer año, en el que se determinó los estados de los sistemas antes de la intervención, se estableció un cronograma mensual y anual para la toma de información sobre la producción, venta, consumo y compra de productos alimenticios para evaluar el desempeño productivo del sistema (Santamaría-Guerra et al., 2011). El Valor Bruto de la Producción (VBP) fue calculado multiplicando el total de la producción de cada rubro por el precio del mercado local, se usó la tabla de contenido calórico y proteico para transformar la producción en Kcal y gramos de proteínas y se determinó el consumo diario familiar según necesidades por sexo y edad (INCAP, 2012). Se calculó el Índice de la Diversidad de la Producción (DP) de Shannon (H) para determinar la diversidad de las especies y la abundancia existente de cada especie y el Índice de Utilización de la Tierra (IUT), para establecer la eficiencia del uso de los suelos, en términos de producción de alimentos por unidad de área expresada en energía, según la conceptualización y metodología de Funes-Mozote (2009).

### **Características de los suelos de los Sistemas Agroforestales de Hato Corotú (SA1) y Hato Julí (SA2)**

De acuerdo a los análisis físicos-químicos de los suelos presentan un pH poco ácido, dentro del intervalo considerado óptimo para cualquier cultivo (6.0-6.5) ya que favorece la mayor disponibilidad de los nutrientes. Como es común en suelos tropicales presentan un nivel muy bajo de P disponible, sin embargo, y elevada concentración de K, Ca y Mg intercambiables. Cuando el pH del suelo se encuentra por encima de 5,5 la mayoría del Al intercambiable y

soluble se precipita como especies hidroxido-Al. Si el  $Al^{3+}$  se encuentra en niveles tóxicos, este se convierte en uno de los mayores factores limitantes del crecimiento de las plantas en muchos suelos ácidos (Xiao et al., 2014). La M.O encontrada en los sistemas evaluados están entre los rangos medios, por arriba del 2%, lo que facilita los numerosos procesos geoquímicos que inciden en la productividad y preservación de los ecosistemas, además de juega un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas y fuente de energía para los microorganismos, y a través de funciones de tipo biológico, químico y físico (Davilas, 2006) (Tabla1).

*Tabla 1.*

*Características físicas química de los suelos de los sistemas SA1 y SA2.*

		P	K	Ca	Mg	Al	M.O	Fe	Mn	Zn	Cu
Sistema	pH	mg/l	mg/l	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
SA1	6,2	Tr	279,1	4,80	3,70	0,10	3,3	9,50	55,1	1,80	Tr
SA2	6,2	1,00	382,3	7,40	5,70	0,10	2,6	30,0	9,20	3,10	Tr

Fuente: Resultados de análisis de suelos. Laboratorio de suelos y aguas del IDIAP. Tr=Trazas

Los suelos de los sistemas evaluados se les considera suelos de mediana fertilidad. Los resultados obtenidos coinciden con estudios realizados por Villarreal, Name y Garcia (2013), que indica que, en los suelos de la CNB, los niveles de MO son medios y que presentan bajos niveles de P, Cu, Fe y Zn. Por otro lado, los contenidos de K, Ca y Mg los niveles son bajos en los resultados de Villarreal, Name y García (2013), mientras que en los sistemas evaluados los niveles se encuentran entre medios y altos.

### **Diversidad de la producción y eficiencia del uso de los suelos**

En el sistema SA1, los cultivos alimenticios aumentaron de siete a 28, en el que el Índice de Diversidad de la Producción (DP) paso de  $H' = 1.51$  a  $H' = 2.4$ , debido a la incorporación de dos cultivares más de maíz, arroz y plátanos y con un solo cultivar más de frijol, cacao,

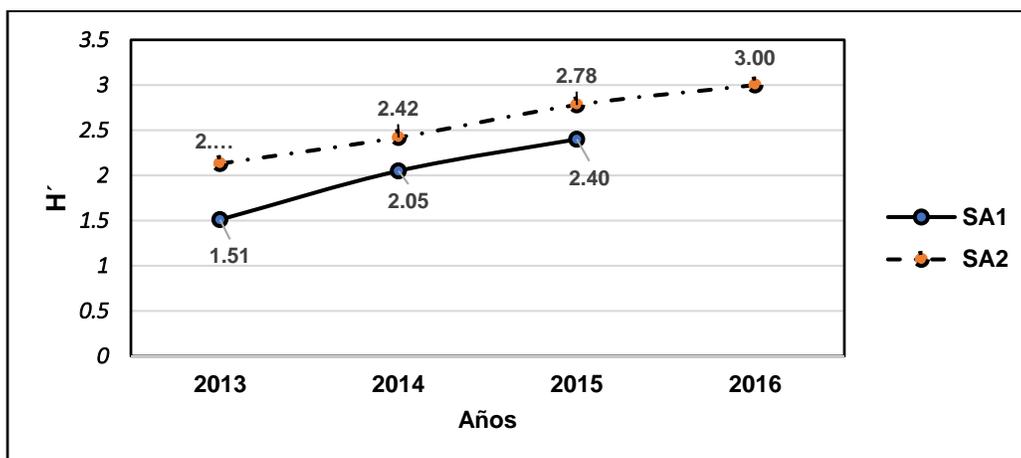
ñampi, café, guineo, poroto, bodá, habichuela, ají, zapallo, camote, tomate, pepino, culantro y habas. En el sistema SA2, los cultivos alimenticios aumentaron de 11 a 27, con un DP que paso de  $H'=2.13$  a  $H'=3.0$ , con dos cultivares más de maíz, arroz, plátano y con un solo cultivar más de frijol, ñame, ñampi, poroto, boda, ñaju, habichuela, ají, zapallo y camote.

Los sistemas presentan índices entre  $H'=2.4$  a  $H'=3$  categorizados con un nivel relativamente diversos y alta diversidad productiva según Magurran, 1988. (Figura 2). Los resultados reportados indican que los niveles alcanzados se acercan a los obtenidos en los ecosistemas naturales relativamente diversos que se encuentran entre  $H'=3$  y  $H'=4$  (Glissman, 2002). Por otro lado, investigaciones realizadas por Salmon, Funes-Monzote y Martín (2012), en un estudio de evaluación de los componentes de la biodiversidad en el Municipio de Las Tunas, en el cual había una diversificación considerable de 41 productos se obtuvo  $H'=3.23$ .

Los resultados corroboran lo expresado por Libman (1999), Funes-Monzote (2001) y Salmon, Funes-Monzote, Martín (2012), en el que indican, que, a una mayor diversidad productiva, los sistemas tienden a acercarse más a los sistemas naturales relativamente diversos, en que el uso del suelo es más eficiente que los sistemas con  $H'$  bajos.

Figura 2.

Índice de la diversidad de los cultivos del SA1 y SA2.



Nota: En la figura se muestra el Índice de Diversidad de los cultivos de los SA1 y SA2 con un aumento del 0.89  $H'$  y 0.87  $H'$  respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

En el sistema SA1 el IUT pasó de 1.58 a 2.39, lo que significa que es necesario un área de 1.39 veces mayor en monocultivo para lograr la producción obtenida en el policultivo y en sistema SA2 el IUT pasó de 1.90 a 2.66, lo que se necesita un área de 1.66 veces mayor en monocultivo para obtener lo producido en el policultivo. Mientras que en un sistema convencional integrado de 40 ha<sup>-1</sup> en Cuba, se obtuvo que el IUT fue de 1.76 (Funes-Mozote, 2009), lo que nos indica que los sistemas que son integrados por una mayor diversidad de cultivos la producción obtenida en una misma área en monocultivo va ser mayor. El IUT nos permite planificar y evaluar de manera periódica el proceso de transformación de los sistemas; orientando el proceso de conversión agroecológico de mayor intensificación en el uso del suelo (por diversificación, manejo ciclo de los componentes del sistema, y una mayor diversificación de los beneficios tangibles (producciones), y no tangibles del sistema (Noguera, 2019).

La productividad presenta una estrecha relación con biodiversidad, porque la biodiversidad tiene influencia en los procesos que determinan el funcionamiento del ecosistema. En esta relación entre productividad y biodiversidad abordada la agroecología se ve fortalecida en el enfoque de control biológico mediante conservación de hábitat propicios para la presencia de enemigos naturales de plagas, que generan bajas en la productividad económica de cultivos de interés (Gaba et al 2014; Noguera, 2019).

La diversidad dentro de los sistemas, aporta elementos para demostrar que especies cultivadas (más de 10 cultivos) favorece la disponibilidad de alimentos en distintas épocas del año (seca y lluviosa) y que con el aumento de la diversidad productiva se eleva la autosuficiencia alimentaria, lo que se expresa en una mayor producción en el sistema (Funes-Mozote, 2009; Liebman, 1999; Salmon, 2012).

### **Disponibilidad de alimento en los Sistemas**

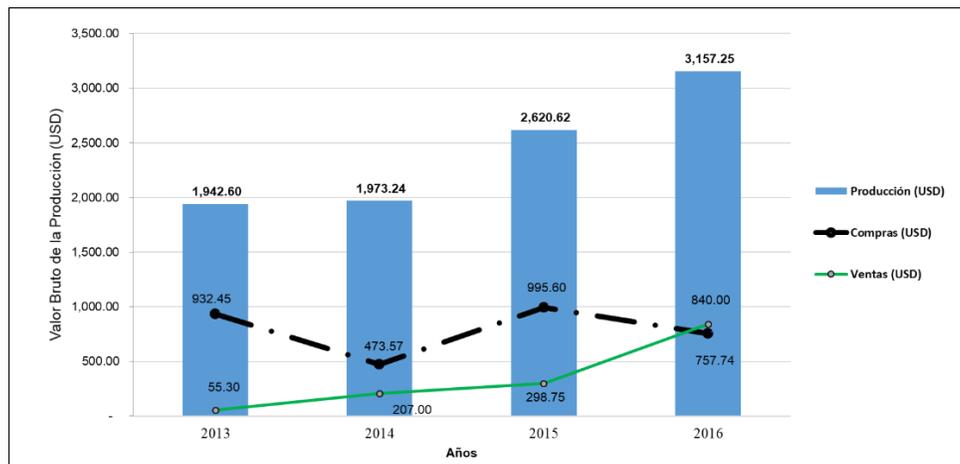
En el SA1 el Valor Bruto de Producción (VBP) calculado en dólares en el año 2013 fue de USD 1628.90 con un ingreso por venta de productos agropecuarios de USD 480.00 y gastos por la compra de alimentos de B/ 374.65. En el 2015 el VBP fue de USD 2711.75 con un ingreso por venta de USD 817.00, un gasto en la compra de alimento de USD 705.05 y un incremento para este mismo periodo de USD 1082.85. En el sistema se muestra un aumento del VBP en un 66.5%, con un ingreso por venta de 70,20% más y un aumento de los gastos

en 88,19%. En el sistema se incrementó la producción con una mayor venta y que con los ingresos adicionales pudieron comprar más productos alimenticios que no se habían podido comprar por la falta de dinero, reflejado con el aumento de los gastos en el sistema.

El SA2 el Valor Bruto de Producción (VBP) en el año 2013 fue de USD 1942.60 con un ingreso por venta de USD 55.30 y un gasto por la compra de alimentos de USD 932.45. Mientras que en el 2016 el VBP fue de USD 3157.25 con un ingreso por venta de USD 840.00, gasto de USD 757.74 y un incremento USD 1214.65. En el sistema se muestra un aumento del VBP en un 61,5%, un ingreso por venta 14 veces mayor que en el año 2013 y una disminución de los gastos por la compra de alimento de 18.7% (Figura 3).

*Figura 3.*

*Valor Bruto de la Producción, ingresos por ventas y compras calculadas en USD en el SA2.*



Nota: En la figura se muestra el aumento del Valor Bruto de la Producción del SA2 de USD 1,214.65, lo que representa un incremento del 61.52%, con respecto al año inicial.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos indican que en el sistema se produjo y aumentaron las ventas de manera significativa y con los ingresos adicionales se compraron más productos alimenticios y cubrir otras necesidades básicas de la familia. Estudios y ensayos realizados en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria afirmar después de ocho años de estudios de un sistema ubicado en Tres Arroyos, al sur de bonaerense, Argentina, que la agricultura 'ecológica' puede llegar a ofrecer márgenes brutos mucho más atractivos que la agricultura convencional que utiliza agroquímicos y fertilizantes (Campos, s.f).

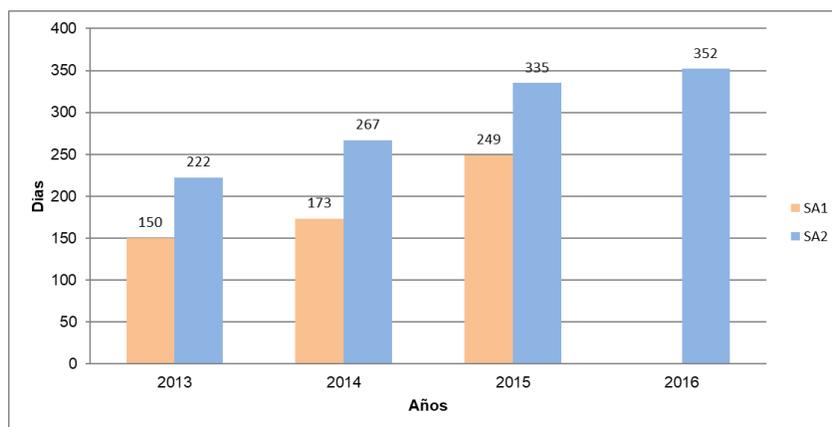
Los incrementos obtenidos en los dos sistemas se deben al aumento de los rendimientos debido a una mayor diversificación de cultivos alimenticios y a la implementación de las practicas agroecológicas haciendo más eficiente el uso del suelo, utilizando la misma superficie de área empleada por el productor a inicio de la investigación. Los rubros que se obtuvieron mayores incrementos fueron; granos (arroz, maíz y frijoles), raíces (yuca, ñame y ñampi) y hortalizas (pepino, tomates y ají). En un estudio de caso realizado por Santamaría-Guerra, Palacio, González, Mariano (2015), en la granja La Esperanza en la comunidad de Hato Horcón, también en la CNB, se acrecentó el VBP, en un periodo de cuatro años en un 206% con un incremento total de B/ 1046,75 con respecto al año uno.

En el caso de los SA1 y SA2, el año de inicio tenían VBP sustancialmente mayores y el incremento total fue superior, contrario a los valores relativos, cuando se contrastan con los obtenidos por Santamaría-Guerra, Palacio, González, Mariano (2015), en la granja La Esperanza.

En el SA1 la producción de alimento para suplir las necesidades de calóricas calculadas en Kcal y proteínas para la familia integrada por cinco personas (un hombre, tres mujeres y un joven), a razón de 15000 Kcal/día, paso de suplir lo requerido en 150 días en el 2013 a 249 días en el 2015 y con un aporte proteico de 117.46 kg/ha/año. En el SA2 la producción de alimento para suplir las necesidades de calorías calculadas en Kcal y proteínas para la familia integrada por ocho personas (un hombre, tres mujeres, un joven y un niño), a razón de 20040 Kcal/día, paso de suplir lo requerido en 222 días en el año 2013 a 352 días en el año 2016 y con un aporte proteico de 139,70 Kg/ha/año. (Figura 4).

Figura 4.

*Disponibilidad de calorías para suplir los requerimientos de las familias de los Sistemas.*



Nota: En la figura se muestra el aumento de 99 días más, la disponibilidad de alimento expresado en Kcal, lo que representa un 60.2% más de la producción total con respecto al año inicial del SA1, en el SA2 la disponibilidad de alimento aumento a 130 días más, expresado en Kcal, lo que representa un 58.58% más con respecto al año inicial.

Fuente: Elaboración propia.

En estudios realizadas por Funes-Mozote (2009), en una finca integrada comercial ganadera en Cuba, se obtuvo un aumento significativo en producción energética capaz de alimentar adecuadamente a seis personas y una producción en proteínas de 191.3 Kg/ha/año. La diferencia entre las proteínas obtenidas por ha<sup>-1</sup> en el SA1 y SA2 con respecto a las evaluaciones realizadas por Funes-Mozote (2009), obedece a que los sistemas están conformados principalmente por cultivos alimenticios, con un manejo menos intensivo, aportando un menor contenido de proteína que los obtenido en el sistema integrado, que se lleva con un manejo más intensivo, de tipo comercial y el uso de mayor energía externas.

Por otro lado, en estudios realizados por Santamaría-Guerra, Palacio, González, Mariano (2015), en la finca la Granja la Esperanza, se aumentó la disponibilidad de alimento en 187 días más en un periodo de cuatro años, a razón 13000 calorías diarias, en el sistema se asocia al aumento de la diversidad productiva a una mayor producción agrícola.

## **Conclusiones**

Con la incorporación de prácticas agroecológicas, la adecuación de las tecnologías ya existentes implementadas por los productores, el aumento de la diversidad productiva y la introducción de cultivos que antes no se cultivaban en los sistemas, la eficiencia del uso de los suelos fue mayor, medida por el IUT al aumentar significativamente la cantidad de energía y proteínas producidas en los dos sistemas.

Se incrementó significativamente la disponibilidad de alimentos expresado en el Valor Bruto de la producción, en los contenidos de proteínas y Kcal en los dos sistemas, lo que conduce a las familias acercarse más a una autosuficiencia alimentaria, mejorando el diseño y el manejo de los componentes que integran a los sistemas.

## Referencias bibliográficas

- Altieri, M; Hecht, S; Liembman, M; Magdoff, F; Norgaard, R; Sikor, Thomas. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad. Uruguay. p 338.
- Altieri, M. (2009). El Estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. En Altieri, M. (Compilación). *Vertiente del pensamiento agroecológico fundamento y aplicaciones*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. SOCLA. Medellín. Colombia. p 364.
- Campos, B. s.f. La agricultura agroecológica tiene mejores márgenes que la convencional. Recuperado.<https://www.agrolatam.com/nota/38253-la-agricultura-agroecologica-tiene-mejores-margenes-que-la-convencional/>
- Castillo, V.C., Castillo, J.A. (2002). *Abundancia e importancia económica de algunas especies vegetales endémica y de usos frecuentes en cuatro fincas de la parte baja del Distrito de Mirono, Comarca Ngäbe-Buglé*. Panamá. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Escuela de Biología. 80 p.
- Davilas, B.S. (2006). *Caracterización de la materia orgánica de suelos representativos de ecosistemas amazónicos del Perú, departamento de Ucayali, e influencia de su uso y manejo en el secuestro del carbono*. Tesis.
- De Gracia, Z. 2(013). Ngäbe-Buglé-Cultura aborígen d Panamá. Monografía. Recuperado en: [www.monografias.com/trabajos96/ngabe-bugle-cultura-aborigen-panama/ngabe-bugle-cultura-aborigen-panama.shtml](http://www.monografias.com/trabajos96/ngabe-bugle-cultura-aborigen-panama/ngabe-bugle-cultura-aborigen-panama.shtml)
- Enciclopedia cubana en la Red (EcuRed)*. (2018). Comarca Ngäbe-Buglé. Recuperado en: <https://www.ecured.cu/Ng%C3%B6be-Bugl%C3%A9>.
- Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) – (2018). *Niños, niñas y adolescentes en Panamá*. Recuperado en: <https://www.unicef.org/panama/media/1131/file/Ni%C3%B1os,%20ni%C3%B1as%20y%20adolescentes%20en%20Panam%C3%A1,%20Panorama%202018.pdf>
- Funes-Monzote, F.R. (2001). *Transformando el campo cubano: Avances de la agricultura sostenible*. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana, Cuba. p 286.

- Funes-Monzote, F.R. (2009). *Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado*. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana, Cuba. Primera edición. p38.
- Gaba, S., Bretagnolle, F., Rigaud, T., Philippot, L. (2014). Managing biotic interaction for ecological intensification of agroecosystem. *Frontier in ecology and evolution*. Vol. 2. doi: 10.3389/fevo.2014.00029.
- García, D.L. (2012). *Hacia un Modelo Europeo de extensión Rural Agroecológico*. Tesis doctoral. Universidad Internacional de Andalucía, España.
- Glissman, S. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sustentable*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p 359.
- Gliessman, S. (2006). *Agroecology. The Ecology of Sustainable Food Systems*. Segunda Edición. Taylor y Francis Group. p 408.
- Glissman, S; Rosado-May, F; Guadarrama-Zugasti, C; Jedlicka, J; Cohin, A; Mendez, V.E; Cohen, R; Trujillo, L; Bacon, C; Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia una sostenibilidad. *Ecosistema*. Vol. 16 (1). pp. 13-28.
- González, M; Guzmán, S. (1993). Ecología. Campesinado e historia. Para una reinterpretación del desarrollo del capitalismo en la agricultura. En Sevilla Guzmán y González de Molina (Eds): *Ecología, campesina e historia*. Editora La Piqueta. Madrid.
- Guzmán, G.C; González, M.M; Sevilla, EG. (2000). *Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible*. Centro de Investigaciones Sociológicas. Madrid. n°. 95. pp. 213-217
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica/INCAP/Menchú*. MT (ed) Méndez, H (ed). 2 ed. Guatemala. INCAP/OPS. p128.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (2010). *Estimación de la población total en la República, por provincia, y comarca indígena, según sexo y grupos de edad: al 1 de julio de 2010*. Recuperado en: <http://www.contraloria.gob.pa/inec/>
- Jiménez, B.; Santamaría-Guerra, J.; Santos, U.; González, G.D.; Torres, L.A. (2017). Caracterización de sistemas de producción hortícola de la agricultura familiar en la

- Comarca Ngäbe Buglé. Panamá. En Cl. Nicholls (presidente). *VI Congreso Latinoamericano de Agroecología*. Brasilia. D.F, Brasil.
- Jiménez, V.E. (2012). Estudios de caso y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación Ciencia Sociales*. Vol 8. n°1. pp141-150.
- León Sicard, T.E. (2009). Agroecología: desafío de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología*. Vol. 4. pp 7-17.
- Liebman, M. (1999). Sistemas de Policultivos. En M. Altieri, S. Hecht, M. Liebman, F. Magdoff, R. Nougard y T. Sikor. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad, pp. 91-202.
- Mata, J., Bermejo, L.A. y Molina, C. (2012). *Diagnóstico Rural Participativo en el Parque Rural de Valle Gran Rey y Monumento Natural de Lomo del Carretón*. La Gomera. ISBN: 84 – 932068. España.
- Martínez, C; Piedad, Cr. (2006). *El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión*. Recuperado en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64602005>> ISSN 1657-6276
- Nicholls, Cl; Osorio, L; Altieri, M. (2013). *Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático*. REDAGRES. Legis S.A. Colombia. p 207.
- Noguera, A.T. (2019). *Modelo de conversión agroecológica de un sistema de producción de Moringa oleifera Lam., en función de principios agroambientales en la zona seca de Nicaragua*. Tesis. Managua, Nicaragua.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). S.f. *Agroecología y Agricultura Familiar*. Disponible. <http://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/>
- Proyecto Agroforestal Ngöbe. (2003). *La agricultura de los Ngöbe. Estudio de Caso*. [CD-ROM]. Tomo IV. ANAM-GTZ. Panamá.
- Salmon, Y; Funes-Monzote, F.R; Martín, O. (2012). Evaluación de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológicas “Las Palmitas” del municipio Las Tunas. *Pasto y Forrajes*, Vol. 35, n° 3. pp 321-332.
- Santamaría-Guerra, J; Mariano, I; Domínguez, M; Palacios, E; Thomas, G; Jiménez, B; Montezuma, V; Santos, U; Palacio, C. (2011). *Aceptación y apropiación de tecnologías*

- para la innovación de los sistemas de producción de la agricultura familiar Ngäbe Buglé.* In LVI Reunión Anual del PCCMCA. (2011, El Salvador). Memoria.
- Santamaría-Guerra, J; González D. G. (2015). La agroecología en Panamá: su contribución a la sostenibilidad de modos de vida y la persistencia de la agricultura familiar. *Agroecología*, v. 10(2): p. 29-38.
- Santamaría-Guerra, J; Palacio, E; González, G; Mariano, I. (2015). Innovación Tecnológica de Sistemas de Producción de la Agricultura Familiar Ngäbe-Buglé. *Ciencia Agropecuaria: revista científica/ Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.* no. 23. Panamá, PA. Semestral 169 p. pp1-19.
- Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). (2018). *Declaración de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) sobre el II Simposio Internacional de Agroecología de la FAO: ampliación de la agroecología para contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible.* Recuperado en: <https://foodfirst.org/declaracionde-la-sociedad-cientifica-latinoamericana-de-agroecologia-socla-sobre-el-ii-simposio-internacionalde-agroecologia-de-la-fao-ampliacion-de-la-agroecologia-para-contribuir-a-losobjetivo/>
- Toledo, V. M. (1993). La racionalidad ecológica del campesinado. En Sevilla Guzmán y González de Molina (eds); *Ecología, campesinado e historia.* La Piqueta. Madrid. pp 197-218.
- Toledo, V. M. (1999). Las “disciplinas híbridas” 18 enfoques interdisciplinarios sobre naturalezas y sociedad. En *Persona y sociedad.* Vol.13. n°1. Santiago de Chile.
- Toledo, V.M (2005). La memoria tradicional; La importancia agroecológica de los saberes locales. *Revista Leisa.* Vol. 20. N° 4.
- Torres-Vargas, L; Santamaría Guerra, J; Salmerón, F; Mariano, I; Acosta, A; Quintero, J. – (2017). Recuperación y selección participativa de cultivares de arroz de la Comarca Ngäbe-Buglé. *Ciencia Agropecuaria: revista científica.* Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. no. 27. Panamá, PA. Semestral 122. pp 1-19.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). s.f. *Uso eficiente del Suelo y Adecuación de Tierra.* MINA Agricultura. Colombia.
- Villasante, T. R. (2006). Lo comunitario y su salto creativo. En *Cuaderno de Trabajo Social:* 19. pp. 225-254.

- Villarreal, JE; Name, B. (1996). *Técnicas analíticas del Laboratorio de Suelos del IDIAP. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, región Central*. Divisa. p 110.
- Villarreal, J.E; Name, B; Garcia, R. (2013). Zonificación de suelos de Panamá en bases a niveles de nutrientes. *Ciencia Agropecuaria: revista científica*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. no. 21. Panamá, PA. Semestral 154 p. pp 71-89.
- Xiao, K., Yu, L., Xu, J. y Brookes, P. (2014). “pH, nitrogen mineralization, and KCl-extractable aluminum as affected by initial soil pH and rate of vetch residue application: results from a laboratory study”. *Journal of Soils & Sediments: Protection, Risk Assessment, & Remediation*, 14 (9), 1513-1525.