



Caracterización *in situ* del ackee (*Blighia sapida*) y su potencial comercial en Costa Rica¹

In situ characterization of the ackee (*Blighia sapida*) and its commercial potential in Costa Rica

Patricia Quesada-Rojas², Walter Barrantes-Santamaría²

- ¹ Recepción: 9 de octubre, 2018. Aceptación: 27 de febrero, 2019. Este trabajo formó parte del proyecto ED-02079 inscrito en la Vicerrectoría de Acción Social, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- ² Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica. patricia.quesada@ucr.ac.cr; walter.barrantes@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-5288-451X>).

Resumen

Introducción. El ackee, *Blighia sapida*, es un árbol originario del continente africano y en Costa Rica, los frutos son consumidos principalmente por los afrodescendientes radicados en el Atlántico. **Objetivo.** El objetivo de este trabajo fue describir la distribución geográfica, diversidad fenotípica y el manejo del cultivo del ackee, en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. **Materiales y métodos.** Se realizó una prospección y caracterización vegetativa y reproductiva, además de la medición del índice de rendimiento (IR), de materiales de ackee entre los años 2015 y 2016. **Resultados.** Se evaluaron 66 árboles que crecían a todo lo largo de la carretera Braulio Carrillo y la carretera hacia el Atlántico sur. Los cantones donde se ubicaron mayor cantidad de genotipos fueron Siquirres y Limón. La gran mayoría de estos materiales se encontraban creciendo cerca de las viviendas, lo que denota un arraigo de esta especie en la cultura culinaria local. De los cuarenta genotipos caracterizados, se encontró poca variabilidad fenotípica en los caracteres vegetativos. En cuanto a los frutos, estos mostraron mayor diversidad, con variación en el peso, tamaño, color y número, y peso y firmeza de los arilos. Un 86,9 % de los genotipos presentaron arilos con consistencia firme antes y después de realizar la prueba de cocción. Los valores de IR estuvieron entre 8 y 20, siendo los mejores genotipos los que presentaron un índice cercano a 8. El manejo agronómico de los árboles en cuanto a fertilización, podas, control de plagas y patógenos, es casi inexistente. **Conclusión.** Se sugiere validar el uso de los árboles seleccionados por su buen desempeño productivo y establecer las bases para un manejo agronómico simple, que comprenda el uso de fertilización, podas, mayores densidades de siembra, entre otras labores, y medir el impacto sobre la productividad y la calidad de los frutos de esta especie.

Palabras clave: cultivos tropicales, recursos fitogenéticos, etnobotánica.

Abstract

Introduction. The ackee, *Blighia sapida*, is a tree native to the African continent and in Costa Rica the fruits are consumed mainly by Afro-descendants living in the Atlantic. **Objective.** The objective of this work was to describe



the geographical distribution, phenotypic diversity and management of the ackee crop in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. **Materials and methods.** A vegetative and reproductive prospection and characterization was carried out, in addition to the measurement of the yield index (IR) of ackee materials in the Region, between 2015 and 2016. **Results.** Sixty-six trees growing along the Braulio Carrillo highway and the road to the South Atlantic, were evaluated. The cantons with the highest number of genotypes were Siquirres and Limon. The great majority of these materials were found growing near the houses, which denotes a rooting of this species in the local culinary culture. Of the forty genotypes characterized, little phenotypic variability was found in the vegetative characters. As for the fruits, they showed greater diversity, with variation in the weight, size, color and number, and weight and firmness of the arils. A 86.9 % of the genotypes presented arils with firm consistency before and after the cooking test. IR values were between 8 and 20, with the best genotypes having an index close to 8. The agronomic management of the trees in terms of fertilization, pruning, pests and pathogens, control is almost non-existent. **Conclusion.** It is suggested to validate the use of the trees selected for their good productive performance, and to create the bases to establish the simple agronomic management, which includes the use of fertilization, pruning, higher planting densities, among other tasks, and measure the impact on the productivity and quality of the fruits of this species.

Keywords: tropical crops, plant genetic resources, ethnobotany.

Introducción

El ackee (*Blighia sapida*), perteneciente a la familia Sapindácea, es una especie originaria de las selvas tropicales de África Occidental (Costa de Marfil, Ghana, Benín, etc.), donde es poco consumido pero apreciado por otros usos. Las semillas y las cápsulas del fruto son utilizadas para fabricar jabones y para pescar, además todas las partes del árbol tienen propiedades medicinales (Ekué et al., 2009; Sonibare et al., 2011; Dossou et al., 2014; Akinpelu et al., 2016). En Benín, la comercialización de los arilos frescos, arilos secos y jabón, constituye una entrada considerable de dinero para los productores locales, especialmente para las mujeres (Ekué et al., 2010). La madera, cuyo duramen es rojizo y resistente al comején, es utilizada para la construcción local, en artesanía y para durmientes de ferrocarril (Vargas, 1999; Díaz y Rossini, 2012; Dossou et al., 2014). Este frutal fue llevado a Jamaica en 1793 por el Capitán Blight, como fuente de alimentación para los esclavos. En épocas posteriores, esta especie también fue introducida en Trinidad, Haití, las Antillas menores y Bahamas. Además, fue llevada por grupos de negros jamaquinos a Panamá y la costa Atlántica de Guatemala y Costa Rica (Samuels-Douglas y Arias-Molina, 1979; Morton, 1987).

El ackee, conocido también como seso vegetal, huevo vegetal, akye, pera roja y marañón del diablo, entre otros, continúa siendo una fruta exótica. Es más famosa por su propiedad venenosa que por sus cualidades culinarias, excepto en Jamaica donde es muy apreciada (Vargas, 1999; Plata y Utria, 2011; Díaz y Rossini, 2012; Falloon et al., 2014).

Actualmente el ackee es la fruta nacional de Jamaica y, de acuerdo con Mitchell et al. (2008), ese país tomó esta especie poco conocida en su tierra natal y la convirtió en una fuente de alimentación y entrada de divisas. En el 2005, la comercialización de arilos de ackee en Jamaica alcanzó la suma de USD\$ 400 millones. Las exportaciones se realizaron principalmente a los Estados Unidos, Canadá y al Reino Unido (Jamaica Information Service, 2008).

La parte comestible de los frutos de ackee son los arilos. Únicamente los frutos maduros cuyos carpelos han abierto naturalmente se pueden consumir. Los arilos de frutos inmaduros contienen altos niveles de un aminoácido tóxico llamado hipoglicina A (Morton, 1987; Mitchell et al., 2008; Rodríguez et al., 2012; Falloon et al., 2014).

Los arilos son fuente de potasio, calcio, hierro y ácido ascórbico, y poseen una pequeña cantidad de antioxidantes. La forma más común de consumo es cocinados, pero se pueden comer deshidratados, fritos, tostados,

hervidos o preparados de manera tradicional, de acuerdo con las costumbres de cada país donde se cultiva (Crane et al., 2008; Dossou et al., 2014).

En Costa Rica el ackee fue introducido con el conocimiento agronómico y las prácticas culinarias de los inmigrantes jamaquinos. Generaciones posteriores de jamaquinos y otros afrocaribeños, desarrollaron una cultura afro costarricense en la cual el ackee se ha convertido en un elemento botánico, gastronómico, económico y simbólico de gran importancia (Powell, 2009). Su cultivo se localiza en la Región Huetar Atlántica y en la década de los años setenta Samuels y Arias (1979), consideraron que desde el punto de vista económico, este frutal presentaba interés por su valor nutritivo, buen sabor y potencial para transformarse en un producto industrial para exportación, actividad que podría significar un importante factor de desarrollo socioeconómico para esta zona tan marginada de Costa Rica.

Los árboles de ackee miden de 10 a 12 m de alto, su tronco es corto, liso y de color gris, tiene una copa abierta y densa. Las hojas que miden entre 15 a 30 cm de largo, son siempre verdes, alternas y compuestas, con tres a cinco pares de folíolos elípticos de color verde brillante en el haz y verde pálido en el envés. Las flores son bisexuales y masculinas, olorosas, con cinco pétalos blancos y agrupadas en racimos de 7,5 a 15 cm de largo (Vargas, 1999; Rashford, 2001; Crane et al., 2008).

El fruto es una cápsula de 7 a 10 cm de largo que al madurar adquiere un color rojo, anaranjado o con tonalidades amarillas, generalmente en forma de pera y constituido por tres lóbulos. Al llegar a la madurez se abre por el ápice, dejando ver tres semillas negras y brillantes a las cuales se adhieren los arilos carnosos y de color crema. El arilo tiene surcos que le dan una apariencia que asemeja al cerebro humano, de ahí se deriva el nombre español de seso vegetal (León, 1987; Vargas, 1999; Rashford, 2001).

La forma de propagación más común del ackee es por semilla, la cual disminuye su viabilidad en periodos cortos de tiempo, por lo que debe sembrarse a los pocos días de extraída del fruto. Los árboles propagados de esta manera, tardan de tres a seis años en producir. También la propagación puede realizarse por medio de estacas o injertos, reduciéndose el tiempo de producción a entre dos y tres años (Morton, 1987; Vargas, 1999; Crane et al., 2008).

Se ha observado que el ackee se desarrolla bien en regiones con clima tropical y subtropical, y puede sembrarse desde el nivel del mar hasta aproximadamente 900 m de altitud (Crane et al., 2008). Tiene gran adaptación a distintos tipos de suelos (Vargas, 1999) y condiciones climáticas, que bien establecidos pueden tolerar condiciones moderadas de sequía, inundación y viento, sin embargo, la producción se puede ver afectada si estas condiciones se prolongan (Crane et al., 2008).

El ackee es una especie con gran potencial actual y futuro, para uso alimenticio, agroindustrial y farmacéutico, como suplemento alimenticio o como nutraceutico (Sonibare et al., 2011; Dossou et al., 2014; Falloon et al., 2014; Akinpelu et al., 2016; Famuwagun y Gbadamosi, 2016).

El objetivo de este trabajo fue describir la distribución geográfica, diversidad fenotípica y el nivel de manejo del cultivo del ackee, en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Materiales y métodos

La prospección de ackee (*Blighia sapida*) se realizó durante dos épocas de cosecha de la fruta. La primera temporada comprendió los meses de setiembre a noviembre del año 2015 y la segunda, los meses de febrero a marzo del año 2016, con la finalidad de tener datos representativos de toda la producción durante un ciclo productivo.

Para la ubicación de los árboles se realizó el siguiente recorrido: se inició la colecta y caracterización de árboles en el cantón de Pococí, hasta el cantón de Talamanca, siguiendo el recorrido de la Carretera Braulio Carrillo (ubicada entre San José y la provincia de Limón) y la carretera hacia el Atlántico sur, y se ingresó a los principales centros de población ubicados a ambos lados de la ruta. Este estudio comprendió los cantones de Pococí, Guácimo,

Siquirres, Matina, Limón y Talamanca de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. Se georreferenciaron (GPS marca Garmin modelo 5678) y registraron datos de ubicación de todas las poblaciones y árboles aislados, localizados cerca de carreteras y poblados principales. Sin embargo, solo se caracterizaron los frutos de genotipos que contaban, en ese momento, con suficiente cosecha, de manera que permitiera una caracterización adecuada. Además, se realizó una entrevista a los custodios de los árboles, con el objetivo de obtener información sobre la procedencia del material, época de cosecha, calidad y formas de preparación de los frutos, entre otros.

Datos de ubicación y caracterizaciones *in situ*

Los descriptores fueron diseñados por los autores, específicamente para la caracterización de este frutal, tomando como base los propuestos para frutales tropicales por el *International Board of Plant Genetic Resources* (IBPGR, 1980). Se registraron los siguientes datos: código del árbol, latitud, longitud y altitud en el sitio. Además, se tomó nota de características generales del lugar, ubicación de los especímenes en la unidad productiva, estado fitosanitario de los árboles y frutos, productividad y manejo agronómico.

Para las caracterizaciones *in situ*, se utilizaron los siguientes descriptores: A) variables medidas en los árboles: altura, edad, altura a la bifurcación de las ramas y hábito de crecimiento. Para medir la altura de los árboles se utilizó un clinómetro (Suunto-PM-5/360-PC Aluminio). B) Variables medidas en las hojas: número de folíolos, largo del raquis, largo del folíolo, ancho del folíolo. Para la caracterización de las hojas se utilizó una muestra de diez hojas por árbol, seleccionadas en diferentes puntos cardinales. C) Variables medidas en los frutos cerrados: largo, ancho y peso. Para lo cual, se tomó una muestra de diez frutos seleccionados de diferentes secciones de árbol. D) Variables medidas en los frutos abiertos: número de lóbulos del fruto y peso de las semillas. E) Variables medidas en los arilos: largo, ancho y peso.

Para el registro de las dimensiones de las hojas y largo de los frutos cerrados, se utilizó una regla calibrada en centímetros. Para la medición del ancho de los frutos cerrados, ancho y largo de los arilos, se utilizó un caliper digital (0-300 mm) graduado en centímetros. El peso de los frutos cerrados, los arilos y las semillas, se midió por medio de una balanza electrónica.

La caracterización de frutos se realizó solamente en aquellos genotipos que presentaban al menos cinco frutos en edad de cosecha. Las evaluaciones de frutos abiertos y de los arilos se realizaron en el Laboratorio de Recursos Fitogenéticos de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica.

Los arilos crudos de los genotipos seleccionados, se clasificaron de acuerdo con la firmeza y consistencia (determinada por su suavidad al tacto y grado de fragmentación de los arilos una vez separados del fruto y la semilla) en: a) suaves, b) semiduros y c) firmes. Estos mismos arilos se sometieron a una prueba de cocción que consistió en hervirlos en agua con sal durante un minuto, con el objetivo de determinar si sufrían algún cambio en su firmeza, para lo cual se clasificaron con el empleo de las mismas categorías.

Para los genotipos caracterizados se calculó el índice de rendimiento (IR), definido como la cantidad de frutos necesarios para completar una lata de 540 g de peso bruto, la cual contiene 300 g de peso escurrido de arilos (Savallos, comunicación personal, 2015).

Los datos se analizaron con base en el programa estadístico JMP. Se calcularon los promedios y las desviaciones estándar, se establecieron los límites de confianza para cada una de las variables evaluadas y se establecieron correlaciones entre las variables.

Resultados

Un total de 66 genotipos de ackee se inventariaron y 40 de ellos se caracterizaron a lo largo de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica (Cuadro 1, Cuadro 2, Figura 1). La gran mayoría se localizaban en las zonas de vida de Bosque Húmedo Premontano y Bosque muy Húmedo Premontano (Holdridge, 1967). Se encontraron como árboles aislados o en grupos pequeños en los jardines o patios de las viviendas. En algunas pocas ocasiones se localizaron grupos más grandes, sin que se pudiera hablar de plantaciones propiamente sembradas con ese fin; sin embargo, las cosechas se aprovechaban en algunos casos con fines de comercialización. Con algunas excepciones, la mayoría

Cuadro 1. Datos pasaporte de los genotipos de ackee (*Blighia sapida*) inventariados en los cantones de Pococí, Guácimo, Siquirres y Matina en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. 2015-2016.

Table 1. Passport data of ackee (*Blighia sapida*) genotypes registered in the Pococi, Guacimo, Siquirres and Matina counties in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. 2015-2016.

Nº de espécimen*	Ubicación de los árboles			Estatus / ubicación de los árboles	
	Cantón	Latitud	Longitud		
SV016	Guácimo	10,3614	-83,8719	121	población/jardín patio casa
SV017	Guácimo	10,3614	-83,8719	121	población/jardín patio casa
SV039	Guácimo	10,2819	-83,6714	107	población/jardín patio casa
SV038	Pococi	10,3211	-83,9463	277	población/jardín patio casa
SV057	Pococi	10,2166	-83,7500	280	árbol solo/finca experimental
SV001	Siquirres	10,2094	-83,5792	123	árbol solo/jardín patio casa
SV002	Siquirres	10,2086	-83,5792	123	árbol solo/jardín patio casa
SV003	Siquirres	10,2094	-83,5883	233	árbol solo/jardín patio casa
SV004	Siquirres	10,2602	-83,5922	115	población/plantación
SV005	Siquirres	10,2602	-83,5883	115	población/plantación
SV006	Siquirres	10,2294	-83,6403	124	árbol solo/jardín patio casa
SV007	Siquirres	10,1975	-83,5133	19	población/jardín patio casa
SV008	Siquirres	10,2905	-83,6002	76	población/jardín patio casa
SV009	Siquirres	10,2441	-83,4100	70	población/jardín patio casa
SV010	Siquirres	10,2572	-83,6486	78	población/jardín patio casa
SV011	Siquirres	10,2572	-83,6505	78	árbol solo/lote baldío
SV012	Siquirres	10,3161	-83,6622	61	árbol solo/jardín patio casa
SV013	Siquirres	10,1591	-83,5116	66	árbol solo/jardín patio casa
SV014	Siquirres	10,1538	-83,5000	63	árbol solo/jardín patio casa
SV015	Siquirres	10,1538	-83,5000	63	árbol solo/jardín patio casa
SV035	Siquirres	10,1833	-83,5408	21	árbol solo/jardín patio casa
SV036	Siquirres	10,1277	-83,5580	21	árbol solo/jardín patio casa
SV037	Siquirres	10,1153	-83,6216	30	árbol solo/jardín patio casa
SV055	Siquirres	10,2355	-83,6600	68	población/plantación
SV056	Siquirres	10,2533	-83,6411	77	árbol solo/lote baldío
SV065	Siquirres	10,3905	83,7155	94	población/plantación
SV066	Siquirres	10,1027	83,6188	65	árbol solo/jardín patio casa
SV064	Matina	10,0441	83,3014	120	árbol solo/jardín patio casa

*SV: seso vegetal / *SV: ackee.

**Población: más de un árbol en el sitio / **Population: more than one tree per site.

Cuadro 2. Datos pasaporte de los genotipos de ackee (*Blighia sapida*) inventariados en los cantones de Limón y Talamanca en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. 2015-2016.

Table 2. Passport data of ackee (*Blighia sapida*) genotypes registered in the Limón and Talamanca in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. 2015-2016.

Nº de especímen*	Ubicación de los árboles			Estatus / ubicación de los árboles	
	Cantón	Latitud	Longitud		
SV030	Limón	9,7844	-82,9780	30	población/lote baldío
SV031	Limón	9,9536	-83,1722	40	árbol solo/jardín patio casa
SV032	Limón	9,9050	-83,0508	30	árbol solo/jardín patio casa
SV033	Limón	9,8942	-83,0477	21	población/jardín patio casa
SV034	Limón	9,9958	-83,0461	1	población/jardín patio casa
SV040	Limón	9,9758	-83,1108	23	población/plantación
SV041	Limón	9,9733	-83,1116	23	población/plantación
SV042	Limón	10,1377	-83,1636	16	población/lote baldío
SV043	Limón	9,7666	-83,0855	38	población/plantación
SV044	Limón	9,8825	-83,0322	43	población/jardín patio casa
SV045	Limón	9,8703	-83,0466	26	población/plantación
SV046	Limón	9,8677	-83,0425	16	población/jardín/ patio casa
SV047	Limón	10,1288	-83,1005	31	población/plantación
SV048	Limón	10,0766	-83,1305	17	población/plantación
SV049	Limón	9,9494	-83,3158	29	población/jardín patio casa
SV050	Limón	10,1000	-83,2666	55	población/jardín patio casa
SV051	Limón	9,9816	-83,1844	28	población/jardín patio casa
SV052	Limón	9,9830	-83,1844	28	población/jardín patio casa
SV053	Limón	9,9458	-83,0744	37	población/plantación
SV054	Limón	9,9503	-83,0816	23	población/jardín patio casa
SV058	Limón	9,9975	-83,1783	5	población/jardín patio casa
SV059	Limón	9,9325	-83,0538	12	población/jardín patio casa
SV060	Limón	10,1288	-83,1005	84	población/jardín patio casa
SV061	Limón	9,8703	-83,0466	84	población/jardín patio casa
SV062	Limón	9,8119	-82,8991	20	población/jardín patio casa
SV063	Limón	9,9458	-83,0444	37	población/jardín patio casa
SV018	Talamanca	9,8492	-82,8555	1	población/jardín patio casa
SV019	Talamanca	9,7527	-83,0344	22	población/jardín patio casa
SV020	Talamanca	9,7500	-83,0416	23	población/jardín patio casa
SV021	Talamanca	9,7500	-82,9416	23	población/jardín patio casa
SV022	Talamanca	9,8119	-82,8991	20	población/jardín patio casa
SV023	Talamanca	9,8430	-82,9814	2	población/lote baldío
SV024	Talamanca	9,8166	-82,9722	2	población/lote baldío
SV025	Talamanca	9,7888	-82,9652	3	árbol solo/jardín patio casa
SV026	Talamanca	9,7819	-82,9586	2	árbol solo/jardín patio casa
SV027	Talamanca	9,8380	-82,9730	2	población/jardín patio casa
SV028	Talamanca	9,8380	-82,9730	2	población/jardín patio casa
SV029	Talamanca	9,7719	-83,0719	5	población/jardín patio casa

*SV: seso vegetal / *SV: ackee.

**Población: más de un árbol en el sitio / **Population: more than one tree per site.



Figura 1. Mapa que muestra la ubicación geográfica de los árboles de ackee (*Blighia sapida*), estudiados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. 2015-2016.

Figure 1. Map showing the geographical location of ackee (*Blighia sapida*) genotypes studied in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. 2015-2016.

de los árboles se localizaron en viviendas de personas afrodescendientes. La procedencia de los mismos era local, debido a que solo en esta provincia del país se aprovecha esta especie, dada su relación con la cultura culinaria de la Región.

La mayoría de los árboles de ackee se localizaron en jardines o patios de las casas con un manejo agrícola rudimentario, aunque se ubicó un par de sitios con siembras más extensas y un manejo agronómico y comercial adecuado, donde los productores logran obtener mayores cosechas y calidad de frutos. Lo anterior, unido a lo comentado por productores y comercializadores, sugiere que se requiere de una mejora de los rendimientos y calidad, que podría llevar esta especie a convertirse en un cultivo de exportación.

De acuerdo con una valoración visual de los árboles estudiados, no se observaron problemas fitosanitarios, a excepción de presencia de un 5 % de frutos dañados por pudriciones fungosas, debido al exceso de humedad y a algún ataque aislado de plagas como cochinilla harinosa (*Planococcus* sp.) y hormigas (*Atta* sp.). También se observó un 2 % de árboles con presencia de hojas cloróticas, que podría ser consecuencia de mal drenaje o deficiencias nutricionales.

Caracterización fenotípica. Variables vegetativas

La variabilidad fenotípica encontrada fue reducida para las variables vegetativas de acuerdo con los análisis estadísticos realizados.

Edad, altura y diámetro de los árboles

La edad de los árboles inventariados iba desde los dos hasta los cincuenta años aproximadamente, siendo el ackee considerado un árbol muy precoz y longevo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio y desviación estándar de las variables vegetativas registradas en los cuarenta genotipos de ackee (*Blighia sapida*) caracterizados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. 2015-2016.

Table 3. Average and standard deviation of vegetative variables registered in the forty genotypes of ackee (*Blighia sapida*) characterized in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. 2015-2016.

Variable	Promedio	Desviación estándar	Intervalo mayor	Intervalo menor
Edad del árbol (años)	12,41	12,80	16,88	7,94
Altura (m)	10,55	6,95	12,34	8,75
DAP* (cm)	66,53	4,37	75,30	57,76
Largo de la hoja (cm)	20,53	4,72	21,07	20,00
Nº foliolos/hoja	9,39	1,10	9,52	9,27
Largo del foliolo (cm)	15,05	3,34	15,42	14,67
Ancho del foliolo (cm)	6,82	1,22	6,95	6,68

DAP*: diámetro a la altura del pecho / DAP*: chest height diameter.

Largo de la hoja, número de foliolos, largo y ancho de los foliolos

Con respecto a las características de las hojas, estas eran siempre de color verde oscuro y alterno. Las dimensiones de las hojas fueron muy similares entre los diferentes genotipos analizados.

Variables de fruto

Los frutos inmaduros eran de color verde, de textura lisa y brillante (Figura 2a), una vez llegada la madurez pierden el brillo y cambian a un color que varía desde rosado a rojo oscuro dependiendo del genotipo y de la radiación solar a la que se encuentren expuestos. Los frutos se formaban en racimos de entre tres y ocho frutos (Figura 2b). Para poderlos consumir es indispensable que estén abiertos, exponiendo los arilos y las semillas (Figura 2c); Los arilos se acostumbra comerlos cocinados (Figura 2d).

Largo y ancho de fruto cerrado

Con respecto al largo y ancho de los frutos cerrados, se obtuvo un promedio de 7,32 cm \pm 1,51 y 5,07cm \pm 0,87, respectivamente (Cuadro 4).

Peso y número de lóbulos del fruto abierto

Se encontró mucha variabilidad en el peso de los frutos y de los arilos, no así en las variables de dimensión de los mismos. Los frutos presentaron en promedio tres lóbulos (69,81 %), pero algunos mostraron dos lóbulos (28,30 %) y otros (1,89 %) cuatro lóbulos.

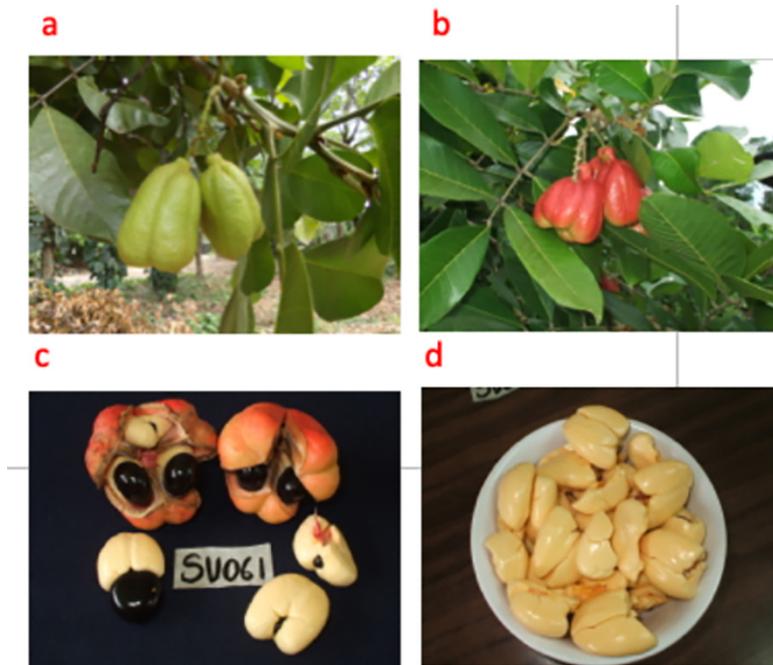


Figura 2. Descriptores morfológicos de los frutos de árboles de ackee (*Blighia sapida*) caracterizados en Región Hueta Atlántica de Costa Rica. 2015-2016. a) Frutos inmaduros de color verde, b) frutos de color rojo pero no aptos para consumo, c) frutos maduros y arilos crudos aptos para consumo, d) arilos cocinados listos para consumo.

Figure 2. Morphologic descriptors of fruits of the ackee (*Blighia sapida*) trees characterized in the Hueta Atlantic Region of Costa Rica. 2015-2016. a) Green immature fruits, b) red fruits not fit for consumption, c) mature fruits and arils fit for consumption, d) cooked arils ready for consumption.

Cuadro 4. Promedio y desviación estándar de las variables de frutos registrados en los cuarenta genotipos de ackee (*Blighia sapida*) caracterizados en la Región Hueta Atlántica de Costa Rica. 2015-2016.

Table 4. Average and standard deviation of the fruit variables registered in the forty genotypes of ackee (*Blighia sapida*) characterized in the Hueta Atlantic Region of Costa Rica. 2015-2016.

Variable	Promedio	Desviación estándar	Intervalo mayor	Intervalo menor
Ancho del fruto cerrado (cm)	5,07	0,87	5,17	4,96
Peso del fruto abierto (g)	101,25	27,22	104,76	97,75
Nº lóbulos/frutos	2,85	0,42	2,91	2,79
Largo del arilo (cm)	3,00	0,45	3,04	2,96
Ancho del arilo (cm)	2,91	0,40	2,94	2,88
Peso de los arilos/fruto (g)	28,87	10,98	28,35	25,39
Peso de las semillas/fruto (g)	10,24	4,64	10,86	9,62

Características de los arilos

El color de los arilos varió de blanco hueso a amarillo claro, característica que estuvo asociada con la consistencia de los arilos, de tal manera que arilos de color blanco hueso presentaron una consistencia firme y los de color amarillo una consistencia suave.

La consistencia de los arilos de frutos maduros y crudos, indicó que un 86,89 % fueron firmes, un 7,89 % semiduros y un 5,20 % suaves, entendiéndose por suaves aquellos que se deforman o se fragmentan al tacto. Después de la prueba de cocción, la distribución de la consistencia de los arilos cambió considerablemente y algunos genotipos mostraron los arilos deformes. El mayor cambio se notó en los arilos firmes que pasaron a semiduros o suaves, es decir, en los arilos cocinados el desglose fue el siguiente: firmes 47,37 %, semiduros 31,58 % y suaves 21,05 % (Figura 3).

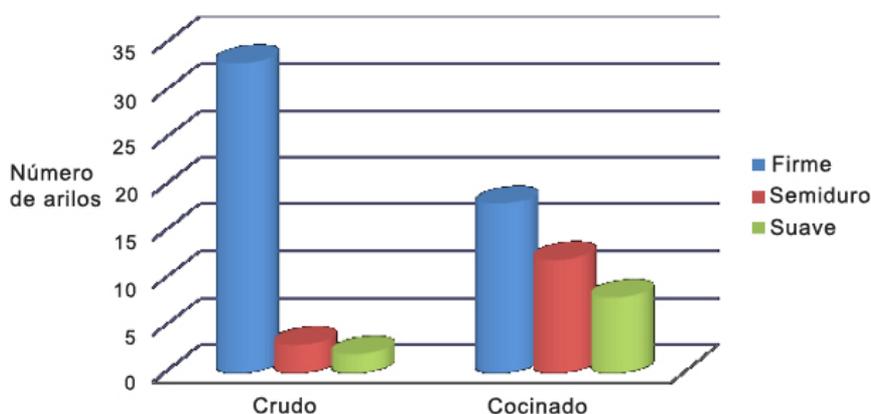


Figura 3. Consistencia de los arilos de los genotipos de ackee (*Blighia sapida*) estudiados, antes y después de la prueba de cocción. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, Alajuela, Costa Rica. 2015-2016.

Figure 3. Consistency of the arils of studied ackee (*Blighia sapida*) genotypes, before and after the cooking test. Estacion Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, Alajuela, Costa Rica. 2015-2016.

En cuanto a las dimensiones, se encontró que los genotipos fueron muy homogéneos con respecto a los valores del largo y ancho de los arilos. Por su parte, el peso de los arilos por fruto sí mostró variabilidad entre los materiales evaluados (Cuadro 4).

Características de las semillas

En cuanto al peso de las semillas por fruto, los valores estuvieron ubicados entre 9,62 y 10,86 g. El número de semillas concordó con el número de carpelos por fruto, es decir, en la mayoría de los genotipos se encontraron tres semillas por fruto. En algunos casos se presentaron semillas abortivas, como consecuencia, el arilo fue más grande favoreciendo el rendimiento del área comestible.

Se presentaron correlaciones positivas y altas entre las variables tamaño y peso de los frutos, así mismo el número de lóbulos correlacionó negativamente con las dimensiones de los frutos y los arillos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Correlaciones de variables de fruto de los cuarenta genotipos de ackee (*Blighia sapida*) caracterizados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. 2015-2016.

Table 5. Correlations of fruit variables of the forty genotypes of ackee (*Blighia sapida*) characterized in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. 2015-2016.

Variable	Largo fruto	Ancho fruto	Peso fruto	Nº lóbulos	Ancho arilo	Peso arilo	Peso semilla
Largo fruto	1,00	0,49	0,37	-0,22	0,05	0,18	0,03
Ancho fruto	0,49	1,00	0,48	-0,06	0,14	0,23	0,31
Peso fruto	0,37	0,48	1,00	0,21	0,36	0,57	0,34
Nº lóbulos	-0,22	-0,06	0,21	1,00	-0,11	0,24	0,19
Ancho arilo	0,05	0,14	0,36	-0,11	1,00	0,58	0,11
Peso arilo	0,18	0,23	0,57	0,24	0,58	1,00	0,10
Peso semilla	0,03	0,31	0,34	0,19	0,11	0,10	1,00

Índice de rendimiento/lata (IR)

En la Figura 4 se presenta el IR, que se utilizó para medir el rendimiento de los frutos para la industria destinada a la exportación. Los genotipos con valores de IR más bajos son los preferidos para la industria, debido a que entre más bajo es el índice, se necesitan menos frutos para completar una lata (300 g de peso escurrido). En este caso los genotipos que presentaron los valores más bajos de IR fueron SV 39, SV 56 y SV 45, con un promedio de 8,5 frutos necesarios para completar una lata con 300 g de peso escurrido de arilos.

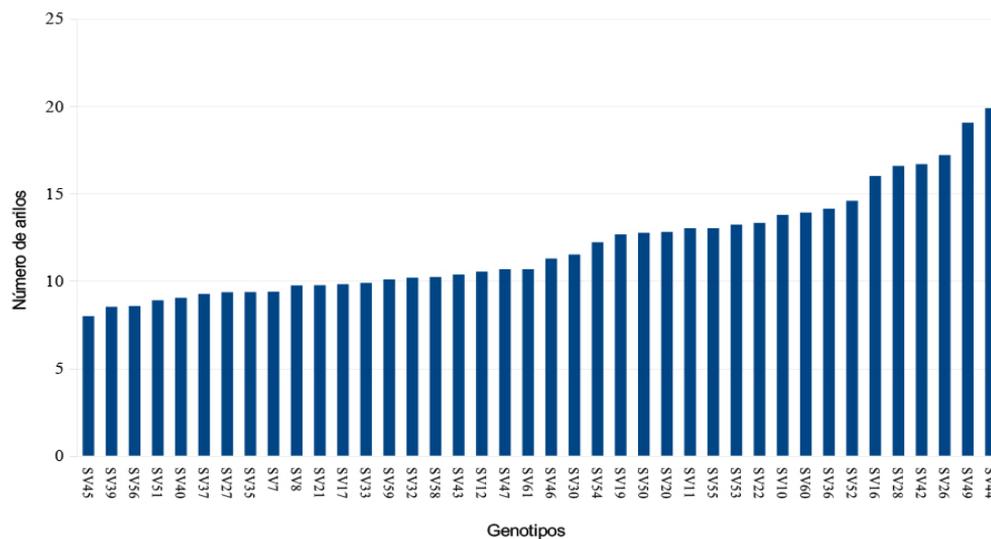


Figura 4. Datos del índice de rendimiento con base en el número de arillos de ackee (*Blighia sapida*), necesarios para completar una lata (540 g de peso bruto) de los árboles estudiados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. 2015-2016.

Figure 4. Performance index data based on the number of ackee (*Blighia sapida*) arils necessary to complete a container (540 g of gross weight) of the studied trees in the Atlantic Huetar Region of Costa Rica. 2015-2016.

Discusión

Con respecto a la ubicación de los materiales estudiados, estos se localizaron a lo largo de todo el recorrido realizado sobre la carretera Braulio Carrillo y la carretera hacia el Atlántico sur, con predominancia en los cantones de Siquirres, Limón y Talamanca.

La variabilidad fenotípica encontrada, fue reducida con base en las variables vegetativas. Sin embargo, sí se encontró mayor variación en las características de los frutos, principalmente en cuanto a las dimensiones de los frutos y de los arilos. Esta variabilidad era esperable, debido a que los árboles son propagados por semilla sexual y son de polinización abierta. Además, parte de esa variabilidad se explicaría porque los genotipos fueron cosechados en diferentes épocas, localizados en sitios con diferentes condiciones agroecológicas, que van desde la orillas del mar hasta tierra adentro, a más de 280 msnm. Esta variabilidad permitiría en el futuro hacer selección de genotipos con mayor productividad y con frutos que tengan arilos de mayor tamaño. Como herramienta para la selección de variedades, es también recomendable el uso del IR, que brinda una relación directa con el rendimiento de cada material.

Desde el punto de vista agroindustrial y del mercado de exportación, la selección de genotipos superiores debe considerar la consistencia de los arilos. Se requiere que estos sean firmes, tanto antes como después de la prueba de cocción, característica que le permite a los arilos mantener una buena apariencia hasta llegar al consumidor final. En este primer trabajo de prospección y evaluación, se encontraron genotipos con consistencia de arilos firme tanto antes como después de la prueba de cocción

La regeneración de árboles en los patios de las casas se da por el descarte de los restos del procesamiento de frutos o producto de semillas que caen de los árboles vecinos. Los arilos son cocinados y utilizados en la preparación de diferentes platillos propios de la zona, principalmente en mezcla con bacalao, pero también con atún, sardinas, huevo y arroz.

El conocimiento sobre el momento apropiado para la cosecha de los frutos, así como para la preparación de diferentes recetas, lo han manejado principalmente mujeres adultas, debido a que los frutos, dependiendo de su estado fenológico, son venenosos. Los frutos son cosechados cuando naturalmente se abren en el árbol, en ese momento dejan de ser tóxicos. Los arilos, por lo general no son consumidos crudos, de acuerdo con lo expresado por algunas mujeres entrevistadas.

En un 74 % de los sitios visitados, los árboles se encontraron en poblaciones de dos o más árboles en los patios de las casas (Cuadro 1), lo que evidencia que se cultiva principalmente para el autoconsumo, una tradición que se remonta al origen africano de esta especie comestible y de los afrodescendientes de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, como ha sido mencionado por varios autores (Samuels-Douglas y Arias-Molina, 1979; Powell, 2009; Rashford, 2001).

La altura de los árboles fue variable y estuvo entre 2 y los 35 metros. Una causa de la altura tan grande de algunos árboles podría ser la ausencia de podas, lo que dificulta la cosecha y el aprovechamiento de los frutos. No existe una planificación del mejor sitio para la siembra, sino que los árboles se siembran en cualquier lugar alrededor de las viviendas, lo que favorece su cuidado y cosecha. No se tuvo conocimiento de labores de fertilización o control de plagas y patógenos, posiblemente la fertilización de los árboles se da por medio de la descomposición del material orgánico del mismo sitio y por los desechos de los hogares. Se sugiere que la poca incidencia de plagas y enfermedades es debida a que son árboles aislados, lo cual no favorece el establecimiento de las mismas (Samuels-Douglas y Arias-Molina, 1979; Morton, 1987; Crane et al., 2008).

Como también ha sido observado por Vargas (1999) en Honduras, y por Mitchell et al. (2008) en Jamaica, los árboles de ackee en Costa Rica por lo general, producen dos cosechas al año con diferencias en el rendimiento de cada una. La primera cosecha, que es la más productiva, debido a un mayor peso y calidad de los arilos, se presenta en los meses de febrero a marzo y la segunda de setiembre a octubre, donde los frutos se dañan más por un exceso de humedad ambiental. En esta segunda época de cosecha, muchos frutos se pudren incluso mientras permanecen adheridos al árbol.

La cosecha y manipulación de los frutos era realizada por adultos, principalmente por mujeres, ya que como se mencionó antes, los frutos presentan el inconveniente de ser tóxicos cuando están cerrados y de que algunas semillas son de tamaño muy pequeño, por lo que se podría causar una intoxicación grave, si la preparación no se realiza adecuadamente. Los conocimientos sobre los cuidados y preparación de recetas son intrínsecos a la cultura afrodescendiente, y han sido transmitidos de generación en generación, lo que resulta acorde a lo mencionado por autores como Samuels-Douglas y Arias-Molina (1979), Rashford (2001) y Powell (2009).

Conclusiones

El ackee está distribuido en toda la región estudiada, con una predominancia en los cantones de Siquirres, Limón y Talamanca. Los árboles presentaron poca diversidad fenotípica en los caracteres estudiados. Esta evaluación preliminar indicó que algunos de los genotipos evaluados mostraron características promisorias y podrían ser considerados en un programa de mejora genética, que podría enriquecerse con accesiones que tengan características de mayor calidad y productividad, provenientes de bancos de germoplasma internacionales.

De acuerdo con lo observado en esta investigación, el ackee en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica es una especie que está ligada a la cultura afro costarricense, ya que su consumo y comercialización era realizada principalmente por personas de este grupo étnico.

Uno de los mayores peligros que enfrenta actualmente este cultivo, es la posible erosión genética, debido a la expansión de las zonas urbanas y al aumento de las áreas de cultivo de piña y banano, que han hecho que se pierdan genotipos importantes de ackee.

Para el establecimiento de áreas de cultivo comerciales, tanto para el mercado nacional como de exportación, es primordial promocionar el cultivo considerando: una selección de genotipos superiores, un manejo técnico mediante el uso adecuado de fertilización, densidades de siembra, podas, control de plagas y patógenos, y un mejor manejo poscosecha, entre otros, sin dejar de lado la mejora en los canales de comercialización.

Es de importancia para Costa Rica, establecer las bases que permitan la transición del ackee de un cultivo de subsistencia a una actividad económicamente rentable, con un abordaje agrotecnológico que permita además mejorar su comercialización a nivel nacional e internacional.

Agradecimientos

Se agradece al M.Sc. Edisson Araya del INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria), por la confección del mapa con la ubicación geográfica de los materiales caracterizados y a la M.Sc. María Isabel González, de la Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica (UCR), por la asesoría sobre el análisis estadístico de los datos.

Literatura citada

- Akinpelu, O.E., D.O. Moronkola, F.A. Dawodu, and K. Sichilongo. 2016. Chemical compositions of seven essential oils from *Blighia sapida* (K. Koenig), (Sapindaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10:2351-2367. doi:10.4314/ijbcs.v10i5.32
- Crane, J.H., C.F. Balerdi, and I. Maguire. 2008. Ackee growing in the Florida home landscape. Institute of Food and Agricultural Science Extension, University of Florida, FL, USA.

- Díaz, M., and C. Rossini. 2012. Bioactive natural products from sapindaceae deterrent and toxic metabolites against insects. *InTech Open Sci.* 13:287-308. doi:10.5772/29830.
- Dossou, V.M., J.K. Agbenorhevi, F. Alemawor, and I. Oduro. 2014. Physicochemical and functional properties of full fat and defatted ackee (*Blighia sapida*) aril flours. *Am. J. Food Sci. Technol.* 2(6):187-191. doi:10.12691/ajfst-2-6-3
- Ekúé, M.R.M., O. Gailing, R. Finkeldey, and O. Eyog-Matig. 2009. Indigenous knowledge, traditional management and genetic diversity of the endogenous agroforestry species ackee (*Blighia sapida*) in Benin. In: H. Jaenicke et al., editors, *Proceeding International Symposium on Underutilized Plants for Food Security, Nutrition, Income and Sustainable Development*. ISHS, Arusha, TAN. p. 655-662.
- Ekúé, M.R.M., O. Gailing, B. Vornam, and R. Finkeldey. 2011. Assessment of the domestication state of ackee (*Blighia sapida* K.D. Koenig) in Benin based on AFLP and microsatellite markers. *Conserv. Genet.* 12:475-489. doi:10.1007/s10592-010-0155-z
- Ekúé, M.R.M., B. Sinsin, O. Eyog-Matig, and R. Finkeldy. 2010. Uses, traditional management, perception of variation and preferences in ackee (*Blighia sapida* K.D. Koenig) fruit traits in Benin: implications for domestication and conservation. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 6:12. doi:10.1186/1746-4269-6-12
- Falloon, C., G.S. Baccus-Taylor, and D.A. Minott. 2014. A Comparative study of the nutrient composition of tree-ripened versus rack-ripened ackees (*Blighia sapida*). *West Indian J. Eng.* 36(2):69-75.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1980. *Tropical fruit descriptor*. IBPGR, Rome, ITA.
- Famuwagun, A.A., and S.O. Gbadamosi. 2016. Studies on the proximate composition, functional properties and effect of pH and salt concentrations on some functional properties of ackee apple aril flours. *Int. J. Sci. Edu.* 18:711-720.
- Jamaica Information Service. 2008. *Ackee on the rebound*. Government of Jamaica, JAM. <http://jis.gov.jm/ackee-on-the-rebound/> (accessed Oct. 18, 2012).
- Holdridge, L.R. 1967. *Life zone ecology*. Tropical Science Center, San José, CRI.
- León, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. 2a ed. IICA, San José, CRI.
- Mitchell, S.A., S.A. Webster, and M.H. Ahmad. 2008. Ackee (*Blighia sapida*)-Jamaica's top fruit. *Jamaica J.* 31(1-2):84-89.
- Morton, J.F. 1987. *Fruits of warm climates*. Creative Resources Systems, Winterville, NC, USA.
- Plata, S.E., y R. Utria. 2011. El ackee: Salud, nutrición y cultura. *Salud Uninorte* 27(1):144-151.
- Rashford, J. 2001. Those that do not smile will kill me: The ethnobotany of the ackee in Jamaica. *Econ. Bot.* 55:190-211. doi:10.1007/BF02864558
- Rodríguez, G.C., J.I. Hleap, y C.L. Zuluaga. 2012. Evaluación del extracto del arilo del ackee (*Blighia Sapida* K) con propiedades hipoglucemiantes, en biomodelos. *Rev. Biotecnol. Sector Agropecu. Agroind.* 10(2):8-17.
- Samuels, A., y L. Arias. 1979. Observaciones agronómicas sobre el seso vegetal (*Blighia sapida* L.) y ensayos preliminares sobre su industrialización. *Agron. Costarricense* 3(2):79-87.
- Sonibare, M.A., G.K. Oloyede, and T.F. Adaramola. 2011. Antioxidant and cytotoxicity evaluations of two species of *Blighia* providing clues to species diversity. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 10: 2960-2971.
- Powell, J. 2009. Ackee in Costa Rica: Afro-Jamaican roots and Central American fruits. Paper presented at: 50th Annual Meeting of The Society. Economic Botany, Charleston, SC, USA. 31 May-4 June.
- Vargas, O. 1999. *Frutales y condimentarías del trópico húmedo*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, La Ceiba, HON.