

DIVERSIDAD, POTENCIAL PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE LOS PALMARES DE *Butia capitata* (MART.) BECC. DE URUGUAY

Rivas M.¹, Barilani A.¹

Recibido: 07/07/03 Aceptado: 22/10/04

RESUMEN

Butia capitata se distribuye por el litoral atlántico desde Santa Catarina en Brasil hasta el departamento de Rocha en Uruguay. En Rocha, *B. capitata* forma extensos palmares, distribuidos en dos regiones, Castillos y San Luis. Estas comunidades vegetales son reconocidas por su diversidad biológica, valor escénico y cultural, y el uso tradicional de sus frutos. La ausencia de regeneración y el envejecimiento de los individuos coetáneos que conforman los palmares actuales, colocan a estas comunidades vegetales en serio riesgo de extinción. Las estrategias para la conservación de los palmares son la creación de áreas protegidas y el desarrollo de producciones compatibles con la conservación de los mismos. Los objetivos de este trabajo son estimar la diversidad de dos sitios de palmares, Castillos y San Luis, y estimar el potencial reproductivo y productivo de ambos palmares. Se trabajó con una población de Castillos y otra de San Luis. Se registraron datos de número de frutos por infrutescencia, color de epicarpo, peso y diámetro de frutos enteros, peso de endocarpo con semillas y de mesocarpo, relación entre pesos de endocarpo y de fruto entero, número de lóculos y de semillas sanas por fruto, y peso de 1000 semillas. Se estimaron los potenciales reproductivos y productivos por individuo y por hectárea. Los resultados indican que para la mayoría de las características existe un alto nivel de diferenciación entre las poblaciones de Castillos y San Luis, lo que justifica el establecimiento de áreas protegidas en cada región de palmares. La diversidad encontrada dentro de las poblaciones concuerda con la estructura genética de una especie alógama. El potencial reproductivo y productivo del palmar de Castillos, alienta planes de conservación basados en el manejo del pastoreo y en la utilización productiva de *B. capitata*. La conservación del palmar de San Luis se encuentra comprometida por el menor potencial reproductivo.

PALABRAS CLAVE: *Butia capitata*, Palmares, Conservación *in situ*, Diversidad biológica

SUMMARY

DIVERSITY, PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE POTENTIAL OF THE FOREST PALMS OF *Butia capitata* (MART.) BECC. OF URUGUAY

Butia capitata is distributed across the atlantic littoral from Santa Catarina in Brazil to the department of Rocha in Uruguay. In Rocha, *B. capitata* form ample forests of palms (palmares), which are distributed in two regions, Castillos and San Luis. These plant communities are recognized for their biodiversity, scenic and cultural value, and the traditional uses of the fruits. The absence of regeneration and the aging process of the coetaneous individuals that form the actual palmares, places these plant communities at a serious risk of extinction. The strategies proposed for the conservation of the palmares are the establishment of protected areas and the development of productions that are compatible with their conservation. The objectives of this work are to estimate the diversity for the two sites of palmares, Castillos and San Luis, and to estimate the reproductive and productive potential of both palmares. One population of Castillos, and another from San Luis, were used in this study. The characteristics registered were number of fruits per infrutescence, epicarp color, weight and diameter of complete fruits, weight of endocarp with seeds and of mesocarp, relationship between weights of endocarp and complete fruits, number of locules and of healthy seeds, and 1000 seeds weight. The reproductive

¹Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Agronomía. Garzón 780. CP 12900. Montevideo, Uruguay. e.e.: mrvivas@fagro.edu.uy

and productive potentials per individual and per hectarea were estimated. The results indicate that for the most of the characters there is a high level of differentiation between the populations of Castillos and San Luis, that justifies the establishment of protected areas in each region of palmares. The diversity found within the populations is in agreement with the genetic structure of alogamous species. The reproductive and productive potential of the Castillos population, encourages conservation plans based on grazing management and the productive utilization of the butiá. The conservation of the San Luis population is compromised because of its lower reproductive potential.

KEY WORDS: *Butia capitata*, Forests of palms, *In situ* Conservation, Biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Butia capitata (Mart.) Becc., de la familia *Areceaceae* (*Palmae*), subfamilia *Arecoideae*, tribu *Cocoeae*, subtribu *Butiinae* (Jones, 1995), es una de las palmeras con distribución más austral en el mundo. Se distribuye en Brasil en los estados de Santa Catarina y Rio Grande do Sul, y cubre la faja litoral desde San Francisco do Sul (SC) hasta Santa Victoria do Palmar (RS) (Reitz, 1974; Glassman, 1979; Rosa *et al.*, 1998). En Uruguay, *B. capitata* (butiá) se ubi-

ca en la Reserva Mundial de Biosfera Bañados del Este, localizada en los departamentos de Rocha, Cerro Largo, Treinta y Tres, Lavalleja y Maldonado (PROBIDES, 2000). Esta palmera se desarrolla preferentemente en suelos gleizados y planosoles relativamente anegadizos, pero aparece a veces en serranías y cerros (Chebataroff, 1971). En Rocha, *B. capitata* forma extensos bosques de palmas denominados palmares. Los palmares ocupan un área aproximada a las 70.000 hectáreas, distribuidos en dos grandes regiones, los palmares de Castillos y los de San Luis (Figura 1). Estas comunidades vegetales son reconocidas por su diversidad biológica, valor escénico y cultural, y por el uso tradicional de sus frutos.

En los palmares de Castillos, el uso del suelo es básicamente ganadero, con densidades de palmeras por hectárea de medias a altas (Figura 2a). En San Luis, con un uso del suelo agrícola - ganadero, las densidades de palmas son menores (Figura 2b), y con menor vigor de los ejemplares (Báez y Jaurena, 2000).

La ausencia de palmas en fase de establecimiento y en fase adulta vegetativa es casi total. Esta falta de regeneración con el transcurso del tiempo ha provocado un envejecimiento en las poblaciones de butiá, conformadas únicamente por individuos adultos con edades aproximadas a los doscientos - trescientos años (Chebataroff, 1974). De no generarse alternativas para la regeneración de la especie, los ejemplares adultos continuarán muriendo, con la inevitable extinción de los palmares.

En los palmares de Castillos, los problemas de regeneración se deben fundamentalmente al efecto de la herbivoría de plántulas por parte de vacunos y ovinos. En los palmares de San Luis, los problemas se asocian a un sistema productivo basado en la rotación arroz - ganadería. También la cría de cerdos a campo es un factor que atenta contra la sobrevivencia del palmar, debido a los efectos provocados por el consumo de frutos, pisoteo y hociqueo.

El Convenio sobre Diversidad Biológica (1992) y la estrategia nacional para dar cumplimiento al mismo (FMAM, PNUD, MVOTMA, 1999) proponen dos estrategias complementarias para la conservación *in situ* de la diversidad

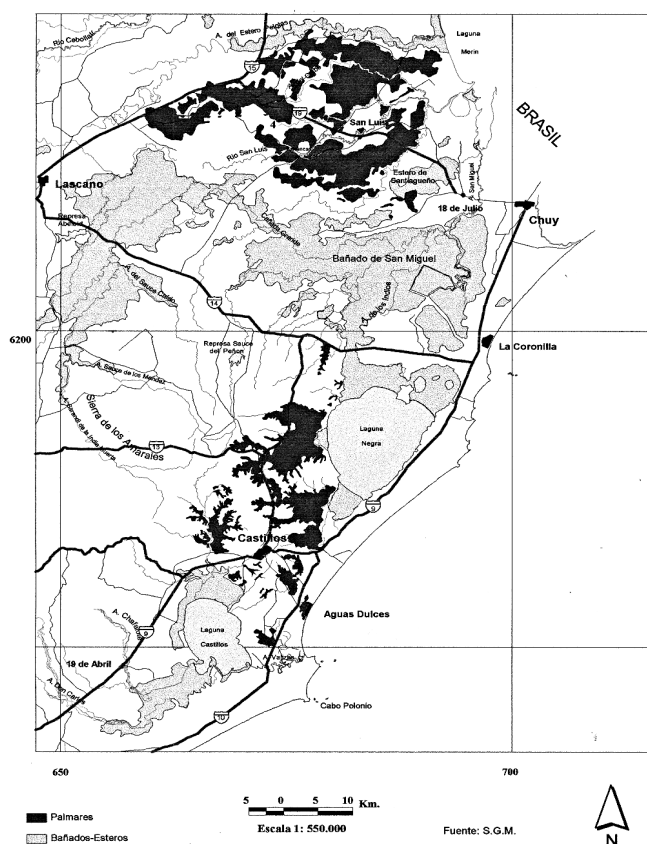


Figura 1. Ubicación geográfica de los palmares de Castillos y San Luis.



Figura 2a. Palmar de Castillos.

Figura 2b. Palmar de San Luis.



biológica, el establecimiento de áreas protegidas y el desarrollo de propuestas de utilización sustentable. El desarrollo de ambas estrategias para la conservación *in situ* de los palmares de butiá en Uruguay, es la base de este trabajo.

En el diseño de áreas protegidas deben considerarse tres factores principales, los que refieren a la localización, tamaño y forma de las reservas, los aspectos culturales y antropológicos de la zona de influencia, y los aspectos económicos y políticos asociados (Meffee y Carroll, 1994). El número, la ubicación geográfica y el tamaño de las áreas protegidas se definen según la magnitud y el patrón de variación genética de la especie, la proporción de variabilidad entre y dentro de las poblaciones, y los factores geográficos que contribuyen a la variación (Millar y Libby, 1991; Hawkes *et al.*, 1997)). La heterogeneidad ambiental en que la especie se desarrolla, posibles fragmentaciones de hábitats, las densidades de individuos y el estado general de conservación de la comunidad, son elementos adicionales a considerar en el establecimiento y manejo de las áreas protegidas (Rivas, 2001).

En butiá, si bien se han propuesto variedades botánicas (Bailey, 1936), las mismas no están validadas (Glassman, 1979). Las diferencias morfológicas entre individuos dentro de las poblaciones como entre poblaciones de diferentes sitios son notorias (Reitz, 1974; Jones, 1995; Henderson *et al.*, 1997; Molina, 2001). Butiá es una especie monocotiledónea, perenne de larga vida, con distribución regional, fecundación cruzada entomófila (Mc Currach, 1960; Tomlinson, 1990; Rosa *et al.*, 1998), y con un sistema de dispersión de semillas por animales (Rodríguez y Molina, 2000). Estas características de la especie, según

Hamrick and Godt, (1989), se corresponderían con niveles de diversidad intermedios a altos en las poblaciones de la especie.

Las principales características para las que existe alguna información sobre la variabilidad presente en la especie son: color de epicarpo, peso, longitud y diámetro de fruto, y número de inflorescencias (Puig y Nattino, 1915; Castellanos y Ragonese, 1949; Reitz, 1974; Molina, 2001; Delfino *et al.*, web).

La estrategia de conservación de los palmares basada en la utilización sustentable de los mismos, requiere de la valorización económica y social del recurso para el desarrollo local, y la promoción de mercados para productos silvestres, cosechados de forma sustentable (WRI, IUCN, UNEP, 1992). La estimación de los rendimientos potenciales de fruta y de los potenciales reproductivos, constituyen información básica para cualquier emprendimiento cuyo objetivo sea la conservación y uso sustentable de los frutos de *B. capitata*.

Paralelamente, el desarrollo de alternativas de manejo del pastoreo que permitan la regeneración del palmar y la conservación dinámica de la pradera natural asociada, está siendo investigada.

El objetivo de este trabajo es estimar la diversidad, el potencial productivo y reproductivo de dos palmares geográficamente distantes y con características ecológicas y productivas diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El registro de datos de campo se realizó en el período marzo - abril del 2000 en dos sitios de los palmares de *B. capitata* en el departamento de Rocha, Uruguay. Uno en los palmares de Castillos (S 34° 10' 11", W 53° 55' 64") y otro en los palmares de San Luis (S 33° 31' 14", W 53° 48' 50") (Figura 1). Se consideró que cada sitio experimental, con una superficie aproximada de 5 ha, se correspondía con una población de *B. capitata*.

En cada sitio experimental se contabilizó el número de frutos de diez infrutescencias provenientes de diez palmas seleccionadas aleatoriamente. Con el uso de una escalera y un cinto de seguridad se escaló cada palma, cortando una infrutescencia inmadura, de modo de estimar el número potencial de frutos.

La caracterización de frutos se realizó sobre una muestra de 50 palmas por sitio y 30 frutos por palma. El muestreo de las palmas se realizó de forma sistemática en 5 transectas paralelas y equidistantes, seleccionando a las palmas cada diez - veinte metros, de modo de lograr una buena cobertura de la población y no muestrear palmas vecinas. Los frutos maduros se colectaron al pie de cada palma, al mo-

mento de su desprendimiento del árbol, colocándose en bolsas. En el laboratorio, los frutos que presentaban un estado de maduración muy avanzado no fueron considerados cuando esta situación afectaba el registro de información.

Los datos registrados para el conjunto de los 30 frutos de cada palma fueron: color de piel, peso y diámetro de frutos, peso de endocarpo, peso de pulpa y relación peso de endocarpo/peso del fruto entero. La determinación del color se realizó inmediatamente después de la colecta, identificándose la diversidad de colores presentes, mediante el uso de una tabla de colores (Société Française Des Chrysanthémistes, 1905). Los frutos fueron pesados y medido su diámetro promedio. Posteriormente, mediante la utilización de un multiprocesador, se retiró la pulpa de los frutos y se procedió a pesar los endocarpos con las semillas en su interior. El peso de la pulpa se estimó por diferencia entre el peso del fruto entero y el peso del endocarpo.

En cada uno de los treinta endocarpos de cada palma, luego de su fractura con una morsa, se registró el número de lóculos y el número de semillas sanas.

El peso de 1000 semillas de cada población, se estimó en una muestra aleatoria formada a partir de las semillas de las 50 palmas de cada sitio experimental.

Para la estimación del potencial reproductivo por palma se multiplicó el número de infrutescencias por el número de frutos por infrutescencia, por el número de lóculos por fruto. Se utilizaron valores de 3 infrutescencias por palma para Castillos, 1 infrutescencia por palma para San Luis y dos para el promedio. Estos valores se basan en los estimados por Delfino *et al.* (web) y Molina (2001). El número de frutos inmaduros por infrutescencia se utilizó como indicador del número de frutos potenciales. El número de lóculos por fruto se consideró un indicador del número potencial de semillas. La estimación del potencial reproductivo por hectárea se realizó para densidades de 300 y 50 palmas por hectárea para Castillos y San Luis respectivamente. Las densidades utilizadas se estimaron a partir de relevamientos de campo (Rivas, datos no publicados).

La estimación de las mermas en el potencial reproductivo se calculó mediante la diferencia entre el número potencial de semillas y el número de plántulas observadas en fase de regeneración en el palmar. Se utilizó el dato de plántulas observadas en fase de regeneración estimado en los ensayos sobre efectos del pastoreo realizado en el palmar de Castillos (Rivas, datos no publicados).

Para la estimación de la producción potencial de frutos por palma se realizó el producto del número de infrutescencias por palma, utilizando los valores 3, 2 ó 1,

tal como se explicó previamente; por el número de frutos por infrutescencia por el peso de fruto.

Para las variables cuantitativas se determinaron medias, desvíos estándar y rangos. Para el análisis entre poblaciones se realizaron pruebas de ANAVA, DMS e IC (95%). El nivel de asociación entre estas variables se determinó a través del análisis de correlación de Pearson (r).

Para las variables cualitativas se calcularon frecuencias y modas. Para el análisis entre poblaciones se realizaron pruebas χ^2 .

Para el análisis estadísticos se utilizó el sistema S.A.S. V 8.0 (S.A.S. Institute Inc., 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la diversidad fenotípica de los palmares de Castillos y San Luis

En las poblaciones de Castillos y San Luis, se estudió el número de frutos por infrutescencia, el peso y diámetro de fruto, el peso del endocarpo con semillas y el de la pulpa, y la relación entre peso de endocarpo y peso de fruto entero. En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos.

La media del número de frutos por infrutescencia fue de 1209, que correspondería a un 48.3% de cuajado, considerando un promedio de 2500 flores femeninas estimadas por inflorescencia (Cardoso, 1995). Se hallaron diferencias significativas entre ambas poblaciones ($P > 0,0015$). El palmar de Castillos presentó en promedio un mayor número de frutos por infrutescencia respecto al palmar de San Luis. Los antecedentes señalan para Castillos, valores de 1167 y 1143 frutos por infrutescencia (Delfino *et al.*, web; Molina, 2001), aunque estimados en infrutescencias ya maduras. Para San Luis no se dispone de antecedentes para esta variable. Los límites de los intervalos de confianza (IC 95%) de las medias no presentaron superposición entre las poblaciones de palmas (Cuadro 1, Figura 3a). De acuerdo a los desvíos estándar y los rangos encontrados en el número de frutos por infrutescencia en las poblaciones, los niveles de diversidad de cada población serían distintos. La población de Castillos presenta menor variabilidad y por lo tanto un número de frutos por infrutescencia más homogéneo entre palmas. En la población de San Luis se presentan datos más extremos (Cuadro 1).

El peso promedio por fruto estimado fue de 6,9g con un desvío estándar de 2.5g. Se hallaron diferencias significativas ($P > 0,0001$) entre las poblaciones (Cuadro 1). La estimación de peso de fruto para Castillos se presentó por debajo de los valores estimados por Delfino *et al.* (web) y por Molina (2001) que fueron de 9,09g y 10,67g, respecti-

Cuadro 1. Medias y desvíos estándar generales y poblacionales. Límites de los Intervalos de confianza de las medias para Castillos y San Luis.

Variable	General	Castillos	San Luis	IC (95%) Castillos	IC (95%) San Luis
N° de frutos/infrutescencia	1208.8 (± 423.7)	1517 ^a (± 261.5)	934.9 ^b (± 346.2)	1298.3 – 1735.6	668.7 – 1201.0
Peso de fruto (g)	6.9 (± 2.5)	8.1 ^a (± 2.6)	5.7 ^b (± 1.7)	7.3 – 8.8	5.1 – 6.2
Peso de endocarpo y semillas (g)	1.9 (± 0.6)	2.2 ^a (± 0.5)	1.6 ^b (± 0.4)	2.1 – 2.4	1.4 – 2.0
Peso de pulpa (g)	5.0 (± 2.1)	5.8 ^a (± 2.2)	4.1 ^b (± 1.4)	5.2 – 6.5	3.6 – 4.5
Diámetro de frutos (mm)	22.4 (± 2.7)	23.2 ^a (± 2.4)	21.4 ^b (± 0.3)	22.5 – 23.8	20.4 – 22.2
Peso de endocarpo/Peso fruto (e/f)	0.29 (± 0.06)	0.29 ^a (± 0.06)	0.29 ^a (± 0.05)	0.27 – 0.3	0.26 – 0.3

Los desvíos estándar aparecen entre paréntesis.

Letras iguales en una misma fila no difieren con $P \leq 0.001$ (ANAVA).

IC (95%): Límites de los intervalos de confianza de las medias.

vamente. Los límites de los IC 95% de las medias no presentaron superposición entre las poblaciones de palmas (Figura 3b). La diversidad en el peso de los frutos de la población de Castillos fue mayor que en la población de San Luis. Esto podría estar indicando que en Castillos existe y/o se expresa la variación de esta característica, mientras que en la población de San Luis no existiría variabilidad para un mayor peso de frutos, o el ambiente no permitiría su expresión.

El diámetro promedio estimado por fruto es de 22.4 mm. Este dato concuerda con la bibliografía en la que aparecen rangos de diámetro promedio entre 12 y 30 mm (Castellanos y Ragonese, 1949; Muñoz *et al.*, 1993; Jones, 1995; Henderson *et al.*, 1997). Se determinaron diferencias significativas ($P > 0.0012$) entre las poblaciones (Cuadro 1). El palmar de Castillos presentó un mayor diámetro promedio de frutos respecto al palmar de San Luis. Los límites de los IC 95% de las medias tampoco indicaron superposición entre las poblaciones de palmas (Figura 3c).

El peso promedio estimado para endocarpo y semillas fue de 1,9 g. Se registraron diferencias significativas ($P > 0.0001$) entre las poblaciones (Cuadro 1). En el caso de Castillos, el valor del peso del endocarpo con semillas se aproxima al estimado por Molina (2001), 2,3 g. Los límites de los IC 95% de las medias no determinaron superposición entre las poblaciones de palmas (Figura 3d)

El peso promedio de pulpa por fruto se estimó en 5 g. El único antecedente disponible es de 2.25 g, en frutos provenientes de palmas instaladas en un establecimiento de Montevideo (Puig y Nattino, 1915). Se determinaron diferencias significativas ($P > 0.0001$) entre poblaciones (Cuadro 1). Los límites de los IC 95% de las medias no determinaron superposición entre las poblaciones de palmas (Figura 3e).

El cociente entre el peso de endocarpo y el peso del fruto entero (e/f) se estimó en 0.29 ± 0.06 (Cuadro 1). Las palmas que presentaron valores promedios bajos del cociente e/f tienen frutos con importantes proporciones de pulpa. Respecto al cociente e/f no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.82$) entre poblaciones. Ambos palmares presentaron valores de 0,29 en promedio para esta variable, lo que evidencia la estabilidad de esta relación. Los límites de los IC 95% de las medias mostraron superposición entre las poblaciones de palmas (Figura 3f).

El peso de 1000 semillas registrado fue de 194g, con valores de 239g para Castillos y 159 g para San Luis. La estimación del porcentaje en peso de los diferentes componentes del fruto (Cuadro 2), se estimó considerando la situación más frecuente que son los frutos con tres semillas. El peso del endocarpo sin semillas se estimó mediante diferencia con el total. En promedio, el 91,7 % del peso del fruto lo representa el pericarpo y el 8,3%, las semillas. A

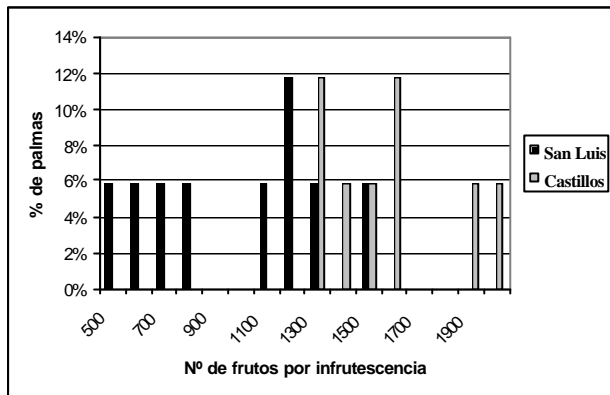


Figura 3a. Distribución porcentual del número de frutos por infrutescencia, según población.

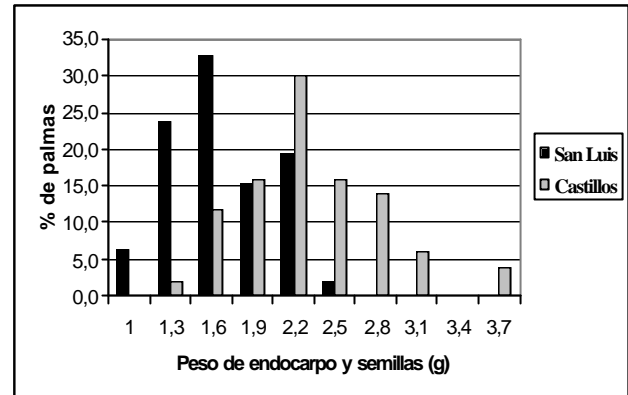


Figura 3d. Distribución porcentual del peso de endocarpo y semillas, según población.

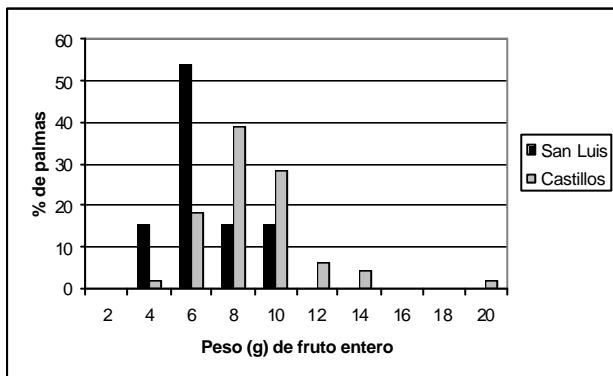


Figura 3b. Distribución porcentual del peso de fruto entero, según población.

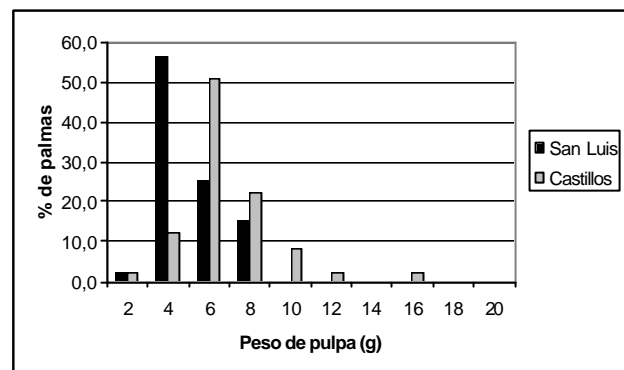


Figura 3e. Distribución porcentual del peso de pulpa por fruto, según población.

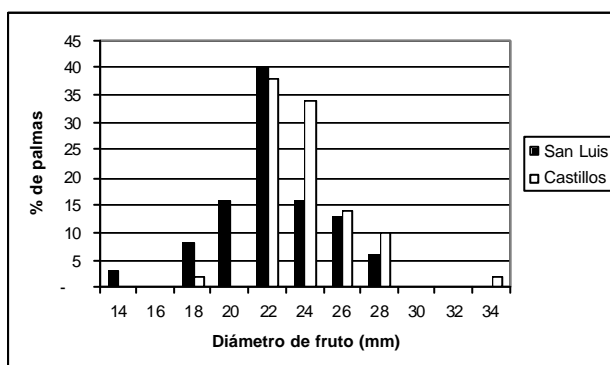


Figura 3c. Distribución porcentual del diámetro de fruto entero, según población.

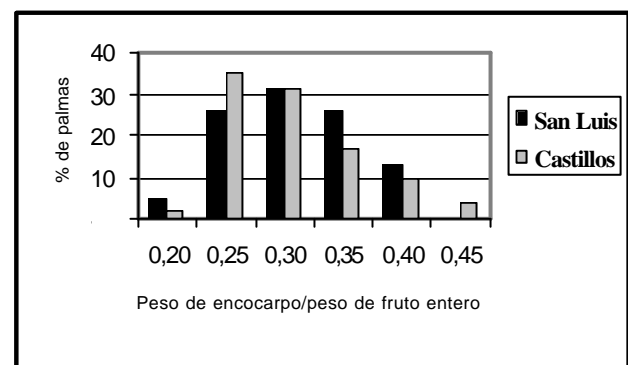


Figura 3f. Distribución porcentual de la relación entre peso de endocarpo y semillas y el peso de fruto entero.

Figura 3. Distribución de las variables cuantitativas para las poblaciones de Castillos y San Luis.

Cuadro 2. Porcentaje en peso de los componentes del fruto.

Componente del fruto	Porcentaje (%)
Epicarpo y Mesocarpo	72.2
Endocarpo sin semillas	19.5
Semillas	8.3

epicarpo y mesocarpo le corresponde un 72,2% y al endocarpo un 19,5% del peso total del fruto. No se encontraron diferencias entre ambas poblaciones de palmas, cuando se utilizaron los datos respectivos para el cálculo.

Los coeficientes de correlación de Pearson (r) entre peso de fruto, peso de endocarpo con semillas, diámetro de fruto, peso de pulpa y el cociente e/f, se presentan en el Cuadro 3. Las correlaciones más importantes se dan entre el peso de fruto entero y el peso de pulpa ($r = 0,98$) y entre el peso de fruto entero y el diámetro ($r = 0,84$). Estos resultados son útiles porque permiten identificar por tamaño los frutos con mayor cantidad de pulpa, y por ende las palmas y áreas más propicias para la producción de licores, dulces, etc.

En los Cuadros 4, 5 y 6 se presentan los resultados obtenidos para color de piel, número de lóculos y número de semillas sanas por fruto.

Cuadro 3. Correlaciones entre características de los frutos.

		Peso de fruto (g)	Peso de endocarpo (g)	Diámetro de fruto (cm)	Peso de pulpa (g)
Peso de endocarpo (g)	General	0,80**			
	Castillos	0,74**			
	San Luis	0,72**			
Diámetro de fruto (cm)	General	0,84**	0,64**		
	Castillos	0,93**	0,70**		
	San Luis	0,73**	0,44**		
Peso de pulpa (g)	General	0,98**	0,70**	0,84**	
	Castillos	0,98**	0,63**	0,92**	
	San Luis	0,98**	0,59**	0,74**	
Peso endocarpo/ peso fruto	General	-0,49**	0,06 n.s.	- 0,50**	- 0,61**
	Castillos	-0,60**	0,03 n.s.	- 0,57**	- 0,70**
	San Luis	-0,55**	0,12 n.s.	-0,53**	- 0,69**

$r =$ n.s. (no significativo).

$r = **$ ($P = 0.01$).

Cuadro 4. Distribución de las frecuencias de las clases de colores de frutos.

Localidad	Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Color 5	Color 6
Total	0,02	0,28	0,23	0,10	0,34	0,01
Castillos	0,02	0,26	0,22	0,10	0,38	0,02
San Luis	0,02	0,30	0,26	0,09	0,30	0,00

$\chi^2 =$ n.s. (no significativo).

Color 1: Amarillo de miel, Color 2: Amarillo cadmio naranja, Color 3: Amarillo de fiel, Color 4: Rojo de zanahoria, Color 5: Rojo tomate, Color 6: compuesto por colores 4 y 5.

Cuadro 5. Distribución de las frecuencias del número de lóculos por fruto.

	Número de lóculos por fruto		
	1	2	3
Total	0,08	0,39	0,53
Castillos	0,07	0,37	0,56
San Luis	0,08	0,41	0,50

$$\chi^2 = ** \text{ (P= 0.01)}$$

Se determinaron seis clases de colores en la tabla de colores: Amarillo de miel, tono 2 (color 1), Amarillo cadmio Naranja, tono 3 (color 2), Amarillo de fiel, tono 2 (color 3), Rojo de zanahoria, tono 3 (color 4), Rojo tomate, tono 3 (color 5) y un color 6 compuesto por áreas de Rojo tomate (color 5) y Rojo zanahoria (color 4) (Société Française Des Chrysanthémistes, 1905). La prueba χ^2 no detectó diferencias significativas en la distribución de las frecuencias de los colores entre las localidades. Sin embargo, en el palmar de Castillos se presenta un color que no aparece en el palmar de San Luis (color 6). Esta observación sugeriría la existencia de un alelo particular en Castillos, el cual no existe, o no fue detectado en la población de San Luis (Cuadro 4). En todos los casos la variabilidad observada se presentó entre frutos de diferentes palmas, mientras que todos los frutos de una misma palma presentan el mismo color. La diversidad de colores de la piel de frutos de butiá fue señalada por diversos autores (Bailey, 1936; Castellanos y Ragonese, 1949; Reitz, 1974; Molina, 2001).

Para el número de lóculos por fruto también se detectó variabilidad. La moda resultó ser 3 lóculos por fruto (frecuencia: 0.53), presentándose una proporción relativamente importante de frutos con dos lóculos (frecuencia: 0.39). La

prueba χ^2 determinó diferencias significativas en la distribución de las frecuencias del número de lóculos por fruto entre las poblaciones (Cuadro 5), aunque estas diferencias no parecen ser demasiado relevantes.

En el cuadro 6 se presentan los datos referidos al número de semillas sanas por fruto. El promedio fue de 1.8, con valores de 1.86 y 1.89 para Castillos y San Luis respectivamente. La prueba χ^2 detectó diferencias significativas en la distribución del número de semillas sanas entre las dos poblaciones. Estos datos están estrechamente vinculados al grado de incidencia de las larvas de curculiónidos y brúquidos, consumidoras de semillas, de ahí su valor relativo como descriptores de la diversidad específica de *B. capitata* (Barilani, 2002).

Si bien los resultados se obtuvieron con datos de un único año y en un área aproximada de 5 ha de cada palmar, se considera que dado el grado de diferenciación registrado entre los palmares de Castillos y San Luis, permiten asumir que las diferencias encontradas son consistentes. En esta primer aproximación al estudio de la diversidad fenotípica de los palmares de butiá, se confirmaría que la estructura genética de las poblaciones se corresponde con la de una especie alógama y que el grado de diferenciación entre poblaciones podría deberse a mecanismos de aislamiento geográfica, efectos fundacionales y a procesos de selección. Los resultados estarían justificando la necesidad de establecer áreas protegidas en cada una de las zonas de palmares, en aras de conservar la diversidad de la especie y no sólo parte de la misma. Para establecer el número de áreas y su tamaño, se requieren otros estudios.

Potencial reproductivo

En promedio, se determinó un número potencial de 5.826 semillas por palma. Para Castillos y San Luis, los valores fueron respectivamente 11.150 y 2.223 semillas potenciales por palma.

Los resultados estimados por hectárea, con densidades de 300 y 50 palmas para Castillos y San Luis respecti-

Cuadro 6. Distribución de las frecuencias del número de semillas sanas por fruto.

	Número de semillas sanas por fruto			
	0	1	2	3
General	0.10	0.22	0.38	0.30
Castillos	0.14	0.18	0.36	0.32
San Luis	0.06	0.26	0.41	0.27

$$\chi^2 = ** \text{ (P= 0.01)}$$

vamente, indicaron en promedio 1.019.550 semillas potenciales, con valores para los palmares de Castillos y San Luis de 3.345.000 y 111.150 semillas potenciales por hectárea. Estos resultados indican marcadas diferencias en la producción potencial de semillas entre los palmares de las dos localidades. El palmar de Castillos respecto al de San Luis produce aproximadamente cinco veces más semillas por palma y treinta veces más semillas por hectárea, variando con la densidad concreta de palmas de cada sitio.

Una vez producidas las semillas, se desencadenan una serie de eventos que determinan importantes mermas en el potencial reproductivo. Los factores que inciden son múltiples, entre ellos la depredación de semillas por insectos, que se estimó en un 22.3% (Barilani, 2002). También la depredación por roedores, otros animales silvestres y por los cerdos, cuya cría a campo es común en las zonas de palmar, es causante de mermas en el potencial reproductivo. Adicionalmente a la reducción del número de semillas, se debe considerar que no todas ellas sean viables, aunque no se dispone de información al respecto.

Los frutos con semillas viables, deben encontrar un nicho ecológico que permita la germinación y posterior implantación de las plántulas. Si bien se desconocen las condiciones de suelo, vegetación y clima favorables para que el proceso sea exitoso, asumimos que la especie es exigente en ese sentido, dadas las diferencias encontradas entre años en el número de plántulas implantadas (Rivas, datos no publicados).

La problemática continúa durante la etapa de plántula, destacándose los efectos nocivos de la herbivoría, considerado el principal factor de ausencia de regeneración en el palmar. El pisoteo de palmas, tanto por vacunos, ovinos como cerdos, es también un factor que atenta contra la sobrevivencia de las plántulas, especialmente en el invierno cuando los suelos suelen estar anegados. También en las plántulas ocurren enfermedades foliares que incrementan las pérdidas; así como el efecto de excesos y déficits hídricos que provocan mortandad de plántulas.

Con los datos censales de plántulas, estimados en ensayos con exclusión invernal del pastoreo en la población de Castillos, se calculó el porcentaje de merma del potencial reproductivo como la diferencia entre el número de semillas potenciales y el número de plántulas de primer año. Los datos estimados determinaron una merma de 99,3%. Si bien estos porcentajes aparecen extremadamente altos, el número estimado de plántulas en regeneración, del orden de 22.190 por hectárea, permite considerar que las pérdidas ocurridas no son una limitante para la regeneración

de la especie. Si bien el número de plántulas en regeneración es altamente variable entre años, la situación general aparentemente no varía. Las densidades más elevadas de palmas por hectárea son del orden de 500.

Para el palmar de San Luis, si bien no se tiene información específica acerca del reclutamiento de plántulas, la aplicación del porcentaje de merma estimado para la población de Castillos, permitió estimar el número de plántulas reclutadas en 734 por hectárea.

Los cálculos realizados indicaron diferencias notorias en el número de plántulas reclutadas entre las poblaciones. Mientras que en Castillos el establecimiento de un porcentaje relativamente bajo de las plántulas, podría permitir la conservación del palmar si se logra un manejo adecuado del pastoreo, en San Luis, la situación es mucho más comprometida.

Potencial productivo

Se determinaron en promedio 16,6kg de fruta por palma, 36.9 kg para Castillos y 5.3 kg para San Luis. Las estimaciones promedio por hectárea fueron de 11.070 y 265 kg de fruta para Castillos y San Luis respectivamente.

Los resultados indican marcadas diferencias en el potencial productivo entre las poblaciones. La mayor producción de frutos en la localidad de Castillos estuvo asociada a una mayor producción de infrutescencias por palma, frutos por infrutescencia, peso de fruto y densidad de palmas.

Los resultados obtenidos para el palmar de Castillos estuvieron bastante por encima del valor estimado por Molina (2001) que fue de 7.070 kg/ha, y el de Delfino *et al.* (web) que fue de 5944 kg/ha, indicando probablemente diferencias atribuibles a efectos ambientales, incluidas las densidades y la variabilidad entre años en la floración y fructificación de las palmas.

La producción en términos de pulpa es del orden de 7.920 kg/ha para Castillos y de 190 kg para San Luis.

Los resultados obtenidos permiten alentar en el palmar de Castillos la realización de emprendimientos productivos basados en la utilización del butiá en esta localidad, tales como la elaboración de licores, dulces, mermeladas, yogures y helados, estableciendo umbrales de extracción de frutos que no afecten las posibilidades de regeneración de la especie. Para el palmar de San Luis la situación es diferente, la baja producción de frutos observada, ya es de por sí comprometida en términos de probabilidades de regeneración, como para realizar una extracción sistemática de frutos del palmar.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Mónica Cadenazzi por su asesoramiento en el análisis estadístico. A los productores agropecuarios Néstor Hugo Martínez y Estualdo Ferreira por permitirnos realizar el trabajo en sus establecimientos agropecuarios. Al Fondo Clemente Estable (DINACYT – MEC) que financió este trabajo. A PROBIDES, que colaboró facilitando la utilización de sus instalaciones e infraestructura.

BIBLIOGRAFÍA

- BÁEZ, F.; JAURENA, M. 2000. Regeneración del palmar de Butiá (*Butia capitata*) en condiciones de pastoreo. Relevamiento de establecimientos rurales de Rocha. PROBIDES. Documento de trabajo n° 27. 34 p.
- BAILEY, L. H. 1936. Gentes Herbarum. Ithaca, New York. The Bailey Hortorium of the New York State College of Agriculture at Cornell University. Vol. IV Fasc. I. 50 p.
- BARILANI, A. 2002. Caracterización de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Castillos y San Luis (Rocha) Incidencia de los coleópteros consumidores de semillas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 101 p.
- CARDOSO, M. C. L. 1995. El palmar, la palma y el butiá. PROBIDES. Fichas didácticas n° 4. 23 p.
- CASTELLANOS, A.; RAGONESE, A. E. 1949. Distribución geográfica de algunas palmas del Uruguay. In: Actas del segundo Congreso Sudamericano de Botánica. Tucumán, Argentina, 1948. De Lilloa, tomo xx. pp 251 – 261.
- CHEBATAROFF, J. 1971. Condiciones ecológicas que influyen en la distribución de las palmeras del Uruguay. Facultad de Humanidades y Ciencias. Trabajos de investigación y de revisión n° 4. Montevideo, Uruguay. 24 p.
- CHEBATAROFF, J. 1974. Palmares del Uruguay. Facultad de Humanidades y Ciencias. Montevideo, Uruguay. 31 p.
- DELFINO, L.; DENIS, V.; NICOLI, N.; SCARLATO, G. Los Palmares del Este, una comunidad vegetal amenazada. www.uruguay.com/jardinbotanico/palmera.
- FMAM, PNUD, MVOTMA. 1999. Propuesta de estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica del Uruguay. Fondo Mundial para el Medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. 112 p.
- GLASSMAN, S. F. 1979. Re-evaluation of the genus *Butia* with a description of a new species. *Principes* 23 (2): 65 - 79.
- HAMRICK, J. L.; GODT, M. J. W. 1989. Allozyme diversity in plant species. In: Brown, A. H. D.; Clegg, M. T.; Kahler, A. L.; Weir, B. S. Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources. Sinauer, Sunderland, Mass. pp. 43 – 63.
- HAWKES, J. G.; MAXTED, N.; ZOHARY, D. 1997. Reserve design. In: Maxted, N.; Ford-Lloyd, B. V.; Hawkes, J. G. Plant Genetic Conservation: the *in situ* approach. The University of Birmingham, UK, Chapman & Hall. pp. 132 – 143.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. 1997. Field Guide to the palms of the Americas. England, Princeton University Press. pp. 136 – 138.
- JONES, D. L. 1995. Palms throughout the world. Foreword by John Dransfield. Royal Botanic Gardens, Kew. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press. 410 p.
- MC CURRACH, J. C. 1960. Palms of the world. New York, U.S.A. Harper and brothers. 290 p.
- MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. 1994. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 729 p.
- MILLAR, C. I.; LIBBY, W. J. 1991. Strategies for conserving clinal, ecotypic, and disjunct population diversity in widespread species. In: Falk, D. A.; Holsinger, K. E. Genetics and Conservation of rare plants. New York, Oxford. Oxford University Press. pp. 149 – 170.
- MOLINA, B. 2001. Biología y conservación del palmar de Butiá (*Butia capitata*) en la Reserva de la Biosfera Bañados del Este. Avances de investigación. PROBIDES. Documento de trabajo n° 34. 33 p.
- MUÑOZ, J.; ROSS, P.; CRACCO, P. 1993. Flora indígena del Uruguay. Árboles y arbustos ornamentales. Montevideo, Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. 284 p.
- PROBIDES, 2000. Plan Director. Reserva de la Biosfera Bañados del Este. Montevideo, Uruguay. Mosca Hnos. S. A. 159 p.
- PUIG Y NATTINO, J. 1915. La palma Butiá. Contribución al estudio de las plantas indígenas alimenticias. Ministerio de Industrias, Inspección Nacional de ganadería y agricultura. Boletín n° 16. Montevideo, Uruguay. Talleres gráficos A. Barreiro y Ramos. 18 p.
- REITZ, R. 1974. Palmeiras. Flora Ilustrada Catarinense. I Parte: As plantas. Fascículo: Palm. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina, Brasil. 189 p.
- RIVAS, M. 2001. Conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos. In: Berretta, A.; Rivas, M. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. Montevideo, Uruguay. IICA – PROCISUR. pp. 65 -78
- RODRÍGUEZ, R.; MOLINA, B. 2000. El zorro de monte (*Cerdocyon thous*) como agente dispersor de semillas de palma. PROBIDES. Documentos de trabajo n° 30. 32 p.

- ROSA, L.; CASTELLANI, T.; REIS, A. 1998. Biología reproductiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *Odorata* (Palmae) na restinga do municipio de Laguna, SC. *Rev. Bras. Bot.* 21(3): 281 -287
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CHRYSANTHÉMISTES ET RENÉ OBERTHÜR. 1905. Repertoire de couleurs pour aider à la détermination des couleurs des fleurs, des feuillages et des fruits. Paris, Libraire Agricole de la Maison rustique. 181 p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 1999. S.A.S. V 8.0. S.A.S. Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.
- TOMLINSON, P. B. 1990. The structural biology of palms. New York, Oxford. Oxford University Press. 477 p.
- WRI, IUCN, UNEP. 1992. Global Biodiversity Strategy. Guidelines for action to save, study and use. Earth's Biotic wealth sustainably and equitably. World Resources Institute, The World Conservation Union, United Nations Environment Programme. 244 p.

