

Identificación de los principales cultivos de subsistencia del Teribe: un estudio de caso basado en técnicas multivariadas

Identification of the main subsistence crops of Teribe: a case study based on multivariate techniques

Edilberto Javier Montenegro-Gracia^{1*}, Jacob Eduardo Pitti-Rodríguez²,
Barlin Orlando Olivares-Campos³

RESUMEN

La agricultura de subsistencia en territorios indígenas de Panamá constituye una fuente importante de alimentos, debido a la amplia diversidad de cultivos que generan gran parte de la seguridad alimentaria de la familia. El objetivo de este estudio fue identificar los principales cultivos tradicionales que forman parte de la agricultura de subsistencia de comunidades indígenas del Teribe de Panamá, a través de técnicas multivariadas. Se aplicó el análisis de componentes principales, análisis discriminante mediante la regresión de mínimos cuadrados parciales y análisis de conglomerados jerárquico y no jerárquico a 40 productores indígenas de las comunidades San San Druy y San San Tigra de Panamá. Mediante el análisis de componentes principales se seleccionaron los primeros tres componentes que explicaban el 85,2% de la variación total. El análisis permitió diferenciar tres grupos de agricultores indígenas cuyos cultivos con mayor proporción fueron las musáceas, raíces, tubérculos y el cacao. Se identificaron los cultivos tradicionales, esencialmente por su valor patrimonial de agrobiodiversidad en Panamá y reserva de germoplasmas autóctonos, que constituyen su mayor expresión en las zonas indígenas del trópico húmedo.

Palabras clave: agricultura familiar, biodiversidad, estadística, etnia, musáceas.

ABSTRACT

Subsistence agriculture in indigenous territories of Panama constitutes an important source of food, due to the wide biodiversity of crops that generate a large part of food security for the family. The objective of this study was to identify the main traditional crops that are part of the subsistence agriculture of indigenous communities in the Teribe of Panama through multivariate techniques. The principal component analysis, discriminant analysis by partial least squares regression and hierarchical and non-hierarchical conglomerate analysis were applied to 40 indigenous producers from the San San Druy and San San Tigra communities of Panama. The first three components that accounted for 85.2% of the total variation were selected through the analysis of main components. The analysis allowed to discriminate three groups of indigenous farmers whose crops with the highest proportion were Musaceae, Roots, Tubers, and Cocoa. Traditional crops were identified, essentially due to its patrimonial value of agrobiodiversity in Panama and reserve of native germplasms, which constitute its greatest expression in the indigenous areas of the humid tropics.

Keywords: family farming, biodiversity, ethnicity, Musaceae, statistics.

Introducción

La agricultura de subsistencia produce más del 70% de los alimentos en Latinoamérica, representada principalmente por cultivos como el maíz, frijol y otros productos como frutas, raíces y verduras, también en alta cantidad (Salcedo *et al.*, 2014). Sin embargo, investigaciones desarrolladas por la FAO

(2013) indican que seis de cada diez de los hogares que dependen de la agricultura viven en situación de pobreza e inseguridad alimentaria. En las áreas rurales indígenas se estima que dos de cada tres personas viven en condición de pobreza (Camacho *et al.*, 2018). En el caso de las comunidades indígenas que forman parte del corregimiento Teribe en Panamá, la mayoría de las personas están en situación

¹ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Bocas del Toro, Panamá.

² Universidad de Panamá, Facultad de Economía, Bocas del Toro, Panamá.

³ Campus de Excelencia Internacional de Agroalimentación, Universidad de Córdoba (UCO), España.

* Autor de correspondencia: emonteg@hotmail.com, edilberto.montenegro@up.ac.pa

de pobreza extrema, lo que se ha sugerido se asocia con una mayor dependencia de la producción agrícola (Pitti *et al.*, 2019). En el país existe información escasa sobre las características de la agricultura de subsistencia y casi no hay información precisa sobre los factores sociales, culturales, geográficos y económicos, determinantes para el desarrollo de esos sistemas.

En el caso de las comunidades indígenas del Teribe, mayormente usan las selvas tropicales para conservar una alta densidad de población vegetal y diversidad biológica, mediante la aplicación de estrategias como la agricultura de subsistencia. Sin embargo, hoy en día se sabe muy poco de la complejidad de estos sistemas que continúan en uso. El progreso en las investigaciones sobre las características de la agricultura de subsistencia en el corregimiento Teribe de Panamá resulta aún insuficiente para definir los mecanismos que fomenten el desarrollo sostenible de la actividad.

Es notorio que la ausencia de información consolidada acerca de la identificación, caracterización, zonificación y evaluación de este tipo de agricultura, a nivel de comunidades indígenas, ha afectado la posibilidad de disponer de una visión actual y sólida sobre las mejores opciones productivas y sustentables, como elemento clave para acciones de investigación relacionadas con la gestión local de los recursos naturales de Panamá.

Esta investigación surge del deseo de dar forma a una nueva herramienta que permita dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cuáles serían los cultivos tradicionales más apropiados para mantener y diversificar un tejido productivo agrícola capaz de apuntalar el desarrollo socioeconómico a nivel local?

Dicho de otro modo, este estudio pretende dotar a los técnicos de los entes adscritos a los organismos de agricultura y ambiente de Panamá, de una herramienta que permita avanzar en la doble tarea de orientar la actividad productiva dentro de las comunidades indígenas y trasladarla a los objetivos genéricos definidos en las políticas agrarias de la nación. En especial, en aquellos ligados a la diversificación productiva dentro de la estrategia de potenciación de recursos propios, así como a la aplicación de métodos de producción agraria compatibles con el ambiente y con la conservación de los espacios rurales indígenas.

Por lo expuesto, surge la iniciativa de desarrollar esta investigación empleando las técnicas multivariadas para identificar los principales cultivos

de subsistencia de las comunidades indígenas del Teribe en Panamá, los cuales son la fuente principal de alimentos e incluyen una gran diversidad de tubérculos, frutales y hortalizas que generan gran parte de la seguridad alimentaria de la familia.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

La provincia de Bocas del Toro cuenta con tres distritos: Bocas del Toro, Chiriquí Grande y Changuinola. Este último es el más grande con 4 016,5 km² y según el censo del 2010 tiene una población de 98,310 habitantes, con una densidad de 24,5 habitantes por km². Un 54% de la población está ubicada en áreas rurales y de difícil acceso. El distrito comprende 12 corregimientos, entre los cuales está el Teribe, donde se realizó el estudio. Este corregimiento cuenta con 29 comunidades entre las que predomina el grupo indígena Naso Tjè Di, que habita a lo largo de los ríos Teribe y San San, dentro del Bosque Protector de Palo Seco y el Parque Internacional La Amistad (MEF, 2016).

El área de estudio estuvo constituida por las comunidades indígenas teribes de San San Druy (SSD) y San San Tigra (SST), ubicadas en la provincia Bocas del Toro, distrito de Changuinola del corregimiento Teribe, Panamá (Figura 1). La comunidad de San San Druy posee una población de 432 habitantes que conforman 108 hogares, de los cuales solo el 63% está representado por agricultores. En menor proporción se encuentran los hogares cuyos jefes de familia son empleados de empresas privadas, empleados del gobierno o subsisten por cuenta propia. San San Tigra cuenta con 217 habitantes que componen 60 hogares, de los cuales el 70% se dedica a la agricultura de subsistencia. En menor proporción están los hogares cuyos miembros se dedican a negocios por cuenta propia (INEC, 2010).

La precipitación pluvial fluctúa entre 2500-3000 mm anual en las áreas bajas del oeste de la provincia (Guabito-Changuinola). La zona presenta un régimen de lluvias no estacional, donde la precipitación más baja es en febrero, con un promedio de 143 mm, y la mayor parte cae en diciembre (284 mm). La temperatura máxima absoluta es de 36 °C y la mínima de 15 °C, con una media anual entre 25 °C y 26 °C (IDIAP 2004). Estas comunidades indígenas pertenecen a

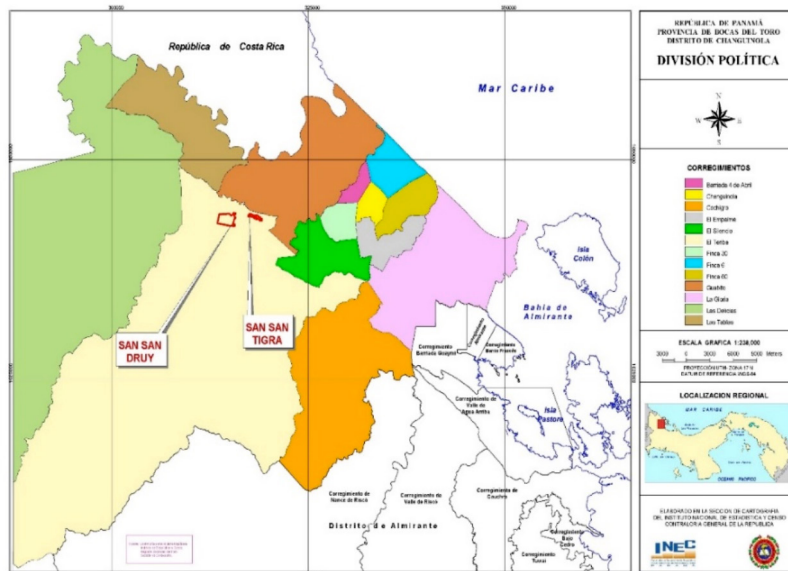


Figura 1. Ubicación de las localidades indígenas abordadas en el distrito de Changuinola, Panamá. Fuente: Adaptado del INEC (2018).

los bosques perennifolios tropicales o pluviselvas, donde predominan asociaciones vegetales muy diversas, con gran desarrollo de volumen forestal y poca variabilidad estacional. Dada la diversidad de microhábitats, como bordes de ríos, cañadas y fillos, este tipo de asociación permite el desarrollo de una variada fauna silvestre característica de los trópicos (Jody, 2012).

Enfoque del estudio

El estudio se desarrolló bajo el enfoque etnográfico, el cual es el método más frecuente para este tipo de investigaciones. Se utilizó una encuesta estructurada compuesta por tres aspectos: identificación del agricultor de la unidad de producción familiar (UPF), descripción de la UPF y total de plantas cultivadas de cada rubro en la UPF, de acuerdo con los lineamientos propuestos por Olivares *et al.* (2017). Se seleccionaron solo siete variables: porcentaje de frutales, cereales y leguminosas, cultivos tropicales, hortalizas, raíces y tubérculos, musáceas, y pastos y forrajes (Tabla 1). La selección de estas variables se hizo en función de la importancia de la actividad comercial y económica de la provincia establecida en los planes de desarrollo indígena según el INEC (2018).

Esta investigación estuvo dirigida a 40 familias indígenas de las comunidades San San Druy y

Tabla 1. Descripción de las variables bajo estudio.

ID	Variable	Tipo de cultivos
01	Frutales	Naranja (<i>Citrus × sinensis</i> Osbeck)
		Mandarina (<i>Citrus ± tangerina</i>)
		Piña (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.)
		Limón (<i>Citrus × limon</i> L. Burm.f.)
		Papaya (<i>Carica papaya</i> L.)
		Mamón Chino (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)
02	Cereales y leguminosas	Maíz (<i>Zea mays</i> L.)
		Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)
		Habichuelas (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)
03	Cultivos tropicales	Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)
		Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)
04	Hortalizas	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)
		Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)
		Ají (<i>Capsicum annuum</i> L.)
		Aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.) Culantro (<i>Coriandrum sativum</i> L.)
05	Raíces y tubérculos	Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)
		Ñame (<i>Dioscorea alata</i> L.)
		Ñampí (<i>Colocasia esculenta</i> L.)
06	Musáceas	Plátano (<i>Musa balbisiana</i> Colla)
		Banano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)
		Buchu (<i>Musa acuminata</i> AA)
07	Pastos y forraje	Ratana (<i>Ischaemum indicum</i> L.)

San San Tigra, de una población de 110 familias dedicadas a la agricultura. Fueron seleccionadas de manera intencional, con la participación

voluntaria de los individuos que conformarían la muestra, asumiendo que esta será representativa de ese grupo poblacional. La decisión de hacer este tipo de muestreo obedeció a que ambas comunidades indígenas forman parte de programas gubernamentales como las huertas agroecológicas de familias unidas o de la Organización Mixta de Productores Agroambientales y Artesanos Naso (OMPAYAN), y representó un esfuerzo por valorar su riqueza, diversidad y promover los sistemas productivos sostenibles.

Aplicación de técnicas multivariadas

Una de las formas de caracterizar este tipo de actividades son las técnicas multivariadas como el análisis de componentes principales (ACP), la regresión de mínimos cuadrados parciales (análisis discriminante) y el análisis de conglomerados jerárquico y no jerárquico, los cuales permiten comprender de manera directa y sencilla la estructura de correlación existente entre las variables que definen un sistema (Demey *et al.*, 1994; Olivares, *et al.*, 2016; Olivares *et al.*, 2017).

Análisis de Componentes Principales (ACP)

ACP es un método no supervisado cuyo objetivo es encontrar las direcciones que mejor explican la varianza en un conjunto de datos (X) sin hacer referencia a las etiquetas de clase (Y). Los datos se resumen en menos variables llamadas puntajes que son un promedio ponderado de las variables originales y los perfiles de ponderación se denominan cargas.

La matriz de datos X estuvo constituida por el conjunto de vectores de las observaciones $X_{[ij]}$, $j=1, \dots, p$ y donde cada vector $X_{[ij]}$ presenta la variable j -ésima para todas las observaciones y donde X es la matriz de datos formada por “ n ” observaciones con “ p ” variables (40 agricultores x 7 variables estudiadas: % cereales y leguminosas, % frutales, % hortalizas, % musáceas, % raíces y tubérculos y % cultivos tropicales).

Usualmente, el ACP es aplicado cuando se desea conocer la relación entre los elementos de una población y se sospecha que en dicha relación influye de manera desconocida un conjunto de variables o propiedades de los elementos (Pla, 1986). El ACP se realizó utilizando el paquete *prcomp* del software estadístico R versión 3.6.0 (R Core Team, 2015), y los lineamientos son de Xia *et al.* (2009) para la

generación de los valores propios y proporción de la varianza explicada; la proporción de la variación original explicada por cada componente principal de la matriz de correlación y los gráficos biplot entre el primer y segundo componente principal.

Para seleccionar el número de componentes que se incluirán se utilizó el criterio de Kaiser, que consideró solo aquellos cuyos valores propios fueron superiores al promedio (Demey *et al.*, 1994; Olivares, Parra y Cortez, 2017). Como los componentes principales fueron generados vía matriz R , se tomaron en cuenta los componentes cuyos valores propios fueron mayores a 1.

Regresión de mínimos cuadrados parciales

Se aplicó la regresión de mínimos cuadrados parciales de análisis discriminante (PLS-DA), el cual es un método supervisado que utiliza técnicas de regresión multivariante para extraer, a través de la combinación lineal de variables originales (X), la información que puede predecir la pertenencia a la clase (Y). La regresión PLS se realizó mediante la función *pls* proporcionada por el paquete *pls* de R versión 3.6.0 (Mevik y Wehrens, 2007). La clasificación y la validación cruzada se llevan a cabo utilizando la función de envoltura correspondiente que ofrece el paquete *caret*.

Análisis de conglomerados jerárquico

Posteriormente se aplicó el análisis de conglomerados jerárquico, el cual consiste en que cada muestra comienza como un conglomerado separado y el algoritmo procede a combinarlas hasta que todas las muestras pertenecen a un conglomerado. La agrupación jerárquica se realizó considerando dos parámetros: la medida de similitud: distancia euclidiana y el algoritmo de agrupamiento, que incluyen el enlace de Ward (agrupación para minimizar la suma de cuadrados de cualquiera de los dos grupos). La agrupación jerárquica se realiza con la función *hclust* en el paquete *stat* de R versión 3.6.0, siguiendo los protocolos descritos por Chong *et al.* (2019).

Análisis de conglomerados no jerárquico

Se aplicó la agrupación de K-means como técnica de agrupación no jerárquica. Esta técnica comienza creando k clústeres aleatorios (k es suministrado por

el usuario). El programa calcula luego la media de cada grupo. Si una observación está más cerca del centroide de otro grupo, entonces la observación se hace miembro de ese grupo. Este proceso se repite hasta que ninguna de las observaciones se reasigne a un grupo diferente. El análisis de K-medias se realiza utilizando la función *kmeans* en la estadística del paquete *stat* de R versión 3.6.0 (Xia y Wishart, 2016).

Resultados y discusión

Análisis exploratorio

La Figura 2 muestra la variabilidad de los encuestados y las variables bajo estudio. Los miembros de la comunidad San San Druy suelen tener mayor dispersión respecto a los cultivos tradicionales (Figura 2a). La mayor concentración suele estar en los cultivos de musáceas y cacao principalmente y en menor proporción en las raíces y tubérculos (Figura 2b). El análisis exploratorio

permitió establecer la diversificación de los cultivos tradicionales en las poblaciones de estudio, observando la densidad de los datos (Figura 2c).

Análisis de Componentes Principales

La interpretación de las nuevas variables transformadas denominadas componentes principales constituye la parte más importante, debido a que cada componente es el resultado de una combinación lineal de las variables donde cada una posee una ponderación distinta, en proporción a las magnitudes de cada elemento que conforma el autovector respectivo. Por ende, el significado de cada CP dependerá de la magnitud de tales ponderaciones y del signo asignándole sentido lógico y práctico desde un punto de vista técnico. La Figura 3 presenta el gráfico de puntaje por pares, el cual proporciona una visión general de los diversos patrones de separación entre los CP más importantes del estudio. Se seleccionaron los tres primeros componentes principales de acuerdo

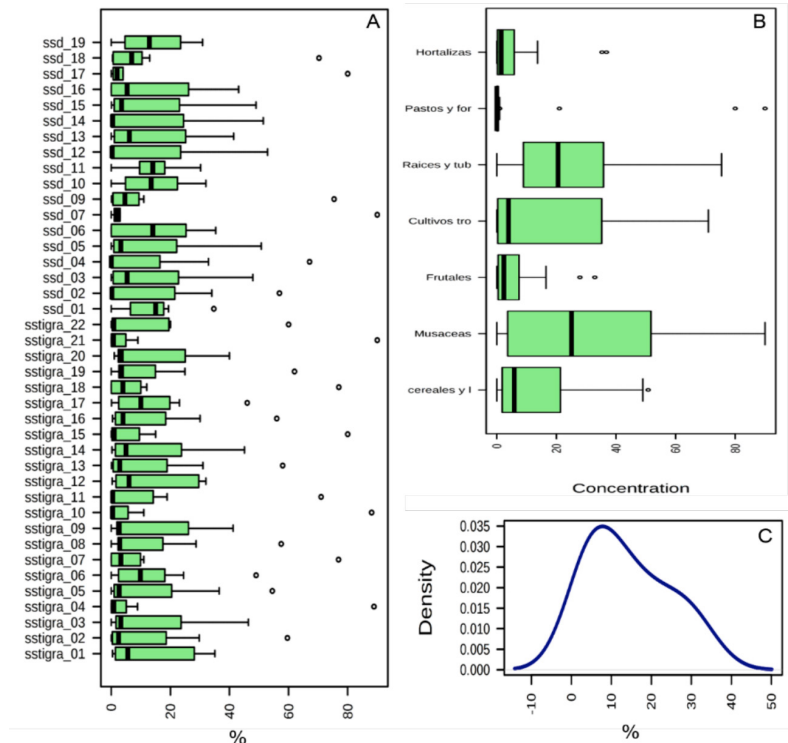


Figura 2. Gráficos de caja y de densidad. (a) El diagrama de caja muestra las 40 observaciones. (b) Diagrama de caja para las variables en estudio. (c) El gráfico de densidad se basa en todas las observaciones.

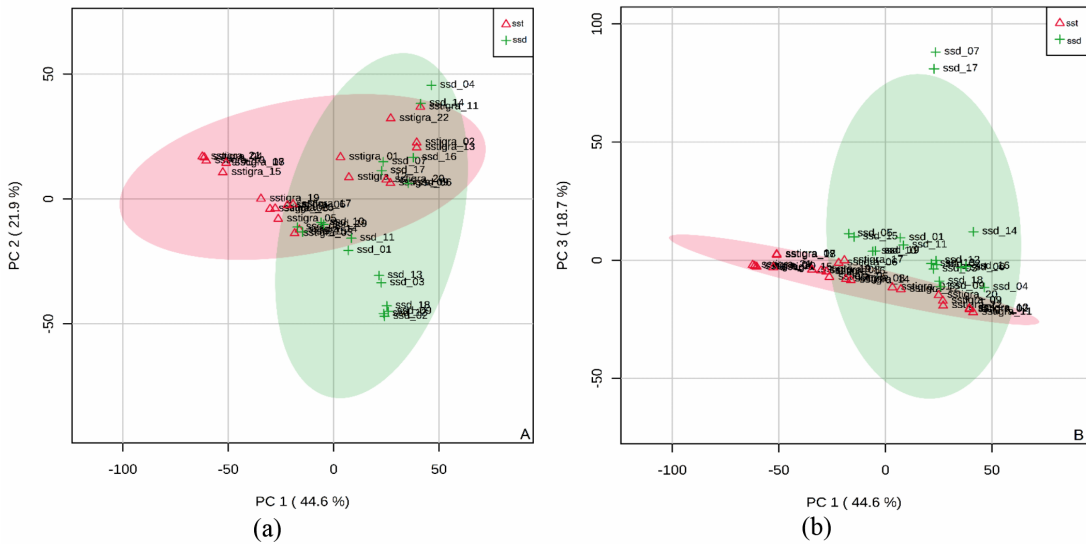


Figura 3. Gráfico de pesos entre los CP seleccionados: (a) CP1 y CP2; (b) CP1 y CP3. Las variaciones explicadas se muestran entre paréntesis. Nota: San San Tigua (sst); San San Druy (ssd).

con el criterio de Pla (1986): el primer componente explica el 44,6%, el segundo componente explica el 21,9% y el tercer componente explica el 18,7%. En total se obtiene un 85,2% de la variación (Figura 3), el cual constituye una proporción significativa del total ($\geq 75\%$), ya que se pierde 14,8% de la varianza.

El agrupamiento de los *scores* (cargas) arroja los dos grupos de las comunidades diferenciadas

en la Figura 4. Las comunidades de San San Tigua y San San Druy poseen una diversidad florística típica de climas tropicales, donde los alimentos constituyen un papel muy importante dentro de esta amplia gama, al igual que las especies forestales y medicinales. Generalmente comparten el legado de sus antepasados y desarrollan allí su vida de acuerdo con sus necesidades y las oportunidades

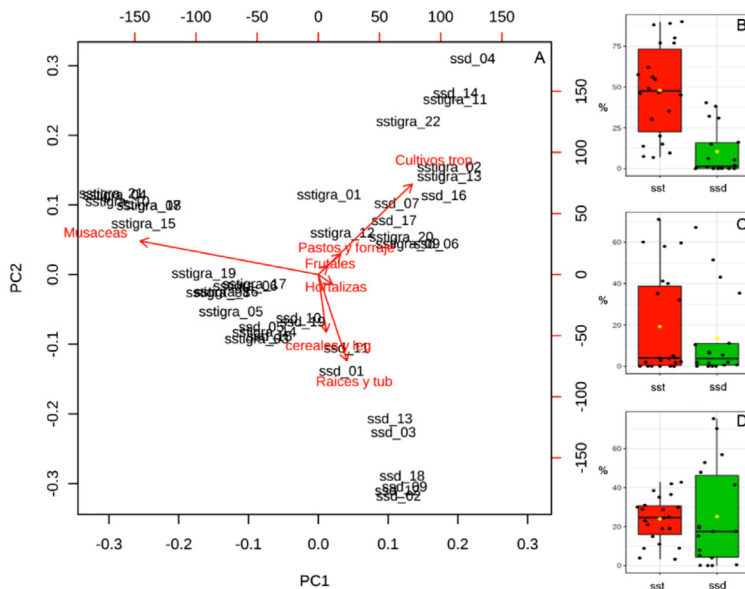


Figura 4. (a) Gráfico biplot entre los dos primeros componentes principales. Gráficos de cajas de los principales cultivos: (b) Musáceas; (c) cultivos tropicales; (d) raíces y tubérculos.

que les ofrece el entorno (Jody, 2012). Es decir, su sistema de subsistencia está íntimamente ligado a sus ancestros. Ambas comunidades del Teribe desarrollan su sistema de producción indígena, el cual tiene como característica principal el sustento básico de la familia, esencialmente con visión de uso cultural y espiritual, en pro de la identidad de un conglomerado de pobladores.

Las actividades ejecutadas por las comunidades indígenas bajo estudio son eminentemente agrícolas. Con relación a la agricultura, esta se realiza a nivel de patios productivos, con manejo tradicional y rentabilidad escasa (Pitti *et al.* 2019). La diferenciación de ambas comunidades en la Figura 4 es el resultado de la combinación de varias actividades bajo un enfoque de economía familiar. Es decir, el sistema de agricultura de subsistencia está determinado por el porcentaje de plantas cultivadas, por la diversidad de los cultivos y por las necesidades del consumo familiar.

Adicionalmente, en estos sistemas de agricultura de subsistencia se carece de información económica y estadística que cuantifique el porcentaje de granos básicos y de los otros productos cultivados que salen al mercado local y regional.

De acuerdo con Olivares *et al.* (2016), este tipo de técnicas multivariadas permite separar grupos de productores agrícolas en el primer y segundo componente principal, en un estudio de comunidades indígenas de Anzoátegui en Venezuela, donde las variables que más peso tuvieron en la primera dimensión fueron el cultivo y el rendimiento (kg/ha), las cuales son útiles para tipificar sistemas de producción indígenas y agrícolas. En este sentido, las comunidades de San San Druy y San San Tigra se muestran separadas mayormente por el tipo de cultivo predominante (Figura 4).

Los sistemas predominantes de agricultura de subsistencia se encuentran en las áreas de bosque tropical, poco intervenidas y protegidas para la conservación de la biodiversidad y de los recursos hidrológicos del Teribe, coincidiendo con el desarrollo de la agricultura de subsistencia indígena en la región sur de Venezuela (Camacho *et al.* 2016), la cual posee un tipo de clima similar al del corregimiento panameño.

En este corregimiento, el bosque constituye la vida de la comunidad indígena, en aspecto material y cultural. Se destaca que estas comunidades que habitan entre bosques húmedos tropicales actúan en forma diferente al sistema de agricultura

convencional de Panamá. Su sistema productivo se caracteriza por el manejo de pequeñas parcelas complementadas minoritariamente con la artesanía, la actividad maderera y la recolección de especies vegetales tradicionales. Los sistemas de agricultura de subsistencia de ambas comunidades indígenas combinan distintos cultivos dispersos dentro de sus pequeñas extensiones y sin una organización espacial particular, pero cuentan con una alta diversidad intra e interespecífica representada en la Figura 3.

En la Figura 4 se presentan las combinaciones lineales de los principales rubros cultivados en ambas comunidades. y Las musáceas son el rubro con mayor peso en el CP1 con respecto al CP2 (-0,86; 0,23), seguido de los cultivos tropicales como el cacao, y en menor proporción la caña de azúcar cultivada por algunos productores de la zona (0,45; 0,62). Las raíces y tubérculos poseen mayor presencia en el CP2 y sus combinaciones lineales son de 0,13; -0,59.

Las especies que sobresalen pertenecen a los rubros de las musáceas como plátano (*Musa balbisiana*), banano (*Musa paradisiaca*) y buchu (*Musa acuminata* AA). La comunidad San San Tigra es la de mayor número de plantas cultivadas, seguido de las raíces y tubérculos como yuca (*Manihot esculenta*), ñame (*Dioscorea alata*) y ñampí (*Colocasia esculenta*), donde San San Druy posee el mayor porcentaje de plantas cultivadas. El cacao (*Theobroma cacao*) como cultivo tropical principalmente tiene importancia secundaria.

Según la descripción del sitio, Olivares y Cortez (2017) señalan que la distribución de los cultivos en este tipo de comunidades depende en gran medida del tamaño del patio, la distancia y forma de la pendiente. Es decir, se trata de policultivos ordenados de distintas formas, según el criterio personal o conocimientos transmitidos por los padres y abuelos de los jefes de familia o mujeres dedicadas a la actividad agrícola, así como, la necesidad de maximizar el espacio, ya que se dificulta realizar las labores culturales en áreas mucho más grandes para cultivar.

La Figura 4a muestra la distribución de porcentajes de los principales cultivos en las comunidades indígenas. El primer componente es el que tiene la varianza más alta y por lo tanto la mayor capacidad explicativa de los datos, la cual alcanza el 44,6% del total. En este primer componente se observan valores negativos de musáceas. Desde el examen de la correlación de las variables con el

primer eje (CP1) se hace evidente que la variable “musáceas” en la agricultura familiar indígena es la fuente de variación más importante en este eje. Las variables como frutales, hortalizas y pastos notienen inercia sobrela CP1, ya que la proyección sobre el eje x es muy próxima a cero. En este caso, las longitudes de los vectores son proporcionales a las varianzas de las variables. En síntesis, las variables orientadas hacia la derecha tendrán altos valores en los casos orientados en la misma dirección y las variables orientadas hacia la izquierda tendrán altos valores en los casos orientados hacia la izquierda.

Las musáceas, las raíces y tubérculos, el cacao (Figuras 4b, c y d) y en menor proporción las hortalizas y cereales como maíz y habichuelas constituyen la base de la dieta alimenticia, por su alta diversidad de preparación, consumo y la característica de que son especies criollas. En ambas comunidades indígenas se consumen durante casi todo el año. Cabe señalar que el establecimiento y manejo agronómico en los patios productivos es de fácil dominio por los habitantes ya que es rústico.

La Figura 4 permite visualizar simultáneamente las observaciones y las variables del archivo de datos. Se puede observar que los habitantes de estas comunidades indígenas, mayormente San San Tigra, que poseen una proyección hacia la derecha de la CP1, obtienen su principal fuente de producción agrícola a partir de cultivos tropicales, mientras que en San San Druy se consume mayormente ñame, ñampí y yuca debido a su proyección hacia la derecha de

la CP1. Los habitantes de la comunidad San San Tigra tienen mayor predominio de musáceas en su dieta alimenticia por tener una proyección hacia la izquierda de la CP1. Esto también se asocia con el programa de familias unidas del MIDA, el cual fomenta la siembra de plátanos entre las familias de la comunidad.

Es importante mencionar que el distrito Changuinola se caracteriza por la producción de bananos según el MEF (2016), con 2,882 explotaciones de bananos, de los cuales el 13,9% mantiene cultivo compacto y el 86,1% es cultivo no compacto. Existían un total de 11, 535,789 plantas, un 95,3% en edad productiva. La superficie sembrada para el 2010 era de 6,712 hectáreas. Asimismo, en el distrito Changuinola el cacao es considerado un producto importante del cual existen 2,004 explotaciones. Según reportes del MEF (2016) existen un total de 1, 858,195 plantas, de las cuales el 72% se encuentra en edad productiva. La superficie sembrada es alrededor de 3,912.86 hectáreas, de las cuales hay abonadas 126,81 y regadas un total de 2,77 hectáreas.

Regresión de mínimos cuadrados parciales

Según Salman y Abu Ruka'h (1999), el enfoque no supervisado planteado en este estudio permitió la reducción de la descripción del parámetro n-dimensional de cada variable a dos dimensiones para fines de visualización. La Figura 5 muestra la importancia de la variable para la proyección (VIP).

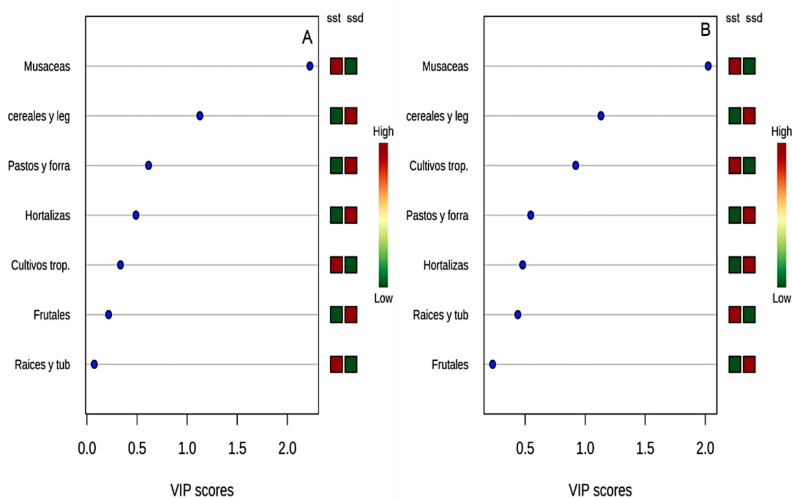


Figura 5. Importancia de la variable independiente en proyección (VIP) identificada por PLS-DA en el PC1 (a) y PC2 (b).

Los cuadros de colores a la derecha indican las proporciones relativas de la variable correspondiente en cada grupo en estudio. De acuerdo con el INIA (2016), en los países con climas tropicales como Colombia, Panamá y Venezuela se evidencia el desarrollo del sistema de subsistencia, el cual incluye un acervo de conocimientos del entorno natural de las etnias indígenas y del uso de labores culturales que permiten la permanencia y funcionamiento de ese sistema como unidad básica de producción agrícola, consumo alimenticio y de reproducción.

La agricultura de secano en esta zona de estudio lleva consigo la influencia de los paisajes agroalimentarios, los cuales establecen las ecorregiones identificadas para el uso potencial, donde la variabilidad de la precipitación y los montos de lluvias caídas determinan las labores culturales y el crecimiento de los cultivos de subsistencia indígena (Cortez *et al.*, 2016), y son el elemento climático que mayor repercusión tiene en la cosecha ante posibles eventos extremos de lluvia. Por otra parte, Hernández *et al.* (2017) señalan que estos sistemas de producción agrícola se basan en las características del entorno, principalmente en las del clima, suelo, paisajes y capacidad de uso de las tierras. Es conveniente indicar que la dinámica de cambio de uso de suelo es mayor sobre las coberturas vegetales (pastos), las cuales cambian a otros usos de suelo (mosaicos de vegetación natural y cultivos), sin que esto repercuta en una pérdida de biodiversidad por la deforestación. Los resultados presentados por Olivares y López (2019) muestran

que efectivamente hay territorios indígenas tropicales que han experimentado un proceso de deforestación en un período de 12 años.

Análisis de conglomerados jerárquico

A partir de los agricultores indígenas encuestados como unidades iniciales se formaron grupos, de forma ascendente, hasta que al final del proceso todos los casos tratados estuvieron englobados en un mismo conglomerado. La Figura 6 muestra el resultado de la agrupación en forma de dendrograma. El mapa de calor proporciona una visualización intuitiva de los datos utilizados, cada celda de color en el mapa corresponde a un valor de concentración en la tabla de datos, con las variables en las filas y los 40 casos en columnas. A través de la Figura 6 se observan las altas proporciones de musáceas en los miembros de la comunidad San San Tigra agrupados en un solo conglomerado, seguidas de las altas proporciones de cereales, leguminosas, raíces, tubérculos y pastos en San San Druy.

Análisis de conglomerados no jerárquico

La Figura 7 muestra la agrupación de los resultados en tres grupos de acuerdo con las características de los encuestados: el clúster 1 representado por aquellos miembros de las comunidades San San Tigra y San San Druy que poseen altas proporciones de cacao como cultivo tropical; el clúster 2 que integra a aquellos miembros de las comunidades San San Druy que tienen

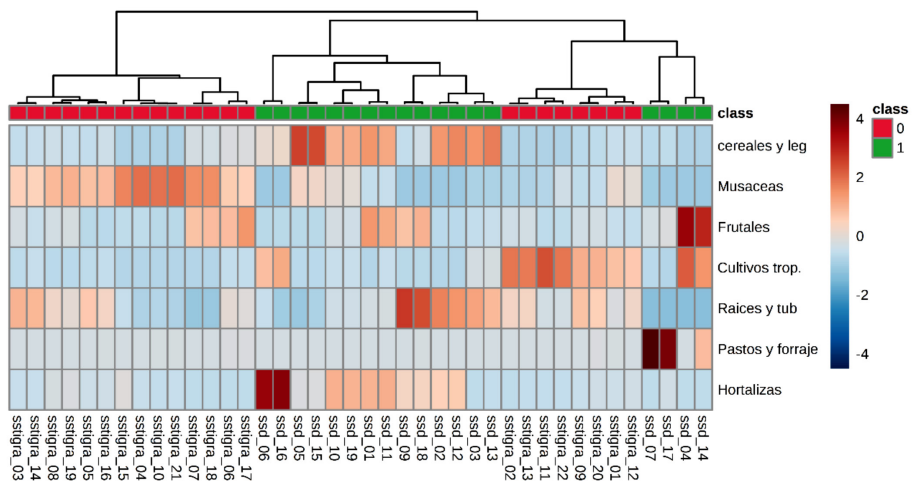


Figura 6. Resultado de agrupamiento mostrado como mapa de calor (medida de distancia usando euclidiana, y algoritmo de agrupamiento usando ward.D). (Clase 0: San San Tigra, Clase 1: San San Druy).

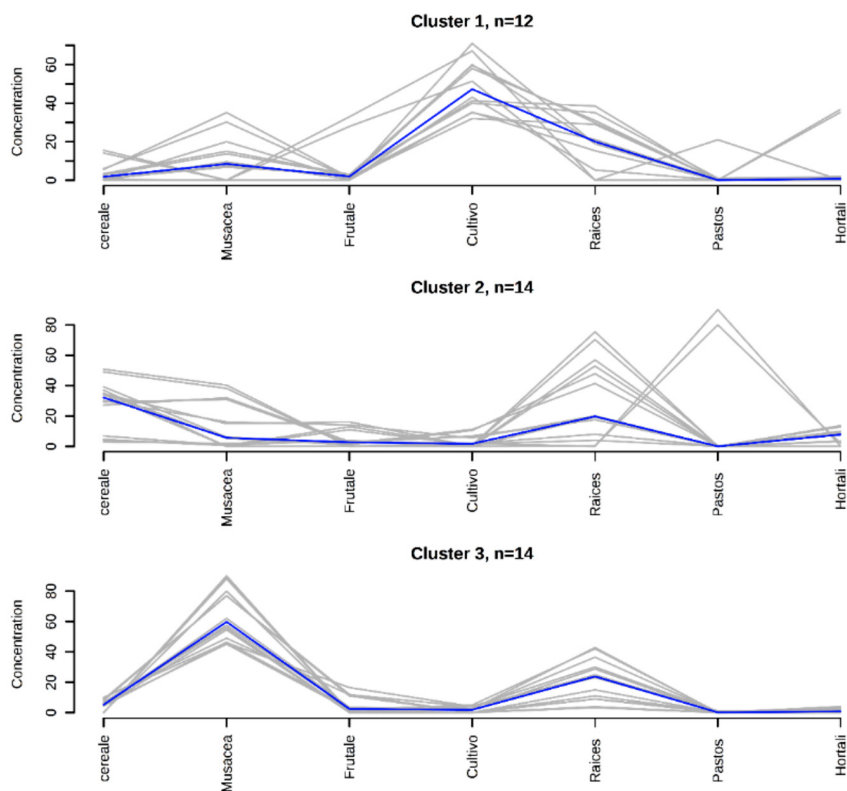


Figura 7. Método de agrupamiento K-medias, los ejes x son índices variables y los ejes y son intensidades relativas. Las líneas azules representan las intensidades medias de los grupos correspondientes.

altas proporciones de cereales, raíces y tubérculos; y el clúster 3 que incluye a aquellos agricultores cuyos principales cultivos son de la familia musáceas. El desarrollo de este tipo de estudio en la región, además de posibilitar la localización y caracterización de los cultivos de las áreas con mayor vocación para actividades productivas indígenas, permite reconocer esta actividad como sustento base para el impulso de la soberanía y seguridad alimentaria del país.

Actualmente, para los técnicos de las administraciones regionales del Teribe se evidencia la necesidad de disponer de mecanismos rápidos que les permitan, en el desempeño de sus funciones de orientación, trasladar a los agentes económicos implicados las recomendaciones coherentes con los objetivos fijados en el marco institucional existente (Hernández *et al.*, 2017).

Conclusiones

Las técnicas multivariadas constituyeron una herramienta valiosa para identificar y describir

la diversidad de todos los rubros cultivados en la agricultura de subsistencia de las comunidades indígenas abordadas. En este estudio de interés se analizó dicho sistema de agricultura, esencialmente por su valor patrimonial de agrobiodiversidad en Panamá y reserva de germoplasmas autóctonos, que constituyen su mayor expresión en las zonas indígenas del trópico húmedo. Este tipo de investigación representa un avance de gran utilidad metodológica debido a que proporciona nuevos enfoques para estudiar estos temas en entornos indígenas, los cuales incrementan el conocimiento existente apoyándose en fundamentos teóricos y estadísticos. Asimismo, esta metodología puede ser aplicada en otras instituciones, comunidades u organizaciones.

Esta investigación formará parte importante en el establecimiento de la línea base sobre la localización espacial y temporal de la producción agrícola en las áreas de desarrollo rural del Teribe, la tecnología local de producción indígena, los resultados técnicos y las relaciones con el entorno físico.

Agradecimientos

A los miembros de las comunidades indígenas de San San Druy y San San Tigra por el aporte y la receptividad que se tuvo en las visitas. Al Campus de Excelencia Internacional de Medio Ambiente,

Biodiversidad y Cambio Global CEI-Cambio) con sede en Sevilla, España, por fomentar actividades de acercamiento en territorios indígenas de Panamá. Asimismo, a Guadalupe Ávila y Erick Delgado Bocanegra del INEC, Contraloría General de la República.

Literatura citada

- Camacho, R.; Olivares, B.; Avendaño, N.
2018. Paisajes agroalimentarios: un análisis de los medios de vida de los indígenas venezolanos. *Revista de Investigación*, 42(93): 130-153.
- Chong, J.; Wishart, D.S.; Xia, J.
2019. Using metaboanalyst 4.0 for comprehensive and integrative metabolomics data analysis. *Current Protocols in Bioinformatics*, 68, e86.
- Cortez, A.; Rodríguez, M.F.; Rey, J.C.; Ovalles, F.; González, W.; Parra, R.; Olivares, B.; Marquina, J.
2016. Variabilidad espacio temporal de la precipitación en el estado Guárico, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 33(3): 292-310.
- Demey, J.; Adams, M.; Freitas, H.
1994. Uso del método de análisis de componentes principales para la caracterización de fincas agropecuarias. *Agronomía Tropical*, 44: 475-497.
- FAO.
2013. Agricultura Familiar y Acceso a los Mercados. Ciudad de Panamá: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3464s.pdf>
- Hernández, R.; Pereira, Y.; Molina, J.C.; Coelho, R.; Olivares, B.; Rodríguez, K.
2017. Calendario de siembra para las zonas agrícolas del estado Carabobo en la República Bolivariana de Venezuela. Sevilla, España: Editorial Universidad Internacional de Andalucía.
- IDIAP.
2004. *El Cultivo de Plátano en Panamá*. Ciudad de Panamá: IDEAP-MIDA.
- INEC.
2010. Lugares poblados de la República. Vol I. Instituto Nacional de Estadística y Censo, Panamá. Recuperado de http://www.contraloria.gob.pa/INEC/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=59&ID_PUBLICACION=355&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=13
- INEC.
2018. Mapa del Distrito de Changuinola, Provincia de Boca del Toro, Panamá. 1:238,000. Contraloría General de la República, Panamá.
- INIA.
2016. *Aproximación agroecológica para el nuevo modelo de producción agrícola en Venezuela*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela.
- Jody, I.
2012. *Isthmian-Atlantic Moist Forest*. Pensilvania, EE.UU.: Cred Press.
- MEF.
2016. *Descripción física, social y económica del distrito de Changuinola*. Panamá: Ministerio de Economía y
- Finanza, Dirección de Planificación Regional. Ministerio de Economía y Finanza, Panamá.
- Mevik, B.; Wehrens, R.
2007. The pls Package: Principal Component and Partial Least Squares Regression in R. *Journal of Statistical Software*, 18(2): 1-23.
- Olivares, B.; Cortez, A.
2017. La extensión agrícola en territorios indígenas Kari'ña de Venezuela: Hacia el desarrollo local sostenible con identidad. Saarbrücken, Germany, Academic Spanish Editorial. 93 p.
- Olivares, B.; Parra, R.; Cortez, A.
2017. Characterization of precipitation patterns in Anzoátegui state, Venezuela. *Ería*. 3(3): 353-365.
- Olivares, B.; López, M.
2019. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) applied to the agricultural indigenous territory of Kashaama, Venezuela. *UNED Research Journal*, 11(2): 112-121.
- Olivares, B.; Lobo, D.; Cortez, A.; Rodríguez, M.F.; Rey, J.C.
2017. Socio-economic characteristics and methods of agricultural production of indigenous community Kashaama, Anzoátegui, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 34(2): 187-215.
- Olivares, B.; Zingaretti, M.L.; Demey Zambrano, J.A.; Demey, J.R.
2016. Tipificación de los sistemas de producción agrícola y la percepción de la variabilidad climática en Anzoátegui, Venezuela. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*, 15(2): 39-50.
- Pitti, J.E.; Cabrigot, M.; Quintero, E.
2019. Ecoemprendimiento turístico: Una estrategia de economía aplicada hacia el desarrollo sostenible en territorios indígenas de Panamá. Port Louis, Mauritius: Editorial Académica Española.
- Pla, L.E.
1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Washington, USA: Organización de Estados Americanos (OEA).
- R CORE TEAM.
2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Salcedo, S.; De La O.A.P.; Guzmán, L.
2014. El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En Salcedo, S.; Guzmán, L. (Eds.), *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política*. pp. 17-34.
- Salman, S.; Abu Ruka'h, Y.
1999. Multivariate and principal component statistical analysis of contamination in urban and agricultural soils from north Jordan. *Environmental Geology*, 38(3): 265-270.

Xia, J.; Wishart, D.S.

2016. Using MetaboAnalyst 3.0 for comprehensive metabolomics data analysis. *Curr. Protoc. Bioinform.* 55: 14.10.1-14.10.91.

Xia, J.; Psychogios, N.; Young, N.; Wishart, D.S.

2009. MetaboAnalyst: a web server for metabolomic data analysis and interpretation, *Nucleic Acids Research*, 37(2): W652-W660.