



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y
Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Doctorado en Agroecología



Trabajo de Tesis

**Transición agroecológica de sistemas
tradicionales/indígenas de arroz (*Oryza sativa*
L.) y plantas medicinales en la Comarca
Ngäbe-Buglè, Panamá**

Autor

MSc. Luis Antonio Torres Vargas

Asesores

Dr. Francisco Salmerón Miranda

Dr. Julio Santamaría Guerra

Managua, Nicaragua

Marzo, 2021



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y
Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Doctorado en Agroecología



Trabajo de Tesis

**Transición agroecológica de sistemas
tradicionales/indígenas de arroz (*Oryza sativa*
L.) y plantas medicinales en la Comarca
Ngäbe-Buglè, Panamá**

Autor

MSc. Luis Antonio Torres Vargas

Asesores

Dr. Francisco Salmerón Miranda

Dr. Julio Santamaría Guerra

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado
de Doctor en Ciencias

Managua, Nicaragua

Marzo, 2021

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Doctor en Ciencias en Agroecología

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

A Dios, Padre Todopoderoso, y a la Santísima Virgen María, por haberme dotado de fortaleza espiritual necesaria para cada una de mis jornadas.

A mis señores padres, Leonila y Ceferino; mi esposa Vitaeleida; mis hijos Aeryn y Luis, y a cada miembro de mi familia.

A mis compañeros y amigos de toda la vida, por su apoyo, estímulos y sabios consejos que me llevaron a creer en mí.

Luis Antonio Torres Vargas

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), por darme la oportunidad de esta capacitación en el marco de sus programas de fortalecimiento de su recurso humano.

Al Dr. Miguel Altieri, la Dra. Clara Nicholls y a la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), por haber promovido, en conjunto con la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua (UNA), el Programa de Doctorado en Agroecología, el cual ha promovido la formación de profesionales latinoamericanos como una masa crítica y comprometida con las familias campesinas.

A los doctores Francisco Salmerón Miranda y Julio Santamaría Guerra, directores de la tesis, quienes me brindaron su asesoría en aspectos logísticos, de información, edición y atinados consejos para el cumplimiento de esta investigación.

A mis compañeros de trabajo, un grupo interdisciplinario que me ofreció todo el apoyo para la ejecución de esta investigación: Dr. Julio Santamaría Guerra, Ing. Ulfredo Santos, Ing. Basilio Jiménez, Ing. Aparicio Acosta, Ing. Ilza Mariano, Ing. Gladys González, Ing. Alexis Quintero, Tec. Víctor Montezuma, Tec. Diógenes Palacio, Tec. Marcos Sanjur y la Tec. Jessica Caito.

A mis profesores de la UNA, compañeros del doctorado y amigos que me manifestaron su sincera amistad.

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo general	5
2.2 Objetivos específicos	5
III. MARCO DE REFERENCIA	6
3.1 Aspectos generales de la Comarca Ngäbe-Buglè	6
3.2 Situación socioeconómica de la Comarca Ngäbe-Buglè	7
3.3 Estado de la base productiva de la Comarca Ngäbe-Buglè	8
3.3.1 Prácticas y estrategias que surgen de los principios agroecológicos	9
3.3.2 La Sustentabilidad	14
3.4 La biodiversidad y productividad como indicadores de la sustentabilidad	15
3.5 Fundamentos teóricos para los procesos de transición a sistemas de producción agroecológicos	17
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1 Paradigma de la investigación	20
4.2 Características y ubicación del área del estudio	20
4.3 Diseño de la investigación	21
4.3.1 Determinación de las propiedades físicas y químicas de los suelos de los sistemas SA1 y SA2	22
4.3.2 Determinación de la biodiversidad productiva y de las plantas de medicinales	22
4.3.3 Etapas de transición agroecológica para el rediseño de los sistemas de producción	24

4.3.4	Evaluación de la macrofauna, biodiversidad productiva y productividad como indicadores de la sustentabilidad de los sistemas	27
4.3.5	Desarrollo de un “diseño” de transición de un sistema tradicional/indígena a un sistema agroecológico	28
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1	Características físicas y químicas de los suelos que componen los sistemas SA1 y SA2	30
5.2	Biodiversidad productiva como componente modificador de los sistemas SA1 y SA2	31
5.3	Evaluación de la biodiversidad productiva de los arrozales y especies de plantas medicinales asociadas a los agrosistemas y sistemas naturales de la CNB	33
5.4	Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la macrofauna, biodiversidad productiva y la productividad de los sistemas SA1 y SA2	39
5.4.1	Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la macrofauna de los sistemas SA1 y SA2	39
5.4.2	Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la biodiversidad productiva en los sistemas SA1 y SA2	43
5.4.3	Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la productividad de los sistemas SA1 y SA2	46
5.5	Diseño resultante del proceso de transición agroecológica	51
VI.	CONCLUSIONES	56
VII.	RECOMENDACIONES	57
VIII.	LITERATURA CITADA	58
IX.	ANEXOS	66

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Propiedades físicas y químicas de los suelos de los sistemas SA1 y SA2, ubicados en la Región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè	30
2.	Características de los arroces seleccionados por los productores mediante la SPV en la Comarca Ngäbe-Buglè; fortuna negro, guanacaste y picaporte	34
3.	Características fenotípicas y de sanidad de los arroces seleccionados según los cuatro criterios escogidos por los productores y los técnicos en la Comarca Ngäbe- Buglè	35
4.	Plantas medicinales que son empleadas por agentes de salud y parteras de la Comarca Ngäbe-Buglè para el tratamiento de las afectaciones de salud más comunes	37
5.	Plantas de usos medicinales utilizadas por los miembros de las familias en los SA1 y SA2 para el tratamiento de las afecciones y enfermedades más comunes, Región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè	45
6.	Aumento de la producción de los cultivos de mayor importancia producidos en los SA1 y SA2 expresados en porcentaje (%), en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè	47
7.	Valor Bruto de la Producción, ingresos por ventas y egresos estimados en USD en el SA2, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè	48
8.	Aumento de la producción de los cultivos de mayor importancia producidos en los SA1 y SA2 expresados en porcentaje (%), en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè	49
9.	Producción y compra de arroz expresada en porcentaje (%) en el SA1. Región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè	49
10.	Producción y compra de arroz expresada en porcentaje (%) del SA2, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè	50

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación geografía de la Comarca Ngäbe-Buglè. Panamá	6
2.	Biodiversidad productiva de los cultivos alimenticios que aumentaron en los SA1 y SA2, ubicados en la región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè	32
3.	Grupos funcionales de la macrofauna del suelo evaluados en tres épocas diferentes en el SA1, ubicado en la región Nedrini Comarca Ngäbe- Buglè	39
4.	Grupos funcionales de la macrofauna del suelo evaluados en tres épocas diferentes en el SA2, ubicado en la región Nedrini Comarca Ngäbe- Buglè	40
5.	Relación entre los grupos funcionales detritívoros/no detritívoros y lombriz/hormigas en el SA1, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè	41
6.	Relación entre los grupos funcionales detritívoros/no detritívoros y lombriz/hormigas en el SA2, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè	42
7.	Índice de la Diversidad de Producción registrados en los sistemas SA1 y SA2, ubicados en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè. Fuente: Torres <i>et al.</i> , 2020a.(Anexo 3)	43
8.	Diagramas de Odúm para representar las interacciones y los componentes del modelo conceptual del sistema SA2 al inicio del proceso de transición del sistema tradicional/indígena a agroecológico en la Comarca Ngäbe- Buglè	53
9.	Diagramas de Odúm para representar las interacciones y los componentes del modelo conceptual del sistema SA2 al final del proceso de transición del sistema tradicional/indígena a agroecológico en la Comarca Ngäbe- Buglè	55

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Participación en congresos científicos nacionales e internacionales	66
2.	Artículo científico: Selección participativa de cultivares de arroz de la Comarca Ngäbe-Buglé. Panamá. Ciencia Agropecuaria: revista científica/ Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. no. 27. Panamá, PA. Semestral 122. 1-19.	67
3.	Artículo científico: Transición agroecológica de sistemas agroforestales de la Comarca Ngäbe-Buglé. Panamá. Artículo científico. Revista IXAYA / Año 10, Núm. 18 / Edades Humanas / ISSN: 2007-7157	79
4.	Artículo científico: Colecta, conservación, identificación taxonómica y uso de la flora medicinal de la Comarca Ngäbe-Buglé. Ciencia Agropecuaria: revista científica/ Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. no. 30. Panamá, PA. Semestral 122 p. 1-17 pg.	95

RESUMEN

El estudio se realizó en la Comarca Ngäbe-Buglè, República de Panamá, entre los años 2013 y 2016, en sistemas tradicionales de agricultura familiar conformados por población originaria, con limitados recursos para la producción de alimento y acceso a atención médica. Con el objetivo de aumentar la disponibilidad de alimento y mejorar la salud de los involucrados, se diseñó una propuesta de transición agroecológica de un sistema tradicional/indígena, en el cual el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es su mayor diversidad productiva y las plantas de uso medicinal son parte del componente de salud humana. Esto se logró mediante la aplicación de los principios agroecológicos de biodiversidad y funcionalidad de los componentes del sistema. Además, se recuperaron, describieron y caracterizaron cultivares de arroces y plantas de uso medicinal que fueron incorporados al proyecto, como parte de la biodiversidad productiva. En conjunto con los productores, se diseñaron y establecieron dos sistemas de producción, en los que se seleccionaron siete prácticas agroecológicas: incremento de la biodiversidad productiva, asocio de policultivos, conservación de suelos, rotación de cultivos y labranza mínima, integración de animales, control de plagas y enfermedades y tecnologías en estructuras. Se realizaron evaluaciones por un periodo de cuatro años y se determinó la sustentabilidad de los sistemas, con la aplicación de los siguientes indicadores: productividad, biodiversidad y macrofauna del suelo, biodiversidad productiva, y asociada. Los resultados indican que existe gran diversidad de cultivares de arroces y plantas de uso medicinal que se pueden utilizar para el mejoramiento de los sistemas de producción y la salud de las comunidades; además, la incorporación a los sistemas de nuevas tecnologías y la adecuación de las ya existentes, propició el incremento de biodiversidad productiva, la implementación de policultivos, y los usos de los suelos fueron más eficientes al aumentar significativamente la producción de energía expresada en Kcal y proteínas en los dos sistemas. Se concluye con la propuesta de un diseño conceptual del sistema tradicional/indígena en transición hacia a un sistema agroecológico, adaptado a las condiciones propias de la Comarca Ngäbe-Buglè.

Palabras claves: biodiversidad productiva, biodiversidad asociada, seguridad alimentaria, agroecología.

ABSTRACT

The study was carried out in the Comarca Ngäbe-Buglé, Republic of Panama, between 2013 and 2016, in traditional family farming systems made up of the native population, with limited resources for food production and access to medical care. In order to increase the availability of food and improve the health of those involved, a proposal for an agroecological transition of a traditional / indigenous system was designed, in which the cultivation of rice (*Oryza sativa* L.) is the greatest productive diversity and medicinal plants being part of the human health component. This was achieved through the application of agroecological principles of biodiversity and functionality of system components. In addition, rice cultivars and medicinal plants that were incorporated into the project as part of the productive biodiversity. Together with the producers, two production systems were designed and established, in which seven agroecological practices were selected: increase of productive biodiversity, association of polycultures, soil conservation, crop rotation and minimum tillage, animal integration, control of pests and diseases and technologies in structures. Evaluations were carried out for a period of four years and the sustainability of the systems was determined, with the application of the following indicators: productivity, soil biodiversity and macro-fauna, productive biodiversity, and associated. The results indicate that there is a great diversity of rice cultivars and medicinal plants that can be used to improve production systems and the health of communities; In addition, the incorporation of new technologies into systems and the adaptation of existing ones, led to an increase in productive biodiversity, the implementation of polycultures, and the uses of land were more efficient by significantly increasing the energy production of energy expressed in Kcal and proteins in the two systems. It concludes with the proposal of a conceptual design of the traditional / indigenous system in transition towards an agroecological system, adapted to the conditions of the Ngäbe-Buglé Comarca.

Keywords: productive biodiversity, associated biodiversity, food security, agroecology

I. INTRODUCCIÓN

En la Comarca Ngäbe-Buglè (CNB), en cuya población predominantemente del pueblo originario ngäbe, la mayoría de los sistemas de producción son diversificados, en los cuales, los cultivos como el arroz (*Oryza sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), plátano y guineos (*Musacéas*), yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) y plantas medicinales son considerados los más importantes. Existen, aproximadamente, 10,685 sistemas de producción de arroz en asocio con maíz, frijol, yuca u otros cultivos que cubren una superficie de 9,168.56 ha y un rendimiento promedio del cultivo de arroz de 454 kg ha. El 93.5% de la producción de arroz es utilizada para el consumo directo del productor y su familia, y solo el 6.5% se destina para la venta (INEC, 2010).

La producción de arroz es realizada por las familias con bajo uso de insumos, en un ambiente de secano favorecido (lluvias de abril a noviembre), en el cual el productor tumba y quema parte de la vegetación, y siembra a espeque en asocio con otros cultivos. Puede considerarse como una agricultura de bajo recurso y pobre manejo, que la hacen especialmente vulnerable a los impactos del cambio climático, poco sustentable y resiliente (Alvarado *et al.*, 2010; Santamaría-Guerra *et al.*, 2015; Torres-Vargas *et al.*, 2017). Estos sistemas de producción se desarrollan en un periodo de tres a cinco años y, posteriormente, cuando su rendimiento disminuye y la incidencia de plagas aumenta significativamente, se retiran a otras áreas, lo que ocasiona la vulnerabilidad del sistema (Santamaría-Guerra *et al.*, 2014). La producción de arroz y otros cultivos es desarrollada en un sistema considerado como tradicional/indígena, basado en el conocimiento local/ancestral, fuertemente ligado al territorio en que también se incluyen los sistemas campesinos (IAASTD, 2009).

Por otra parte, en la CNB, las plantas curativas forman parte integral de los sistemas de producción, debido al conocimiento que poseen las familias, los médicos naturistas, los curanderos y las parteras sobre su utilidad. Las plantas de uso medicinal y terapéutico en estas comunidades tienen una connotación de tipo espiritual y de salud muy arraigada a las costumbres y las tradiciones. En las regiones que conforman la CNB, la asistencia médica

brindada por el Estado es deficiente y poco asidua, lo cual, aunado a las condiciones desfavorables que presenta la región, dificulta la atención oportuna de los pacientes.

Para mitigar esta problemática y contribuir a la sostenibilidad de los modos de vida de estas comunidades, la presente investigación desarrolla una propuesta para la transición agroecológica de los sistemas tradicional/indígena de arroz de la región Nedrini de la CNB, a través del rescate de saberes indígenas y la aplicación de los conceptos y principios agroecológicos, que respeten la idiosincrasia y la racionalidad del productor, con el fin de aumentar la productividad y obtener mayor disponibilidad de alimentos. Se pretende lograr lo anterior mediante el manejo eficaz de la biodiversidad y la funcionalidad de los componentes del sistema, donde el arroz forma la mayor parte de la biodiversidad productiva y las especies de plantas medicinales como componente de salud y bienestar para las familias.

En esta investigación se escoge el enfoque agroecológico, el cual se basa en principios que toman en cuenta el aspecto social del productor y su economía (González y Guzmán, 1993), la racionalidad ecológica que él tiene y aspectos culturales (Toledo, 1993, 1999), mediante un enfoque integral u holístico (Guzmán *et al.*, 2000), en el que se favorece el mantenimiento de una agricultura familiar respetuosa con el ambiente (Jiménez *et al.*, 2018; Altieri & Nicholls, 2007). Las actividades de investigación tienen como componente importante el conocimiento local y las metodologías estructuradas por las academias e investigaciones, desarrolladas mediante investigación agroecológica participativa. (Santamaría, 2015).

Es importante mencionar que, en este estudio se utiliza el concepto de “transición agroecológica” para referirse al conjunto de acciones e innovaciones necesarias para transformar y convertir la producción de un sistema ineficiente a uno cuyo manejo esté basado en la diversidad de las producciones agropecuarias y evidencie de manera continua la sostenibilidad ambiental través de las técnicas agroecológicas. La investigación integra, de forma innovadora, el uso y la selección de biodiversidad productiva del cultivo de arroz y plantas medicinales por parte de los productores. Además, se hace una descripción morfoagronómica y botánica de los cultivos de arroz y plantas de uso medicinal respectivamente, partiendo de la racionalidad que la ciencia y la práctica de la agroecología nos ofrecen (Gliessman, 2015; Wezel *et al.*, 2009).

Este trabajo, además, proporciona un grupo de elementos a considerar para lograr la transición agroecología del sistema tradicional/indígena, sin pretender demostrar que las prácticas y procedimientos aquí desarrolladas son una receta, no obstante, su implementación puede ser una guía para enfrentar los problemas de las familias campesinas que no llegan a alcanzar su Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional. En este sentido, esta investigación plantea aumentar la disponibilidad de alimento y mejorar la condición de salud de las familias mediante, con la aplicación de conceptos y principios agroecológicos que incrementen la sustentabilidad de los agroecosistemas en la Región Nedrini, de la Comarca Ngäbe-Buglè. De tal forma que, del planteamiento de esta investigación, se derivan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿En la Comarca Ngäbe-Buglè, es posible, con la participación de productores y técnicos, la selección de arroces criollos de arroces que faciliten y potencien la identificación de materiales promisorios que puedan ser incorporados en los sistemas de producción para aumentar la disponibilidad de alimentos?
- ¿En la Comarca Ngäbe-Buglè, el conocimiento, conservación y la disponibilidad de las especies de plantas de uso medicinal y terapéutico contribuye a las comunidades a preservar sus costumbres, salud y bienestar?
- ¿Cuáles serían las prácticas que surgen del racionamiento científico y los saberes locales que se pueden implementar para la transformación eficiente de estos sistemas en estudio?
- ¿En la Comarca Ngäbe-Buglè, es posible desarrollar una propuesta en conjunto con los productores para la transición de un agroecosistema en donde el cultivo de arroz y especies de plantas de uso medicinal son su mayor biodiversidad productiva, a un sistema agroecológico que garantice la sustentabilidad de los sistemas ubicados en la Región Nedrini?

Con el propósito de presentar los resultados del estudio de manera coherente, esta tesis se ha dividido en cuatro partes:

La primera aborda la Introducción, el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, así como el marco teórico, que expone la situación de los sistemas de producción en estudios, la importancia de la biodiversidad productiva en los sistemas del cultivo de arroz y plantas de uso medicinal, el aspecto social de la población, el estado y la composición de los sistemas, y se describe la funcionalidad que la biodiversidad productiva y asociada aportan a los sistemas. Además, se introduce al lector al diseño teórico-metodológico, al tema de la agroecología, y la problemática del área de estudio.

En la segunda parte se presentan los paradigmas y la estrategia metodológica de la investigación “Innovación Agroecológica Participativa” Esta se ha dividido en dos subcomponentes: a) El primero presenta cómo se realizó el proceso de recuperación, selección, caracterización, y usos de arroces y plantas medicinales. b) El segundo subcomponente desarrolla las metodologías empleadas para la transición de los sistemas, en las que se describe la fase de la selección e incorporación de las prácticas agroecológicas, las mediciones y la toma de datos en un periodo de cuatro años.

En la tercera parte del documento, se exponen los resultados y la discusión del proceso de la investigación, abordando cada componente del estudio, cuya interpretación lógica va desde un enfoque sistémico hasta el desarrollo de una propuesta de “diseño” de transición de un sistema tradicional/indígena de la CNB a un sistema agroecológico, entendiendo que el diseño es conceptual y dinámico.

En la cuarta y última parte, las conclusiones presentan los hallazgos obtenidos con base en los objetivos propuestos. Finalmente, como resultado de este trabajo de investigación, se anexa evidencia de trabajos científicos presentados en congresos nacionales e internacionales y tres artículos científicos publicados en revistas indexadas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de la transición de un sistema tradicional/indígena a un sistema agroecológico, en el cual el cultivo de arroz se a su mayor biodiversidad productiva y el uso de plantas medicinales contribuya a la salud y bienestar humano, basado en el aumento de la disponibilidad de alimentos mediante la aplicación de conceptos y principios agroecológicos que mejoren a la sustentabilidad de los agrosistemas en la Región Nedrini, de la Comarca Ngäbe-Buglè.

2.2. Objetivos específicos

- Recuperar y caracterizar arroces utilizados en las comunidades indígenas de la Comarca Ngäbe Buglé de Panamá, para promover su incorporación en los sistemas de producción.
- Disponer de información sobre el uso, conservación, propiedades curativas y características fenotípicas de especies de la flora de uso medicinal empleadas en la atención primaria de salud por la nación ngäbè.
- Comparar el efecto de la incorporación de prácticas agroecológicas consensuadas con los productores en dos agrosistemas tradicionales de las comunidades de Hato Corotú y Hato Julí, en el incremento y disponibilidad de alimento que suplan las necesidades alimentarias de las familias, expresadas en energía y proteínas.
- Generar información científica que permitan proponer un diseño para la transición de un sistema tradicional/indígena a un sistema agroecológico, basado en el aumento de la productividad y biodiversidad productiva de los sistemas de arroz y en el uso de especies de plantas medicinales en la Región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Aspectos generales de la Comarca Ngäbe-Buglè

La Comarca Ngäbe-Buglè se encuentra ubicada en la región occidental de la República de Panamá, entre las provincias de Bocas del Toro, Chiriquí y Veraguas. Está dividida en tres regiones (Ködriri, Nedrini y Ñö Kribo), cuya extensión total aproximada es de 6,968.0 Km² (INEC, 2010). Es atravesada de oeste a este por la Cordillera Central o Serranía de Tabasará, que separa dos regiones geográficas: la región atlántica o caribeña, cubierta en un 40% de bosque primario con ríos cortos y caudalosos, y la región pacífica, deforestada y con ríos de mayor recorrido hacia el mar (Figura 1). En el relieve predomina un área montañosa que cubre el 60% de la superficie, perteneciente a la Cordillera Central y una litografía representada por rocas ígneas (Proyecto Ngäbe-Buglè, 2008).

La vegetación existente es muy heterogénea, caracterizada por presentar una gran variedad de especies de árboles, arbustos, poaceas y epífitas. En forma general, las asociaciones vegetales se pueden dividir en cinco grupos determinados principalmente por factores de orden climático y edáfico. Estos son bosques perennifolios de tierras altas, bosques y tierras inundables, áreas de cultivos, sabanas y vegetación secundaria (Proyecto Ngäbe-Buglè, 2008).



Figura 1. Ngäbe-Buglè. Panamá Ubicación geográfica de la Comarca. Fuente: EcuRed <https://www.ecured.cu/index.php?curid=656122>

Los sistemas de producción evaluados se ubican en la región Nedrini, que está en la vertiente del pacífico, caracterizada por un tiempo ventoso seco (de diciembre a abril) y una estación húmeda (de mayo a diciembre), la vegetación consiste en pastos mezclados con cubierta forestal tropical, con precipitación pluvial, mayor a 2,227.8 mm al año (ETESA, 2015).

3.2. Situación socioeconómica de la Comarca Ngäbe-Buglè

La CNB, cuenta con una población aproximada de 208,481 habitantes, dividido en dos etnias; la Ngäbe y la Buglè, de las cuales predomina con el 91.64 % la etnia Ngäbe (INEC, 2019). Los indicadores sociales evidencian que el porcentaje de analfabetismo es de 30.82% y de malnutrición infantil en menores de cinco años de 62.0%, mientras que a nivel nacional es de 5.5% y 19.1% respectivamente (González-Dufau, *et al.*, 2019).

Existe un limitado acceso a los requerimientos alimenticios básicos por parte de la población, reflejado en los índices de malnutrición con una pobreza multidimensional de 59.3% (Prosperi, 2019). Esta es una condición que merece especial interés debido a que la alimentación saludable y equilibrada tiene un rol primordial en la salud y el desarrollo, como pilar del adecuado funcionamiento del organismo, el crecimiento, la capacidad de aprendizaje y, sobre todo, en la prevención de factores de riesgo de enfermedades. Para la población que viven en la CNB, el uso de plantas con propiedades medicinales y la falta de alimento es preocupante debido a su estrecha relación con la salud y la capacidad para el trabajo, por lo cual la producción colectiva o individual para el autoconsumo, debe ser fuertemente apoyada.

La economía se sustenta en tres componentes: el sector agropecuario, cuya mayor cantidad de producción es para el autoconsumo; la producción de artesanías, la cual posee dificultades de comercialización, y la explotación del recurso humano como mano de obra no calificada asalariada (Proyecto Ngäbe-Buglè, 2008). Las familias suelen ser numerosas (5-12 personas), el matrimonio y las relaciones familiares juegan un papel importante en la determinación de la propiedad de las tierras y derechos de uso colectivo. El año agrícola inicia con las lluvias (finales del mes de abril) momento para las siembras. Esta es una actividad en la que participan comúnmente las mujeres (De Gracia, 2013).

La base económica se sustenta en la agricultura familiar en el que se cultivan principalmente el maíz, arroz, cacao (*Theobroma cacao* L.), otóe (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), pixbae (*Bactris gasipaes* Kunth.), coco (*Cocos nucifera* L.), ñampí (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), yuca, plátanos y guineos, ñame (*Dioscorea alata* L.), frijoles, entre otros.

3.3. Estado de la base productiva de la Comarca Ngäbe-Buglè

La dieta diaria de la familia ngäbe se compone principalmente de arroz, plátano, maíz y frijoles, yuca, ñame, y café (*Coffea spp*), productos obtenidos de plantas bastantes débiles y de bajo rendimiento sembradas en pequeñas parcelas. Otros productos como el ñame, el bodá (*Chamaedorea tepejilote* Liemb.) y las frutas como guineo, pixbae, mango (*Mangifera indica* L.), naranja (*Citrus X sinensis* Osbeck), aguacate (*Persea americana* Mill.), corozo (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) y marañón (*Anacardium occidentale* L.), dependen de la temporada del año.

Las técnicas utilizadas en los sistemas de producción son muy rudimentarias: el método de roza, corte o desmonte, quema, siembra y cosecha - para el consumo más que para la venta - ocurre con un ciclo de rotación de cuatro años; en la medida que se pierde la fertilidad de los suelos se da la migración a otras parcelas. Las parcelas familiares pueden ser de 1.0 a 1.5 ha y la mano de obra utilizada es de tipo familiar; los rendimientos no cubren la necesidad alimentaria de la población (Alvarado *et al.*, 2010). La precaria situación económica los obliga, a trabajar en fincas fuera de la CNB en la producción de banano, caña de azúcar, sistemas hortícolas y, en especial, en el cultivo del café (De Gracia, 2013).

La región Nedrini cuenta con una producción variada que incluye granos (arroz, maíz, frijoles, plantas medicinales y el café orgánico), árboles frutales (guineo, plátano, piña, pixbae, aguacate, mango, naranja, aguacate y limón (*Citrus x limon* (L.) Burm.f.), hortalizas como repollo (*Brassica oleracea* var. capitata L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), raíces y tubérculos (otóe, yuca, ñame, ñampi, papa (*Solanum tuberosum*), recursos forestales como el cedro (*Cedrus spp.*), caoba (*Swietenia macrophylla* King.), especies de agaves y plantas tintorias y medicinales.

Por su parte, en la región Ñokribo las parcelas son reducidas debido al crecimiento exuberante de la vegetación y se trabajan con la fertilidad natural del suelo. La actividad principal de esta zona es la siembra del cacao, el banano (uso de cultivares como el congó y patriota) y el café. Los dos primeros son los rubros que generan ingreso económico a la población. Además, cuentan con árboles frutales como la naranja, el guineo, el aguacate, el mango, el limón, el coco y el pixbae. Producen algunas hortalizas como pimentón (*Capsicum annuum* L.), zapallo (*Cucurbita maxima* Duchesne in Lam.), pepino (*Cucumis sativus* L.) y habichuelas (*Phaseolus coccineus* L.).

Entre tanto, Kodriiri, es la región en la cual la práctica de roza y quema es más acentuada y se cultivan granos de arroz, maíz y frijol; el guineo, ñame, oteo y plátanos, entre otros.

3.3.1 Prácticas y estrategias que surgen de los principios agroecológicos

En las últimas dos décadas han surgido diferentes teorías y propuestas encaminadas a lograr armonía entre la agricultura y el ambiente, sobresaliendo como enfoque principal, la agroecología, la cual persigue la optimización del agroecosistema (Prager *et al.*, 2002). 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 *et al.*, 1999). De la misma manera, Altieri (2009) señala también, que 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 las bases científicas para una agricultura sustentable.

Por otra parte, Gliessman *et al.*, (2007) expresa 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) sostienen que, cuando se define el término agroecología se deben considerar los criterios históricos y sociales, y aspectos de la economía campesina no-capitalista; mientras que Toledo (1993, 1999) incorpora a la definición la racionalidad ecológica del campesinado y aspectos culturales de su idiosincracia.

Las investigaciones agroecológicas según Guzmán *et al.*, (2000) deben aplicar un enfoque integral u holístico que considere la realidad como un todo indisoluble, que debe ser examinado desde diversos puntos de vista para poder comprenderla, y, sobre todo, para transformarla, lo cual exige un enfoque transdisciplinario. La agroecología favorece el mantenimiento de la agricultura familiar indígena y campesina que ha creado diseños agropecuarios respetuosos con el ambiente y ha permitido producir durante miles de años conservando los recursos naturales locales (Jiménez *et al.*, 2018; Altieri & Nicholls, 2007).

Las prácticas agroecológicas que se implementan en un sistema de producción, deben enfocarse en las formas tradicionales de producción, la valorización de los saberes tradicionales, la biodiversidad, entre otros (Acuña *et al.*, 2016). Estas prácticas pueden consistir en:

Incremento de la biodiversidad productiva: los sistemas de producción que presentan mayor número de cultivos, se minimiza los riesgos de pérdidas de ellos, estabiliza los rendimientos a largo plazo, promueve la diversidad de las comidas y maximiza la rentabilidad de la producción, inclusive con poca tecnología y recursos limitados (SCDB, 2008). En este mismo sentido Nicholls (2007) señala que “lo importante es que las prácticas que incrementan la biodiversidad tengan la capacidad de subsidiar la sostenibilidad del agroecosistema al proveer servicios ecológicos como el control biológico, el reciclaje de nutrientes, la conservación de suelo y agua, entre otros”. De igual forma, Nicholls (2007) afirma que, aparentemente, las características funcionales de las especies que componen el sistema son tan importantes como el número total de especies.

De igual forma, la biodiversidad auxiliar y la manipulación de la vegetación natural adyacente a los campos de cultivo puede ser también usada para promover el control biológico, ya que la supervivencia y actividad de muchos enemigos naturales depende de los recursos ofrecidos por la vegetación contigua al campo (Nicholls, 2007).

Asocio de policultivos: Los sistemas de cultivos desarrollados en una determinada área con el enfoque policultivo frecuentemente presentan un mayor rendimiento en la siembra que los de un área equivalente, sembrada en forma de monocultivo o aislada, especialmente en aquellos

lugares donde los sistemas son pequeños debido a las condiciones socioeconómicas y la producción de los distintos cultivos está sujeta a la cantidad de tierra que se pueda limpiar, preparar y desmalezar (generalmente en forma manual) en un tiempo limitado (Altieri *et al.*, 1999).

Muchos estudios se han efectuado sobre los beneficios de la producción desarrollada en asociados de policultivos, que han aportado bases sólidas para ser tomados en cuenta en los diseños de sistemas agroecológicos. Algunas de estas investigaciones han sido documentadas por Altieri *et al.*, (1999): frijol/yuca, Leihner (1983); maíz/yuca, Wade y Sánchez (1984); maíz/guandú, Dalal (1974), Ofori y Stern (1987); maíz/soya, Dalal (1974), Ofori y Stern (1987); maíz/camote/frijol. Al respecto, Liebman (1999) señala que existe suficiente evidencia científica sobre los beneficios que se obtienen sobre el uso de los policultivos sobre los insectos plagas, los agentes patógenos de las plantas y las malezas.

Por otro lado, estudios realizados por Andow (1991), Altieri y Nicholls (2004) explican por qué habría mayor posibilidad de que existan más enemigos naturales de plagas de insectos en policultivos que en monocultivos (incrementos en la variedad y cantidad de fuentes disponibles de alimento, mejores condiciones del microhábitat, cambios en señales químicas que afectan la ubicación de las especies de plagas de insectos e incremento en la estabilidad dinámica de poblaciones de depredador-presa, parasitoide-huésped, entre otros). De igual forma, Nicholls (2007) señala que hay varios factores que les permiten a los policultivos limitar el ataque de plagas, entre ellos, que el cultivo puede estar protegido de las plagas por la presencia física de otro cultivo más alto que estaría actuando como barrera o camuflaje.

En este aspecto, Root (1973) plantea la “hipótesis de concentración de recurso”, con la cual explica por qué hay una menor cantidad de plagas de insectos en policultivos que en monocultivos; “las plagas de insectos, especialmente las especies con un limitado índice de huéspedes, tienen mayor dificultad para ubicar y permanecer en las plantas huéspedes en sembrados pequeños y dispersos que para hacerlo en cultivos grandes y densos”.

Conservación de suelo: El uso de barreras vivas son una alternativa para la conservación del suelo (controlar la erosión) y del agua en la parcela; retienen la tierra que empuja el agua dejando pasar solamente el agua que corre. Espitia (2008) sostiene que este tipo de práctica es multiuso porque proporciona otros beneficios: sirve como hospedero de la biota benéfica y corredor biológico, y evita a largo plazo la pérdida de fertilidad de suelos. En este sentido Nicholls (2007) sostiene que las barreras vivas incrementan la dispersión y circulación de depredadores al centro del campo, incrementando el control biológico.

Los cultivos de cobertura son utilizados para proteger el suelo contra la erosión, mejorar su estructura, aumentar su fertilidad y controlar plagas que incluyen arvenses, insectos y agentes patógenos (Altieri *et al.*, 1999). De igual forma Altieri *et al.*, (1999) señala que ellos modifican el microclima y la temperatura, pues al reducir la refracción de los rayos del sol y el calor, aumentan la humedad del suelo y disminuyen la temperatura del suelo. El barbechado generalmente es más eficaz si es combinado con las rotaciones en el cultivo.

Rotaciones de cultivos y labranza mínima: Mediante el uso de la rotación de cultivo se pueden incrementar los rendimientos de los cultivos y disminuir la necesidad de fertilizantes. En este sentido Altieri *et al.*, (1999) señala que los cultivos de “quiebra” otorgan un poderoso control de plagas y enfermedades, aumentando la eficacia con la duración y frecuencia de los «quiebres». En la mayoría de los casos, un corte al año es suficiente para poder controlarlas, dependiendo de las condiciones ambientales y de determinados agentes patógenos o especies de insectos.

Por otro lado, Altieri *et al.*, (1999) también señala que la labranza mínima, ha demostrado que disminuyen los insumos de energía y material y, quizás lo más importante, reducen la erosión del suelo. El sistema sin labranza causa muy pocas alteraciones al suelo y el uso de cubierta vegetal, mulch y cultivos de cobertura, es una forma eficaz de conservación del agua y del suelo (Altieri *et al.*, 1999).

Integración de animales al sistema: La integración de animales en los sistemas es un componente importante, que contribuye a aumentar la proteína animal, los desechos orgánicos

sirvieron como materia prima para la elaboración del abono orgánicos. Funes-Monzote (2017) argumenta que la integración de animales en los sistemas, vista de una forma holística, “cumple con funciones como cerrar el ciclo de nutrientes y energía, permitir el uso más racional de los recursos disponibles y establecer sinergias provechosas para ambas producciones vegetales y animales con un probable mejoramiento en la economía de la finca y la preservación ambiental”.

Con este mismo enfoque Pragert *et al.*, (2002) señala que los sistemas pecuarios manejados óptimamente permiten el aprovechamiento de la energía y de la materia orgánica porque los abonos producidos son incorporados a las áreas de los cultivos; este proceso permite el aprovechamiento de recursos imposibles de asimilar por los seres humanos, en productos alimenticios aptos para su consumo. De ahí que se afirme que, los animales juegan un importante rol en los sistemas agroecológicos, al menos por su habilidad para convertir alimentos fibrosos de bajo valor en alimentos de alta calidad para consumo humano (Pragert *et al.*, 2002).

Control de plagas y enfermedades: Nicholls (2007) destaca que, en la actualidad existen muchos estudios documentados sobre los beneficios que presta el uso de plantas como repelentes o hospederas de parasitoides, así como las que están dispuestas en los márgenes que facilitan el movimiento de enemigos naturales hacia el centro de los cultivos, demostrando un mayor nivel de control biológico. En este sentido Altieri *et al.*, (1999) propone el uso de plantas antagónicas (cultivos repelentes y plantas trampas) para el control de los nematodos u otros agentes patógenos de las enfermedades del suelo.

De igual forma Terrile (2010) señala que debemos tener en cuenta que muchas veces la aparición de plagas y enfermedades son un aviso que nos indican sobre unas fallas en los sistemas productivos. Esto puede deberse al exceso o la deficiencia de algún nutriente, por lo tanto, la solución más apropiada es corregir esta situación en lugar de aplicar plaguicidas (Terrile, 2010).

Por otro lado, el uso de biopreparados (bioinsecticidas y biorepelentes), son de bajo riesgo para la salud humana, de bajos costos, de fácil degradación, no afectan la fauna benéfica y no

generan resistencia en las plagas como sucede con los insecticidas y fungicidas químicos (Terrile, 2010).

Incorporación de tecnología en estructuras: La casa de vegetación protegen los cultivos de los excesos de lluvias, regular el contenido de agua en el suelo y reducir la incidencia de plagas y enfermedades. También facilitan tener una relativa independencia respecto al exterior, al poder cultivar cultivos en cualquier época del año para abastecer a las familias con productos fuera de temporada (Herrera, 2014).

De igual forma Herrera (2014) sostiene que el sistema de riego por gravedad y goteo posibilitan maximizar el uso del agua, así como también al disponer de agua en el lugar en el que necesita la planta. Ellos permiten distribuir el agua directamente en la raíz, por lo que es absorbido más rápido; también contribuye a disminuir la incidencia de plagas y enfermedades al ayudar a que las hojas permanezcan secas.

3.3.2 La Sustentabilidad

El concepto de sustentabilidad es muy útil para entender el concepto de agroecología porque recoge un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura, concebida como un sistema socioambiental. La comprensión de estos tópicos requiere conocer la relación entre la agricultura y el ambiente planetario, ya que el desarrollo rural depende de la interacción de subsistemas biofísicos, técnicos y socioeconómicos (Gutiérrez *et al.*, s/f). La sustentabilidad plantea una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción; se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes grupos indígenas; busca reducir las desigualdades actuales de acceso a los recursos productivos, e intenta, asimismo, desarrollar tecnologías y sistemas adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales, además de tener que ser rentable (Maserá *et al.*, 1999).

De igual forma, Sarandón (2002) y Noguera (2019) manifiestan que la sustentabilidad, cuya funcionalidad se relaciona con la variable tiempo, puede ser planificada en diferentes plazos, componentes y procesos de un sistema. Destacan el carácter complejo y, por tanto,

frecuentemente ambiguo sobre la definición del tiempo necesario para la evaluación de la sustentabilidad a nivel de sistema. Si se quiere determinar la sustentabilidad de los sistemas, es necesario emplear indicadores que evalúen agroecosistemas reales, tomando como marco de referencia características fundamentales de agroecosistemas sustentables (Maserá *et al.*, 1999). Para Altieri *et al.*, (1999) la sustentabilidad debe incluir al menos tres criterios: Mantención de la capacidad productiva del agroecosistema; preservación de la diversidad de la flora y la fauna, y la capacidad del agroecosistema para automantenerse y para mantener un rendimiento que no decline a lo largo del tiempo, dentro de una amplia gama de condiciones.

3.4 La biodiversidad y productividad como indicadores de la sustentabilidad

La biodiversidad son las especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan recíprocamente dentro de un ecosistema. El concepto también se puede extender a la variedad genética asociada a estas especies y a los ecosistemas en que se encuentran los organismos (Nicholls & Altieri, 2002). En todos los agroecosistemas existe biodiversidad de organismos: polinizadores, enemigos naturales, lombrices de tierra, microorganismos del suelo, y muchos otros componentes claves que cumplen funciones ecológicas importantes, como el control natural, el reciclaje de nutrientes, la descomposición, entre otros (Nicholls & Altieri, 2002). El SCDB (2008), señala que la biodiversidad es la “variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos de los que forman parte, incluyendo la diversidad entre las especies (diversidad genética) y los ecosistemas”.

Los componentes de la biodiversidad en los agroecosistemas se pueden clasificar de acuerdo con la función que cumplen en el sistema agroproductivo; así tenemos: a) Biodiversidad productiva, que son cultivos, árboles y animales elegidos por los agricultores, y constituyen el nivel básico de diversidad útil en el sistema, b) Biotá funcional, organismos que contribuyen a la productividad a través de la polinización, control biológico, descomposición, entre otros; y c) Biotá destructiva, como arvenses, insectos plaga y patógenos que reducen la productividad cuando alcanzan niveles poblacionales altos (Nicholls & Altieri, 2002; Nicholls, 2008). Es clave identificar el tipo de biodiversidad que se desea mantener o incrementar de manera que se puedan efectuar las funciones o servicios ecológicos pertinentes, y determinar cuáles son las mejores prácticas de manejo para aumentar esa biodiversidad.

En este mismo sentido, Vandermeer y Perfecto (1995), solo reconocen dos tipos de componentes de la biodiversidad. El primer componente, biodiversidad planificada, que es la biodiversidad asociada con los cultivos y animales incluidos en el agroecosistema por el agricultor, la cual variará según el manejo y los arreglos de los cultivos. El segundo componente, la biodiversidad asociada, incluye la flora y la fauna del suelo, los herbívoros, descomponedores y depredadores, que colonizan al agroecosistema desde los ambientes circundantes y que permanecerán en este dependiendo del tipo de manejo adoptado.

Por otro lado, Vázquez *et al.*, (2014) proponen que los componentes de la biodiversidad se pueden dividir según las funciones generales en el sistema de producción: biodiversidad productiva (cultivos, ganadería, forestales, ornamentales, flores y otros rubros productivos que el agricultor planifica y utiliza para la comercialización y el autoabastecimiento), biodiversidad asociada (polinizadores, organismos nocivos herbívoros, parásitos y patógenos, reguladores naturales, biota rizosférica, microbiota epifítica y otros elementos que se relacionan directamente con la biota productiva y la auxiliar, sea con funciones negativas o positivas), biodiversidad auxiliar (vegetación no cultivada como la cerca viva, arboledas, corredores ecológicos, barreras vivas y otras que realizan funciones auxiliares a la productiva y asociada; también los animales para labores y los abonos orgánicos, biopreparados de plantas y reservorios de entomófagos y otros productos biológicos que se elaboran a partir de la biota local y contribuyen con funciones auxiliares con la biota productiva), y biodiversidad introducida (abonos orgánicos, micorrizas, controladores biológicos y otros elementos en forma de bioproductos que se introducen en el sistema para contribuir a la productividad) (Vázquez *et al.*, 2014).

Los suelos están compuestos de organismos vivos que aportan una amplia gama de servicios esenciales para el funcionamiento sostenible del sistema, ellos actúan como agentes conductores en los ciclos de nutrientes, regulando las dinámicas de la materia orgánica del suelo, la fijación del carbono, modificando la estructura física del suelo y los regímenes del agua, aumentando la cantidad y la eficiencia en la absorción de nutrientes por la vegetación, y mejorando la salud de las plantas (FAO, 2018).

La biodiversidad en la agricultura ha demostrado ser una vía para proteger a los agricultores de plagas y enfermedades, mientras que la especialización y el monocultivo han provocado el aumento de la contaminación por uso de agrotóxicos y fertilizantes y la degradación de los recursos naturales. Como consecuencia existe un proceso acelerado de “erosión genética” de las especies cultivadas, que ocurre por la sustitución de variedades de gran diversidad y adaptación por cultivares denominados “modernos”, obtenidos a través de la manipulación y selección del material genético (Santandreu *et al.*, s/f).

La biodiversidad productiva es un factor clave en los procesos de transición a sistemas más sustentables, en este sentido Altieri (2009) señala que disminuye los riesgos por pérdidas derivadas de plagas, enfermedades, variabilidad en el clima, entre otros.

Cuando se habla de productividad en los sistemas agroecológicos, se establece que existe una alta relación con la biodiversidad, que funge como indicadora estructural de la sostenibilidad de los sistemas (Héctor *et al.*, 2001; Sarandón, 2002). En este sentido, es importante entender la productividad como la habilidad del agroecosistema para proveer el nivel requerido de bienes y servicios (Díaz & Valencia, 2010). Esta está muy relacionada con una producción confiable, estable y resiliente, asegurando el acceso y disponibilidad de los recursos productivos, el uso renovable, la restauración y la protección de los recursos locales, la adecuada diversidad temporal y espacial del medio natural y de las actividades económicas (Díaz & Valencia, 2010). En términos ecológicos, la producción está referida hacia la cantidad de rendimiento o producto final, es el proceso mediante el cual se obtiene el producto final (Altieri *et al.*, 1999).

3.5 Fundamentos teóricos para los procesos de transición a sistemas de producción agroecológicos

Los procesos inherentes a la transición de un sistema desarrollado en monocultivo y alta dependencia a insumos externos, con respecto a agroecosistemas más diversificados y con menos uso de insumos externos, pueden diferir en el tiempo y las prácticas que se puedan realizar. Pero en ambos casos se debe basar en dos pilares agroecológicos: la diversificación del hábitat y el manejo orgánico del suelo (Altieri & Nicholls, 2007). Es decir, el

funcionamiento óptimo del agroecosistema depende de los diseños espaciales y temporales que promueven sinergias entre los componentes de la biodiversidad en el sistema, las cuales condicionan procesos ecológicos claves como la regulación biótica, el reciclaje de nutrientes y la productividad (Altieri & Nicholls, 2007).

Acerca de este mismo aspecto, Gliessman *et al.*, (2007) proponen que una conversión agroecológica debe ser basada en la manipulación de las estructuras del agroecosistema para incrementar la funcionalidad de sus componentes, a partir de cambios e incorporación de prácticas. La transición, componente del proceso de conversión agroecológica, surge de la existencia de un agroecosistema establecido y manejado a través de prácticas de agricultura convencional, altamente demandante de insumos para subsidiar los procesos disminuidos o perdidos por la simplificación del sistema (Noguera, 2019). De igual forma, Parmentier (2014) señala que la conversión es “un proceso holístico de transición que tiene el objetivo de hacer la agricultura más sostenible a nivel económico, ecológico y social, a través de un conjunto de prácticas que sean diseñadas, aplicadas y gestionadas primariamente por los campesinos mismos”.

La transición de sistemas convencionales a otros de base ecológica, según Caporal *et al.*, (2009), citado por Sarandón y Flores (2014) no es una tarea sencilla y rápida, sino que requiere cambios graduales en las formas de manejo y gestión de los agroecosistemas, puesto que “se necesita tener en cuenta aspectos productivos, culturales, sociales, económicos y políticos, que demandan una mirada integral y sistémica. Por lo tanto, un proceso de transición implica una multitud de efectos y de causas previstas e imprevistas, por lo que se construye a lo largo del tiempo”.

Los procesos de conversión agroecológica, según Gliessman (2015), pueden desarrollarse en varios niveles, destacándose el uno y dos, con la reducción de insumos industriales y la sustitución de prácticas convencionales con prácticas agroecológicas, respectivamente. Mientras que el sistema agroecológico se considera que ocurre en el nivel tres (se integran los diversos elementos del agroecosistema). Este nivel requiere la creación de fortalezas y mecanismos autónomos para el mantenimiento, dichas prácticas agroecológicas se basan en el

sostenimiento de la vida en el suelo, el mejoramiento de la biodiversidad agrícola (integración de cultivos, árboles y ganado) y el rediseño de fincas y ambientes (policultivos, conservación de suelos, conservación de bosques o parches de vidas silvestres) (Gliessman, 2015; Mier & Terán 2017).

Es importante acotar que los procesos de conversión agroecológica pueden ser de dos tipos: longitudinal y vertical. En la primera, con un periodo de transición de ocho a veinte años y en cuyas fases se aplica el principio de la transformación continua, lo más difícil es el manejo de interacciones, hasta lograr la complejidad y funcionalidad planificada (Rosset, 2014; Nicholls *et al.*, 2016; Noguera, 2019). Por otro lado, la conversión vertical (Noguera, 2019) apunta hacia el logro de un diseño agroecológico complejo y funcional en menos tiempo (3 a 7 años), apoyado en la experiencia o los “saberes locales” y el capital económico de los productores como factores determinantes.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Paradigma de la investigación

Un paradigma es la concepción general del objeto de estudio de una ciencia, de los problemas a estudiar, del método a emplearse en la investigación y de las formas de explicar, interpretar y comprender los resultados obtenidos (Ramírez *et al.*, 2004).

Esta investigación se desarrolló empleando la combinación de dos paradigmas de investigación: el paradigma interpretativo (Heidegger, 2008) y el paradigma positivista (Ricoy, 2006). El primero se sustenta porque en este trabajo fue importante examinar respetuosamente las interpretaciones y el significado que las personas daban a la realidad social vivida en la Comarca. El positivista, porque el estudio se apoyó en el método hipotético-deductivo y utilizó instrumentos cuantitativos para verificar la hipótesis (Ricoy, 2006).

4.2. Características y ubicación del área del estudio

El estudio se realizó en la CNB, ubicada en la región Occidental de la República de Panamá en las coordenadas N: 8° 46'11" y O: 81° 44'02". La Comarca está dividida en tres regiones (Ködriri, Nedrini y Ñö Kribo) y tiene una extensión aproximada de 6,968.0 Km². Se caracteriza porque su geografía se compone de terrenos montañosos, pendientes pronunciadas y suelos pobres en nutrientes y, generalmente, rocosos, características que dificultan la práctica de la agricultura (Proyecto Agroforestal Ngäbe, 2003).

Los sistemas de producción evaluados se ubican en la región Nedrini, que está en la vertiente del Pacífico, en la cuenca hidrográfica 112 (entre los ríos Fonseca y Tabasara), que procede del río principal de San Félix, cuya extensión aproximada es de 67 km y un área total de la cuenca de 1168 km² (INEC, s/f). La región se caracteriza por presentar un tiempo ventoso seco (de diciembre a abril) y una estación lluviosa (de mayo a diciembre). Según la clasificación de Köppen, se sitúa dentro del Clima Tropical Húmedo (AMI), en la zona de transición baja y media (100 hasta 400 msnm) (Castillo & Castillo, 2002).

La vegetación del lugar consiste en pastos mezclados con cubierta forestal tropical (EcuRed, 2018), paisajes muy quebrados con pendientes de hasta más de 55°, densos sistemas ramificados integrados por ríos y quebradas que los drenan. Además, la capacidad del uso de los suelos es predominantemente de clase VI, VII y VIII, y comprende el 85% del territorio.

4.3. Diseño de la investigación

La realización de este trabajo se fundamentó en la propuesta desarrollada por Jiménez *et al.*, (2018), consistente en la incorporación de prácticas agroecológicas consensuadas con los productores que garantizaran la seguridad y la soberanía alimentaria de una finca familiar. Dicha implementación debe permitir la diversificación de las producciones como alternativa para el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales. Adicionalmente, se complementó con un estudio de tipo agroecológico de dos enfoques metodológicos planteados por Altieri *et al.*, (1999). El primero involucra una descripción analítica y cuidadosa de los sistemas, y mide propiedades específicas tales como diversidad de plantas, rendimientos, entre otros; mientras que el segundo, denominado enfoque metodológico, está basado en la comparación experimental, una versión simplificada del sistema nativo que reduce variables para ser controladas más de cerca. Por último, esta investigación ha sido desarrollada mediante una conversión de tipo vertical, la cual indica que se puede obtener el proceso completo de transición de un sistema en un periodo de entre tres a siete años (Gliessman, 2015; Nicholls *et al.*, 2016; Noguera, 2019).

Las actividades investigativas tienen un componente importante del conocimiento local, “saberes locales”, y el aporte de las metodologías estructuradas por las academias y estudios en la materia. Estas se efectuaron entre 2013 y 2016, en dos localidades. El primer sistema tradicional/indígena (SA1) está ubicado en la región Nedrini, distrito de Mironó, corregimiento de Hato Corotú, específicamente en las coordenadas de latitud Norte 08°20'20,2” y longitud Oeste 081°58'17.2”, a una altitud de 209 msnm. Cuenta con un área total de 2.1 ha, de las cuales 1.5 ha, es utilizada para los cultivos y 0.6 ha como reserva forestal. La familia que integra el sistema está constituida por cinco personas (un hombre, tres mujeres y un joven). El segundo sistema tradicional/indígena (SA2) se sitúa en el distrito de Mironó, corregimiento de Hato Julí; en las coordenadas de latitud Norte 08°20'41,5” y longitud Oeste 081°50'08.5” con una altitud

de 272 msnm. De un área total de terreno de 2.5 ha, se utiliza 1.3 ha para los cultivos y 1.2 ha se encuentran en barbecho. La familia está integrada por ocho personas (un hombre, tres mujeres, un joven y tres niños).

Los datos del primer sistema (SA1) fueron reunidos durante un periodo de tres años y, del segundo sistema (SA2), a lo largo de cuatro años, en el cual cada sistema se desarrolló como un estudio de caso (Martínez y Piedad 2006).

4.3.1 Determinación de las propiedades físicas y químicas de los suelos de los sistemas SA1 y SA2

Las propiedades físicas y químicas iniciales de los suelos de los sistemas evaluados fueron analizadas a través de la toma de muestras representativas, según los procedimientos normalizados en el laboratorio de suelos del IDIAP (Villareal & Name, 1996).

A fin de determinar el contenido de nitrógeno del suelo (N), se utilizó el método Kjeldahl tanto para las formas de nitrógeno orgánico (amonio), como con ciertas modificaciones de nitrato. El método de Bouyoucos, el cual toma en consideración que las principales partículas del suelo son la arena, la arcilla y el limo, fue empleado para conocer la textura del suelo; mientras que el método colorimétrico permitió analizar la materia orgánica (M.O).

El análisis de pH se realizó mediante la relación suelo/agua 1:1. El método de solución extractora de Mehlich permitió determinar el potasio (K), el calcio (Ca), el sodio (Na), el magnesio (Mg), el fósforo (P) y el boro (B), mientras que en los elementos menores - cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn) -, fue empleado el método de solución extractora de Olsen modificada por Olsen Mod.

4.3.2 Determinación de la biodiversidad productiva y de las plantas medicinales

Para determinar la biodiversidad productiva de los arrozales y las plantas de usos medicinales en los sistemas, se emplearon las herramientas del Diagnóstico Rural Participativo; metodología que permite enfocar los problemas del desarrollo desde el punto de vista de las comunidades campesinas. Mediante la utilización de una serie de actividades participativas se logró, de

manera rápida y sistemática, describir y analizar la comunidad y su contexto, identificar problemas y sus posibles soluciones, y la naturaleza de el o los posibles proyectos) (Mata *et al.*, 2012). En el estudio que nos ocupa, se aplicaron técnicas como “lluvias de ideas” y diseños de mapas que reflejaran la disposición de los elementos de los sistemas presentes y futuros (Santamaría-Guerra *et al.*, 2015), que permitió desarrollar y priorizar los componentes de la biodiversidad productiva por establecer y, en el caso de los ya existente, poder ser desarrollados de forma más eficiente.

Los arroces que los productores incorporaron en los sistemas evaluados proceden de un total de 43 cultivares procedentes de colectas efectuadas con productores en 30 comunidades que forman parte de los distritos de Ñürun, Munä, Kodrirí, Besikó, Mironó, Nole Duima, Giroday y Kankitú de las tres regiones que conforman la CNB, realizadas durante el periodo 2010-2013 y que se encuentran en el banco de semilla del Centro de Investigación Agropecuaria de la CNB. Las evaluaciones se hicieron según las condiciones en campo y sin la aplicación de ningún tipo de plaguicida. Para la descripción morfoagronómica, grupos formados, cultivares con mejor potencial agronómico y la selección de los arroces según los gustos y preferencias de los productores. Se puede encontrar información detallada en el anexo 2, artículo científico “Recuperación y selección participativa de cultivares de arroz de la Comarca Ngäbe-Buglè, Panamá. (Torres-Vargas *et al.*, 2017).

Con la finalidad de disponer de información sobre el uso y descripción botánica de las plantas medicinales, sobre todo de las que se incorporarían a los sistemas, se utilizaron las plantas colectadas y conservadas en el banco de germoplasma ubicado en el Sub Centro de San Félix y la Estación experimental de Hato Chamí, custodiados por el IDIAP. Las colectas fueron realizadas en las comunidades ubicadas dentro de las tres regiones que componen la CNB (Nedrini, Kodriri y Ñö kribo), con la participación de los agentes tradicionales de salud y parteras pertenecientes a la Asociación de Agentes de Salud Tradicional Ngäbe (ASASTRAN). Para una mayor información sobre la metodología empleada para cómo se realizaron las colectas, la conservación y descripción botánicas de las especies de plantas de uso medicinales, se puede encontrar en el Anexo 4, artículo científico “Colecta, conservación, identificación

taxonómica y uso de la flora medicinal de la Comarca Ngäbe-Buglè. Panamá” (Torres-Vargas, 2020).

Es importante señalar que, las propiedades curativas atribuidas a la flora medicinal colectada es el resultado de la información obtenida durante las consultas en campo realizadas a los agentes tradicionales de salud y las parteras pertenecientes a ASASTRAN que intervinieron directamente en la actividad y compartieron datos sobre el uso que ellos le dan, sin que esta investigación haya practicado una evaluación científica de sus propiedades medicinales. Como resultado de este componente se obtuvieron las descripciones de las plantas (familia, nombre común y científico), las propiedades curativas, así como el tipo de padecimiento para la cual es recomendada.

Las plantas caracterizadas fueron utilizadas por los productores de los sistemas evaluados, incorporándolas en sus sistemas como componente de la biodiversidad productiva; por tanto, seleccionaron aquellas que les sirven para el tratamiento de las afectaciones de la salud más comunes que afrontan los miembros de las familias. Sin dudas, esto ha contribuido al bienestar y salud de la población.

4.3.3 Etapas de transición agroecológica para el rediseño de los sistemas de producción

La transición agroecológica para el rediseño de los sistemas de producción se realizó en tres etapas:

En la primera etapa, se definieron las actividades y prácticas agroecológicas por desarrollar en los sistemas de producción, a fin de que fuesen más sustentables. Para ello, en primer lugar, se realizó el levantamiento de la información “base” sobre el estado de cada uno de los sistemas a través del uso del instrumento “Indicadores de desempeño e innovación tecnológica de los sistemas de producción de la CNB”, el que ha sido desarrollado para medir las condiciones de los sistemas de producción de la CNB por Santamaría-Guerra *et al.*, (2011) y está 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.

En la segunda etapa se desarrolló un análisis individual de cada sistema empleando la metodología de estudios de casos de Jiménez, 2012; Martínez y Piedad, 2006 que, nos permitieron obtener una descripción exhaustiva y cualitativa de la situación y condición específica de cada sistema.

Como tercera etapa se determinaron, en conjunto con los productores, las prácticas agroecológicas que se implementaron en los sistemas, mediante una planificación flexible sobre cuáles y en qué momento fuesen desarrolladas (tomado en cuenta las características de cada sistema, época del año, integración entre componentes, disponibilidad de la mano de obra, entre otros) Las practicas se pudieron dividir en:

Biodiversidad productiva: En el desarrollo de este componente, además de los cultivares utilizados en el sistema, se incorporaron durante el periodo de investigación en el sistema SA1, 18 especies de cultivos, 11 especies de plantas de usos medicinales y siete especies de forestales. En el SA2 se incorporaron 15 especies de cultivos, 15 especies de plantas de usos medicinales y siete especies de forestales.

Asocio de policultivos: En los SA1 y SA2 se establecieron las siguientes combinaciones de socios de policultivos: arroz-yuca-maíz, arroz-maíz-guandú, arroz-guandú, arroz-yuca, yuca-frijol, maíz-frijol, plátano-maíz, ñampi-habichuela-otoe, tomate-ají-pepino y musáceas-maíz.

Conservación de suelos: Las prácticas implementadas para la conservación de suelo en los sistemas consistieron, desde sus inicios en el año 2013, en el establecimiento de la siembra de cultivos de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) mediante la técnica de “Nivel A”, como medida de protección y conservación. Además, se establecieron módulos de producción de abono orgánico de lombriz californiana (*Eisenia foestida* Savigny) para la obtención de

abonos tipo humus; la incorporación de cultivos de cobertura frijol (*Vigna sp.*), y áreas de superficies en barbechos que fueron rotando en cada uno de los sistemas en diferentes años.

Rotación de cultivo y labranza mínima: Las rotaciones se efectuaron según las épocas de siembras en ambos sistemas, al inicio y a mediados de la estación lluviosa. En las siembras y los mantenimientos de los cultivos no se utilizaron agroquímicos y en su remplazo, las labores se hicieron de forma manual con machetes y azadas, como labranza mínima empleada, que nos permite reducir la pérdida de suelo y conservar su humedad.

Integración de animales: Las especies que se aumentaron en los sistemas fueron las de aves de engorde, ponedoras y cerdo. Aunque los sistemas evaluados contaban con aves, estas no estaban desarrolladas de forma eficiente y en la mayoría de los casos escaseaba en ciertos meses del año. La integración de animales en los sistemas fue un componente importante, que contribuyó a aumentar la proteína animal, los desechos orgánicos sirvieron como materia prima para la elaboración del abono de humus de lombriz.

Control de plagas y enfermedades: Para el control de plagas y enfermedades presentes en la biodiversidad productiva, además de todas las prácticas antes mencionadas, las cuales están estrechamente relacionadas y tienen influencia directa sobre este tópico (biodiversidad productiva y auxiliar, asocio de policultivos, prácticas de conservación de suelo, rotaciones de cultivos y labranza mínima) se utilizó la planta de flor de muerto (*Tagetes erecta* L.) sembrada entre los cultivos de hortaliza para reducir las incidencias de plagas y enfermedades. Al mismo tiempo, se hicieron biopreparados de extractos de bejuco de ajo (*Mansoa alliacea* Lam.) para el control de enfermedades y de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) contra los insectos.

Tecnologías en estructuras: Con la finalidad de reducir las incidencias de plagas y enfermedades, y aumentar la producción de los cultivares de hortalizas, se construyó una casa de vegetación en los sistemas, con bambú (*Guadua sp.*) y macano (*Diphysa robinioedes* (Mill.) M.Sousa), materiales existentes en ellos. Así mismo, se construyó un reservorio y un sistema de riego por gravedad para hacer más eficiente el uso del agua (apta para el consumo)

por parte de las familias, los cultivos ubicados en la casa de vegetación y las áreas donde se ubican los cultivos de plátanos y guineos.

El establecimiento de las prácticas 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. Se le dio seguimiento al desempeño de cada sistema, para comparar la situación antes y después de la introducción de las prácticas agroecológicas.

4.3.4 Evaluación de la macrofauna, biodiversidad productiva y productividad como indicadores de la sustentabilidad de los sistemas

Para analizar la salud de los suelos se realizó el estudio de la macrofauna del suelo en tres épocas del año (seca con precipitación promedios de 36.3 mm, inicio de la lluvia 293.5 mm y lluviosa con 496.2 mm). Este muestreo nos permitió conocer la relación entre los grupos funcionales. La metodología estándar descrita por el Programa de Biología y Fertilidad del Suelo Tropical o TSBF (Anderson e Ingram, 1993) y trampa de caída o pit-fall fue adaptada para la recolecta de la macrofauna, la cual fue identificada hasta el nivel taxonómico de familia (Brusca y Brusca, 2003). Los organismos fueron clasificados con base en los siguientes criterios: organismos detritívoros, omnívoros, herbívoros y depredadores. Para la separación de los grupos funcionales se siguió el criterio de Zerbino *et al.*, (2008). Estos indicadores se analizaron según Rendón (citado en Noguera, 2019) relacionados a la salud del suelo.

A partir de un inventario forestal realizado en los dos sistemas productivos durante los años 2013 y 2015, se ha calculado el índice de Simpson (1945) con la finalidad de medir la riqueza y el estado de la biodiversidad de las especies forestales que en ellos existe. Además, se determinó la diversidad de los cultivos y su producción. Para calcular los índices de Diversidad de la Producción (DP) con un enfoque agroecológico (utilizado para precisar los elementos de sustentabilidad, como un valor agregado al cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener) (Funes-Monzote, 2009) se utilizó la ecuación:

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

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

Asimismo, el cálculo del Índice de Utilidad de la Tierra (IUT) permitió analizar la intensificación en el uso de la tierra manejada como parte del modelo de producción de todo el sistema en comparación con un sistema de monocultivo (Funes-Monzote, 2009; Glissman, 2006). Este indicador ayuda a cuantificar si, al pasar un área agrícola de un sistema de monocultivo a un sistema de policultivo, la asociación provocará cambios negativos en los rendimientos (Funes-Monzote, 2009; Noguera, 2019).

$$IUT_s = \sum_{i=1}^s \frac{P_i}{M_i}$$

Donde: S = número de cultivos; P_i = rendimiento del cultivo (kg) en policultivo; M_i = rendimiento del cultivo (kg) en monocultivo.

Finalmente, para determinar la disponibilidad de alimento producido por los sistemas, se calculó el Valor Bruto de la Producción (VBP), los precios del mercado local y la producción de energía (kcal) y de proteínas en kg/ha (INCAP, 2012). Para ello, se estableció un cronograma mensual y anual que estableció la recopilación de información sobre la producción, venta, consumo y compra de productos alimenticios, a fin de evaluar el desempeño productivo del sistema (Santamaría Guerra *et al.*, 2011).

4.3.5 Desarrollo de un “diseño” de transición de un sistema tradicional/indígena a un sistema agroecológico

Para desarrollar un “diseño” que permita visualizar la transición de un sistema tradicional/indígena a un sistema agroecológico, como los aquí evaluados, se debe partir del principio que los “diseños agroecológicos son específicos del sitio, y los que se pueden replicar en otros sistemas no son las técnicas, sino las interacciones ecológicas y sinergias que gobiernan la sostenibilidad. No tiene sentido transferir tecnologías o prácticas de un sistema a otro, si éstos no son capaces de replicar las interacciones ecológicas y cadenas tróficas asociadas con esas prácticas” (Altieri & Nicholls, 2007).

En este sentido, se desarrollaron dos diseños: un diseño inicial de cómo se encontraba el sistema antes de la incorporación de las prácticas agroecológicas y un diseño resultante después

de la incorporación del proceso de transición, ellos basados en los modelos Odum (1972). Estos modelos facilitan presentar de forma de diagrama conceptual, las interacciones, las cadenas tróficas y los componentes del sistema, como parte resultante del proceso de integración de las prácticas implementadas en los sistemas evaluados.

Para evaluar la biodiversidad funcional (productiva, asociada y auxiliar) de los sistemas se tomaron como referencia los propuestos por Vázquez *et al.*, (2014). En este punto, es importante mencionar que Odum (1972) definió el ecosistema como “Cualquier unidad que incluya todos los organismos en un área dada interactuando con el ambiente físico, de forma que el flujo de energía lleva a definir estructuras tróficas, diversidad biótica y ciclos de materiales”.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de transición de un sistema tradicional/indígena a un sistema agroecológico, se desarrolló, utilizando el concepto de innovación agroecológica *in situ* con la participación de los agricultores, en dos sistemas de producción ubicados en la región Nedrini de la CNB, con características muy propias de las condiciones edáfico-climáticas de la zona y la idiosincrasia del productor.

5.1 Características físicas y químicas de los suelos que componen los sistemas SA1 y SA2

Los suelos evaluados presentaron 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, presentaron un nivel muy bajo de P y N disponible, pero sí elevada concentración de K, Ca y Mg intercambiables. En los suelos ácidos, las concentraciones de Al^{3+} y manganeso $-Mn^{2+}$ solubles pueden alcanzar niveles que resultan tóxicos para las plantas, alterando la actividad de los microorganismos que intervienen en la mineralización de la materia orgánica y la transformación del nitrógeno y azufre (Khalajabadi, 2016).

La M.O encontrada en los sistemas evaluados (Cuadro 1), están entre los rangos medios, entre 2.60 % y 3.30 %, lo que facilita los numerosos procesos geoquímicos que inciden en la productividad y preservación de los ecosistemas; además que juegan un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas y de energía para los microorganismos, a través de funciones biológicas, químicas y físicas (Davilas, 2006).

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los sistemas SA1 y SA2, ubicados en la Región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè

Sistema	pH	N %	P mg/l	K mg/l	Ca cmol/k g	Mg cmol/ kg	Al cmol/ kg	MO %	Fe mg/l	Mn mg/l	Zn mg/ l	Cu mg/ l
SA1	6,20	0.16	Tr*	279.10	4.80	3.70	0.10	3.30	9.50	55.10	1,80	Tr
SA2	6,20	0.13	1,00	382.30	7.40	5.70	0.10	2.60	30.00	9.20	3,10	Tr

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

La materia orgánica es una fuente de nutrientes. Los organismos la descomponen y la transforman en elementos beneficiosos para las plantas. Además, por ser la principal fuente de capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica ayuda a "almacenar" los nutrientes disponibles y los protege de la lixiviación que produce el agua (Espitia, 2008).

Sin dudas, la materia orgánica es fundamental para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y, por esto, debe procurar mantenerse, al menos los niveles mínimos (entre 1,5 y 2,5%) en el suelo (González Pomares, 2008).

Los suelos de los sistemas evaluados son considerados de mediana fertilidad. Los resultados obtenidos coinciden con estudios realizados por Villarreal *et al.*, (2013) quienes indicaron que, en los suelos de la CNB, los niveles de MO son medios y presentan bajos niveles de P, Cu, Fe y Zn. Sin embargo, los contenidos de K, Ca y Mg se presentan en niveles bajos en los resultados de Villarreal *et al.*, (2013) mientras que en los sistemas evaluados los niveles se encuentran entre medios y altos.

5.2 Biodiversidad productiva como componente modificador de los sistemas SA1 y SA2

En los sistemas evaluados, la biodiversidad productiva aumentó de siete a 25 en el SA1, mientras que, en el SA2, fue de 11 a 26 cultivos (Figura 2). El incremento consistió en la introducción de tres cultivares más de maíz), arroz, plátano, dos cultivares más de frijol, guandú (*Cajanus cajan* (L.) Huth), yuca y un solo cultivar más de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris* L.), habas (*Vicia faba* L.), habichuelas (*Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*), camote (*Ipomoea batata*), ñampi (*Discoria trifida* L.), ñame (*Dioscorea alata* L.), otoo, café (*Coffea arábica* L.), pixbae (*Bactris gasipaes* Kunth), bodá (*Chamaedorea tepejilote* Liemb.), ají (*Capsicum spp*), ñaju (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), zapallo (*Cucurbita máxima* Duchesne in Lam.), tomate, pepino y culantro (*Eryngium foetidum* L.) (Torres-Varga *et al.*, 2020 a).

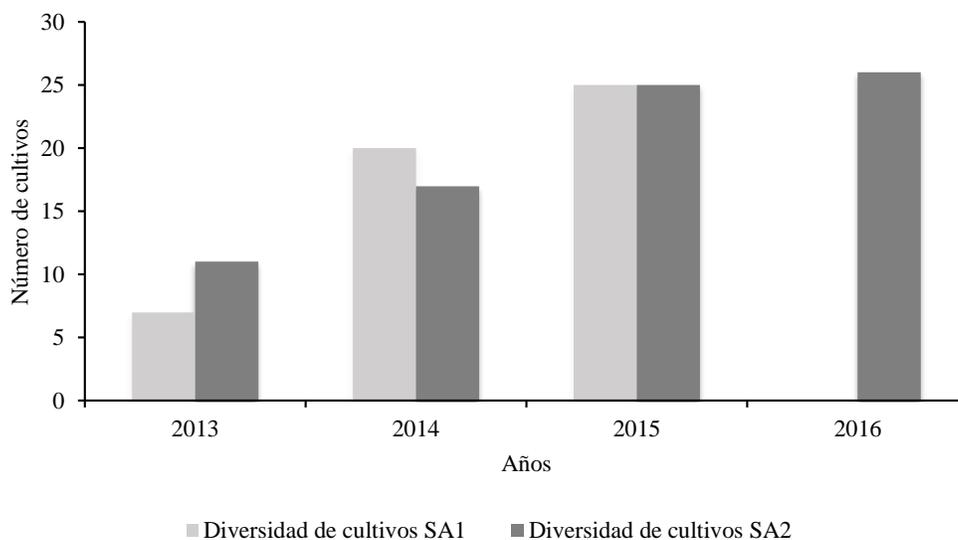


Figura 2. Biodiversidad productiva de los cultivos alimenticios que aumentaron en los SA1 y SA2, ubicados en la región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè.

Otros tipos de biodiversidad productivas establecidas en los sistemas fueron las plantas de uso medicinal y las especies forestales, tales como: caoba (*Inga edulis* Mark.), corotú (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.), espabe (*Anacardium excelsum* L.), almendro (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb), almendro amargo (*Prunus amygdalus* L.), nim (*Azadirachta indica* A.Juss.) y guaba (*Inga edulis* Mart.).

Las plantas medicinales que se incorporaron en los sistemas fueron: en el SA1 el productor selecciono e incorporo 11 especies, la caña agria blanca (*Costus* sp.), lombricillo (*Spigelia scabra* Cham. & Schltld.), jengibre chino (*Calathea* sp.), jengibre hoja delgada (*Zingiber officinale* Roscae), anamú (*Petiveria alliacea* L.), Sauco (*Sambucus peruviana* Kunth), hoja morada (*Alternanthera dentata*), tilo morado (*Justicia pectoralis* Jacq. var *pectoralis*), lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata* Prain), paico (*Dusphania ambrosioides* (L.) Mosyaking & Clemants) y pasmo candela (*Pavonia schiedeana* Steud.).

En el sistema SA2 el productor selecciono e incorporo en su sistema 15 especies, el coronillo (*Justicia* sp.), diente de lagarto (*Acanthus montanus* (Nees) T. Anderson), bejuco de ajo (*Mansoa hymenaea* (D.C.) A. H. Gentry), estrella de mata (*Hemionitis pinnatifida* Baker), suspiro grande (*Centratherum punctatum* Cass.), albahaca verde (*Ocimum campechianum* Mill),

migran krie (*Aphelandra aurantica* (Sheidw) Lindl), guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), piña silvestre (*Neomarica variegata* Sprague), sauco, tilo morado, paico, anamú, jengibre hoja delgada y lengua de suegra.

Estudios relacionados con agroecosistemas diversificados, muestran que en la medida en que se incrementa la diversidad vegetal, se reducen los niveles de plagas. Estos pueden alcanzar niveles óptimos dependiendo del número y la combinación de especies vegetales (Nicholls, 2008; Altieri & Toledo, 2011). La biodiversidad productiva es objeto de una evaluación más detallada en el apartado (5.5.2 y 5.5.3).

5.3 Evaluación de la biodiversidad productiva de los arrozos y especies de plantas medicinales asociadas a los agrosistemas y sistemas naturales de la CNB

La delimitación de las características fenotípicas y la descripción de los arrozos en estudio requirieron el uso de descriptores morfoagronómicos cuantitativos y cualitativos; estos determinaron la existencia de cuatro grupos. El grupo integrado con el mayor número de arrozos es el Grupo uno con 14 y el que tiene menor número de cultivares es el Grupo dos con seis arrozos (Torres-Vargas *et al.*, 2017).

Los arrozos fortuna negro, bolo colorado y amarillo presentaron los más bajos porcentajes de severidad a las principales enfermedades en el arroz; *Pyricularia oryzae* Cavara, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sarocladium sp.*, Manchado del grano, entre otros, con un 0.5% a 2 % y un acame de 0%, mientras que los arrozos bolo norteño, chino y chato blanco, mostraron los más altos porcentaje de severidad en enfermedades con un 55% al 85% y acames mayores al 85%. Por otro lado, los arrozos que presentaron un mejor potencial agronómico fueron: el arroz fortuna negro, el guanacaste y el picaporte (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de los arroces seleccionados por los productores mediante la SPV en la Comarca Ngäbe-Buglè; fortuna negro, guanacaste y picaporte

Descriptor	Fortuna negro	Guanacaste	Picaporte
Días de maduración (DIAM)	94 hasta la floración	96 hasta la floración	106 hasta la floración
Días de maduración desde la siembra (DAMA)	126 hasta cosecha	121 hasta cosecha	125 hasta cosecha
Altura de la planta (ALPL)	166.1 cm	167.5 cm	128.0 cm
Densidad promedio de la panícula (DPPA)	Compacta	Compacta	Compacta
Desgranado predominante de la panícula (DPLP)	Difícil	Difícil	Intermedio
Densidad predominante de la panícula (FPPA)	75% a 89% de granos fértiles	75% a 89% de granos fértiles	51% a 71% de granos fértiles
Capacidad predominante de macollamiento (CAPM)	Buena de 15-19 hijos	Buena de 15-19 hijos	Buena de 15-19 hijos
Prueba de alcalinidad (PDAL)	3.83 I/A	4.0 I/A	3.5 I/A
Rendimiento total (RETO)	71.19 %	65.53 %	71.66 %
Granos enteros (GREN)	43.13 %	45.00 %	48.00 %
Granos quebrados (GRQU)	23.80 %	18.93 %	20.53 %
Arrocillo (ARRO)	4.26 %	1.60 %	3.13 %

Fuente: Torres-Vargas

Para seleccionar los arroces que los productores incorporaron a sus sistemas, se realizó la Selección Participativa de Variedades, en la que sobresalieron las variedades fortuna negra, blanco, chato blanco y guanacaste, con rendimientos promedios de 3,090 kg ha, 2,917 kg ha, 3,231 kg ha y 2,978 kg ha respectivamente (Torres-Vargas *et al.*, 2017).

Los arroces seleccionados poseen una altura superior a 145.0 cm, largo de la espiga entre 25 y 32 cm, buen macollamiento y tolerancia a las principales plagas del cultivo: *Pyricularia oryzae* Cavara, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sarocladium sp.* (Cuadro 3). Otra característica sobresaliente de los arroces seleccionados es los días a maduración, siendo tardíos los cultivares fortuna negra, chato blanco y guanacaste, mientras que el arroz blanco es intermedio.

Cuadro 3. Características fenotípicas y de sanidad de los arroces seleccionados según los cuatro criterios escogidos por los productores y los técnicos en la Comarca Ngäbe- Buglè

Arroces	Criterio de selección			
	Sanidad	Macollamiento (número de hijos)	Altura de la planta (cm)	Largo de la espiga (cm)
Fortuna negro	Buena	15 a 19	160.1	28.8
Blanco	Buena	> 20	148.0	25.8
Chato blanco	Buena	15 a 19	173.0	29.6
Guanacaste	Buena	15 a 19	167.5	31.6

Fuente: Torres-Vargas *et al.*, 2017. (Anexo 2)

Los criterios de selección de los productores fueron determinados no solo por el rendimiento, sino que se valoraron otros aspectos como la facilidad al cosechar y desgranar, la resistencia a enfermedades y la menor exigencia de insumos (Torres-Vargas *et al.*, 2017). Estudios realizados por Quirós *et al.*, (2009) en sistemas de producción en la región Nedrini, con cultivares procedentes de la CNB, señala que ellos se encuentran adaptados a terrenos marginales y degradados, a pendientes pronunciadas para sistemas en asocio con rendimientos aceptables para estas condiciones.

Para los productores, características como el número de hijos por planta y el largo de las espigas están estrechamente relacionadas con los rendimientos, es decir, al tener arroces con espigas largas y abundantes hijos, sus rendimientos son mayores en comparación con aquellos que poseen espigas cortas y pocos hijos. Para una información detallada, consultar Torres-Vargas *et al.*, 2017 (Anexo 2).

Al comparar la selección de los arroces por la metodología de la Selección Participativa “saber local” y las metodologías empleadas por los institutos y academias (descriptores morfoagronómicos) se puede determinar que en esta investigación coinciden dos de los cuatro arroces seleccionados en ambas evaluaciones (fortuna negro y guanacaste).

En este sentido Altieri *et al.*, (1999) señalaron que la “fortaleza del conocimiento de la gente del campo es que está basado no solamente en una observación aguda, sino también en un aprendizaje experimental”. Los agricultores, por lo general, logran una riqueza de observación

y una agudeza de distinción que solo podría ser asequible para los científicos occidentales a través de largas y detalladas mediciones (Chambers,1983).

Es importante resaltar que este tipo de saber requiere de un completo reentrenamiento de los científicos y los miembros de la comunidad, por tal motivo, en estas investigaciones los productores comparten sus conocimientos y son el factor fundamental en los resultados obtenidos, con igual o mayor relevancia que las investigaciones de las academias y centros de investigaciones (Chambers,1983).

Las plantas medicinales caracterizadas y ubicadas taxonómicamente fueron 109 (62 de la región Nedrini, 37 de la región Ñokribo y 10 de la región Kodriri), distribuidas en 46 familias. Las familias con mayor representación son; Compositae, Acantacea, Rubiaceae y Lamiaceae, con nueve, ocho, ocho y siete respectivamente. Por otro lado, las familias de las Bignoniaceae, Marantaceae y Piperaceae están conformadas por cinco especies, mientras que 26 familias están integradas por una sola especie. En Torres-Vargas *et al.*, (2020b), disponible en el Anexo 4.

Las propiedades curativas que los agentes de salud tradicionales y parteras les atribuyeron a las plantas caracterizadas, fueron para el tratamiento de 26 diferentes tipos de afectaciones, siendo las más frecuentes para tratar los problemas en el sistema digestivo, fiebres, dolores de cabeza y afectaciones en la piel con un total 39, 17, 13 y 12 menciones respectivamente. Las secciones de la flora medicinal empleados por los agentes de salud tradicionales y parteras fueron principalmente las hojas y las raíces. El mayor porcentaje de la flora medicinal encontrada es de crecimiento herbáceo (Torres-Vargas *et al.*, 2020 b).

Cabe mencionar que la mayor parte de la flora de uso medicinal carece de una evaluación científica, sin embargo, es acogida, ya que los saberes locales y los conocimientos compartidos de generación en generación cada vez son más aceptados por la comunidad científica y considerados como fuentes primarias por los investigadores que tienden a desarrollar nuevos fármacos con base en extractos de plantas (Chevallier, 1997; Torres-Vargas *et al.*, 2020b). Ahora bien, entre las plantas empleadas para tratar más de tres afectaciones distintas están la migran krie (*Aphelandra aurantica* (Sheidw) Lindl), de la familia Acantácea, que es utilizada

como febrífuga, para contrarrestar problemas en el sistema digestivo y afecciones en la piel, y la planta wenan krie (*Phyllanthus urinaria* L.), de la familia Phyllanthaceae, usada para el tratamiento de la epilepsia, fiebres y problemas digestivo. A la sico loma (*Sabicea* sp.), albahaca verde (*Ocimum campechianum* Mill), guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), piña silvestre *Neomarica variegata* (M. Morton & Galeotti) Henrich & Goldblatt. jengibre de hoja delgada (*Zingiber officinale* Roscae) y paragüita [*Wendelis trilobata* (L.) Pruski], se les atribuyen un efecto único para el tratamiento de la disentería, enfermedades de transmisión sexual, hemorroides, hepatitis, reumatismo y para uso como anticonceptivo, respectivamente (Cuadro 4) (Torres-Vargas *et al.*, 2020b).

Sin dudas, el conocimiento y uso folclórico de las plantas medicinales es un proceso de la interacción y observación constante del entorno que los rodea, llevándolos a descubrir esos elementos útiles en un periodo que ha tomado cientos de años (Greulach,1980).

Cuadro 4. Plantas medicinales que son empleadas por agentes de salud y parteras de la Comarca Ngäbe-Buglè para el tratamiento de las afectaciones de salud más comunes

Afectaciones a las cuales las plantas se le atribuye mejoras o curaciones	Nombres comunes de las plantas de uso medicinal
De la piel (Picazón, erupciones y cicatrizantes)	Migran krie, hoja moteada, mata de membrillo, achiote curo, oreja de chivo, sanguanilla, mata de caimito, sábila, gweten, estrella de mata, mata de tula y guácimo.
Males atribuidos a espíritus	Dientes de lagarto, bejuco de ajo y bejuco de ojeado.
Anemias	Estrella de mata y cilantro silvestre.
Anticonceptivos	Paragüitas.
Antihelmínticos	Paico, ortiga, cepa de caballo y lombricera de palo.
Diabetes	Maravilla, ortiga y bejuco de níspero.
Disenterías	Sico loma.
Dolores de cabeza	Diente de lagarto, flor cubierta, suspiro grande, gabilana, debogrí, eva key kri, bejuco de cacao silvestre, mlean keyre tain, estrella de mata, fruta morada, coloradillo y bejuco de estrella.
Dolores musculares, cólicos y hemorragias	Dingue krie, hoja morada montañera, hoja morada, troa tain, altamis, membrillo, cactus, dormidera, rabo de gallo, naju silvestre, debogri, hierba buena, mata tula, ku dri y mastranto.
Enfermedades de transmisión sexual	Albahaca verde.

Cuadro 4. Continuación...

Afectaciones a las cuales las plantas se le atribuye mejoras o curaciones	Nombres comunes de las plantas de uso medicinal
Epilepsia	Mastranto, heliotropo y weanan krie.
Fiebres	Migran kriere, orquídea aérea, siko, bejuco ojeado, oreja de mula, planta de gusano, weanan krie, naju silvestre, cilantro silvestre, bu, esqueleto, eva key, kri, muribia, mlean keyretain.
Hemorroides	Guácimo.
Hepatitis	Piña silvestre.
Infecciones	Pie de niño blanco, cepa de caballo.
Insomnio	Muribia y mata de nube.
Mordeduras de ofidios	Diente de lagarto, troa tain, gabilana, migran, rabo de gallo, lengua de suegra, raíz india y agoadren.
Picaduras (Alacranes, gusanos e insectos)	Paragüitas, cactus y planta de gusano.
Problemas en el sistema circulatorio	Salvia china, uronó, noní, mata de nube, clavito y raíz india y maravilla.
Problemas en el sistema digestivo (Antiemético, diarreas y dolores de estómago)	Migran kriere, coronillo, diente de león sabanero, gabilana, anís, diente de león, caña agria roja, socola, siko, cactus, caña agria blanca, cilantro silvestre, weanan krie, corazón, sábila, lombricillo, lombricera, urono, bijao de montaña, debogrí, bu, esqueleto, bejuco de caña agria, eva key krí, muribia, toronjil, mata de lombricillo, socola guenen, panaza de vaca, gueten, kudrii, wingui, raíz india, guácimo y biguin kiare.
Problemas en el sistema nervioso	Tilo morado, cucaracha, moro koe, dormidera, paragüitas y mata de nube.
Problemas en la gestación y partos	Partos, socola, mano de Dios y calabacito de palo.
Problemas renales	Migran, caña agria blanca, maravilla y corazón.
Regulación de la menstruación	Hoja morada montañera, hoja morada, altamis, cactus y rabo de gallo.
Reumatismos	Jengibre hoja delgada.

Fuente: Torres-Vargas *et al.*, 2020b. (Anexo 4).

Se dispone de una mayor información sobre la descripción botánica de las 46 familias y 109 especies, y el uso medicinal que los agentes de salud, curanderos y parteras les atribuyen a las plantas, en el Libro “PLANTAS MEDICINALES: Caracterización botánica y usos en la atención primaria de salud por la nación Ngäbe-Buglé, Panamá” en Torres-Vargas *et al.*, 2020c.

5.4 Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la macrofauna, biodiversidad productiva y la productividad de los sistemas SA1 y SA2

Para determinar los efectos de las prácticas agroecológicas implementadas en los sistemas, se debe tomar en cuenta el concepto de sistema: la unión de componentes físicos relacionados entre sí, de forma tal que actúan como un todo, con un objetivo determinado y reacciona como tal a los estímulos externos empleados, en los que se utilizan métodos de producción que suministran la estabilidad de la comunidad, optimizan las tasas de intercambio, el reciclaje de materia y nutrientes y aseguran un flujo eficiente de energía (Altieri *et al.*, 1999). El dominio de este aspecto es muy importante al efectuar las prácticas, ya que una influye en la otra.

5.4.1. Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la macrofauna de los sistemas SA1 y SA2

En el sistema de SA1 los organismos detritívoros, cuya función es transformar la materia (descomponedores), se encontraron en poblaciones bajas durante la época seca. Las especies de mayor presencia en esta época fueron mil pies con 31%, de la familia Tenebrionidae (coleóptero) con 17%, los organismos colémbolos del orden de artrópodos hexápodos, cochinilla (Trachelipidae), caracoles y comején (Isóptera) en 7%. En las evaluaciones se observó mayor presencia de artropofauna de collembola con 19 a 25%, lombrices 20 a 25%, caracoles 11%, comején (Isóptera) 20 a 28% en el periodo de inicio de lluvia y máxima lluvia respectivamente (Figura 3).

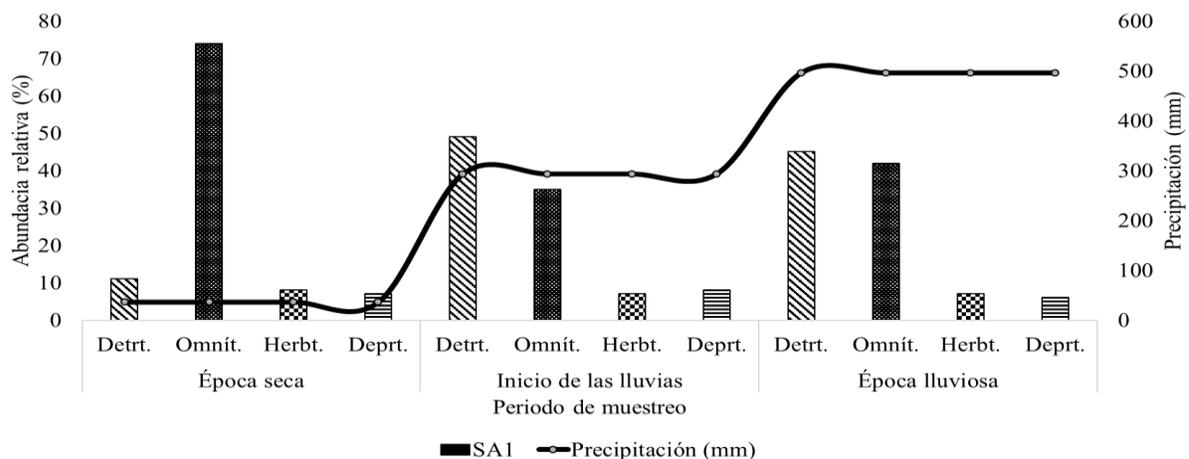


Figura 3. Grupos funcionales de la macrofauna del suelo evaluados en tres épocas diferentes en el SA1, ubicado en la región Nedrini Comarca Ngäbe- Buglè.

En el sistema SA2, se encontraron la collembola con 22 a 25%, lombrices 16 a 24%, comején (Isóptera) 21 a 23% y caracoles 16 % en el periodo de inicio de lluvia y máxima lluvia respectivamente. En cuanto a los grupos funcionales omnívoros, herbívoros y depredadores presentaron valores cercanos en los tres periodos (Figura 4).

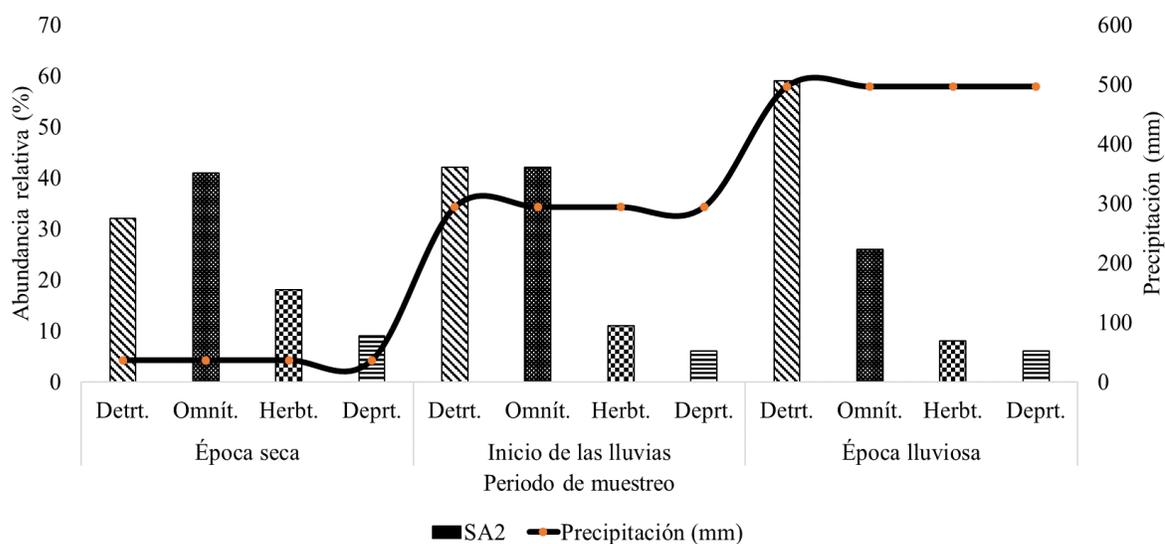


Figura 4. Grupos funcionales de la macrofauna del suelo evaluados en tres épocas diferentes en el SA2, ubicado en la región Ndrini Comarca Ngäbe-Buglè.

Los resultados obtenidos en investigaciones realizadas por Noguera (2019), encontró que la distribución de las familias por grupo funcional se halló una predominancia de grupos de ingenieros del suelo (64.22 %), sobresaliendo las Termitidae y Formicidae con 48.3% y 10.7% respectivamente y detritívoros (27.37 %) en conversión agroecológica; y de detritívoros (74,19 %) y depredadores (25,81 %) en manejo convencional. Lo que indica que los grupos funcionales difieren a causa de la complejidad en la composición de los sistemas, ya que aquellos diversificados -como los estudiados en esta investigación- presentaron grupos con funciones de acumulación y de transformar la biomasa del suelo.

Para determinar si los suelos eran saludables, se calcularon las relaciones entre el número de individuos de diferentes grupos funcionales tales como detritívoros/no detritívoros (Omnívoros + Herbívoros + Depredadores) y lombriz/hormigas. Se observó un incremento del índice en función a la época, determinando el comportamiento y estado de salud del suelo. En el SA1, la relación entre detritívoros/no detritívoros y lombriz/hormigas en la época seca se

encontró con bajos niveles (<1) SA1 (0.18; 0.00), que fue en aumentando a inicios de lluvia a (1.24; 0.53) y para el máximo de lluvia la relación fue de 1.28; 0.73. (Figura 5).

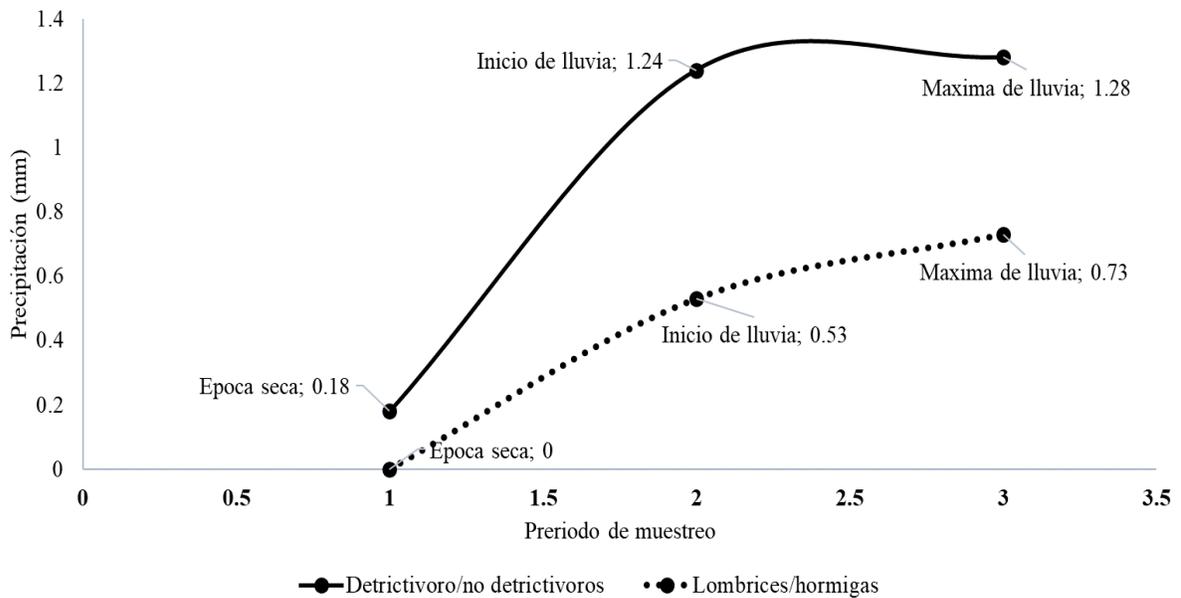


Figura 5. Relación entre los grupos funcionales detritívoros/no detritívoros y lombriz/hormigas en el SA1, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè.

En el SA2, la relación entre detritívoros/no detritívoros y lombriz/hormigas en la época seca fue bajo (<1) con (0.59; 0.37), aumentando a inicios de las lluvias a (1.09; 1.05); posteriormente, en el máximo de lluvia, la relación fue de (2.13; 0.69) (figura 6).

Las interacciones entre estos gremios están determinadas por los recursos disponibles en el ecosistema, así como por la intensidad de su manejo (Cabrera-Davila., 2017). Durante el inicio de la lluvia y máxima lluvia se observa que el índice de los detritívoros/no detritívoros fue mayor a uno (>1) en ambos sistemas, de acuerdo a los análisis realizados a la macro fauna, estos indican que los suelos son saludables.

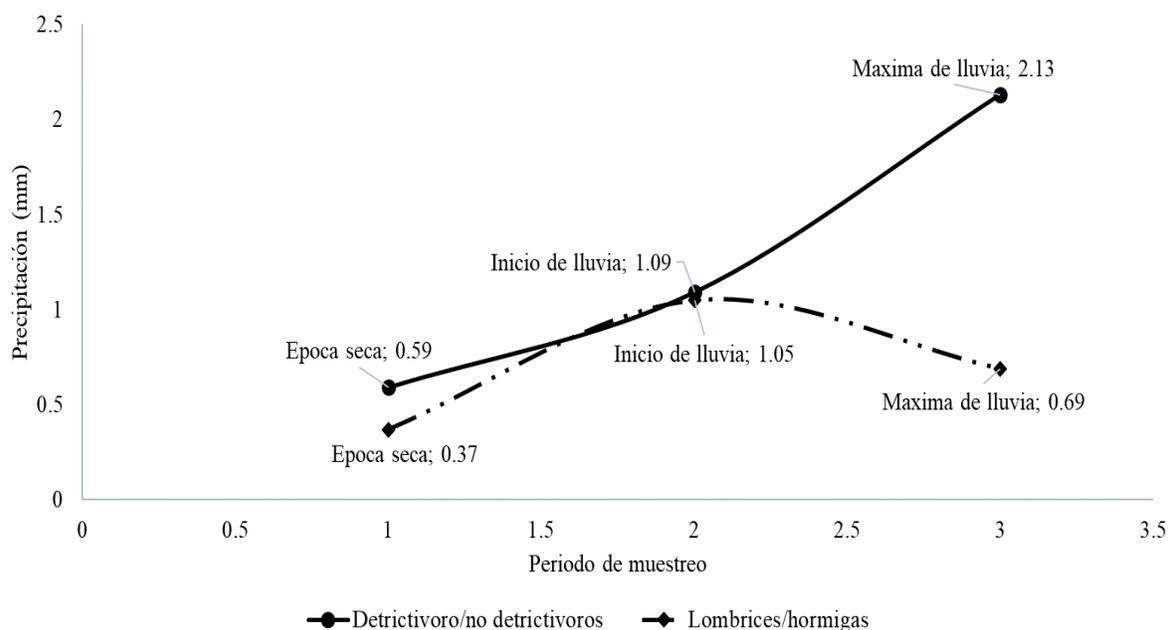


Figura 6. Relación entre los grupos funcionales detritívoros/no detritívoros y lombriz/hormigas en el SA2, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè.

En estudios realizados por Cabrera-Dávila *et al.*, (2017), sobre riqueza y dominancia de la macrofauna, en las curvas de rango/abundancia para la riqueza observada y la estimada, se encontró una riqueza superior de familias de la macrofauna en los sistemas que ofrecen una mayor cobertura al suelo (tales como los bosques primarios, los bosques secundarios y los sistemas diversificados) en comparación con aquellos que tienen un mayor efecto perturbador sobre el suelo, en este caso, los pastizales, los cañaverales, los cultivos varios y los agroecosistemas urbanos.

De igual forma Cabrera-Dávila *et al.*, (2019) en estudios realizados de las relaciones entre la macrofauna detritívora y la no detritívora (herbívoros+omnívoros+depredadores), y en particular entre el grupo detritívoro de lombrices de tierra y el grupo fundamentalmente omnívoro de hormigas, encontró una alta abundancia de individuos detritívoros y de lombrices, y valores de los indicadores cercanos o mayores a 1 en los ecosistemas con influencia arbórea y mayor protección sobre el suelo, sobre todo en bosques primarios y los sistemas agroforestales.

5.4.2. Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la biodiversidad productiva en los sistemas SA1 y SA2

Al analizar la abundancia de las especies como parámetro de la biodiversidad productiva y parte de un indicador de la sustentabilidad de los sistemas se determinó que en el sistema SA1, la biodiversidad productiva aumentó de siete a 25 y el Índice de Diversidad de la Producción (DP) pasó de $H=1.51$ (bajo) a $H=2.2$ (medio bajo), debido a la incorporación de tres cultivares más de maíz, arroz y plátanos y con un solo cultivar más de frijol, ñampi, café, guineo, poroto, habichuela, ají, tomate y pepino. (Torres-Vargas *et al.*, 2020 a).

En el sistema SA2, la abundancia de las especies de los cultivos aumentó de 11 a 26, con un DP que pasó de $H=2.13$ (medio bajo) a $H=2.97$ (medio alto), con tres cultivares más de maíz, arroz, plátano y con un solo cultivar más de frijol, ñame, ñampi, poroto, boda y camote (Figura 7). Los dos cultivares nuevos de arroces que se incorporaron a los sistemas fueron el fortuna negro y guanacaste, arroces que sobresalieron en la Selección Participativa y la caracterización morfoagronómica (Torres-Vargas *et al.*, 2020a). Los sistemas presentan índices entre $H=1.51$ el SA1 con el menor índice y $H=2.97$ el SA2 que presentó el mayor índice, categorizados como un nivel de medio-alto, los niveles alcanzados llegaron casi a los obtenidos en los ecosistemas naturales relativamente diversos que se encuentran entre 3 y 4 (Gliessman, 2002). En estudios realizados por Funez-Monzote (2009) se encontraron que en fincas diversificadas con valores en los indicadores de diversidad para los cultivos la diversidad de la producción fue de 1,7.

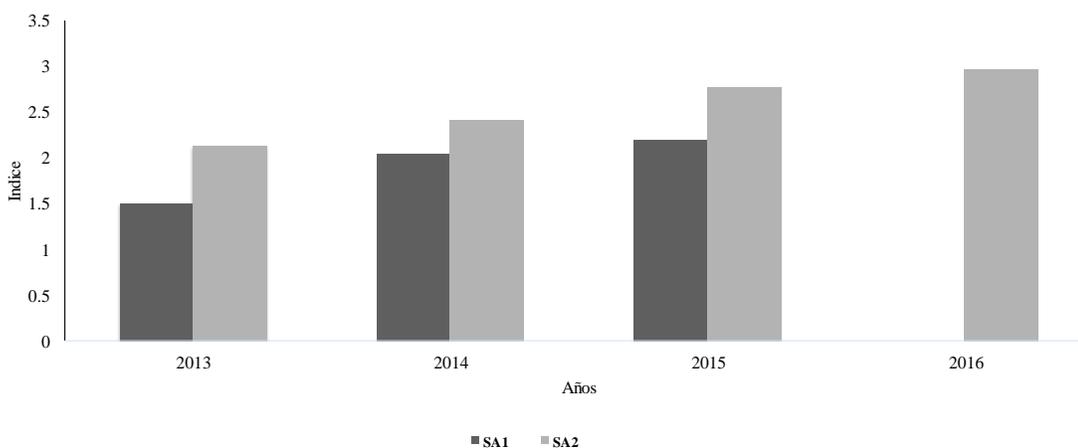


Figura 7. Índice de la Diversidad de Producción registrados en los sistemas SA1 y SA2, ubicados en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè. Fuente: Torres *et al.*, 2020a. (Anexo 3).

Otro indicador utilizado para determinar la sustentabilidad del sistema fue el estudio de la biodiversidad de las especies forestales a partir del inventario en los dos sistemas en el año 2013 y 2015. Se identificó una riqueza en el SA1 en el año 2013 de 31 especies distribuidas en 205 individuos, que calculado el índice de Simpson el sistema presentó una dominancia (D) de 0.10, con una diversidad de $S=89.4\%$. Las especies más abundantes fueron macano (*Diphysa robinioedes* (Mill.) M.Sousa.) 26%, laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) 16%, cedro amargo (*Cedrela odorata* L.) 10%, guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) 8%, guarumo (*Cecropia peltata* L.) y mango (*Mangifera guayacan* L.) 6%. En el año 2015 se incorporaron cinco especies (15 plantas por especies) al sistema, aumentando la diversidad a $S=93.7\%$.

En el SA2 se identificó una riqueza en el 2013 de 18 especies distribuidas en 222 individuos con una dominancia de $D=0.19$ y una diversidad $S=81.2\%$, en el que las especies de mayor abundancia en este sistema son; laurel 37%, guarumo 14%, guácimo 12%, macano 7%, balso (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.) 6% y calabazo (*Crescentia cujete* L.) 5%. En el año 2015 se incorporaron cinco especies (15 plantas por especies) al sistema, aumentando la diversidad a $S=89.7\%$.

Los resultados obtenidos indican que los sistemas son diversificados, ya que existe baja dominancia entre las especies; es decir, se observa uniformidad del número de individuos entre especies muestreadas. En cuanto a la riqueza de la diversidad forestal, se consideran medio alta. En estudios realizados por Funez-Monzote (2009) se encontró que en fincas diversificadas con valores en los indicadores de diversidad para biodiversidad (S) fue de 1.5. En este sentido, el estudio realizado por Noguera (2019) sostiene que la biodiversidad asociada (cercas vivas) favorece la presencia de depredadores controladores de larvas e insectos que afectan los cultivos.

De igual forma, Monzote *et al.*, (1999) y Pérez (2011) señalan que los árboles, que son introducidos para varios propósitos (sombra, cerca y alimento), desempeñan un papel importante en el reciclaje de nutrientes, ya que actúan como transportadores de nutrientes desde las capas más profundas del suelo y permite que se logren producciones y servicios ambientales a mediano plazo, es decir, a partir del tercer año de establecimiento del proceso de conversión.

Otro componente de la biodiversidad productiva fue la introducción de especies de plantas de uso medicinales que el productor determinó, basado en las enfermedades más comunes que han tenido los miembros de su familia y el conocimiento previo que él posee sobre ellas. Como resultado de esta evaluación se pudo establecer que las más frecuentes en el transcurso de tres años fueron aquellas ligadas a parásitos externos (piojos y sarnas) e internos, afectaciones en la piel (picazón, erupciones y llagas) y en el sistema respiratorio (resfriados y bronquitis), problemas en el sistema digestivo (vómitos, diarreas y dolores de estómagos), y del sistema nervioso, dolores de cabeza, entre otros. En el Cuadro 5 se muestran las plantas utilizadas para tratar estas y otras afectaciones de salud.

De igual manera, el productor incluyó en sus sistemas de producción especies de plantas que no son de uso común, pero de gran importancia en caso de presentarse alguna eventualidad. Entre esas plantas están las utilizadas para tratar las mordeduras de ofidios (lengua de suegra y diente de lagarto), dolores musculares y relajantes (hoja morada) y problemas atribuidos a hechicería y espíritus (bejuco de ajo). En consecuencia, los productores expresaron que se han disminuido sus problemas causados por las dolencias antes expuestas en un 50% (G. Bejerano y A. Moreno, comunicación personal, 29 de junio 2017), atribuido especialmente al uso de las plantas y posiblemente a la incorporación de un sistema de riego y abastecimiento de agua limpia para el uso doméstico, como parte del componente de tecnología en estructura.

Cuadro 5. Plantas de usos medicinales utilizadas por los miembros de las familias en los SA1 y SA2 para el tratamiento de las afecciones y enfermedades más comunes, Región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè.

Afectaciones a las cuales las plantas se le atribuye mejoras o curaciones	Nombre común de las plantas de uso medicinal
Afectaciones en la piel (Picazón, erupciones y cicatrizantes)	Estrella de mata, piña silvestre
Desparasitante (parásitos internos)	Paico, anamú
Afectaciones en el sistema respiratorio (resfriado común)	Jengibre chino, sauco, jengibre hoja delgado
Problema en sistema digestivo (diarrea, vómitos, dolores de estómago)	Coronillo, lombricillo
Dolores de cabeza	Suspiro grande, diente de lagarto, suspiro grande
Problema en el sistema nervioso (calmante)	Tilo morado, hoja morada,
Mordeduras de ofidios	Lengua de suegra

5.4.3. Efectos de las prácticas agroecológicas sobre la productividad de los sistemas SA1 y SA2

La investigación también se orientó a determinar los efectos de la incorporación a los sistemas de las prácticas agroecológicas, por lo tanto, se registraron los siguientes indicadores de productividad: Índice de Utilización de la Tierra (IUT), el Valor Bruto de Producción (VBP) y la producción de alimentos estimada en kcal y proteínas.

El IUT es un indicador de productividad que nos permite demostrar que, a mayor proporción de cultivos se incrementa la productividad y las salidas energéticas y proteicas del sistema; al aplicar nuevas prácticas de manejo, disminuye la cantidad de entrada energética por unidad de producto final y se optimiza el uso de los recursos disponibles - eficiencia en el uso del suelo (Pérez, 2011). Como resultado de medir este indicador 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 (Torres-Vargas *et al.*, 2020 a).

Los valores obtenidos en los sistemas evaluados determinaron que la incorporación de policultivos permite una mejor utilización de la tierra, ya que esta diversidad es y será superior a medida que se logre la estabilidad final en el proceso de conversión del sistema de producción (Casanova *et al.*, 2001; Pérez Consuegra, 2004; Pérez, 2011). Estos resultados coinciden con lo expresado por Liebman (1999) y Funez-Monzote (2009) quienes indican que una de las principales razones por las cuales los agricultores a nivel mundial adoptan policultivos, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada. Esto fue comprobado por una investigación realizada en un sistema de producción integrado de 40 Ha en Cuba, en el que se obtuvo que el IUT fue de 1.76 (Funez-Monzote, 2009). En definitiva, para el buen funcionamiento de pequeños sistemas de producción es necesario aprovechar la tierra al máximo con el uso de la técnica y el saber local; pues se ha demostrado que cuando se cultiva un solo producto se puede obtener una gran cantidad de cosecha de este

producto, pero no se está usando el espacio ecológico tierra-agua en forma eficiente (Rosset, 2005).

El Valor Bruto de Producción (VBP), es también parte de un indicador de productividad, que en este caso fue evaluado para determinar el valor de la producción a precio del mercado y calculado en USD. El VBP fue obtenido del resultado de las actividades desarrolladas en los sistemas y mostró valores positivos en cuanto a la cantidad producida por año.

En el SA1 aumentó el VBP en un 66.5%, con un ingreso por venta de productos agropecuarios de 70.0% más y un incremento de los gastos en 90.22% (Cuadro 6). Los resultados obtenidos indican que en el sistema se produjo y se vendió más. Los ingresos adicionales posibilitaron la compra de más productos alimenticios que no se habían adquirido por la falta de dinero, reflejado con el aumento de los egresos en el sistema (Torres-Vargas *et al.*, 2020 a).

Cuadro 6. Valor Bruto de la Producción, ingresos por ventas y egresos estimados en USD en el SA1, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè

Años	Valor Bruto de la Producción (VBP)	Ingresos/ventas USD	Egresos/compra USD
2013	1628.90	480.00	370.65
2014	1613.65	447.50	480.50
2015	2711.75	817.00	705.05

En el SA2 el VBP aumentó un 62.5%, con un ingreso por venta de 1,419% más y una disminución de los gastos en la compra de alimento de 18.7% (Cuadro 7). Los resultados obtenidos indican que en el sistema se produjo y aumentaron las ventas de manera significativa. En el caso de los egresos que corresponden a las compras de artículos e insumos que las familias necesitan, ellos provienen de partes las ventas de la producción y otros ingresos recibidos (subsidios y pagos por servicios de mano de obra en otras fincas) (Torres-Vargas *et al.*, 2020 a).

Cuadro 7. Valor Bruto de la Producción, ingresos por ventas y egresos estimados en USD en el SA2, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè

Años	Valor Bruto de la Producción (VBP)	Ingresos/ventas USD	Egresos/compra USD
2013	1942.60	55.30	932.45
2014	1973.24	207.00	473.57
2015	2620.62	298.75	995.60
2016	3157.25	840.00	757.74

En un estudio de caso realizado por Santamaría-Guerra, *et al.*, (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 USD 1046.75 con respecto al año uno. En el caso de los egresos que corresponden a las compras de artículos e insumos que las familias necesitan, igual que en el SA1, ellos provienen de partes las ventas la producción y otros ingresos recibidos (subsidios y pagos por servicios de mano de obra en otras fincas). 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, *et al.*, (2015), en la granja La Esperanza.

En este sentido Treto *et al.*, (1997) demostraron que es posible implementar en la práctica sistemas de producción agroecológicos y obtener rendimientos similares y superiores, y mayores ganancias, en comparación con sistemas de producción que utilicen métodos convencionales. Tal como se ha mencionado anteriormente, los cultivos de importancia en la CNB son el maíz, arroz, musáceas, yuca y frijol que aportan la mayor parte de Kcal y proteínas a las familias. Para el SA1 estos cultivos representan el 20% de la biodiversidad productiva con el 69.56% de calorías y 50.45% de proteína total producido en el sistema. En el sistema SA2 los cultivos representan el 19.2% de la biodiversidad productiva con el 72.70% de calorías y 51.09% de las proteínas totales producido en el sistema (Cuadro 8) (Torres-Vargas *et al.*, 2020 a).

Cuadro 8. Aumento de la producción de los cultivos de mayor importancia en los SA1 y SA2 expresados en porcentaje (%), en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè

Cultivos de importancia					
Sistemas	Maíz (%)	Arroz (%)	Musáceas (%)	Yuca (%)	Frijol (%)
SA1	56	121	119	43	10
SA2	45	80	-10	50	6

Con respecto a la producción de arroz, cultivo de interés en este estudio, en el SA1 para el 2013 producía el 38% del arroz que se consumía anualmente y se compraba un 62%. En el 2015, el sistema produjo el 84% del consumo anual y solo un 16% fue comprado. El incremento de la producción se da en función de la diferenciación entre el año 2014 y 2015, con respecto al año inicial (Cuadro 9).

Cuadro 9. Producción y compra de arroz expresada en porcentaje (%) en el SA1. Región Nedrini, Comarca Ngäbe-Buglè

Años	Producción %	Compra %	Aumento de la producción %
2013	38	62	0
2014	54	46	42
2015	84	16	121

En el SA2, durante el 2013 se producía el 51% del consumo anual y se compraba un 49%, sin embargo, en el 2016, el sistema produjo el 92% del consumo anual y se compró solo un 8%. El incremento de la producción se da en función de la diferenciación entre el año 2014, 2015 y 2016 con respecto al año inicial (Cuadro 10). Estos datos nos indican que se está logrando a la autosuficiencia y, en conjunto con la otra biodiversidad productiva, el sistema va a pasar a ser sustentable.

Cuadro 10. Producción y compra de arroz expresada en porcentaje (%) del SA2, ubicado en la región Nedrini de la Comarca Ngäbe-Buglè

Años	Producción %	Compra %	Aumento de la producción %
2013	51	49	0
2014	52	48	2
2015	78	22	53
2016	92	8	80

El aumento de la producción de los cultivos de arroz en estos dos sistemas obedeció a la eficiencia en el uso del suelo y la incorporación de dos cultivares nuevos (arroz guanacaste y fortuna negro) procedentes de la selección participativa efectuada por los propios productores, quienes valoraron aspectos como mayores rendimientos y tolerancia a plagas y enfermedades (Torres-Vargas *et al.*, 2017).

Al estimar los indicadores de productividad expresados en kcal y proteínas que aportan la producción obtenida de los sistemas y establecer los requerimientos diarios a cada miembro que compone las familias, se obtuvo que, en correspondencia con el aumento de la biodiversidad productiva, se acrecentó la energía y proteína del sistema. 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 15,000 kcal/día, pasó de suplir lo requerido en 150 días en el 2013 a 249 días en el 2015 y 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 tres niños), a razón de 20,040 kcal/día, pasó de suplir lo requerido en 222 días en el año 2013 a 352 días en el año 2016 y un aporte proteico de 139,70 kg/ha/año (Torres-Vargas *et al.*, 2020 a).

En este sentido, estudios realizados por Santamaría-Guerra, *et al.*, (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 13,000 kcal/día, en el sistema se asocia al aumento de la diversidad

productiva a una mayor producción agrícola. De igual forma en otros estudios de casos realizados a seis sistemas de producción: tres pertenecientes a miembros de la Asociación Mixta de Productores Orgánico Ngäbe-Buglé (AMPONB) y tres sistemas pertenecientes la organización de Productores Agrícolas con Métodos Orgánicos (OPAMO), en promedio se logró incrementar la disponibilidad de alimentos de abastecimiento calórico de 93.84 días por familia a 317.39 días por familia y la disponibilidad de proteína, se pasó de abastecer en promedio de 153.71 días/familia a 453.93 días/familia (IDIAP, 2019).

La producción obtenida concuerda con lo expresado por González y Rivera (2004) y Pérez (2011), quienes manifiestan que los volúmenes de producción más altos se obtienen a partir del tercer o cuarto año de implementar el uso de las prácticas agroecológicas en renglones pecuarios y agrícolas respectivamente.

Altieri *et al.*, (1999) señalan que la producción también se puede ver comprometida porque los pequeños agricultores generalmente están más interesados en optimizar la productividad de los escasos recursos agrícolas que en aumentar la productividad de la tierra o de la mano de obra. Además, eligen una tecnología de producción determinada basándose en decisiones tomadas para todo el sistema agrícola y no solo para un cultivo en particular.

Por otro lado, Liebman (1999) expresa que los agricultores, en muchos casos, priorizan la atención al rendimiento del cultivo de mayor importancia para su sistema, al cual han incorporado otras especies, para asegurarse de que no fracase, controlar la erosión, mejorar la fertilidad de los suelos y controlar las malezas. En esta situación, la ventaja en el rendimiento del policultivo se muestra claramente. Al evaluar la producción de un sistema de producción pequeño, a veces se olvida que la mayoría de los agricultores consideran más importante reducir el riesgo que aumentar al máximo la producción.

5.5 Diseño resultante del proceso de transición agroecológica

Un “diseño o modelo, es una representación conceptual, numérica o gráfica simplificada de un sistema, en el cual se describen las variables dependientes e independientes de interés, características, recursos potenciales y limitantes; e interacciones entre elementos; siendo de

interés emergente los bienes tangibles y servicios ambientales que representan las salidas del sistema”. Candelaria-Martínez *et al.*, (2011), citado en Noguera (2019).

Para la sistematización de los “diseños” se utilizó el diagrama de Odum (1971). La interpretación y el diseño de los dos modelos (el antes y después de establecidas las prácticas agroecológicas en el sistema) fue en base al SA2, al determinarse que en el SA1 y SA2 no hay una diferencia significativa en las prácticas agroecológicas implementadas, y los componentes resultantes en el que se presentan las cadenas tróficas encontradas en el sistema, así como la interrelación entre ellos (los productores primarios, los consumidores y sus interrelaciones) son muy semejantes. Los principales componentes funcionales del sistema se describen con base en lo propuesto por Vázquez *et al.*, (2014).

Es importante recordar que, según Ibáñez (2011), una cadena trófica, también conocida como cadena alimenticia, es el “proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente. Es decir, es la corriente de energía y nutrientes que se establece entre las distintas especies de un ecosistema en relación con su nutrición”.

Diseño del SA2 antes de la incorporación de las prácticas agroecológicas

Los principales componentes de la biodiversidad, según su función, presentes al inicio del proceso de transición del sistema son: Biodiversidad productiva: cultivos (11 especies), árboles forestales y frutales (7 especies), plantas de uso medicinal (3 especies) y, animales (aves). Biodiversidad asociada: arvenses, insectos, macrofauna, microorganismos y Biodiversidad auxiliar: cercas vivas.

Otro componente importante en el sistema son los denominados otros ingresos que corresponde a los aportes monetarios que la familia obtiene de pagos por salarios de trabajos de mano de obra eventual realizado fuera de sistema, subsidios, becas y otros beneficios que reciben del estado. Estos beneficios son transformados en compras de alimentos, artículos de uso personal, prendas de vestir e insumos agrícolas en pequeñas proporciones (semillas y abonos).

El modelo resultante en este estudio, basado en la conceptualización propuesta por Odum (1971) sobre cómo se constituyen los sistemas (productores primarios, consumidores y descomponedores) y las interrelaciones que se dan entre ellos, presentó los siguientes datos:

- **Los principales productores primarios:** biodiversidad productiva y la biodiversidad auxiliar.
- **Los principales consumidores:** los miembros de las familias (8), - animales (aves).
- **Los principales descomponedores:** macrofauna (detritívoros, entre otros).
- **Las principales interrelaciones:** Entendiéndose que el sistema se compone un número indeterminado de relaciones e interrelaciones, el objetivo es presentar aquellas que se pueden considerar más significativas. La producción de aves se encuentra estrechamente interrelacionada con las familias y la biodiversidad productiva, la biodiversidad productiva mantiene una estrecha relación con la macrofauna. Las especies forestales y las plantas de usos medicinales se interrelacionan con la familia. Los microorganismos descomponedores, insectos, macrofauna se interrelacionan con la biodiversidad productiva y auxiliar (Figura 8).

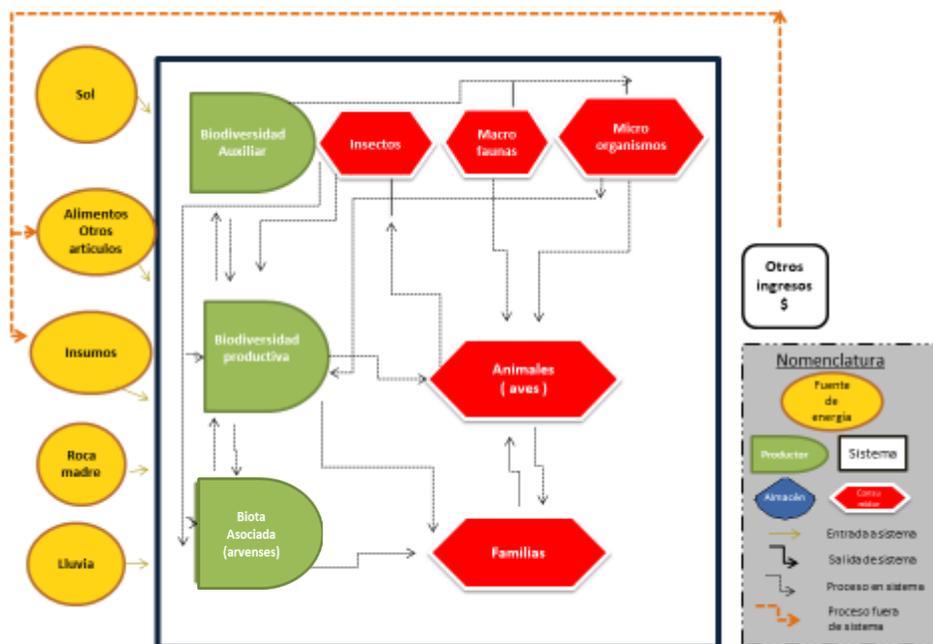


Figura 8. Diagramas de Odum para representar las interacciones y los componentes del modelo conceptual del sistema SA2 al inicio del proceso de transición del sistema tradicional/indígena a agroecológico en la Comarca Ngäbe- Buglè.

Diseño resultante del proceso de transición del sistema tradicional/indígena a agroecológico

Los principales componentes de la biodiversidad, según su función, resultantes del proceso de transición en el sistema son: Biodiversidad productiva: cultivos (25 especies), árboles forestales y frutales (15 especies), plantas de uso medicinal (15 especies) y animales (aves y cerdos). Biodiversidad asociada: arvenses, lombrices californianas (producción de abonos), insectos, macrofauna, microorganismos y fitocontroladores (flor de muerto y bejuco de ajo). Biodiversidad auxiliar: cercas vivas y barreras vivas (vetiver).

En otros ingresos que corresponde a las ventas de parte de la producción de aves, huevos, yuca y maíz, así como los aportes monetarios que la familia obtiene de pagos por salarios de trabajos de mano de obra eventual realizado fuera de sistema y los pagos en conceptos de subsidios, becas y otros beneficios que reciben del estado. Estos ingresos son utilizados para la compra de alimentos que no se producen en el sistema y artículos de uso personal.

El modelo resultante (productores primarios, consumidores y descomponedores) y las interrelaciones que se dan entre ellos, presentó los siguientes datos:

- ***Los principales productores primarios:*** biodiversidad productiva y la biodiversidad auxiliar.
- ***Los principales consumidores:*** los miembros de las familias (8), - animales (aves, cerdos y peses).
- ***Los principales descomponedores:*** las bacterias y hongos que intervienen en el proceso de descomposición de los abonos humos de lombriz y parte de la macrofauna (detritívoros, entre otros).
- ***Las principales interrelaciones:*** La producción de aves y cerdos se encuentra estrechamente interrelacionada con las familias, la biodiversidad productiva y la producción de abono; la biodiversidad productiva de los cultivos mantiene una estrecha interrelación con la producción de abono y la macrofauna; las especies forestales y las plantas medicinales se interrelacionan con la familia, y la producción de abonos, con las aves, cerdos y microorganismos descomponedores, entre otras (Figura 9).

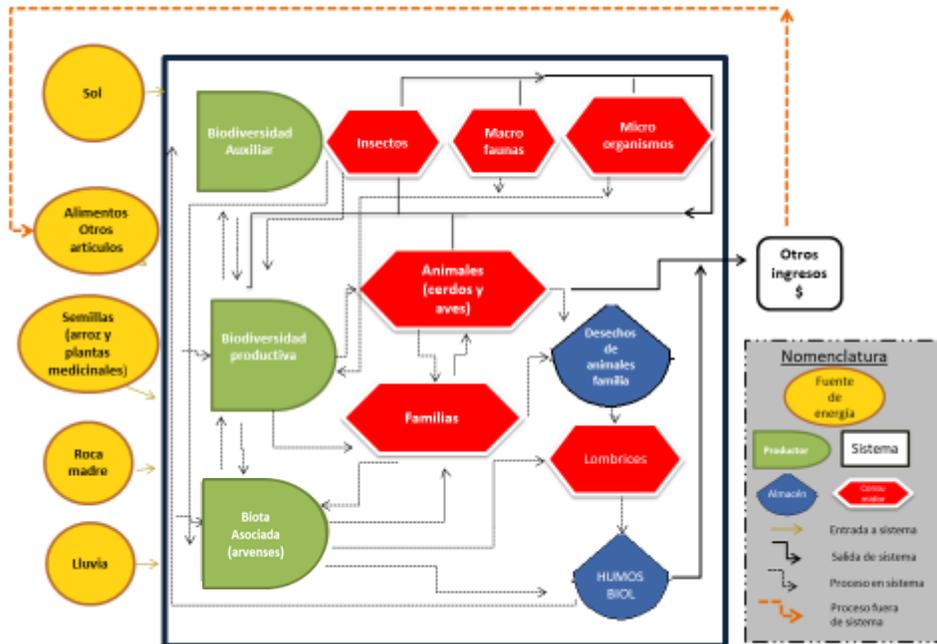


Figura 9. Diagramas de Odum para representar las interacciones y los componentes del modelo conceptual del sistema SA2 al final del proceso de transición del sistema tradicional/indígena a agroecológico en la Comarca Ngäbe- Buglè.

El diseño propuesto muestra que existe poca salida de energía del sistema, y los procesos internos del sistema son los deseados, en el que la energía solar es su mayor fuente de energía, seguido la fuerza humana y uso de biomasa. Con una reducida entrada de energía (insumos externos).

VI. CONCLUSIONES

Luego de terminar la investigación del tema, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El estudio posibilitó recuperar, seleccionar y caracterizar 43 cultivares de arroces con la colaboración de los productores, lo cual ayudó a potenciar e identificar aquellos materiales promisorios, seleccionados según sus preferencias, aumentando así la disponibilidad de alimentos y la biodiversidad productiva, para hacerlos más sustentables sus sistemas de producción.

Las evaluaciones de la biodiversidad productiva de plantas de uso medicinal, permitió disponer de información sobre las propiedades curativas y la descripción botánica de 109 especies de uso más frecuente, de tal forma que su uso e incorporación en los sistemas de producción, es una alternativa que las comunidades ngäbe tienen para mejorar sus condiciones de salud y bienestar.

La incorporación a los sistemas de nuevas tecnologías y la adecuación de las ya existentes, propició el incremento de biodiversidad productiva, la implementación de policultivos, y hacer un uso más eficiente de los suelos lo que permitió aumentar la energía expresada en kcal y proteínas en los dos sistemas intervenidos.

El diseño resultante de la propuesta realizada en conjunto con los productores para la transición de un sistema tradicional/indígena a un sistema agroecológico, permitió que los sistemas aumentaran su capacidad productiva, su materia orgánica y el flujo de energía.

VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar, en futuros trabajos de selección participativa, también los descriptores morfológicos, ya que ellos generan la información necesaria sobre las características que posee la población. Esto permite tomar decisiones sobre qué cultivares seleccionar según el uso al que se le quiere dar.
- Replicar las experiencias desarrolladas en esta investigación en otros agroecosistemas, en que se incorporen otras mediciones, como los indicadores microbiológicos del suelo, sociales y de resiliencia, que permitan disponer de un número mayor de variables para poder tener una mayor correlación y describir mejor los sistemas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, G. R. (2001). Acceso a Recursos Genéticos y Protección del Conocimiento Tradicional en Territorios Indígenas. Conferencia Internacional sobre Comercio, Ambiente y Desarrollo Sustentable: Perspectivas de América Latina y el Caribe. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México.
- Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The science of sustainable agriculture*, 2nd ed. London: Intermediate Technology Publications Ltd.
- Altieri, M., Hecht, S., Liembman, M., Magdoff, F., Norgaard, R., Sikor, Thomas. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad. Uruguay.
- Altieri, M. A y Nicholls, Cl. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable* (Primera ed.). México D, F, México: Naciones Unidas.
- Altieri, M. A y Nicholls, Cl. (2004). *Biodiversity and pest management in agroecosystems*: Binghamton USA: Food Products Press
- Altieri, M. A y Nicholls, C.I. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16 (1): 3-12.
- Altieri, M. A. (2009). El Estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. En Altieri, M. A (Compilación). *Vertiente del pensamiento agroecológico fundamento y aplicaciones*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. SOCLA. Medellín. Colombia.
- Altieri, M. A y Toledo, V. (2011). The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies* Vol. 38, No. 3, 587–612.
- Altieri, M. A y Nicholls, Cl. (2012). *Agroecology Scaling Up for Food Sovereignty and Resiliency*, Position Paper drawn from « It is possible to feed the world by scaling up agroecology », Berkley: Ecumenical Advocacy Alliance.
- Altieri, M. A., Nicholls, C.I., y Montalba, R. 2017. Technological approaches to sustainable agriculture at a crossroads: An agroecological perspective. *Sustainability*. 9(349). doi:10.3390/su9030349.
- Alvarado, P., Bieberach, C., Aguilar, A., Camargo, I., y Santamaría-Guerra, J. (2010). Segundo Informe Nacional Estado de los Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuario de Panamá (IDIAP). PA.
- Anderson, J. M., y Ingram, J. S. (1993). *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods*. Wallingford, UK: CAB International.
- Andow, D. (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. *Ann. Rev. Entom.* 36: 561 586.
- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). (2010). *Atlas Ambiental de la República de Panamá*. Primera Edición. Editora Novo Art. S.A.
- Cabrera-Dávila, G., Socarrás-Rivero, A., Hernández-Vigoa, G., León-Lima, D., Menéndez-Rivero, Y., y Sánchez-Rondón, J. (2017). Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. *Pastos y Forrajes* vol. 40 no.2. ISSN 2078-8452.
- Cabrera-Dávila, G. (2019). *Evaluación de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto del uso y calidad del suelo en el Occidente de Cuba*. Cuba (tesis doctoral). Universidad de Alicante.

- Cadena Alimentaria de Arroz. (2011). Situación actual del cultivo de arroz. Recuperado de <http://www.iica.int/Esp/regiones/central/panama/Documents/SITUACION%20DEL%20CULTIVO%20DE%20ARROZ%20PDF%20WEB.pdf>
- Casanova, A., Hernández, A., y Quintero, P. (2001). Policultivos. En F. Funes *et al.* (eds.), *Transformando el campo cubano: Avances de la agricultura sostenible*. ACTAF-CEAS-Food First, La Habana.
- Castillo, V. C., y 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 maestría). Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Escuela de Biología.
- Cerón L.W., Escobar Y. C., y Ávila D. J. (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia) Colombia Forestal, vol. 17, núm. 2, pp. 161-179.
- Chambers, L. R. (1983). *Desarrollo rural: poner lo último en primer lugar*. Harlow: Prentice Hall.
- Chevallier, A. (1997). *Enciclopedia de Plantas Medicinales: Guía Práctica de consulta con más de 550 Hierbas, Claves y sus Usos Medicinales*. Madrid, España.
- 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 licenciatura). Molina. Perú.
- De Gracia, Z. (2013). Ngäbe-Buglé-Cultura aborígen de Panamá. (Monografía). Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos96/ngabe-bugle-cultura-aborigen-panama/ngabe-bugle-cultura-aborigen-panama.shtml>
- De Schutter, O. (2010). *Agroecology and the Right to Food*, Nueva York: Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas.
- Delgado, G., Burbano, A., y Parra, A. (2011). Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café *Coffea arabica* L. Revista de Ciencias Agrícolas. Volumen xxviii no. 1 pp. 91 – 106.
- Díaz, P. A. (2019). Elaboración de una propuesta de un sistema agroecológico de producción de arveja para aportar a la conservación de los recursos naturales y a la seguridad alimentaria. Estudio de caso, finca casa blanca ubicada en el municipio de Subachoque – Cundinamarca. (tesis de maestría). Colombia. Universidad El Bosque.
- Díaz, R. G., y Valencia, F. L. (2010). Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios, en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca). Revista de Investigación Agraria y Ambiental. RIAA 1 (2) 7-17.
- Dressler, R. L. (1968). *Plantas Terrestre de Panamá*. Recuperado en <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/older/cienciasnaturales3.pdf>
- EcuRed, (2018). Comarca Ngäbe-Buglé. Proyecto de la Constitución de la República de Cuba. Recuperado en <https://www.ecured.cu/Ng%C3%B6be-Bugl%C3%A9>.
- Empresa de Trasmisión Eléctrica (ETESA). 2015. Precipitación pluvial anual y máxima mensual registradas en las estaciones meteorológicas de la república, según provincia, comarca indígena y estación.
- Espitia, J. A. (2008). Estrategias para el manejo agroecológico de los suelos para un uso agrícola sostenible en el municipio de San Juan de Betulia. (tesis de maestría). Departamento de Sucre. Universidad de Sucre.
- Evaluación internacional del conocimiento, ciencia y tecnología en el desarrollo agrícola (IAASTD). (2009). *La Agricultura en América Latina y el Caribe: Contexto, Evolución y*

- Situación Actual. En "Agricultura al a Crossroads. Evaluación Internacional del Conocimiento, Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Agrícola". Vol III.
- Fuentes, A., Nicolas, R., y Marchant, P. (2016). ¿Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad de la agricultura familiar de montaña? El caso de Curarrehue, región de la Araucanía, Chile Cuadernos de Desarrollo Rural, vol. 13, núm. 78, Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia.
- 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.
- Funes-Monzote, F. R. (2017). Integración agroecológica y soberanía energética. Cuba. Agroecología 12 (1): 57-66.
- García, D. L. (2012). Hacia un Modelo Europeo de extensión Rural Agroecológico (tesis doctoral). Universidad Internacional de Andalucía. España.
- Gliessman, S. (1998). Ecological processin in sustainable agriculture. (M. Chelsea, Ed.) *Agroecology*.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología*. Turrialba, Ciudad Real, España.
- Gliessman, S. (2006). Agroecology. The Ecology of Sustainable Food Systems. Segundo Edición. Taylor y Francis Group.
- Gliessman, S. (2015). Agroecology: The ecology of sustainable food systems, 3rd ed. Boca Ratón, FL, USA: CRC Press/Taylor and Francis.
- Gliessman, S., Guadarrama-Zugasti, C., Méndez, E., Trujillo, L., Bacon, C., y Cohen, R. (s.f.). Agroecología: Un enfoque sustentable de la Agricultura Ecológica. Recuperado en http://www.agroeco.org/socla/pdfs/agroecologia_un_enfoque.pdf.
- Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohin, A., Méndez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., y Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia una sostenibilidad. Ecosistema. Vol. 16 (1). pp. 13-28.
- González, P., Gutiérrez, J., Niebla, J., y Navarro, J. (2008). Recursos Genéticos de interés agroecológico en Andalucía. Secretaria General Técnica. ESP.
- González, M., y 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. pp 23-130.
- González, A., y Rivero, J. (2004). Contribución de la agricultura campesina a la agroecológica en la provincia, Las Tunas. Revista ACPA 23 (1), pp 49-52.
- González-Dufau, G., Santamaría Guerra, J., y Mesa, J. (2019). Soberanía y seguridad alimentaria y nutricional en la Comarca Ngäbe-Buglé, Panamá Escalamiento de la agricultura agroecológica para aumentar la producción de alimentos. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).
- González, V., y Pomares, F. (2008). La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). 24 p.
- Greulach, V. A. (1980). Las Plantas. Introducción a la Botánica Moderna. (pp. 26-28). Editorial Limusa. México.
- Gutiérrez, J. G., Aguilera, I. L., y González, E. C. (s.f.). Agroecología y Sustentabilidad. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Recuperado en <http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomic a/Geografiaagricola/56.pdf>.

- Guzmán, G. C., González, M. M., y Sevilla, E. G. (2000). Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible. Centro de Investigaciones Sociológicas. N° 95. (pp. 213-217). Madrid. España.
- Hector, A., Joshi, J., Lawler, S. P., Spehn, E. M., Wilby, A. (2001). Conservation implications of the link between biodiversity and ecosystem functioning. *Oecología*. 129:624-628. DOI 10.1007/s004420100759.
- Heidegger, M. (2008). ¿Qué significa pensar? Madrid, España: Trota.
- Herrera, I. G. (2014). Evaluación del sistema de riego por goteo a tres profundidades, con dos dosis de abonamiento órgano - mineral edáfica, en la producción limpia de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum* Mill). Tumbaco, Pichincha (tesis de maestría). Quito: UCE.
- Ibañez, J. (2011). Ecosistemas: Redes Tróficas, Redes Energéticas, Cadenas Alimentarias y Pirámides de Población. Recuperado en <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/29/137760>
- InfoAgro (s/f). Industria de los cereales y derivados. Recuperado en <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). (2019). Investigación agroecológica participativa en la Comarca Ngäbe-Buglé. (i Película 16 min. 19 seg., son. Color).
- 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.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). s/f. Contraloría General de la República de Panamá. Cuencas Hidrográficas de la República de Panamá. Por vertiente. Disponible en [https://www.inec.gob.pa/archivos/P8611CUENCAS%20HIDROGR%20C3%81FICAS%20\(MAPA\).pdf](https://www.inec.gob.pa/archivos/P8611CUENCAS%20HIDROGR%20C3%81FICAS%20(MAPA).pdf)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2010). Contraloría General de la República de Panamá. 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/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2019). Contraloría General de la República de Panamá. Panamá en cifra año 2013-17. Recuperado en <https://www.inec.gob.pa/archivos/P9361pcresumen.pdf>
- Jiménez, A., Lucantononi, D., y Castro, A. (2018). Conversión agroecológica para la soberanía y seguridad alimentaria. Equipo Editorial Grupo Compás. ISBN 978-9942-770-50-9.
- Jiménez, B., Santamaría-Guerra, J., Santos, U., González, G.D., y 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. 141-150.
- Khalajabadi, S. S. (2016). La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café. Guía técnica. Cenicafe.
- La Prensa. (2002). Alto consumo de arroz en Panamá. Recuperado en <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2002/06/19/hoy/negocios/601108.html:negocios@prensa.com>

- La Vía Campesina (LVC). (2009). Los pequeños agricultores y la agricultura sostenible están enfriando el planeta, Yakarta: Documento de Punto de Vista de la Vía Campesina.
- La Vía Campesina (LVC). (2013). De Maputo a Yakarta. 5 años de agroecología en La Vía Campesina, Yakarta: La Comisión Internacional de Trabajo sobre Agricultura Campesina Sostenible.
- Liebman, M. (1999). Sistemas de Policultivos. En Altieri, S. Hecht, M. Liebman, F. Magdoff, R. Nougard y T. Sikor. Ed., *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad, pp. 91-202 (39).
- Machín B., Roque A., Ávila D., y Rossett, P. (2010). Revolución agroecológica: El Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba. «Cuando el campesino ve, hace fe», La Habana: ANAP-La Vía Campesina.
- Martínez, C., y 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
- Masera, O., Astier, M., y López-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y Manejo de recursos Naturales. El marco de evaluación de MESMIS (Vol. Evaluación de Sustentabilidad)*. México: Mundi-Prensa.
- 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.
- Mier y Terán., Giraldo, M., Aldasoro, O. F., Morales, M., Ferguson, F., Rosset, P., Khadse, M., y Campos, C. (2018). Bringing agroecology to scale: Key drivers and emblematic cases”, *Journal Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42 (6): 637-665.
- Ministerio de Salud de Panamá (MINSA). (2017). Ley 17 del 27 de junio de 2016 Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- Moreno, I., Puldón, V., y Ríos, H. (2009). El fitomejoramiento y la selección participativa de variedades de arroz. *Cultivos Tropicales* 20093024-30. Recuperado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215047016>
- Neely, C., Sutherland, K., Johnson, J. (2004). ¿Los enfoques basados en los modos de vida sostenibles tienen una repercusión positiva en la población rural pobre? Análisis de doce estudios de casos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Nicholls, Cl., Altieri, M., y Vázquez, L. (2016). Agroecology: Principles for the conversion and redesign of farming systems. *J Ecosys Ecograph*. 5:(1). doi:10.4172/2157-7625.S5-010.
- Nicholls, Cl., Altieri, M. (2002). *Ecosistemas*. Recuperado en http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=457&Id_Categoria=1&tipo=portada
- Nicholls, Cl. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16 (1): 3-12.
- Nicholls, Cl. (2008). Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología, 1*, 37-48. Recuperado en <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/19>
- 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 doctoral). Managua, Nicaragua.
- Odum, E. (1971). *Fundamentals of ecology*, (3rd ed.). W.B. Saunders. Philadelphia, Estados Unidos.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1996). Conservación y utilización sostenible de los recursos Fitogenéticos, para la alimentación y la agricultura: Plan de acción mundial e informe sobre el estado de los recursos Fitogenéticos en el mundo. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO) (2018). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2018. Recuperado en <https://www.who.int/es/news-room/detail/11-09-2018-global-hunger-continues-to-rise---new-un-report-says#:~:text=Los%20C3%BAltimos%20datos%20indican%20que,el%20mundo%2018%20presentado%20hoy.>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO) 2018. La biota del suelo y la biodiversidad; Los fundamentos del desarrollo sostenible.
- Parmentier, S. (2014). Scaling-Up Agroecological Approaches: What, why and how?, Bruselas: Oxfam-Solidarity Discussion paper.
- Pérez Consuegra, N. (2004). Manejo ecológico de plagas. CEDAR, La Habana.
- Pérez, CI. (2008). El Uso de las Plantas Medicinales. Recuperado en https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/8921/tra6_p23-26_2010-0.pdf;jsessionid=30B18E8CA870E58D8B3A6818855AE62A?sequence=1
- Pérez, L. M. (2011). Estudio de indicadores de diversidad y productividad en un proceso de conversión agroecológica. (tesis de maestría). Universidad de matanzas.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., y Seidel, R. (2005). Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience* 55, 573-582.
- Plan General de Generación y Transferencia de Tecnología para la Sostenibilidad de los sistemas de Producción de la agricultura Ngäbe Buglé (PGG y TT). (2006). Proyecto de Desarrollo Rural Sostenible de la Comarca Ngäbe Buglé y de los Corregimientos Rurales Pobres Aledaños FIDA 580 PA. IDIAP.
- Pol Salom, A., y Zeledón, J. I. (2012). Mejoramiento Campesino de semillas, su multiplicación y diversificación de variedades criollas. EDISA. Managua, Nicaragua.
- Prager, R., Ángel, D., Malagón, R., y Zamorano, A. (2002). Agroecología: Una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.
- Prosperi J. (2019). Problema de salud pública: actualización (en línea). Disponible en <https://elblogdejorgeprosperi.com/2019/10/desnutricion-infantil-en-panama/>
- Proyecto Agroforestal Ngäbe (PNB). (2003). La agricultura de los Ngäbe. Estudio de Caso. [CD-ROM]. Tomo IV. ANAM-GTZ. Panamá.
- Proyecto Ngäbe Buglé (PNB). (2008). Plan estrategico de Desarrollo de la Comarca Ngäbe-Buglé. Grupo para el Desarrollo Empresarial S.A. Panamá.
- Quirós, E., Guerra, C., y Quintero, A. (2009). Tecnología para la Sostenibilidad de los Sistemas de Producción de la Agricultura Ngäbe Buglé, Panamá. Alternativas tecnológicas para el manejo del cultivo de Arroz a chuzo, en la Comarca Ngäbe Buglé, Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Panamá.
- Ramírez, L., Arcila, A., Buriticá, L., y Castrillón, J. (2004). Paradigmas y modelos de investigación, (2), 1-126. Fundación Universitaria Luis Amigó. Colombia.
- Ricoy, L. C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación Educação. Revista do Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, RS, Brasil vol. 31, núm. 1, 11-22.

- Root, R. B. (1973). Organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecol. Monogr.* 43: 95-124.
- Rosset, P. (2014). Fundamentos de Agroecología. Universidad Nacional Agraria (UNA), (Eds). UNA. Ceremonia de Apertura de Doctorado en Agroecología, periodo 2014-2018. [video]. Managua, Nicaragua.
- Rosset, P. M., y Benjamin, M. (1993). «Two steps backward, one step forward.
- Rosset, P. M., y Altieri, M. (1997). Agroecology versus input substitution: A fundamental contradiction of sustainable agriculture. *Society and Natural Resources* 10 (3): 283-95.
- Rosset, P. M. (2005). En defensa de las pequeñas fincas. Entrevista con Peter Rosset. *Revista ACPA* 24 (2), 33-36.
- Ruiz, S. E. (2011). Medicina Tradicional Indígena y Medicina institucionalizada, Códice de la Cruz Bandiano. Recuperado en <https://serunserdeluz.wordpress.com/2011/12/15/medicina-tradicional-indigena-y-medicina-institucionalizada/>
- Santamaría-Guerra, J., Mariano, I., Domínguez, M., Palacios, E., Thomas, G., Jiménez, B., Montezuma, V., Santos, U., y Palacio, C. (2011). Aceptación y apropiación de tecnologías para la innovación de los sistemas de producción de la agricultura familiar Ngäbe Buglé. En LVI Reunión Anual del PCCMCA. (2011, El Salvador). Memoria.
- Santamaría-Guerra, J., Torres, L., Mariano, I., Santos, U., y Jiménez, B. (2014). Innovación tecnológica de la agricultura familiar de los pueblos originarios de Panamá y Nicaragua. Proyecto de Investigación FONTAGRO. Panamá.
- 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):29-38.
- Santamaría-Guerra, J., Palacio, E., González, G., y 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. (1-19). Semestral.
- Santamaría-Guerra, J., y González D, G. (2017). The contribution of agroecology to the persistence of family agriculture in Panama. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 41:3-4, 349-365. DOI: 1080/21683565.2017.1286281.
- Santandreu, A., Perazzoli, A., y Dubbeling, M. (s.f.). Biodiversidad, Pobreza y Agricultura Urbana Ecológica. Recuperado. <http://rds.hn/index.php?tema=60>.
- Sarandón, S. J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Sarandón, S.J. (Editor). *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas. La Plata, Argentina. 393-414.
- Sarandón, S. J., y Cecilia, C. F. (2014). *Agroecología bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. ISBN 978-950-34-1107-0.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB) (2008). *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal.
- Terrile, L. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. FAO. Primera edición.
- Toledo, V. M. (1993). La racionalidad ecológica del campesinado. En Sevilla Guzmán y González de Molina (eds); *Ecología, campesinado e historia*. La Piqueta. Madrid. 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.

- Torres-Vargas, L., Santamaría-Guerra, J., Salmerón, F., Mariano, I., Acosta, A., y 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. 1-19.
- Torres-Vargas, L., Santamaría-Guerra, J., Rincón, R., Montezuma, V., y Rodríguez, L. (2020a). Transición agroecológica de sistemas agroforestales de la Comarca Ngäbe-Buglé. Panamá. Artículo científico. *Revista IXAYA / Año 10, Núm. 18 / Edades Humanas / ISSN: 2007-7157*.
- Torres-Vargas, L., Santamaría-Guerra, J., Santos, U., Salmerón, F., y Montezuma, V. (2020b). Colecta, conservación, identificación taxonómica y uso de la flora medicinal de la Comarca Ngäbe-Buglé. *Ciencia Agropecuaria: revista científica/ Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá*. no. 30. Panamá, PA. Semestral 122 p. 1-17 pg.
- Torres-Vargas, L., Santamaría-Guerra, J., Rafael, R., Montezuma, V., y Rodríguez, L. (2020c). PLANTAS MEDICINALES: Caracterización botánica y usos en la atención primaria de salud por la nación Ngäbe-Buglé, Panamá”. Manuscrito no publicado. (Libro). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Treto, E., Pérez, N., Fundora, O., Casanova, A., Angarica, L. y Funes, F., (1997). Algunos resultados del proyecto SANE-Cuba. En Conferencias del III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. 12-16 de mayo, Universidad Central de Las Villas, Villa Clara.
- Vandermeer, J., y Perfecto. I. (1995). Breakfast of biodiversity: the truth about rainforest destruction. Food First Books, Oakland.
- Vázquez, L., Matienzo, Y, y Griffon, D. (2014). Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica Fitosanidad, vol. 18, núm. 3, septiembre. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba.
- Villarreal, J. E., Name, B., y 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. 71-89.
- Villarreal, J.E., y Name, B. (1996). Técnicas analíticas del Laboratorio de Suelos del IDIAP. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, región Central. Divisa.
- Villegas, D. (2002). Red Mexicana de plantas medicinales y aromáticas S.C. Primer seminario Iberoamericano de comercialización de plantas aromáticas. Bogotá, Colombia. Recuperado en <http://www.geotcities.com/redmexicana/seminario2.htm>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., y David. C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29 (4):503–15. doi:10.1051/agro/2009004.
- Zerbino, M,S., Altier, N., Morón, A., y Rodríguez, C (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia* XII (1): 44-55.
- Zulunga, A. M (2014). Manual para la promoción del buen cultivo y uso de plantas medicinales. Centro de Estudios Médicos Interculturales. Recuperado en <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/02/879185/manual-para-la-promocion-del-buen-cultivo-y-uso-de-plantas-medicinales.pdf>.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Participación en congresos científicos nacionales e internacionales

2015 -Selección Participativa de Variedades de arroces criollos colectadas en la Comarca Ngäbe-Buglé. Panamá. Congreso LX del PCCMCA. Guatemala. 4-7 mayo.
2016 –Caracterización Morfoagronómica de arroces criollos colectados en la Comarca Ngäbe Buglé. Panamá. Congreso LXI PCCMCA. Costa Rica. 5-8 abril.
2017 –Recuperación y Selección participativa de cultivares de arroces de la Comarca Ngäbe Buglé. Panamá. III Congreso Científico. UNACHI. Panamá. 14-18 agosto.
2017 –Recuperación y Selección participativa de cultivares de arroces de la Comarca Ngäbe Buglé. Panamá. VI Congreso Latinoamericano de Agroecología. Brasil. 2-13 de septiembre.
2018 –Estudio de caso de dos Sistemas agroforestales de la Comarca Ngäbe-Buglé. Panamá. Congreso LXIII PCCMCA. Panamá. 23-27 abril.

RECUPERACIÓN Y SELECCIÓN PARTICIPATIVA DE CULTIVARES DE ARROZ DE LA COMARCA NGÄBE-BUGLÉ, PANAMÁ¹

Luis Torres-Vargas²; Julio Santamaría-Guerra³; Francisco Salmerón⁴; Ilza Mariano⁵; Aparicio Acosta⁶; José Alexis Quintero⁷

RESUMEN

El estudio se realizó en la Comarca Ngäbe Buglé (CNB), República de Panamá entre los años 2010 al 2016, con el objetivo de rescatar, seleccionar, valorar y conservar cultivares de arroz y promover su incorporación en los sistemas de producción para aumentar la disponibilidad de alimentos. En un período de tres años (2010-2013) se realizó la colecta de cultivares de arroz utilizados en los sistemas de producción de la Comarca NgäbeBuglé, para su descripción fenotípica, separación de grupos diferenciados y selección participativa de los más promisorios según criterio de los productores efectuado entre 2013 y 2016. Para la selección participativa, los productores y técnicos evaluadores utilizaron la metodología del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) y la herramienta Interacción de Grupo. En la selección participativa de los cultivares se definieron, en consenso con los productores, cuatro criterios de evaluación: sanidad, macollamiento, altura de la planta y largo de la espiga. Con la utilización de los métodos de la Frecuencia de Selección de las Variedades (FSV), el Índice de Aceptación por los Productores (IAP) y la Diferencia Intercuartílica (DIQ) de las medianas del primer y tercer cuartil, se seleccionaron los cultivares más promisorios de 52 evaluados, siendo estos: Fortuna Negro, Arroz Blanco, Chato Blanco y Guanacaste. La selección realizada por los productores permitió diferenciar los cuatro mejores cultivares y fue coincidente con las evaluaciones morfo-agronómicas realizadas por el equipo técnico.

PALABRAS CLAVES: Germoplasma nativo, Conservación de germoplasma, recursos filogenéticos, arroces acriollados.

1 Recepción:25 de octubre de 2017. Aceptación:24 de noviembre de 2017. Investigación financiada por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

2 M.Sc. en Agricultura Ecológica. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOc). e-mail: luistorres_73@hotmail.com

3 Ph.D. en Innovación Institucional. IDIAP. CIAOc. e-mail: juliosguerra@gmail.com

4 Ph.D. en Agroecología. Universidad Agraria de Nicaragua. e-mail: franciscosalmeron@ci.una.edu.ni

5 Ing. en Manejo Ambiental. IDIAP. CIAOc. e-mail:

franciskin_0512@hotmail.com ⁶Ing. en Ciencias Agrícolas. IDIAP.

CIAOc. e-mail: mendoza2012@hotmail.es ⁷Ing. en Ciencias Agrícolas.

IDIAP. CIAOc. e-mail: jaquisa2059@yahoo.es

**RECOVERY AND PARTICIPATORY SELECTION OF RICE CULTIVARS OF THE NGÄBE-BUGLÉ REGION.
PANAMÁ**

ABSTRACT

The study was carried out in the Ngäbe Buglé Region, Republic of Panama between the years 2010 to 2016, with the objective of rescuing, selecting, evaluating and conserving rice cultivars and to promote their incorporation into production systems to increase the availability of food. In a period of three years (2010-2013) was the collection of rice cultivars used in the production of the Ngäbe-Bugle Region, for its phenotype description, separation of differentiated groups and participatory selection of the most promising according to criteria of producers between 2013 and 2016. For participatory selection, the producers and technical evaluators used the Participatory Rural Appraisal (PRA) methodology and the Group Interaction tool. In the participatory selection of cultivars, four evaluation criteria were defined in consensus with the producers: health, tillering, plant height and spike length. With the use of the methods of the Variety Selection Frequency, the Producer Acceptance Index and the Interquartile Difference of the medians of the first and third quartiles, the most promising cultivars evaluated were selected, of 52 evaluated, these being: Fortuna Negro, Arroz Blanco, Chato Blanco y Guanacaste. The selection made by the producers allowed to differentiate the four best cultivars and was coincident with the morpho-agronomic evaluations carried out by the technical team.

KEY WORDS: Native germplasm, germplasm conservation, phylogenetic resources, native rice.

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Ngäbe Buglé (CNB), los sistemas de producción presentan una 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 (Alvarado *et al.* 2010, Santamaría-Guerra *et al.* 2014). El territorio es ocupado por la nación Ngäbe Buglé, en la cual la mayor parte de los sistemas de producción son diversificados y el cultivo de arroz es

considerado el segundo de importancia después del maíz y el de mayor diversidad (ANAM 2010). Los sistemas de producción del cultivo de arroz en la CNB, son de tipo familiar, con pocos o muy

bajo uso de insumos, desarrollados en un ambiente de secano, con lluvias de abril a noviembre, donde el productor tumba y quema parte de la vegetación y siembra a chuzo. Este sistema de producción se desarrolla en un período de tiempo de tres a cinco años y posteriormente se retira a otras áreas cuando su rendimiento disminuye y la incidencia de plagas aumenta significativamente (Santamaría Guerra *et al.* 2014).

Existen 10685 sistemas de producción en el cual se siembra el cultivo de arroz en una superficie de 9168,56 ha⁻¹, con un rendimiento promedio de 454 kg.ha⁻¹ cultivado en asocio ya sea con maíz, frijol, yuca u otro cultivo. El 93,5% de la producción de arroz es utilizada para el consumo directo del productor y su familia, y el 6,5% para

la venta (INEC 2010). Comparado con el rendimiento promedio nacional de 1000 kg.ha⁻¹ en siembra a chuzo, se aprecia una diferencia de 546 kg.ha⁻¹ (Mariano *et al.* 2012).

La conservación y manejo de los cultivares por las comunidades campesinas e indígenas consiste básicamente en seleccionar características que tienen una mayor capacidad de interacción positiva con el entorno dentro de la variabilidad fenotípica que muestra el cultivo (González *et al.* 2008). Los cultivares así conservados pasan a convertirse en un componente central de los sistemas productivos en el proceso de transición agroecológica contribuyendo así a la sostenibilidad de los modos de vida de las comunidades indígenas (Santamaría Guerra y González 2015, 2017). El estudio se realizó con el objetivo de recuperar, valorar y conservar cultivares de arroz utilizados en las comunidades de la Comarca Ngäbe Buglé de Panamá, para promover su incorporación en los sistemas de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

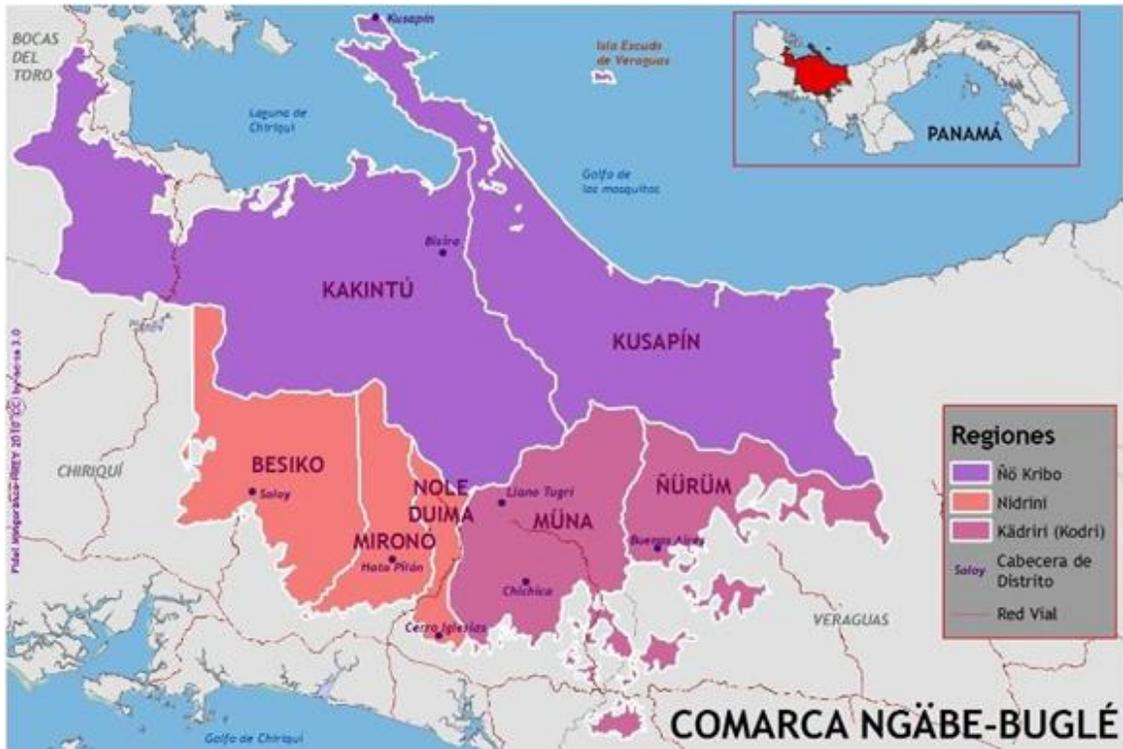
El estudio se realizó en la CNB, que se encuentra ubicada en la región Occidental de la República de Panamá en las coordenadas N: 8°46'11" y O: 81°44'0" y dividida en tres regiones (Ködriri, Nedrini y Ñö Kribo), atravesada de oeste a este por la Cordillera Central o Serranía del Tabasará, que separa dos regiones geográficas: (i) la región atlántica o caribeña, cubierta en un 40% de bosques primarios y donde los ríos son cortos y caudalosos; y (ii) la región pacífica muy deforestada y con ríos de mayor recorrido hacia

el mar. Tiene una extensión aproximada de 6968,0 km² y fue creada mediante la Ley 10 del 7 de marzo de 1997, cuenta con una población de aproximadamente 154 355 habitantes de los cuales el 91,64% pertenece a la etnia Ngäbe (INEC 2010). Conformada con pendientes de un 60%, de regiones de montañas y una geografía representada por rocas ígneas (Figura 1) (Proyecto Ngäbe Buglé 2008).

Colecta, cultivares en estudio y caracterización morfoagronómica

Con el uso de la metodología de Muestreo de Bola de Nieve Lineal (Blastad 2013), se realizó una colecta de cultivares de arroz que se le tomaron los datos de pasaporte (nombre del productor, fecha de la colecta, ubicación geográfica, elevación, tipo de muestra, uso, fisiografía del sitio, aspectos generales, entre otros) en el período comprendido entre 2010 y 2013. Para determinar los grupos de cultivares, las características fenotípicas y el rendimiento se utilizaron 26 descriptores cualitativos y 17 cuantitativos (Giraldo *et al.* 1993). Los 43 cultivares evaluados se presentan en el Cuadro 1.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa InfoStat, que con el uso del Método de Ward y el Coeficiente de Similitud Gower se obtuvo el conglomerado y los grupos formados con la combinación de variables cuantitativas y cualitativas. Se realizó un análisis de funciones discriminantes y tablas de contingencias para seleccionar los descriptores que más separan a los grupos.



Cuadro 1. Cultivares colectados en la CNB y utilizado para la caracterización morfoagronómica y la selección participativa.

Entrada/accesiones	Nombre común	Región de procedencia	Nombre del productor
01	Chino amarillo	Kodriñi	Bladimir Sanjur
07	Fortuna Negra	Kodriñi	Atanasio Camarena
10	Arroz	Kodriñi	Eliomar Sánchez
11	Arroz blanco	Kodriñi	Lorenzo Rodríguez
17	Anabel	Kodriñi	Fermina González
18	Arroz chino	Kodriñi	Raúl Serrano
19	Arroz blanco	Kodriñi	Evanisto Cortez
20	Arroz blanco	Ñokribo	Miguel Palacio

21	Arroz	kodriri	Evergisto Urriola
23	Chato blanco	Kodriri	Luis Rodríguez
24	Chato blanco	Kodriri	María de la Cruz
26	Bolo colorado	Nedrini	Ladislao De Gracia
27	Guanacaste	Nedrini	Daniel Montezuma
28	Arroz blanco	Ñokribo	Raúl Serrano
29	Guanacaste	Nedrini	Jacinto De Gracia
30	Arroz chari	Nedrini	Melida Montezuma
31	Arroz chinchin	Nedrini	Rogelio Moreno
32	Arroz amarillo	Nedrini	Mario Montezuma
33	Arroz amarillo	Nedrini	María Montezuma
34	Arroz brujo	Nedrini	Jacinto De Gracia
35	Guanacaste negro	Nedrini	Evelio Arango
36	Arroz aceite	Nedrini	Víctor Montezuma
37	Arroz galera	Nedrini	Mauricio Salina
38	Arroz brujo	Nedrini	Víctor Montezuma
39	Arroz chinchin	Nedrini	Jacinto De Gracia
40	Arroz rojo	Nedrini	Celestina De Gracia
42	Bolo Norteño	Nedrini	Ceferino Palacio
45	Guanacaste	Nedrini	Mercedes González
46	Chombo	Nedrini	Jorge Montezuma
48	Arroz Bambú	Nedrini	Nieve Marcussi
49	Fortuna negro	Kodriri	Atanasio Camarena
50	Arroz	Nedrini	Julián Montezuma
51	Picaporte	Nedrini	Rolando Ríos
52	Wri	Nedrini	Julián Montezuma
55	Lijero	Nedrini	Juan Solís
56	Bolo colorado	Nedrini	Ladislao De Gracia
59	Cascara blanco	Nedrini	Francisco Palacio
61	Arroz con cola	Nedrini	Daniel Bejerano
62	Arroz amarillo	Nedrini	Leila Rodríguez
63	Arroz niño	Nedrini	Leila Rodríguez
65	Chino blanco	Nedrini	Marciano Bejerano
67	Oro amarillo	Nedrini	Pascual Montezuma

Selección participativa de los cultivares

Con la metodología del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) y la herramienta interacción de grupo (Bermejo *et al.* 2012) mediante talleres

y cartillas pre elaboradas se seleccionó un grupo de siete productores y cinco técnicos con experiencia en el cultivo que evaluaron 52 cultivares sembrados a una densidad de 13

plantas/m². Para la selección de los mejores cultivares se utilizó la metodología de la Selección Participativa de Variedades (SPV) y se determinó la Frecuencia de Selección de las Variedades (FSV). Con los promedios de las calificaciones se determinó el Índice de Aceptación por los Productores (IAP) (Moreno *et al.* 2009, Trouche *et al.* 2006). Se utilizó las medianas del primer y tercer cuartil para determinar la Diferencia Intercuartílica (DIQ) (Santamaría-Guerra *et al.* 2005), para identificar los cultivares que mostraron mayor consenso en la calificación de los evaluadores.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Caracterización morfoagronómica de los cultivares de arroz

De las 17 variables cuantitativas evaluadas, cuatro fueron las más discriminantes: Días de la madurez después de la siembra (DAMA), Prueba de alcalinidad (PDAL), Rendimiento total (RETO), Granos totales (GREN), mientras que de las 26 variables cualitativas, 10 mostraron poder discriminante:

Color predominante del estigma (CPES), Posición predominante del ápice de la primera hoja pordebajo de la hoja bandera (PPHD), Lado corrugado predominante de la lámina foliar (LCLF), Tamaño de las aristas (TAAR), Ángulo del ápice de un grano tomado del tercio medio de la panícula (AAGP), Fertilidad predominante de la panícula (FPPA), Desgranado predominante de la panícula (DPLL), Hábito predominante de crecimiento (HACR), Capacidad predominante de macollamiento (CAPM), Color predominante del ápice del grano apical de la panícula (CAAP).

Con el uso de los descriptores morfoagronómicos fenotípicos cuantitativos y cualitativos se determinó que los cultivares en estudio se encuentran agrupados en cuatro grupos diferentes (MANOVA, $P < 0,0001$) y corroborado con el análisis de comparación de media (gDGC multivariados, $P < 0,5$), donde el grupo que se encuentra integrado con el mayor número de cultivares es el Grupo uno con 14 y el que tiene menor número de cultivares es el Grupo dos con seis cultivares (Figura 2).

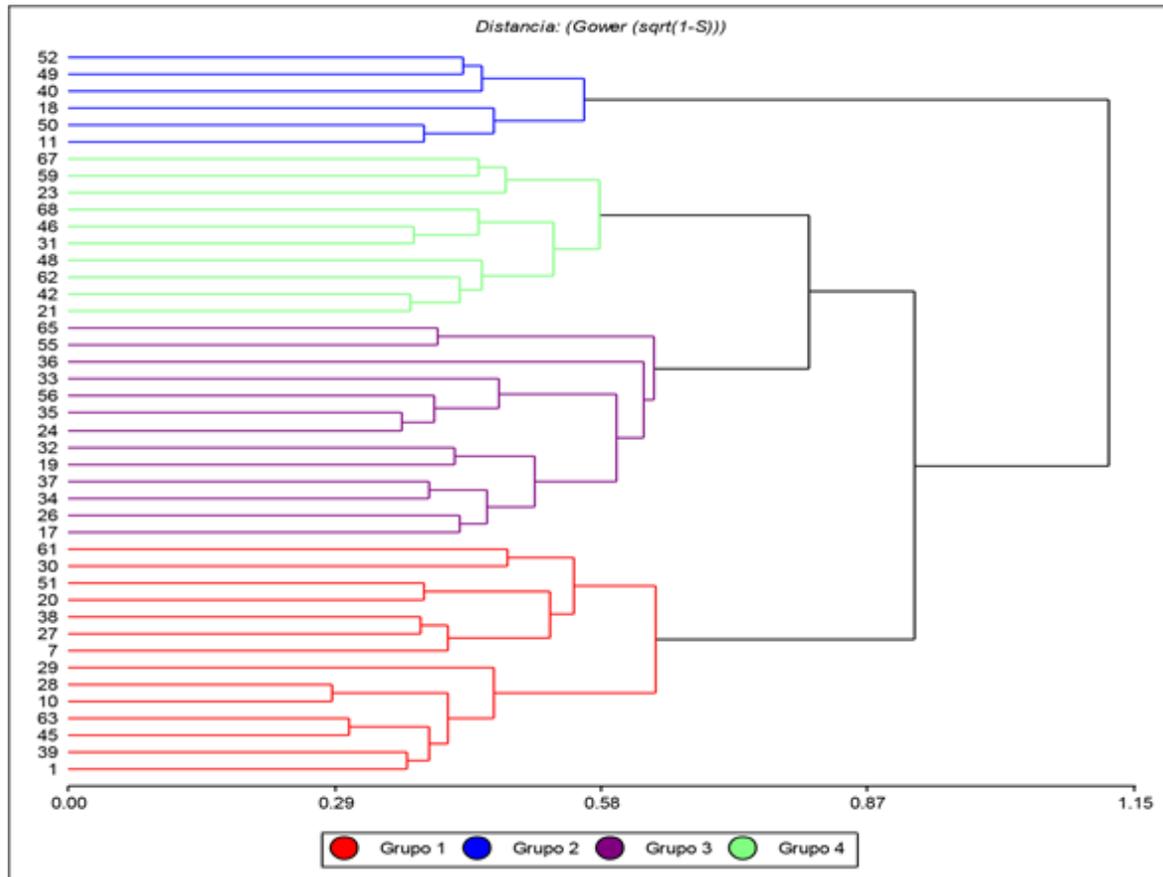


Figura 2. Dendrograma obtenido a partir del análisis de conglomerado jerárquico de las variables cualitativas y cuantitativas usando el método de Ward y el coeficiente de similitud de Gower.

Mediante el uso de las variables discriminantes cuantitativas y cualitativas se pueden agrupar los cultivares en grupos bien definidos que nos permiten hacer descripciones en conjunto o por separado de cada uno de ellos (Solís *et al.* 2015, León *et al.* 2016). En ese sentido, el grupo uno discriminó cultivares con características como la presencia de corrugación predominante de la lámina de la hoja, la forma de la lígula

semierecta y la densidad predominante de la panícula compacta, entre otras.

El grupo dos unió aquellos cultivares con hábitos de crecimiento de forma erecta, prolíferas con más de 20 hijos, corrugación en las láminas de las hojas y mayores de 120 días de maduración después de la siembra, siendo cultivares tardíos. En el grupo tres, las aristas son ausente, la densidad predominante de la panícula es compacta y no presentan color en la lígula. El

grupo cuatro, el arizado en la semillas es ausente, la lígula es de forma truncada.

Selección participativa de los cultivares

Los criterios propuestos entre los participantes de los talleres fueron; altura de la planta, sanidad, macollamiento, resistencia a volcadura y acame, potencial de rendimiento, vigor, largo de la espiga, precocidad, entre otros. Los criterios consensuados y seleccionados fueron: sanidad, macollamiento, altura de la planta y largo de la espiga, los cuales se aplicaron en una escala de calificación de uno (1) para los malos, dos (2) para los regulares, tres (3) para los buenos y cuatro (4) para los excelentes.

Con los resultados de la evaluación participativa se calculó la FSV, lo cual permitió seleccionar ocho cultivares (Fortuna Negro, Arroz Blanco, Chato Blanco, Arroz Claro, Arroz Wri, Arroz Niño, Arroz Guanacaste y Arroz Amarillo. Al determinar el IAP se seleccionaron los cultivares Fortuna Negro, Arroz Blanco, Chato Blanco, Chato Blanco 2, Arroz Guanacaste, Arroz Bambú y Arroz Ligero, presentando estas las mejores puntuaciones. Se utilizó la Diferencia Intercuartílica (DIQ) para identificar los cultivares que mostraron mayor consenso en la calificación de los evaluadores, donde sobresalieron el Fortuna Negro, Arroz Blanco, Arroz Colorado, Chato Blanco 2, Arroz Guanacaste, Guanacaste Negro y Arroz Ligero.

Se determinó que con las metodologías FSV, IAP y DIQ las accesiones Fortuna Negro (7), Arroz Blanco (19), Chato Blanco (23) y Arroz Guanacaste (27) con rendimiento promedio de 3090 kg.ha⁻¹, 2917 kg.ha⁻¹, 3231 kg.ha⁻¹ y 2978 kg.ha⁻¹, respectivamente, están entre las cuatro mejores seleccionadas en los tres casos (Cuadro 2). El saber local es considerado tan valioso que se convierte por sí solo en un importante tópico de investigación. Es importante resaltar que este tipo de saber requiere de un completo reentrenamiento de los científicos y los miembros de la comunidad. Por tal motivo, en estas investigaciones los productores brindan sus conocimientos y son el factor fundamental en los resultados obtenidos, con igual o mayor relevancia que las investigaciones en las academias y centros de investigaciones (Altieri y Nicholls 2000). Para los productores, las características como macollamiento y largo de la espiga están estrechamente relacionadas con el rendimiento, es decir al tener cultivares con buen macollamiento y de espigas largas se obtiene un mejor rendimiento. Es decir, al tener cultivares con buen macollamiento y de espigas largas se obtiene un mejor rendimiento. En contraste con la agricultura convencional, para la selección de los cultivares promisorios, una característica de selección utilizada por los productores abarca más de un solo descriptor de uso morfoagronómico de arroz como

monocultivo. Los criterios de selección de los productores no están determinados por el rendimiento, si no que valoran aspectos como; rendimiento aceptable para estas condiciones (Quirós *et al.* 2009, Diez y Castañeda 1996).

Los cultivares seleccionados poseen una altura

CUADRO 2. POSICIÓN DE LOS CULTIVARES SELECCIONADOS CON EL USO DE LOS TRES MÉTODOS DE EVALUACIÓN.

Resultados	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Índice de Aceptación por los Productores (IAP)	35	27	24	23	19	7	48	55
Frecuencia de Selección de las Variedades (FSV)	23	27	19	4	52	22	50	7
Diferencia Intercuartílica (DIQ)	19	35	24	23	7	27	55	22

superior a 145.0 cm, largo de la espiga entre 25 y 32 cm, buen macollamiento y tolerancia a las principales plagas del cultivo (*Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Sarocladium*) (Cuadro 3). Otras características sobresalientes que fueron seleccionados los cultivares son: los días a maduración, siendo Fortuna negro, Chato

blanco y Arroz Guanacaste, tardíos (más de 120 días), mientras que el cultivar Arroz blanco es intermedio (entre 90 y 120 días); en cuanto a rendimiento después del pilado fue de 71.19% para Fortuna negro, 64.19% en Arroz blanco, 71.10% para Chato blanco y 65.53% en Arroz Guanacaste.

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVARES SELECCIONADOS

Cultivares o nombre común	Criterio de selección			
	Sanidad	Macollamiento (cantidad de hijos)	Altura de la planta	Largo de la espiga (cm)
<i>Fortuna Negro</i>	Buena	15 a 19	160,1	28,8
<i>Arroz Blanco</i>	Buena	> de 20	148,0	25,8
<i>Chato Blanco</i>	Buena	15 a 19	173,0	29,6
<i>Arroz Guanacaste</i>	Buena	15 a 19	167,5	31,6

Los cultivares seleccionados poseen una altura superior a 145,0 cm, largo de la espiga entre 25 cm y 32 cm, buen macollamiento y tolerancia a las principales plagas del cultivo (*Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Sarocladium*) (Cuadro 3). Otras características sobresalientes fueron: días a maduración, siendo *Fortuna Negro*, *Chato Blanco* y *Arroz Guanacaste*, tardíos (más de 120 días); y el cultivar *Arroz Blanco* es intermedio (entre 90 y 120 días). El rendimiento total después del pilado de los cultivares seleccionados fue de 71,19%, 71,10%, 65,53% y 64,19%, respectivamente.

CONCLUSIONES

Mediante el uso de las variables discriminantes cualitativas y cuantitativas se apartaron los arroz en grupos que describieron las

características fenotípicas y de rendimiento de los cultivares evaluados.

La metodología de Selección Participativa de Variedades (SPV) es aplicable a las condiciones de la Comarca Ngäbe-Buglé y para complementar, se utilizó la Diferencia Intercuartílica (DIQ) para resolver las divergencias del Índice de Aceptación de los Productores (IAP) y la Frecuencia de Selección de las Variedades (FSV).

Para los productores, los criterios de selección consensuados para seleccionar los cultivares de arroz son largo de la espiga, sanidad, macollamiento y altura de la planta.

Los diseños de sistemas agroecológicos, el conocimiento local para la selección de los arroz empleando metodologías participativas, garantizan una adecuada selección de los

cultivares adaptados a las condiciones de los sistemas agrícolas de bajos insumos.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M; Nicholls, Cl. 2000. Agroecología. Teoría y prácticas para una agricultura sostenible. 1 ed. MX. 257 p.

Alvarado, P; Bieberach, C; Aguilar, A; Camargo, I; Santamaría-Guerra, J. 2010. Segundo informe nacional Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. PA. 87 p.

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2010. Cuarto informe nacional de Panamá ante el Convenio sobre la Biodiversidad. ANAM, UNEP, GEF. PA. 110 p.

Bermejo, L; Lobillo, A; Cristina, E; Alfonso, M. 2012. Aportes del DRP (Diagnóstico Rural Participativo) a las metodologías participativas y aplicación a la gestión de los recursos naturales en la Gomera. ES.15 p.

Blastad, O. 2013. Método científico (en línea). Consultado 15 abr. 2016. Disponible en <https://explorable.com/es>

Diez, D; Castañeda, T. 1996. El cultivo del arroz seco tradicional a chuzo. Informe técnico. Corporación Colombiana de Investigación. CO.

Giraldo, AG; Fernández de S, J; Muñoz, AG. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo

(en línea). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). CO. 167 p. Consultado 7 dic.

2016. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54651>

González, P; Gutiérrez, J; Niebla, J; Navarro, J. 2008. Recursos genéticos de interés agroecológico en Andalucía. Secretaria General Técnica. ES. 351 p.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, PA). 2010. Contraloría General de la República de Panamá (en línea). 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. Consultado 25 may. 2013. Disponible en <http://www.contraloria.gob.pa/inec>

Mariano, I; Santamaría-Guerra, J; Santos, U. 2012. Sistema de producción de arroz criollo en la Comarca Ngäbe Buglé. IDIAP-CNB, 2010. In Congreso Internacional - Compendio de resúmenes. Panamá, PA. 1 disco compacto, 120 mm.

Moreno, I; Puldón, V; Ríos, H. 2009. El fitomejoramiento y la selección participativa de variedades de arroz (en línea). Cultivos Tropicales 20093024-30. Consultado 22 may. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215047016>

Proyecto Ngäbe Buglé. 2018. Plan Estratégico de Desarrollo de la Comarca Ngäbe-Buglé. Grupo para el Desarrollo Empresarial S.A., PA. 215 p.

Quirós, E; Guerra, C; Quintero, A. 2009. Tecnología para la Sostenibilidad de los Sistemas de Producción de la Agricultura Ngäbe Buglé, Panamá. Alternativas tecnológicas para el manejo del cultivo de arroz a chuzo, en la comarca Ngäbe Buglé, Panamá.

Santamaría-Guerra, J; González D, G. 2017. The contribution of agroecology to the persistence of family agriculture in Panama (en línea). Agroecology and Sustainable Food Systems. Consultado 23 abr. 2017. Disponible en <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1286281>

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 10(2):29-38

Santamaría-Guerra, J; Torres, L; Mariano, I; Santos, U; Jiménez, B. 2014. Innovación

tecnológica de la agricultura familiar de los pueblos originarios de Panamá y Nicaragua.

Proyecto de Investigación FONTAGRO. PA. 9 p.

Santamaría-Guerra, J; Guerra, C; Macre, J; Guillén, V; De León, I. 2005. Escenarios futuros para la tecnociencia y la innovación agropecuaria y forestal en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. PA. 178 p.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecemos a los productores de las comunidades de la Comarca Ngäbe-Buglé que brindaron información y ofrecieron los cultivares de arroces que sirvieron como base para la caracterización y la selección participativa en el estudio, a los productores y técnicos que participaron en la selección de los cultivares. A la Ing. Gladys González y a el Ing. Julio Lara por su apoyo en la revisión y en especial al Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá por el financiamiento.

TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE LA COMARCA NGÄBE-BUGLÉ. PANAMÁ

Luis Antonio Torres Vargas⁶

luistorres_73@hotmail.com

Julio Santamaría Guerra⁷

juliosguerra@gmail.com.

Ulfredo Santos⁸

uspineda08@hotmail.com.

Francisco Salmerón⁹

fsalmeron99@yahoo.com.

Víctor Montezuma¹⁰

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.

⁶ M. Sc en Agricultura Ecológica. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Investigador agrícola IDIAP.

⁷ Ph.D en Innovación Institucional. Investigador agrícola. IDIAP.

⁸ Ing. en Cultivos Tropicales. Investigador agrícola. IDIAP.

⁹ Ph.D en Agroecología. Universidad Agraria de Nicaragua. UNA. Profesor titular.

¹⁰ 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 km² 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 (512 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, frijoles 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 (TorresVargas 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 (Garcia, 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 (SantamaríaGuerra 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).

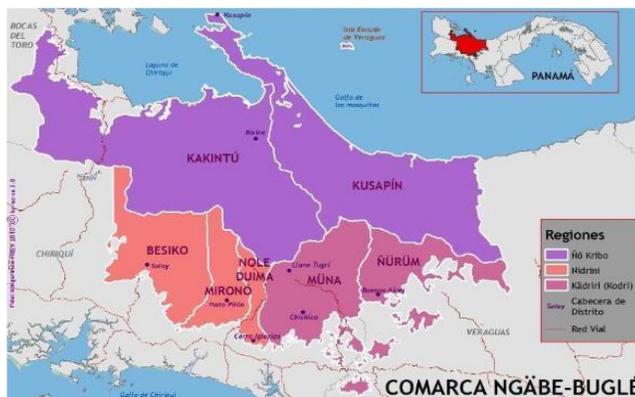
Para esta investigación se plantea la hipótesis de trabajo de que, con la incorporación de prácticas agroecológicas se aumenta la eficiencia de uso del suelo expresado como variación del Índice de Utilización de la Tierra (IUT) y se aumenta la disponibilidad de alimento producida en los sistemas agroforestales 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 Km² (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/

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⁻¹, en el cual 1.5 ha⁻¹ es utilizada para los cultivos y 0.6 ha⁻¹ 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⁻¹, en el que se utiliza 1.3 ha⁻¹ para los cultivos y 1.2 ha⁻¹ 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 conductímetro. 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).

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

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.

Practicas agroecológicas implementadas

Las prácticas agroecológicas implementadas en los sistemas; diversidad de los cultivos alimenticios, integración de animales, conservación de suelos, asocio 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 conservación de suelo	de 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 foetida</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, yucafrijol, maíz-frijol, plátano-maíz, ñampi-habichuela-otoe, tomate-ajípepino), 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>Dioscorea 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 estructuras	en 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 (SantamaríaGuerra 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 hidrox-Al. Si el Al³⁺ 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.

Sistema	pH	P mg/l	K mg/l	Ca cmol /kg	Mg cmol /kg	Al cmol /kg	M.O %	Fe mg/l	Mn mg/l	Zn mg/l	Cu 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	1,00	382	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.

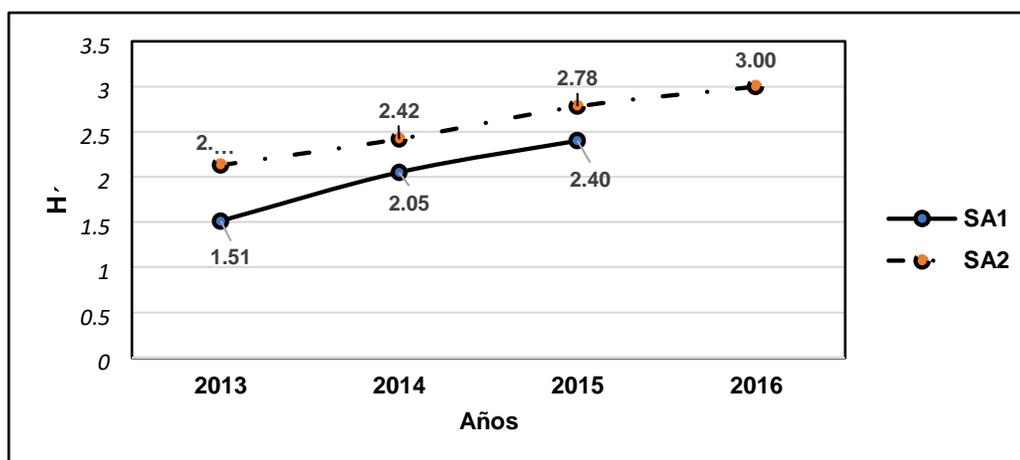
Diversidad de la producción y eficiencia del uso de los suelos

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.

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^{-1} 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 (FunesMozote, 2009; Liebman, 1999; Salmon, 2012).

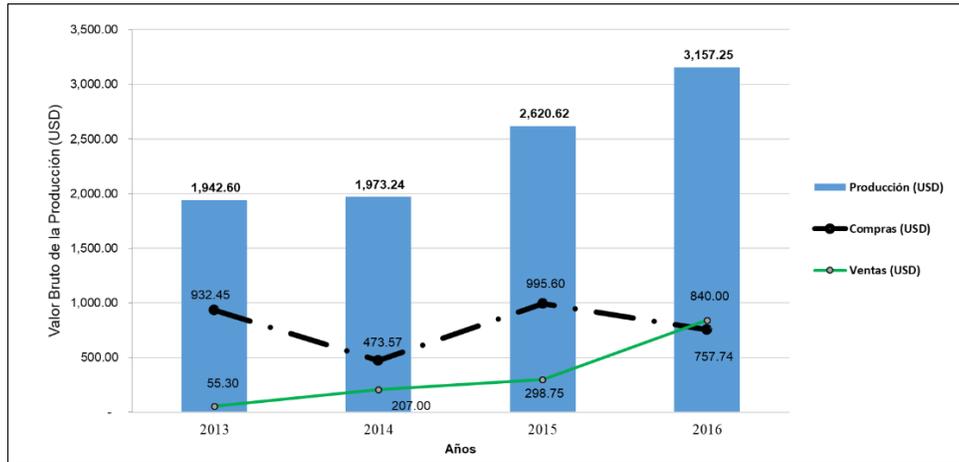
Disponibilidad de alimento en los Sistemas

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.



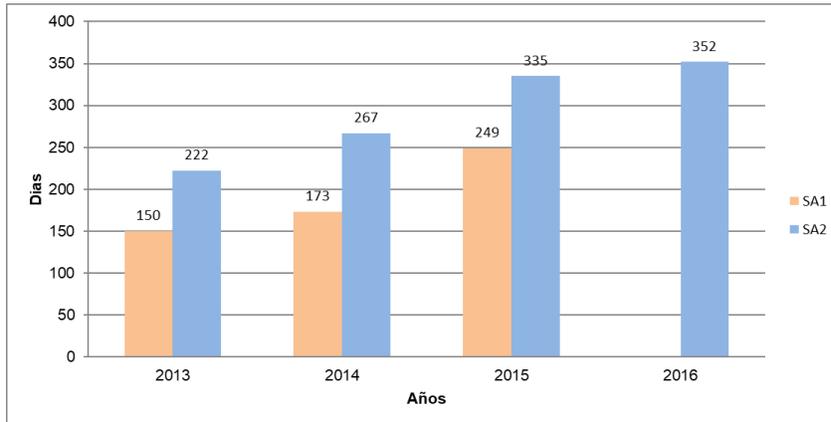
Nota: En la figura se muestra el aumento del Valor Bruto de la Producción del SA2 de USD 1,214.65, lo que representa un incremento del 61.52%, con respecto al año inicial. Fuente: Elaboración propia.

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 afirman 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 prácticas 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⁻¹ 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 NordanComunidad. 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-agroecologiatiene-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.

avilas, 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 aborigen d Panamá. Monografía. Recuperado en: www.monografias.com/trabajos96/ngabe-bugle-cultura-aborigen-panama/ngabebugle-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/familyfarming/themes/agroecology/es/>

Proyecto Agroforestal Ngöbe. (2003). *La agricultura de los Ngöbe. Estudio de Caso*. [CDROM].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-faoampliacion-de-la-agroecologiapara-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*. MINAAgricultura. 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 7189.

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 resi-due application: results from a laboratory study". *Journal of Soils & Sediments: Protection, Risk Assessment, & Remediation*, 14 (9), 1513-1525.

COLECTA, CONSERVACIÓN, IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y USO DE LA FLORA MEDICINAL DE LA COMARCA NGÄBE-BUGLÉ¹¹

Luis Torres-Vargas¹²; Julio Santamaría-Guerra¹³; Rafael Rincón¹⁴; Víctor Montezuma⁵; Luis Rodríguez¹⁵

RESUMEN

El estudio se realizó en la Comarca Ngäbe Buglé (CNB), con el objetivo de coleccionar, conservar, identificar taxonómicamente y describir las propiedades curativas de la flora de uso medicinal utilizada por la nación ngäbe. Se coleccionaron y clasificaron 109 especies, 62 en la región Nedrini, 37 de la región Ñokribo y 10 de la región Kodriri, distribuidas en 46 familias. La adaptación y aclimatación se desarrolló en las estaciones y fincas experimentales del IDIAP localizados en San Félix, Hato Chamí y Pueblo Nuevo. Las familias con mayor número de especies fueron: Compositae, Acantacea, Rubiaceae y Lamiaceae con nueve, ocho, ocho y siete especies respectivamente y 26 familias conformadas por una sola especie. Las propiedades curativas que los agentes tradicionales de salud le atribuyen a la flora clasificada y caracterizada son para el tratamiento de 26 diferentes tipos de afectaciones y de esas las más comunes fueron para afecciones en la piel, la anemia, desparasitante, dolencias en el sistema digestivo, problemas en la etapa de gestación, dolores de cabeza, fiebres, mordeduras de ofidios y problemas en el sistema circulatorio.

Palabras claves: Clasificación botánica, plantas medicinales y propiedades curativas.

¹¹ Recepción: 15 de enero de 2019. Aceptación: 21 de noviembre de 2019. Investigación financiada por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

¹² IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Comarcal. M.Sc en Agricultura Ecológica. e-mail: luistorres_73@hotmail.com

¹³ IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Chiriquí. Ph.D. en Innovación Institucional. e-mail: julio guerra@gmail.com

¹⁴ Universidad Autónoma de Chiriquí. M.Sc. en Botánica. e-mail: rafarincon_105@yahoo.com

⁵ IDIAP. CIA Comarcal. Bachiller Agropecuario.

¹⁵ Asociación de Agentes de Salud Tradicional Ngäbe Buglé (ASASTRAN). Productor.
© 2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa



COLLECTION, CONSERVATION, TAXONOMIC IDENTIFICATION AND USE OF THE MEDICINAL FLORA OF THE NGÄBE-BUGLÉ REGION

ABSTRACT

The study was carried out in the Region Ngäbe Buglé (CNB), with the objective of collecting, conserving, taxonomically identifying and describing the healing properties of the medicinal flora used by the Ngäbe nation. 109 species were collected and classified, 62 in the Nedrini region, 37 in the Ñokribo region and 10 in the Kodriri region, distributed in 46 families. The adaptation and acclimatization was developed in the stations and experimental farms of the IDIAP located in San Félix, Hato Chamí and Pueblo Nuevo. The families with the greatest number of species were: Compositae, Acanthaceae, Rubiaceae and Lamiaceae with nine, eight, eight and seven species respectively and 26 families conformed by a single species. The curative properties that traditional health agents attribute to the classified and characterized flora are for the treatment of 26 different types of affectations and of those the most common were for skin conditions, anemia, deworming, ailments in the digestive system, problems in the gestation stage, headaches, fevers, bites of ophidians and problems in the circulatory system.

Keywords: Botanical classification, medicinal plants, healing properties.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad, la familia satisfacía sus necesidades aprovechando los recursos de la naturaleza a medida que lo encontraba, extractivamente. Más adelante consiguió domesticar algunos animales y cultivar plantas para su beneficio. Es así, que empezó a utilizar muchas de estas plantas para tratar de curar las enfermedades que les aquejaban (parásitos, infecciones por heridas, entre otros) (Greulach, 1980; Kozel, 1982). La interacción y observación constante del entorno, en especial de las plantas que le rodeaban llevó a descubrir esos elementos útiles; en un proceso que tomó cientos de años (Greulach, 1980).

Se estima que de las 260,000 especies de la flora que se conocen en la actualidad, el 10 por ciento se pueden considerar medicinales, es decir, se encuentran recogidas en los documentos de médicos de fitoterapia, modernos y de épocas pasadas, por presentar algún uso, variando en las regiones tropicales ya que no se conoce todavía la totalidad de la flora (Pérez, 2008). Por otro lado, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2012) informa que entre 50,000 y 70,000 plantas medicinales y aromáticas son utilizadas a nivel mundial en los sistemas de medicina



tradicional y convencional/occidental y que cerca de 15,000 especies de plantas medicinales estarían amenazadas de extinción. En Panamá, se han registrado 9,520 especies de plantas vasculares, en ellas están incluidas 1,144 en endemismo y 380 son especies introducidas al país (Correa et al., 2004).

Se entiende que la flora o planta de uso medicinal es aquella que uno o más de sus órganos contienen sustancias que pueden ser utilizadas con una finalidad terapéutica, llamando droga vegetal a la parte utilizada. En esta categoría también se pueden incluir la mayoría de las plantas aromáticas, al menos las que se conocen por sus aplicaciones culinarias, que tienen propiedades medicinales (INIA, 2004).

Los pueblos originarios han logrado comprender la importancia de vivir dentro de su ambiente, y aprovechar los múltiples beneficios que el bosque le ofrece. La tasa de éxito en el descubrimiento de plantas medicinales tradicionales es alta debido a que las poblaciones que habitan los bosques, principalmente los agentes de salud tradicional, curanderos, espiritistas y parteras han estado experimentando con varias combinaciones y dosis durante generaciones, lo que ha conducido a desarrollar lo que se conoce como medicina tradicional.

Definimos la medicina tradicional como un conjunto de conocimientos y prácticas generadas en el seno de la población, transmitidos generacionalmente y que es basada en un saber empírico. Ofrece o intenta presentar soluciones a las diversas manifestaciones de la enfermedad, buscando propiciar la salud entre las comunidades. Este acervo de prácticas terapéuticas y conocimientos forma parte de la cultura popular y por lo tanto está sujeta a los cambios y desarrollo de la misma (Ruíz, 2011).

En Panamá, existen muy pocos estudios de la flora de uso medicinal. Los estudios documentados sobre estas especies han sido realizados por científicos foráneos e investigadores de la Universidad de Panamá, los que recogen información de la identificación de las especies y de algunas de sus propiedades farmacológicas. Sin embargo, todavía se desconocen gran parte de las riquezas de especies medicinales que posee el país (Dressler, 1968; Rodríguez, 2011). Entre los primeros estudios que hablan de la flora en Panamá, se remontan al año 1926, cuando el Missouri Botanical Garden se establece en la Zona del Canal y empieza con el estudio de la flora en Panamá. En el año

1937, se publica el primer volumen de la serie intitulada “Contributions toward a flora of Panamá” (Dressler, 1968).

Se cuenta con estudios etnobotánicos y etnoecológicos de los grupos humanos indígenas Gunas, Emberá y del oriente panameño. También se han documentados remedios a base de plantas de los afro-antillanos en Colón, plantas medicinales y alimenticias por grupos de mestizos de las provincias centrales e inventarios etnobotánicos de plantas medicinales utilizado por la etnia Ngäbe (Joly et al., 1984). Por otro lado, en el 2009 el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), desarrollo trabajos en las características botánicas y agronómicas de 14 especies de plantas de uso medicinales de importancia (Alfaro, 2009). Estudios más recientes realizados en el distrito de Kankintú en la CNB, reportan que se colectaron 74 especies agrupadas en 25 familias (Morales, 2015).

La mayor parte de la flora de uso medicinal carece de una evaluación científica. Sin embargo, son acogidas, ya que los saberes locales y los conocimientos compartidos de generación en generación cada



vez son más aceptados por la comunidad científica y considerados como fuente primaria por los investigadores que tiende a desarrollar nuevos fármacos con base en extractos de plantas (Chevallier, 1997).

Aproximadamente el 40 por ciento de la población Ngäbe utiliza la flora de uso medicinal como parte de la atención primaria de salud, lo que equivale a casi 61,000 habitantes (Arostegui, comunicación personal, 2009¹⁶). En la actualidad, para los agentes de salud tradicional Ngäbe, la obtención de la flora de uso medicinal es más difícil que hace diez años, debido a la erosión de la biodiversidad, el crecimiento poblacional, la pérdida del conocimiento local, ampliación de las frontera agrícola y los efectos del cambio climático (Morales, 2015; Rodríguez, comunicación personal, 2009¹⁷). Por otra parte, las plantas que ellos prescriben o recomiendan cambian sus nombres y usos de región a región, lo que dificulta el intercambio de saberes, la sistematización de experiencias y conocimientos sobre plantas medicinales de la Comarca Ngäbe Buglé (CNB).

La CNB, región del Occidente de la República de Panamá que es atravesado de Oeste a Este por la cordillera central o serranía de Tabasará, que separa dos regiones geográficas: (i) la región atlántica o caribeña, cubierta en un 40 por ciento de bosque primario, ríos cortos y caudalosos, con longitudes promedios de 60 km y pendientes de 2,5 por ciento y (ii) la región pacífica, La CNB muy deforestada, con ríos con recorridos más largos de más de 100 km en promedios y pendientes de 2,27 por ciento (PAN-ANAM-GTZ, 2002).

Se caracteriza por contar con seis tipos de Zona de vida según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1967); bosque pluvial montano (BPM), bosque pluvial montano bajo (BPMB), bosque pluvial pre-montano (BPPM), bosque muy húmedo tropical (BMHT), bosque muy húmedo pre-montano (BMHMPM) y bosque húmedo tropical (BHT). Las zonas de vida de los bosques pluviales montano, pre-montano y montano bajo ocupan sitios muy empinados de la cordillera central y áreas aledañas, los cuales están edáficamente empobrecidos para soportar la agricultura y el pastoreo.

Según la clasificación de Köppen (1936), en la CNB se pueden diferenciar tres tipo de clima: (i) Am-Tropical monzónico que abarca las áreas colindantes a la cordillera central, caracterizadas por lluvias copiosas todo el año, con precipitación pluvial igual o cercana a 60 mm en los meses más seco (diciembre a marzo), con temperaturas en los meses más fresco menor a 18°C; (ii) Af-Tropical ecuatorial; que abarca principalmente el área Ñö kribó, caracterizado por llover todo el año; y (iii) Aw-Tropical sabana, que abarca el sector pacifico de la CNB, con precipitaciones mayores a 2,500 mm al año (PAN-ANAM-GTZ, 1997).

¹⁶ Arostegui, J. 2009. Uso de plantas medicinales en la Comarca Ngäbe-Buglé (entrevista). Asociación de Agentes de Salud Tradicional y Natural. Kuerima. Comarca Ngäbe-Buglé. Panamá.

¹⁷ Rodríguez, L. 2009. Plantas medicinales de la Comarca Ngäbe-Buglé (entrevista). Asociación de Agentes de Salud Tradicional y Natural. Kuerima. Comarca Ngäbe-Buglé. Panamá.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idjap.gob.pa

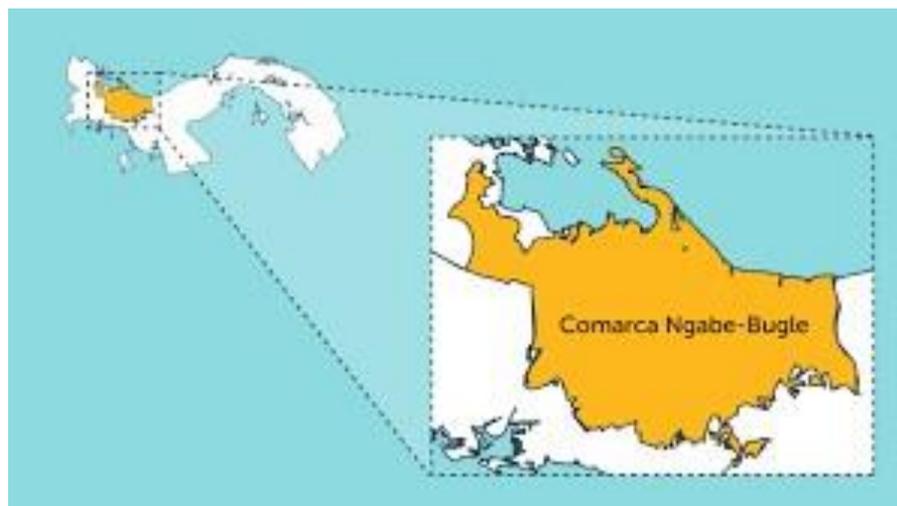


La investigación se realizó con el objetivo de coleccionar, conservar, identificar taxonómicamente y describir las propiedades curativas de especies de la flora de uso medicinal empleadas en la atención primaria de salud por la nación Ngäbe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la comarca Ngäbe-Buglé, ubicada en la región occidental de la República de Panamá. Esta se encuentra dividida en tres regiones (Ködriri, Nedrini y Ñökribo), localizadas entre las provincias de Bocas del Toro, Chiriquí y Veraguas con una extensión aproximada de 6,968 km² (PAN-ANAM-GTZ, 2002) y una población de 154,355 habitantes (INEC, 2010) (Figura 1).



Fuente: https://www.google.com/search?q=Mapa+de+la+comarca+Ngabe+bugle+panama&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=cfn7emfAJ_yKM%253A%252CbR

[BHUobi7jxDtM%252C &vet=1&usg=AI4_kTBNICGOM3tw6033_D1wCybSsjYfg&sa=X&ved=2ahUKEwivtu7B5fHmAhVKmVkkHXw3An8Q9QEwAXoECAoQBg#imgrc=Z59wlxeT0tCSM:&vet=1-](https://www.google.com/search?q=Mapa+de+la+comarca+Ngabe+bugle+panama&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=cfn7emfAJ_yKM%253A%252CbR)

Figura 1. Mapa de la comarca Ngäbe-Buglé, República de Panamá.

Colecta, identificación taxonómica y caracterización de la flora medicinal

La colecta de la flora de uso medicinal se realizó mediante la metodología de Muestreo de Bola de Nieve Lineal (Blastad, 2013), en las comunidades ubicadas dentro de las tres regiones que componen la CNB (Nedrini, Kodriri y Ñökribo), con la participación de los agentes tradicionales de salud y parteras pertenecientes a la Asociación de Agentes de Salud Tradicional Ngäbe (ASASTRAN). Las plantas se extrajeron de su hábitat natural, y se completó un registro de datos de la colecta con; nombre común, ámbito geográfico, coordenadas geográficas, parte vegetativa extraída (plantas completas, raíz, tallos,

semillas) y se tomó información de propiedades curativas (según los criterios de los agentes tradicionales de salud y parteras), entre otros (Figura 2).



Figura 2. a- Colecta y georeferenciación de la flora medicinal en la comunidad Pueblo Nuevo con la participación del agente tradicional de salud el Sr. Carlos Santos y técnicos del IDIAP. b- Entrevista al agente tradicional de salud el Sr. Victoriano Cubilla sobre la flora de uso medicinal encontradas en la comunidad de Silico Creek, CNB.

Las partes vegetativas extraídas fueron trasladadas a uno de los tres herbarios del IDIAP que presentan condiciones edafoclimáticas diferentes, con altura que se asemejan a las condiciones naturales donde fueron extraídas, para facilitar el proceso de aclimatación; Subcentro de Pueblo Nuevo, Subcentro de San Félix y la Estación Experimental de Hato Chami a 88, 165 y 956 msnm, respectivamente (Figura 3).

Para el procesamiento de las muestras se prensaron y secaron según la metodología de Brydson y Forman (1998), colocando las especies en una prensa de madera de 40 x 45 cm, utilizando cartones corrugados y papel periódico de 40 x 45 cm. Después del prensado se secaron en horno a una temperatura de 70° C durante dos a tres días según la especie.

Como criterios de clasificación y caracterización se utilizaron las características estructurales de las partes vegetativas, especialmente con referencia a la anatomía, la estructura de la parte reproductiva y la naturaleza de los procesos de reproducción. Los criterios reproductivos, son esencialmente significativos como base para la identificación taxonómica al ser menos sensibles a los efectos moderadores de las condiciones ambientales fluctuantes. Por ejemplo, características como el tamaño de las hojas, el largo del tallo son características que varían constantemente y van a depender de factores externos. Por otro lado, cambios de las estructuras de las flores, frutos, semillas y otras partes reproductivas son relativamente constantes (Fuller et al., 1974).

Para la identificación taxonómica se utilizó en el laboratorio un estereoscopio y microscopio para la observación de las partes vegetativas y reproductivas de las plantas. Se procedió primero a ubicarlas en la familia vegetal correspondiente, utilizando las claves analíticas de las obras de Lasso (1972),

Geesink et al. (1981), Bailey (1949 y 1997). Para determinar el género, la especie y comprobar la descripción morfológica de cada muestra se utilizaron las obras de Woodson y Schery (1981), Gerrit et al. (1994, 1995 y 2009) y Hammel et al. (2007, 2014 y 2015). Las actualizaciones de los nombres científicos y las familias fueron realizadas mediante las obras de Correa et al., 2004 y la base de datos del TROPICOS del Missouri Botanical Garden de diciembre 2018.

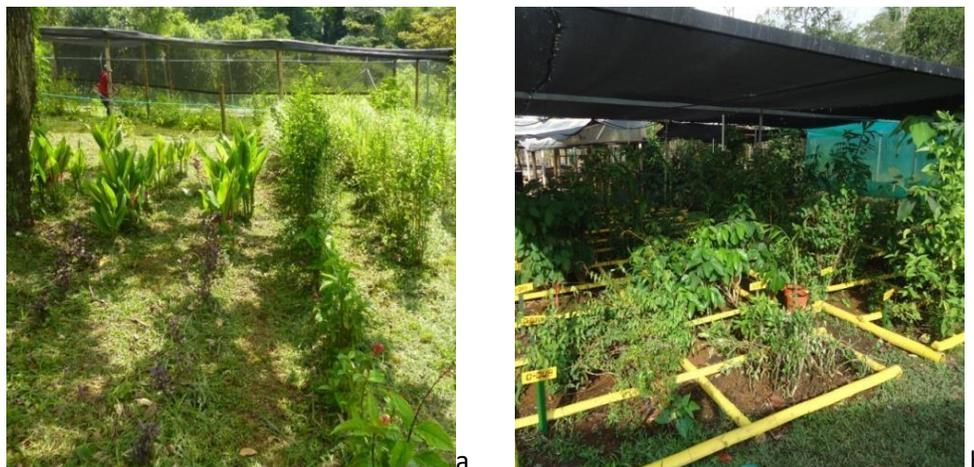


Figura 3. a- Herbario de la flora medicinal ubicado en la Estación Experimental de Hato Chamí, a 956 msnm. b- Herbario de la flora medicinal ubicado en el Subcentro de San Félix a 165 msnm.

Las propiedades curativas de la flora medicinal colectadas, son el resultado de consultas en campo realizadas a los 21 agentes tradicionales de salud y parteras pertenecientes a ASASTRAN que participaron directamente en la colecta y compartieron información sobre el uso que ellos le dan, sin que en esta investigación se halla practicado una evaluación científica de sus cualidades medicinales.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que las plantas colectadas, caracterizadas y ubicadas taxonómicamente fueron 109 (62 de la región Nedrini, 37 de la región Ñokribo y 10 de la región Kodriri), distribuidas en 46 familias; Compositae, Acantacea, Rubiaceae y Lamiaceae con nueve, ocho, ocho y siete, respectivamente. Por otro lado, las familias de las Bignoniaceae, Marantaceae y Piperaceae están conformada por cinco especies y 26 familias las conforman una sola especie (Cuadro 1).

En el distrito de Kankintú de la CNB, se colectaron e identificaron taxonómicamente un total de 74 especies, agrupadas en 25 familias y en 62 géneros (Morales, 2015). Aunque la metodología empleada para la obtención de la información del uso de las plantas y la colecta de las mismas fue igual en ambas investigaciones, se puede señalar que las diferencias en el número de especies de plantas colectadas e identificadas con los resultados obtenidos en esta investigación, se atribuyen a que las investigaciones realizadas fueron en un ámbito geográfico menor y que la información sobre

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa



las plantas de uso medicinal fue ¿proporcionada? por solo un agente tradicional de salud.

Cuadro 1. Familia, género y especie de las plantas identificadas taxonómicamente.

FAMILIA	N°	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Acanthaceae	1	<i>Acanthus montanus</i> (Nees) T. Anderson	Diente de lagarto
	2	<i>Aphelandra aurantiaca</i> (Scheidw.) Lindl.	Migran krire
	3	<i>Aphelandra</i> sp.	Digue krire
	4	<i>Hypoestes phyllostachya</i> Baker	Hoja moteada
	5	<i>Justicia pectoralis</i> Jacq. var <i>pectoralis</i>	Tilo morado
	6	<i>Justicia secunda</i> Vahl.	Partos
	7	<i>Justicia</i> sp.	Coronillo
	8	<i>Odontonema tubaeforme</i> (Bertol) Kuntze	Partos
Adoxaceae	9	<i>Sambucus peruviana</i> Kunth	Sauco
Amaranthaceae	10	<i>Alternanthera</i> sp.	Hoja moteada montañera
	11	<i>Alternanthera dentata</i>	Hoja morada
	12	<i>Dusphania ambrosioides</i> (L.) Mosyaking & Paico <i>Clematis</i>	
Apocynaceae	13	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Flor cubierta
Araceae	14	<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	Troa tain
Araliaceae	15	<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	Orquídea aérea
	16	<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A. Chev.	Rabo de gallo
Asparagaceae	17	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	Lengua de suegra
	18	<i>Begonia multinervia</i> Liebm.	Caña agria roja
Begoniaceae	19	<i>Begonia seemanniana</i> A. DC.	Socola
	20	<i>Begonia semiovata</i> Liebm.	Mata de caña agria
Bignoniaceae	21	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohman	Bejuco ojeado
	22	<i>Crescentia cujete</i> L.	Calabazo
	23	<i>Lundia</i> sp.	Siko
	24	<i>Mansoa hymenaea</i> (D.C.) A. H. Gentry	Bejuco de ajo
	25	<i>Stizophyllum riparium</i> (Kunth) Sandw.	Caudo Gro, Carrizo de pipa
Bixaceae	26	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote curo
Cactaceae	27	<i>Pereskia bleo</i> (Kunth) DC.	Tin krire
	28	<i>Rhipsalis oblonga</i> Loefgr	Oreja de mula
	29	<i>Werckleocerus tonduzii</i> (Fac. Weber) Britton & Rose	Cactus
Campanulaceae	30	<i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G. Don.	Cilantro silvestre
Cyclanthaceae	31	<i>Asplundia</i> sp.	Oreja de Chivo

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa



Torres-Vargas et al. COLECTA, CONSERVACIÓN, IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y USO DE LA FLORA MEDICINAL DE LA COMARCA NGÁBE-BUGLÉ

<i>Commelinaceae</i>	32	<i>Tradescantia zebrina</i> Hort. Heynh	Cucaracha
	33	<i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos	Migran.
<i>Compositae</i>	34	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Altami
	35	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Suspiro grande
	36	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak	Diente de León sabanero
	37	<i>Chromolaena</i> sp.	Salvia China
	38	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) Cass	Gavilana, Contra gavilana
	39	<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (B.Juss. ex Aubl.) Rohr ex C.F. Baker	Mata de membrillo
	40	<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	Anís
	41	<i>Taraxacum campylodes</i> G.E Haglund	Diente de León
	42	<i>Wedelia trilobata</i> (L.) Pruski	Paragüitas
	<i>Costaceae</i>	43	<i>Costus</i> sp.
<i>Crassulaceae</i>	44	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken	Maravilla
<i>Euphorbiaceae</i>	45	<i>Acalypha arístata</i> Kunth	Moro koe, Bejuco de banano
	46	<i>Acalypha leptopoda</i> Müll. Arg.	Planta de gusano
	47	<i>Euphorbia tithymaloides</i> L.	Pie de niño blanco
<i>Gesneriaceae</i>		<i>Chrysothemis pulchella</i> (Donn. ex Sims) Decne.	Corazón
	48	<i>Drymonia folsomii</i> L.E. Skog	Cadena
	49	<i>Drymonia serrulata</i> (Jacq.) Mart.	Botón
	50	<i>Episcia cupreata</i> (Hook.) Hanst	Agoadren
	51	<i>Episcia cupreata</i> (Hook.) Hanst	Agoadren
<i>Haemodoraceae</i>	52	<i>Xiphidium caeruleum</i> Aubl.	Mano de Dios
<i>Hypericaceae</i>	53	<i>Vismia</i> sp.	Mata de caimito
<i>Iridaceae</i>	54	<i>Neomarica variegata</i> (M. Morton & Galeotti) Henrich & Goldblatt.	Piña silvestre
	55	<i>Hyptis suaveolens</i> (L) Poit.	Sanguanillo
<i>Lamiaceae</i>	56	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Muribia
	57	<i>Melissa officinalis</i> L.	Toronjil
	58	<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L.	Hierba buena
	59	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	Albahaca verde
	60	<i>Origanum vulgare</i> L.	Oregano
	61	<i>Scutellaria purpurascens</i> Sw.	Mata de lombricillo
<i>Legumenosea</i>	62	<i>Crotalaria</i> sp.	Dormidera



<i>Loganiaceae</i>	63	<i>Mitreola</i> sp.	Lombricera de palo
	64	<i>Spigelia scabra</i> Cham. & Schltld.	Lombricillo
	65	<i>Spigelia hamelioides</i> Kunth	Lombricillo verde
<i>Lythraceae</i>	66	<i>Cuphea calophylla</i> Cham. & Schltld.	Uronó
<i>Malpighiaceae</i>	67	<i>Bronwenia cornifolia</i> (Kunth) WRAnderson y C. Davis	Bejuco de resfriado
	68	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo
<i>Malvaceae</i>	69	<i>Pavonia schiedeana</i> Steud.	Pasmo candela
	70	<i>Pelteia trinervis</i> (C. Presl.) Krapov. & Cristóbal	Ñaju silvestre
	71	<i>Urena lobata</i> L.	Cepa de caballo
<i>Marantaceae</i>	72	<i>Calathea leucostachys</i> Hook. f.	Bijado de montaña
	73	<i>Calathea micans</i> (L.) Mathieu) Körn.	Debogrí
	74	<i>Calathea</i> sp.	Guingibre Chino
	75	<i>Ischnosiphon heleniae</i> L. Anderson	Bu (juga)
	76	<i>Maranta cristata</i> 022.	Esqueleto
<i>Melastomataceae</i>	77	<i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don	Bejuco de caña agria
<i>Menispermaceae</i>	78	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Eva key kri
<i>Moraceae</i>	79	<i>Dorstenia choconiana</i> S. Watson	Bejuco de níspero
<i>Passifloraceae</i>	80	<i>Passiflora costaricensis</i> Killip	Bejuco de cacao silvestre
<i>Phyllanthaceae</i>	81	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Weanan krie
<i>Phytolaccaceae</i>	82	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Anamú
	83	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kumth	Socola gueñen
	84	<i>Peperomia</i> sp.	Mlean keyre tain
	85	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Panza de vaca
	86	<i>Piper marginatum</i> Jacq.	Gweten
	87	<i>Piper peltatum</i> L.	Gamoon gueñex
	<i>Poaceae</i>	88	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf
<i>Pteridaceae</i>	89	<i>Hemionitis pinnatifida</i> Baker	Estrella de mata
	90	<i>Guettarda chispiflora</i> . Sabiceceoides (Standl.) CM Taylor	Fruta morada
	91	<i>Hamelia patens</i> Jacq. var. <i>patens</i>	Coloradito, El sol
	92	<i>Hoffmannia araneopedaria</i> Dwyer	Mata de tula
	93	<i>Manettia reclinata</i> L.	Kudru
<i>Rubiaceae</i>	94	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noní
	95	<i>Psychotria hammelii</i> Dwyer	Winguí



	96	<i>Sabicea</i> sp.	Sico loma, Sidha Krie
	97	<i>Schradera blumii</i> Dwyer & Muhayden	Mata de nube
<i>Smilacaceae</i>	98	<i>Smilax aristolochiifolia</i> Mill	Bejuco de estrella
	99	<i>Smilax purhampuy</i> Ruiz	Clavito
<i>Solanaceae</i>	100	<i>Witheringia coccoloboides</i> (Dammer) Hunz	Raíz India
<i>Thelypteridaceae</i>	101	<i>Cristella dendata</i> (ForssK) Brownsey & Jermy	Biguin kiare
<i>Urticaceae</i>	102	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaud. Ex Wedd.	Ortiga
	103	<i>Coussapoa</i> sp.	Nibi ngare colorado
<i>Verbenaceae</i>	104	<i>Citharexylum recurvatum</i> Greenm.	Calabacito de palo
	105	<i>Lippia alba</i> (Mill.) NEBr. ex Britton & P. Wilson	Mata de limón
	106	<i>Lippia americana</i> L.	Mastranto, mastranto de montaña
<i>Xanthorrhoeaceae</i>	107	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. f.	Sábila
<i>Zingiberaceae</i>	108	<i>Hedychium coronarium</i> J. Keenig	Heliotropo, Lirio
	109	<i>Zingiber officinale</i> Roscae	Jengibre (hoja delgada)

Las propiedades curativas que los agentes de salud tradicionales les atribuyeron a las plantas caracterizadas fueron para el tratamiento de 26 diferentes tipos de afectaciones, siendo las más frecuentes para tratar los problemas en el sistema digestivo, fiebres, dolores de cabeza, y afectaciones en la piel con un total 39, 17, 13 y 12, respectivamente. Los órganos vegetales de la flora medicinal empleados fueron principalmente las hojas y las raíces. Por otro lado, el mayor porcentaje de la flora medicinal encontrada es de hábito de crecimiento herbáceo.

Se estableció que las plantas de uso medicinal, según Morales (2015), también son en su mayoría de hábito de crecimiento herbáceo y utilizadas principalmente para el tratamiento de problemas en el sistema digestivo (diarreas y vómitos), fiebre y migraña; resultados que coinciden con los obtenidos en esta investigación, ya que las plantas mayormente reportada son aquellas que tratan las afectaciones o enfermedades más comunes y frecuentes en la CNB.

Entre las plantas empleadas para tratar más de tres afectaciones distintas se mencionaron:

Migran krie (*Aphelandra aurantica* (Sheidw) Lindl) de la familia Acantácea que es utilizada como febrífuga, problemas en el sistema digestivo y afecciones en la piel y la planta Wenan krie (*Phyllanthus urinaria* L.), de la familia Phyllanthaceae usada para el tratamiento de la epilepsia, fiebres y problemas en el sistema digestivo. A la sico loma (*Sabicea* sp.), albahaca verde (*Ocimum campechianum* Mill),



guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), piña silvestre [*Neomarica variegata* (M. Morton y Galeotti) Henrichy], jengibre de hoja delgada (*Zingiber officinale* Roscoe) y paragüita [*Wendelia trilobata* (L.) Pruski], se les atribuyen un efecto único para el tratamiento de la disentería, enfermedades de transmisión sexual, hemorroides, hepatitis, reumatismo y para uso como anticonceptivo, respectivamente (Cuadro 2).

Se determinó que una sola dolencia es tratada por varias plantas medicinales, como es el caso de las náuseas en que se utilizan las plantas *Dichaea panamensis*, *Sobralia macrophylla*, y *Razicea sapicata*. Por otro lado, una sola planta es empleada para tratar dos o más enfermedades, como es el caso *Aciotis rubricaulis*, que es utilizada como antidiarreico, antiemético y para la migraña (Morales, 2015).

Cuadro 2. Plantas medicinales que son empleadas por médicos naturistas y parteras de la Comarca Ngäbe-Buglé para el tratamiento de las afectaciones de salud más comunes.

AFECTACIONES A LAS

CUALES LAS PLANTAS SE LE ATRIBUYE MEJORAS O CURACIONES **NOMBRE COMÚN DE LA FLORA DE USO MEDICINAL**

Afectaciones en la piel (Picazón, erupciones y cicatrizantes)	Migran krie, hoja moteada, mata de membrillo, achiote curo, oreja de chivo, sanguanilla, mata de caimito, sábila, gweten, estrella de mata, mata de tula y guácimo.
Afectaciones atribuidas a espíritus	Dientes de lagarto, bejuco de ajo y bejuco de ojeado.
Anemias	Estrella de mata y cilantro silvestre.
Anticonceptivos	Paragüitas.
Antihelmínticos	Paico, ortiga, cepa de caballo y lombricera de palo.
Diabetes	Maravilla, ortiga y bejuco de níspero.
Disenterías	Sico loma.
Dolores de cabeza	Diente de lagarto, flor cubierta, suspiro grande, gavilana, debogri, eva key kri, bejuco de cacao silvestre, mlean keyre tain, estrella de mata, fruta morada, coloradillo y bejuco de estrella.
Dolores musculares, cólicos y hemorragias	Dingue krie, hoja morada montañera, hoja morada, troa tain, altamis, membrillo, cactus, dormidera, rabo de gallo, naju silvestre, debogri, hierba buena, mata tula, ku dri y mastranto.
Enfermedades de transmisión sexual	Albahaca verde.
Epilepsia	Mastranto, heliotropo y weanan krie.
Fiebres	Migran kriere, orquídea aérea, siko, bejuco ojeado, oreja de mula, planta de gusano, weanan krie, naju silvestre, cilantro silvestre, bu, esqueleto, eva key, kri, muribia, mlean keyretain, wingui, y biguin kiare.
Hemorroides	Guácimo

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa



Torres-Vargas et al. COLECTA, CONSERVACIÓN, IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y USO DE LA FLORA MEDICINAL DE LA COMARCA NGÄBE-BUGLÉ

Hepatitis	Piña silvestre.
Infecciones	Pie de niño blanco, Cepa de caballo.
Insomnio	Muribia y mata de nube.
Mordeduras de ofidios	Diente de lagarto, troa tain, gavilana, migran, rabo de gallo, lengua de suegra, raíz india y agoadren.
Picaduras (Alacranes, gusanos e insectos)	Paragüitas, cactus y planta de gusano.
Problemas en el sistema	Salvia china, uronó, noní, mata de nube, clavito, raíz circulatorio india y maravilla.
Problemas en el sistema digestivo (Antiemético, diarreas y dolores de estómago)	Migran krire, coronillo, diente de león sabanero, gavilana, anís, diente de león, caña agria roja, socola, siko, cactus, caña agria blanca, cilantro silvestre, weanan krie, corazón, sábila, lombricillo, lombricera, urono, bijao de montaña, debogrí, bu, esqueleto, bejuco de caña agria, eva key krí, muribia, toronjil, mata de lombricillo, socola guenen, panaza de vaca, gueten, kudrii, wingui, raíz india, guácimo, biguin kiare y jengibre hoja delgada.
Problemas en el sistema nervioso	Tilo morado, cucaracha, moro koe, dormidera, paragüitas y mata de nube.
Problemas en la gestación y partos	Partos, socola, mano de Dios y calabacito de palo.
Problemas renales	Migran, caña agria blanca, maravilla y corazón.
Regulación de la menstruación	Hoja morada montañera, hoja morada, altamis, cactus y rabo de gallo.
Reumatismos	Jengibre hoja delgada.
Sarampión	Socola gueñen, hoja moteada y achote curo.

CONCLUSIONES

Se colectaron, conservaron, identificaron taxonómicamente y describieron las propiedades curativas de 109 especies de la flora de uso medicinal por la nación Ngäbe, distribuidas en 46 familias y que sirven para el tratamiento de 26 diferentes tipos de afectaciones o dolencias.

Los órganos vegetales de uso más frecuente de la flora medicinal utilizados para la preparación de los tratamientos de las afectaciones y enfermedades fueron las hojas y las raíces, caracterizado por ser plantas en su mayoría de hábito de crecimiento herbáceo.

La flora de uso medicinal más abundante encontrada e identificada a la cual se le atribuyen propiedades curativas es para el uso de las afectaciones y enfermedades frecuentes que aquejan a las comunidades, en el cual una planta puede ser utilizada para el tratamiento de una o más enfermedades.



La flora medicinal es ampliamente utilizada por la población Ngäbe, esto obedece a las condiciones propias de la región, escasas en la atención de salud por la medicina occidental y aspectos culturales de la etnia

AGRADECIMIENTO

Los autores extienden un sincero agradecimiento a las diferentes comunidades y en especial a los agentes de salud tradicionales y parteras que trabajan de forma independiente, que pertenecen a la Asociación de Agentes de Salud Tradicional Ngäbe Buglé (ASASTRAN), quienes colaboraron desinteresadamente con esta investigación, con el propósito de contribuir con el desarrollo de sus comunidades y de la nación Ngäbe-Buglé.

Este agradecimiento se extiende a los médicos y parteras de la región de Ñokribo; Pedro Jiménez, Carlos Santos, Victoriano Cubilla, Onésimo Castillo, Viviana Montero, Demetrio Quintero, Saida Rivera y Manuel Lorenzo. De la Región Nedrini; Armando Sire, Amado Palacio, Celia Gallardo, Adriana Palacio, Leandro Guerrero, Domitila Castrellón y Luis Rodríguez. De la Región Kodriri; Abelino Sire, Irene Santos, Manuel Amador, Jacinto Stalin, Aquilino Surdo y Sipriano Stalin.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, O. 2009. Plantas medicinales colectadas en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Primera edición.
- Bailey, L.H. 1949. Manual of Cultivated Plants. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- Bailey, L.H. 1997. Manual de plantas cultivadas. Macmillan, Nueva York.
- Blastad, O. 2013. Método científico. <https://explorable.com/es> (consultado 15 abr. 2016).
- Brydson, D., and L. Forman. 1998. The Herbarium Hand Book. Third Edition. Royal Botanical Garden Kew.
- Chevallier, A. 1997. Enciclopedia de Plantas Medicinales: Guía Práctica de consulta con más de 550 Hierbas, Claves y sus Usos Medicinales. Madrid, España.
- Correa, M.D., C. Galdames, y M.S. Staf. 2004. Catálogo de las Plantas Vasculares de Panamá. Primera edición. Universidad de Panamá, Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Editora Novo Art, S.A. Bogotá, Colombia.
- Dressler, R.L. 1968. Terrestrial Plants of Panama. Bulletin of The Biological of Washington. p. 179-186.
- Fuller, H.J., Z.B. Carothers, W.W. Pagne, y M.K. Balbach. 1974. Botánica. Principio de la Clasificación de las Plantas. México. Editorial Nueva Editorial Interamericana. p. 271-279.
- Geesink, R.A., J.M. Leeuwenberg, C.E. Ridsdale, and J.F. Veldkamp. 1981. Thomer's Analytical Key to the families of flowering plants. Leiden University Press. The Hague.



Gerrit, D, M. Sousa, and S. Knapp. 1994. Flora Mesoamericana: Alismataceae a Cyperaceae. Vol. VI. Universidad Autónoma de México, México. 543 p.

Gerrit, D, M. Sousa, y S. Knapp. 1995. Flora Mesoamericana: Psilotaceaea Salviniaceae. Vol. I. Universidad Autónoma de México, México. 470 p.

Gerrit, D; M. Sousa, y S. Knapp. 2009. Flora Mesoamericana: Cucurbitaceae a Polemoniácea. Vol. IV parte 1. Universidad Autónoma de México, México. 855 p.

Greulach, V.A. 1980. Las Plantas. Introducción a la Botánica Moderna. Editorial Limusa. México. p. 26-28.

Hammel, B.E., M.H. Grayum, C. Herrera, y N. Zamora. (edit). 2007. Manual de Plantas de Costa Rica. Dicotiledónea (Haloragaceae-Phytolaccaceae). (Vol VI). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis Missouri. 933 p.

Hammel, B.E., M.H. Grayum, C. Herrera, y N. Zamora. (edit). 2014. Manual de Plantas de Costa Rica. Dicotiledónea (Picramniaceae-Rutaceae). (Vol VII). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis Missouri. 840 p.

Hammel, B.E., M.H. Grayum, C. Herrera, y N. Zamora. (edit). 2015. Manual de Plantas de Costa Rica. Dicotiledónea (Sabiaceae-Zygophyllaceae). (Vol VIII). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis Missouri. 657 p.

Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 206 p.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay). 2004. Estudios en domesticación y cultivos de especies medicinales y aromáticas nativas. Uruguay.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 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. <http://www.contraloria.gob.pa/inec/>

Joly, L.G., S. Guerra, R. Séptimo, P.N. Solis, M. Correa, M. Grupa, Levy; F. Sndberg. 19841988. Investigación Agropecuaria. Inventario Etnobotánico de plantas medicinales usadas por los indios Gaymíes del occidente de Panamá. Universidad de Panamá. Imprenta Universitaria. p.180-192.

Köppen, W. 1936. Das Geographische System der Klimate. Berlin, Alemania. Borntraeger Science Publishers. 44p.

Kozel, C. 1982. Guía de medicina natural: salud y curación. Octava edición. Ediciones Omedium. España. 494 p.

Lasso, T.E. 1972. Las Familias de Traqueófitas de Venezuela. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Universidad de Oriente de Venezuela. 172 p.



Morales, O.L. 2015. Flora Medicinal de uso tradicional en el corregimiento de Kankintú, distrito de Kankintú; Comarca Ngäbe-Buglé, Panamá 2014-2015. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Chiriquí Panamá. 154 p.

Pérez, Cl. 2008. El Uso de las Plantas Medicinales.

https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/8921/tra6_p23-26_2010-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y (consultado 23 nov. 2018).

PAN-ANAM-GTZ (Proyecto Agroforestal Ngäbe-Autoridad Nacional del Ambiente-Agencia Alemana de Cooperación). 1997. Sistemas y Combinaciones Agroforestales Tradicionales. Tomo XIII. San Félix, Panamá.

PAN-ANAM-GTZ (Proyecto Agroforestal Ngäbe-Autoridad Nacional del Ambiente-Agencia Alemana de Cooperación). 2002. Atlas de la Comarca Ngäbe-Buglé. San Félix. Panamá.

Rodríguez, R. 2011. Estudio de la Flora Medicinal en el Corregimiento de Umäni y Cerro Caña, Distrito de Muna, Comarca Ngäbe-Buglé, Panamá (224-629 msnm). Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.

Ruíz, S.E. 2011. Medicina Tradicional Indígena y Medicina institucionalizada, Códice de la Cruz Bandiano. <https://serunserdeluz.wordpress.com/2011/12/15/medicinatradicional-indigena-y-medicina-institucionalizada/> (consultado 16 nov. 2015).

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2012. Directrices para el uso de los Criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel regional y nacional: Versión 4.0. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 43 p.

Woodson, R.E., and R. Schery. 1981. Flora of Panama. In: Annals of the Missouri Botanical Garden. USA.

