

Caracterización del zooplancton en el embalse de Betania (departamento de Huila)

Silvia Cristina Carrera¹-Oscar Eduardo Daza²

¹Dinamizadora SENNOVA del Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila,

²Técnico Investigador del Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila

Resumen

El embalse de Betania es uno de los cuerpos de agua más importantes de Colombia, generando energía, actividad pesquera y aporte económico a la región del Huila. El objetivo del presente estudio fue caracterizar las diferentes especies de zooplancton, bioindicadores de la calidad del agua presentes en la represa de Betania (departamento de Huila). Se determinaron diez puntos de muestreo en donde se recolectaron microorganismos zooplanctónicos a dos profundidades para posteriormente determinar la taxonomía. Se realizaron análisis inferenciales de dos factores, utilizando el modelo lineal general, ANOVA de medidas repetidas y la prueba de Kruskal-Wallis como alternativa no paramétrica; ($p \leq 0.05$). Se encontraron un total de 32 especies diferentes de microorganismos zooplanctónicos (Individuos/mL), donde el 55% correspondió al género copépodo (nueve especies), el 26% al género cladóceros (8 especies) y el 19% al género rotíferos, con 15 especies de microorganismos de zooplancton identificadas. Comparando la evolución del zooplancton en 1991 en el embalse de Betania donde se encontraron 23 especies y 7 familias, representadas por una especie de copépodo, tres especies de cladóceros y 19 especies de rotíferos, en este estudio se descubrieron 32 especies, es decir nueve especies no observadas previamente; 11 familias (cuatro nuevas), ocho especies de copépodos (siete nuevas), nueve especies de cladóceros y 15 rotíferos. Esto representó un aumento significativo de 39% en especies y del 57% en familias.

Palabras clave: calidad del agua, embalse de Betania, microorganismos bioindicadores, plancton.

Abstract

The betania reservoir is one of the most important water bodies in colombia, generating energy, fishing activity and economic contribution to the region of huila. the objective of the present study was to characterize the different zooplankton species, bio-indicators of the water quality present in the betania dam (huila department) between the years 2013-2015. ten sampling points were determined by collecting zooplanktonic microorganisms using two methods: depth - depth 1ds and 3ds, followed by the horizontal method and the taxonomy of zooplankton was determined. inferential analyzes of two factors, using the general linear model, repeated measures anova and the kruskal-wallis test as a non-parametric alternative: ($p \leq 0.05$). a total of 32 different species of zooplanktonic microorganisms (individuals/mL) were found, where 55% corresponded to the genus copepod (nine species), 26% to the cladocera genus (8 species) and 19% to the genus rotífera, with 15 species of zooplankton microorganisms identified. comparing zooplankton evolution in 1991 in the betania reservoir where 23 species and 7 families, represented by a species of copepod, three species of cladocerans and 19 species of rotifers were found. in this study (2013-2015) were discovered 32 species, that is to say nine previously unobserved species: 11 families (four new), eight species of copepods (seven new), nine cladoceran species and 15 rotifers. this represented a significant increase of 39% more species and 57% more families.

Keywords: Betania reservoir, microorganisms bio-indicators, plankton, water quality.

Introducción

Se han realizado varios estudios sobre el nivel de participación de los ecosistemas acuáticos en el embalse de Betania, especialmente peces y plancton (Plutarco, 1995). Un ejemplo de esto ha sido la evaluación de la variación espacial temporal de especies que pueden actuar como indicadores del estado del ecosistema (Villabona et al., 2015). El zooplancton de agua dulce comprende principalmente protozooides, rotíferos, cladóceros y copépodos, estos sirven de alimento a otras especies, compuestas por una gran variedad de organismos que pueden ser considerados como indicadores naturales de agua contaminada (Tomalá & Mercedes, 2014). En la red alimentaria de los sistemas acuáticos, el zooplancton es la principal fuente de flujo de energía entre los productores primarios y los niveles más altos de la red (peces e invertebrados). Además, esta comunidad actúa reciclando nutrientes y por lo tanto suministra nitrógeno y fósforo al medio acuático a través de su excreción (Marinas, 2012).

El embalse de Betania constituye una de las principales fuentes del recurso pesquero en el departamento del Huila y de generación eléctrica en Colombia. Existen varios antecedentes de estudios similares en Colombia sobre la caracterización del zooplancton, (ICA, 2007). Incluyendo cuerpos de agua lénticos y lóticos, también en algunos de los pantanos más importantes del país. (Roldán y Pérez, 2009). En 1991 se realizó un muestreo bimestral en el embalse de Betania (altitud 560 msnm, área 7.4 km², volumen 1971x 106 m³, profundidad media 28 m) en el departamento del Huila, se determinó la composición del zooplancton representado por una (1) especie de copépodo, tres (3) especies de cladóceros y diez y nueve (19) especies de rotíferos en 7 familias. En total, se registraron 24 taxones (Herrera-Martinez & Guillot-Monroy, 1999).

En el embalse del Prado (Tolima, centro de Colombia) se analizó el zooplancton mensualmente a lo largo de un ciclo hidrológico (febrero 2000-enero 2001) donde encontraron especies de rotífero (19,1%), cladóceros (48,1%), copépodos (32,7%), y larvas de dípteros (0,01%) (Guevara et al., 2009).

En los estudios realizados en el embalse Riogrande II ubicado en el noreste de Colombia, existe un uso múltiple que incluye la generación hidroeléctrica y el suministro de agua potable (Restano et al., 2011). La presa está formada por la represa de las aguas de los ríos Grande y Chico y por el arroyo Las Animas. El río Grande ingresa al embalse, distribuyendo su caudal principalmente en el brazo del río Chico, aumentando el tiempo de residencia del agua y retrasando el paso de los aportes hacia el interior del embalse (Velásquez & David). Se analizó la distribución de la biomasa zooplanctónica a escala espacial (longitudinal - vertical) y temporal en la zona fótica del embalse Riogrande II, en función de los gradientes de estado trófico, biomasa algal y precipitación. Los cladoceros dominaron la biomasa, debido al alto aporte de *Bosmina freyi*, seguidos de copépodos y rotíferos.

Las especies de zooplancton o microorganismos funcionan como bioindicadores de la calidad del agua según estudios de Roldan en 2009. El objetivo del presente estudio es caracterizar las diferentes especies de zooplancton o microorganismos bioindicadores de la calidad del agua presentes en el embalse de Betania (Dpto. Huila).

Materiales y métodos

Área de estudio: La Represa Hidroeléctrica Betania se ubica en la cuenca alta del río Magdalena entre los municipios de Yaguará, Campoalegre y Hobo, ubicada al suroeste del Departamento del Huila, a 35 Km de la ciudad de Neiva en el departamento del Huila, cuenta con una temperatura promedio de 28 °C. Está formado por la represa de los ríos Magdalena y Yaguará, tiene un área de inundación de 7400 ha, un volumen total de aproximadamente 1.971.106 m³, una profundidad máxima de 90 m y una vida útil de 50 años (Universidad Nacional de Colombia, 1986), su llenado se inició en noviembre de 1986 y culminó en junio de 1987 (CHB, 1987).

Puntos de muestreo: Para el desarrollo de la presente investigación se seleccionarán diez (10) puntos de muestreo (Figura 1), distribuidos de la siguiente manera: un (1) punto en la cola del embalse, seis (6) puntos en el sub- Magdalena, dos (2) puntos en el sub-embalse de Yaguará y un (1) último punto en la Presa Principal. De los diez (10) puntos a muestrear, seis (6) pertenecen a puntos históricos de ESP de Betania S.A. previamente utilizados en su propio plan de seguimiento; Los cuatro (4) restantes se incluyen debido a la influencia de los proyectos pesqueros que presentan estas áreas.

Los diez puntos de muestreo del embalse, en su mayoría estaciones de pesca, fueron los siguientes: 1: Embarcadero de Hobo, 2: Vega del Herrero, 3: Cueva del Indio, 4: Proceal-Bonanza, 5: Ensenada Dique 6, 6: María del 7 de marzo: Ensenada New York, 8: St. Helena, 9: Presa Principal y 10: Cola del Yaguará. (Figura 1).

Análisis de laboratorio: Se recolectaron muestras de zooplancton bimestralmente por dos años. En cada punto de muestreo, los microorganismos de zooplancton fueron recolectados por dos métodos: 1DS y 3DS vertical profundo con el apoyo de la botella de Van Dorn, el volumen filtrado fue de 20 L (Keppeler & Hardy, 2004) seguido del método horizontal que se realizó mediante un arrastre de malla de 60 µm durante 2 min a una velocidad constante de 5km / h, método que se aplicó para cada uno de los puntos de muestreo. El muestreo se realizó mediante el proceso de filtración de los microorganismos, con un tamiz de 60 µm de diámetro. Una vez filtrada la muestra, se fijaron en botellas de 400 mL mediante la adición de agua carbonatada con el fin de lograr la expansión de los microorganismos, evitando que exploten en el momento del contacto con formaldehído al 40%.

Los análisis cualitativos y cuantitativos se realizaron utilizando un microscopio óptico a 40X, la determinación taxonómica del zooplancton se realizó utilizando las claves de Edmondson (Edmondson, 1959); Elmoor-Loureiro (Elmoor, 1997); Paggi (Paggi, 1975); Sendacz y Kubo (Sendacz y Kubo, 1982), Krauter y Streble (Streble y Krauter, 1988). El proceso de fijación y pigmentación de los microorganismos al momento de su recolección, fue clave para la identificación taxonómica, facilitando tanto la observación de cada uno de sus segmentos taxonómicos como su morfología. Inicialmente, la muestra se dejó reposar durante una hora, posteriormente era transferida a una cámara sedgewick rafter en la que se contaron los individuos/mL. Se analizaron cuatro gotas por cada muestra o hasta que no se encontraran nuevos microorganismos. El volumen observado corresponde a un rango entre 0,32 - 0,34 mL.

En cada submuestra se identificaron y cuantificaron los organismos de cada comunidad de zooplancton y se expresaron en Individuos/mL. El análisis cuantitativo y cualitativo de la muestra se realizó mediante un barrido que cubre toda la superficie del cubreobjetos. Los respectivos conteos de los microorganismos se realizaron tomando 10 alícuotas de la muestra, de manera que se contó toda la muestra con el fin de obtener hasta 100 o más microorganismos de cada especie identificada para cada grupo de zooplancton.

Análisis de los datos: Los resultados descriptivos e inferenciales de cada una de las variables en estudio se muestran mediante tablas e ilustraciones. Presentamos los resultados univariados de las estimaciones del error medio y estándar. Se realizaron análisis inferenciales de dos factores, uno correspondiente al género microorganismo (Individuos/mL), con tres niveles (rotíferos, cladóceros y copépodos) y el segundo factor con 10 niveles (puntos de muestreo) mediante contrastes multivariados donde se realizaron comparaciones en pares , utilizando el modelo lineal general, ANOVA de medidas repetidas y con un ajuste para las comparaciones de las medias marginales estimadas por el método de Bonferroni. O el test de Kruskal-Wallis como alternativa no paramétrica al análisis de la varianza de k muestras independientes cuando se rompe uno de los supuestos básicos de este análisis. La diferencia entre los valores medios se consideró significativa al nivel $p \leq 0.05$.

Resultados

Composición y abundancia relativa de zooplancton.

Los resultados se obtuvieron del muestreo que se realizó en los diez puntos establecidos en el embalse de Betania (Figura 2). La composición e identificación del zooplancton en el reservorio de Betania resultó en el hallazgo de 32 especies diferentes de organismos planctónicos (Individuos/mL), donde el 55% corresponde al género copépodo, con un total de nueve especies identificadas, un 26% correspondiente al género cladocera,

en el que se encontraron un total de 8 especies identificadas, y un 19% el género rotífera, donde el número de especies encontradas fue de 15 microorganismos identificados.

El embalse de Betania es un cuerpo de agua, donde la adición de compuestos que contribuyen a la eutrofización del embalse es de un nivel elevado, debido a la actividad pesquera que se desarrolla en gran parte del mismo, y la actividad doméstica que hace más presencia en el sub-embalse de Yaguará. Así, se pueden encontrar características diferentes en los puntos de muestreo, por lo que la presencia de algunos microorganismos es mayor en unos puntos que en otros, debido a las condiciones e influencias de la zona. (Figura 2).

Figura 1
Ubicación y área de los puntos de muestreo en el embalse de Betania

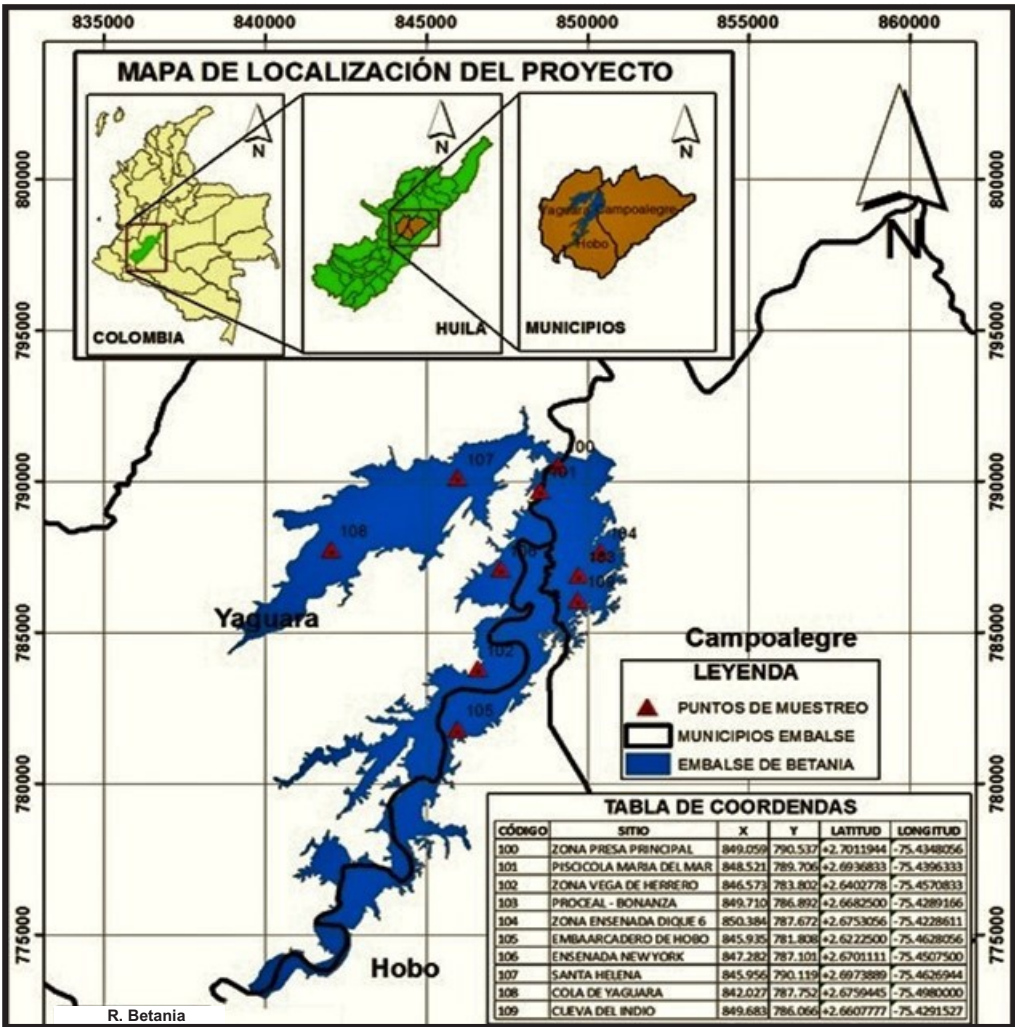


Figura 2
Composición de zooplancton (Individuos/mL) en el embalse de Betania, para cada uno de los puntos de muestreo.

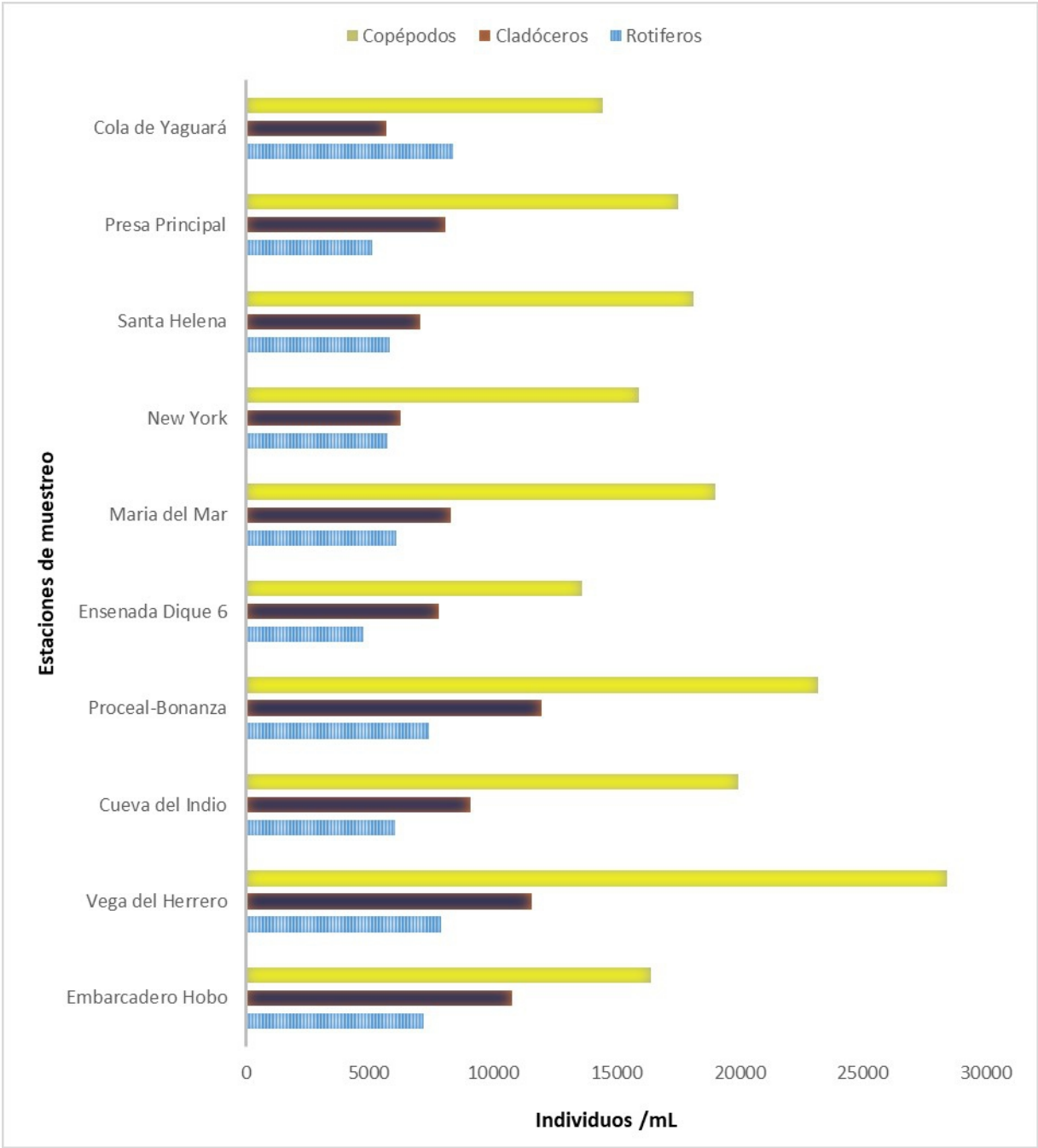


Tabla 1

Clasificación taxonómica de 32 microorganismos zooplanctónicos encontrados en el embalse Betania

Class	Order	Family	Genus	Species
ROTATORIA	Ploimida	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus angularis</i>
				<i>Brachionus calyciflorus</i>
				<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Brachionus plicatilis</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus Macracantus</i>
				<i>Brachionus patulus</i>
				<i>Brachionus caudatus</i>
		Synchaetidae	Keratella	<i>Keratella tropica</i>
				<i>Keratella americana</i>
		Asplanchnidae	Asplanchna	<i>Asplanchna</i>
BRANCHIOPODA	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia	<i>Daphnia</i>
				<i>Ceriodaphnia silvestri</i>
				<i>Ceriodaphnia cornuta</i>
		Bosminidae	Bosmina	<i>Bosmina longirostris</i>
				<i>Bosmina freyi</i>
		Moinidae	Moina	<i>Moina sp</i>
				<i>Moina Minuta</i>
				<i>Moina Brasilianus</i>
		Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma birgie</i>
				<i>Diaphanosoma birgie</i>
MAXILLOPODA	Calanoida	Diaptomidae	Arctodiaptomus	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>
				<i>Nauplio Calanoida</i>
				<i>Copepodito de Calanoida</i>
	Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops</i>
				<i>Termocyclops</i>
			Thermocyclops	<i>Thermocyclops decipiens</i>
				<i>Nauplio Cyclopoida</i>
				<i>Copepodito de Cyclopoida</i>

Los resultados de las mediciones de zooplancton (Individuos/mL), que fueron temporalmente más representativas según las categorías de género, familia y especie obtenidas en los diez puntos de muestreo de la represa de Betania (departamento del Huila, Colombia) se encuentran en la tabla 1. La categoría de género medida en Individuos/mL presentó tres grupos taxonomicos: rotíferos, cladoceros y copépodos. El primer grupo presentó cinco niveles de microorganismos (*Brachionus havanaensis*, *Brachionus falcatus*, *Asplancha sp*, *Brachionus patulus*, *Keratella americana*). El segundo grupo contenía ocho microorganismos (*Bosmina freyi*, *Bosmina longirostri*, *Ceriodhanian cornuta*, *ceriodhanian silvestri*, *Daphnia sp*, *Diaphanosoma birgie*, *Moina minuta*, *Moina sp*). El tercer estuvo compuesto por nueve microorganismos (*Copdito cyclopoidae*, *Artodiaptomus dorsalis*, *copaloes calanoida*, *Mesocyclops brasilianus*, *Mesocyclops sp*, *Nao cyclopoidae*, *Nao calanoida*, *Termocyclops sp*, *Thermociclops dicipiens*).

Género rotífero: se encontró que *Brachionus havanaensis* tuvo una mayor concentración en el Embarcadero de Hobo con 184.7 células / mL y Vega del Herrero con 123.5 individuos/mL, por otro lado los puntos donde se encontró la menor concentración de este organismo fue en la Ensenada Nueva York con solo 20.8 individuos/mL, Dique Ensenada 6 con 27.2 individuos/mL y Presa Principal con 35.6 individuos/mL De acuerdo con las mediciones registradas para el organismo *Brachionus falcatus*, en el punto de muestreo denominado Ensenada Nueva York se encontró la mayor cantidad con 88.7 individuos/mL, seguida de Cueva del Indio con 60.6 individuos/mL y Cola de Yaguará con 60.2 individuos/mL Los puntos donde se presentó la menor concentración fueron en Ensenada Dique 6 con 29.8 individuos/mL y Santa Helena con 32.5 individuos/mL.

La mayor concentración del organismo *Asplancha sp* se encontró en el punto de muestreo Cola de Yaguará con 202.8 individuos/mL seguido del punto de muestreo Ensenada New York con 123.9 individuos/mL y Presa principal con 123.3 individuos/mL. Por otro lado, el punto Ensenada Dique 6 presentó una concentración cuatro veces menor de *Asplancha sp* en comparación con Cola de Yaguará con 55.3 Individuos/mL y el Embarcadero de Hobo con 64,6 Individuos/mL.

Se encontró que el organismo *Brachionus patulus* tuvo alta concentración en Cueva del Indio con 69,7 individuos/mL y María del Mar con 67,2 individuos/mL. Por otro lado, hubo una baja concentración de *Brachionus patulus* en Vega del Herrero y Ensenada Nueva York con 27.5 individuos/mL respectivamente.

El organismo *Keratella americana* presentó concentraciones bajas en el Embarcadero de Hobo con 29,4 individuos/mL y Ensenada Dique 6 con 40,2 individuos/mL. Los puntos donde se generaron altas concentraciones de *Keratella americana* fueron en Cola de Yaguará con 96.3 individuos/mL, seguido de Vega del Herrero con 76.7 individuos/mL y Cueva del indio con 73.9 individuos/mL. En general, no se encontraron diferencias significativas al nivel 0.05 para los rotiferos entre los diferentes puntos de muestreo.

El Género Cladóceros *Bosmina freyi* presentó mayor concentración en Vega del Herrero con 273,6 individuos/mL, seguido de Proceal Bonanza con 233,9 individuos/mL y Embarcadero de Hobo con 222,1 individuos/mL. Las concentraciones más bajas de *Bosmina freyi* se observaron en la Yaguará Cola con 46.4 individuos/mL y Santa Helena con 68.5 individuos/mL.

El organismo *Bosmina longirostri* presentó concentraciones elevadas en los puntos Embarcadero de Hobo con 42,7 individuos/mL y Yaguara Cola con 40,6 individuos/mL. Por otro lado, las bajas concentraciones de este mismo organismo se encontraron en Ensenada New York con 9.3 individuos/mL, y Vega del Herrero con 12.1 individuos/mL.

Por otro lado, el organismo *Ceriodhanía cornuta* generó una mayor concentración en los puntos Embarcadero de Hobo con 254.5 individuos/mL, y Vega del Herrero con 237.7 individuos/mL y sus bajas concentraciones se establecieron en el punto de muestreo de Santa Elena con 26.3. Individuos/mL y Yaguará Cola con 49.5 Individuos/mL.

El organismo *Ceriodhanía silvestri* presentó concentraciones elevadas en el punto Proceal Bonanza con 267,2 individuos/mL, y en el punto María del Mar con 175,5 individuos/mL. La concentración más baja de este organismo se encontró en Embarcadero del Hobo con 87,3 individuos/mL y Yaguara Cola con 92 individuos/mL.

La mayor concentración del organismo *Daphnia sp* se encontró en el punto de muestreo de la Cueva del Indio presentando 14.2 individuos/mL. Sin embargo, en los puntos de Santa Elena y Presa Principal hubo una menor concentración de estos microorganismos con 10 Individuos/mL respectivamente.

El organismo *Diaphanosoma birgie* presentó altos niveles de concentración en el punto de muestreo de Proceal Bonanza con 204 individuos/mL y St. Helena con 184.46 individuos/mL, mientras que la concentración más baja de este organismo se presentó en el punto de muestreo Ensenada New York con 54.53 individuos/mL.

Para el organismo *Moina minuta*, su alto nivel de concentración se registró en el punto de muestreo del Embarcadero de Hobo con 15,6 individuos/mL, seguido del punto de Presa Principal con 12,8 individuos/mL. Sin embargo, en los puntos de Santa Helena y Cola de Yaguara no hubo presencia de este organismo.

Finalmente, en el punto de muestreo de Proceal Bonanza y Vega del Herrero, se presentó la mayor concentración de microorganismos *Moina sp* con 38,9 individuos/mL y 36,1 individuos/mL, respectivamente, pero en los puntos de muestreo de María del Mar 8,5 individuos/mL. y Presa Principal con 8.8 individuos/mL se generaron las concentraciones más bajas de *Moina sp*. No se encontraron diferencias significativas al nivel 0.05 para zooplancton del género Cladóceros.

Género Copépodos: se encontró que el organismo *Copdito cyclopoidae* presentó altos niveles de concentración en los puntos de Vega del Herrero con 334.6 individuos/mL seguido del punto María del Mar con 329.2 individuos/mL, en cambio en los puntos de muestreo de Ensenada Dique 6 y Yaguará Cola presentaron los niveles más bajos de este organismo con 104.9 Individuos/mL y 109.6 Individuos/mL respectivamente.

El organismo *Artodiaptomus Dorsalis* tuvo sus niveles más altos de concentración en los puntos de muestreo de Vega del Herrero con 170 individuos/mL y María del Mar con 150 individuos/mL, y los niveles más bajos de concentración de este organismo se registraron en los puntos Cueva del Indio con 56,5 individuos/mL, y Ensenada Nueva York con 67,8 individuos/mL.

En el punto de muestreo de Vega del Herrero y Proceal Bonanza, se registraron altos niveles de concentración del organismo *Copodite calanoide* con 198,4 individuos/mL y 175,3 individuos/mL. Sin embargo, los niveles bajos de este organismo se presentaron en los puntos de Ensenada Dique 6 con 23.8 Individuos/mL y Yaguara Cola con 75.4 Individuos/mL.

Para el organismo *Mesocyclops brasiliannus*, en los puntos de muestreo de Vega del Herrero se registró la mayor concentración de este organismo con 121,2 individuos/mL, y en el Embarcadero de Hobo con 103,8 individuos/mL. Y sus concentraciones más bajas de este organismo se registraron en los puntos Santa Elena 23,8 individuos/mL y María del Mar 27,8 individuos/mL.

Mesocyclops sp tuvo altos niveles de concentración en los puntos de muestreo de María del Mar con 367,3 individuos/mL y presa principal con 318,2 individuos/mL. Los niveles más altos de concentración del organismo *Nao cyclopoidae* con 550 individuos/mL se encontraron en los puntos de muestreo de Santa Helena y en Vega del Herrero con 472 individuos/mL, en los puntos Embarcadero de Hobo con 190 individuos/mL y María del Mar con 197 Individuos/mL.

Los niveles más altos del organismo *Nao calanoida* se presentaron en el punto de muestreo de Vega del Herrero con 393,2 individuos/mL y Cueva del Indio con 348,5 individuos/mL. Por otro lado, las bajas concentraciones de esta especie se registraron en el sitio Presa Principal con 154.8 Individuos/mL y la Yaguará Cola con 134.9 Individuos/mL.

Termocyclops sp mostró altos niveles de concentración en Cola de Yaguará con 170.5 individuos/mL y Vega del Herrero con 170.3 individuos/mL, mientras que en los puntos de Santa Helena y Ensenada Dique 6 se presentaron las concentraciones mas bajas.

Finalmente, en el punto de Presa Principal con 56,9 Individuos/mL y 31,7 Individuos/mL se obtuvieron las mayores cantidades del organismo *Thermociclops dicipiens*, sin embargo en los puntos de Santa Elena los microorganismos presentaron cantidad cuatro veces menor en comparación con el estudio de Presa

teniendo solo 10 individuos/mL, de manera similar al sitio de Ensenada de Nueva York con solo 12.8 individuos/mL. Tampoco hubo diferencias significativas al nivel de 0.05 para el zooplancton del género Copepodos entre los diez puntos de muestreo para cada uno de los nueve microorganismos.

Discusión.

Comparando la evolución del zooplancton en 1991 en el embalse de Betania con 23 especies y 7 familias, representadas por una especie de copépodo, tres especies de cladóceros y 19 especies de rotíferos (Herrera Martínez & Guillot Monroy, 1999), con este estudio en el que se encontraron 32 especies o nueve especies, 11 familias o más, ocho especies de copépodos (7 especies), 9 cladóceros y 15 rotíferos. Esto representó un aumento significativo del 39% en especies y un 57% más de familias. Puede haber otros factores como el embalse de Quimbo, que podrían explicar el aumento significativo de zooplancton en el embalse de Betania. En este estudio se registraron un total de 24 taxones: *Thermacyclops decipiens* (Crustacea, Copepoda), *Moina* sp., *Ceriodaphnia cornuta* y *Allana* sp. (Crustáceos, Cladocera); 19 especies de rotíferos de las cuales 7 corresponden al género *Brachionus* y larvas del diptero *Chaoborus* sp. Hallazgo por primera vez en Colombia de *Brachionus havanaensis*, *B. falcatus falcatus*, *B. quadridentatus* y *Platyias quadricornis f brevispinus*. Herrera Martínez & Guillot Monroy, 1999, concluyeron que la composición de zooplancton del embalse de Betania es típica de lagos tropicales cálidos. En este estudio, estuvieron presentes 32 taxones. El primer taxón fue de 15 microorganismos (*Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus falcatus*, *Brachionus plicatilis*, *Brachionus havanaensis*, *Brachionus Macracantus*, *Brachionus patulus*, *Brachionus caudatus*, *Keratella tropica*, *Keratella americana*, *Polyarthra* sp, *Filoligistiana* sp, *Aspisetia* sp.). El segundo taxón que fue Cladóceros contenía nueve microorganismos, (*Daphnia*, *Ceriodaphnia silvestri*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina freyi*, *Moina* sp, *Moina Minuta*, *Moina Brazilianus*, *Diaphanosoma birgie*). El tercer taxón Copepodos estuvo compuesto por ocho microorganismos (*Arctodiaptomus dorsalis*, *Nauplio Calanoida*, *Copepodite de Calanoida*, *Mesocyclops*, *Termocyclops*, *Thermocyclops decipiens*, *Nauplio Cyclopoida*, *Copepodito de Cyclopoida*).

Comparando este estudio con los de Guevara, Lozano, Reinoso y Villa (2009) realizados en el embalse de la pradera en el año 2000-2001 solo se presentaron ocho microorganismos y en 1993 según los estudios de la SODEIC (1993) solo tres microorganismos de los 22 que se encontraron en Betania 2013-2015. Como se puede observar, hay más microorganismos que son indicativos de la calidad del agua del embalse de Betania. Se recomienda para estudios futuros aumentar el número de tiempos de muestreo, puntos de muestreo y profundidad, así como tener en cuenta el volumen de agua de la presa de Betania en diferentes momentos o cronogramas. Tenga en cuenta el caudal o volumen de agua en cada medición. El vaciado del embalse Quimbo. La composición e identificación del zooplancton como Bioindicadores de la calidad del agua en el embalse de Betania fue de 32 especies diferentes de zooorganismos planctónicos (Individuos/mL), donde el 55% correspondió al género copépodo, el 26% al género Cladocera y el 19% al género Cladocera. género rotífera.

Referencias Bibliográficas

- Edmondson W. Methods and Equipment in Freshwater biology, New York: John Wiley and Sons. nc; (1959).
- Elmoor-Loureiro L.M.A. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil; (1997).
- González S.L.V., Ramírez-Restrepo J.J., Palacio-Baena J.A., Bonecker C.C. Respuesta de la biomasa zooplanctónica a los gradientes de estado trófico y precipitación de un embalse tropical. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; (2015) 39: p. 374-388. DOI: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.203>.
- Guevara G., Lozano P., Reinoso G., Villa F. Horizontal and seasonal patterns of tropical zooplankton from the eutrophic Prado Reservoir (Colombia). Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters; (2009) 39:128-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.limno.2008.03.001>.
- Herrera Martinez Y., Guillot Monroy G.H. Composición taxonómica del zooplankton del embalse de betania, departamento del huila, colombia. Acta Biológica Colombiana; (1999) Vol. 4, núm. 1 (1999); 5-19 Acta Biológica Colombiana; Vol. 4, núm. 1 (1999); 5-19 1900-1649 0120-548X.
- ICA. Informe sobre la crisis que se presentó en la piscicultura que se desarrolla en Betania y estado del arte de esta apuesta productiva promisorio. Huila. Corporación Autónoma del Alto Magdalena; (2007).
- Keppeler E.C., Hardy E.R. Vertical distribution of zooplankton in the water column of Lago Amapá, Rio Branco, Acre, Brazil. Revista brasileira de Zoologia; (2004) 21: p. 169-177.
- Marinas C. Seasonal variability of copepods and cladocerans in Bahía de los Ángeles (Gulf of California) and importance of Acartia clausi as food for whale sharks Variabilidad estacional de copépodos y cladóceros de bahía de los Ángeles (golfo de California) e importancia de Acartia clausi como alimento del tiburón ballena. Ciencias Marinas; (2012). 38: p. 11-30.
- Paggi J. Sobre dos Cladoceros Chydoridae nuevos para la fauna Argentina. Physis; (1975). 34: p. 139-150.
- Plutarco C. Trophic levels of the most abundant fishes of the Betania Reservoir, Upper Rio Magdalena, Colombia. Acta biol. venez; (1995). 16(1) p. 47-53.
- Restano A.M.L., Ramírez Restrepo J.J., Echenique R.O., Vallejo A.A., Ortiz L.Y.M. Dinámica espacio-temporal de cuatro especies de Staurastrum (Meyen 1829, emend. Ralfs 1848) en un embalse eutrófico colombiano. Oecologia Australis; (2011). 15: p. 726-746.
- Roldán-Pérez G. Colombian limnology development: four decades of progressive advancements. Actualidades Biológicas; (2009). 31: p. 227-237.

- Sendacz S., Kubo E. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservorios do estado de Sao Paulo [zooplancton, Brasil]. Boletim do Instituto de Pesca; (1982).
- Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertropfen: Microflora und Mikrofauna des Süßwassers. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart; (1988).
- Tomalá Q., Mercedes G. Composición y abundancia del zooplancton en la represa San Vicente, comuna Las Balsas, durante junio–noviembre del 2013, Santa Elena–Ecuador, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena; (2014).
- Velásquez F., David J. Modelación de la estructura térmica de un embalse ramificado mediante el análisis de los procesos físicos gobernantes: aplicación al embalse multipropósito Riogrande, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Villabona-González S.L., Ramírez-Restrepo J.J., Palacio-Baena J.A., Bonecker C.C. Response of the zooplankton biomass to the gradient of trophic status, and rainfall of a tropical reservoir. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; (2015). 39: p. 374-388. DOI: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.203>.
- Wetzel G., Likens G., Svatora M. Limnological analyses 2nd ed. Photosynthetica; (1996). 32: p. 380-380

Estudio preliminar de *Carludovica palmata* como materia prima en la producción del sombrero suaceño Huila, Colombia.

Ingrid Liseck Pulecio Suarez¹- Normin Soley Cabrero Cabrera ²

¹Instructora Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila,

²Instructora Centro de Formación Agroindustrial la Angostura

Resumen

Carludovica palmata es una planta clasificada como una especie de reino vegetal del orden Cyclanthales de la familia Cyclanthaceae. Su interés comercial se relaciona con la producción de fibras para la elaboración de artesanía principalmente del sombrero suaceño como patrimonio cultural. Por ende, es de gran importancia realizar un estudio preliminar para la conservación y propagación de la especie como materia prima. El objetivo de esta investigación es identificar su densidad poblacional, el proceso artesanal de la extracción de la fibra y la identificación de la planta madre para su propagación. Para la determinación de la densidad poblacional se realizó una estimación donde se observa la baja población de la especie. La extracción de la fibra se realizó de forma ancestral artesanal, obteniendo una hebra blanca y resistente para su utilización; de esta forma se identificó la planta madre para poder realizar la propagación de forma in vitro y en campo.

Palabra claves: fibra, in vitro, propagación, sombrero suaceño.

Abstrac

Carludovica palmata is a plant classified as a species of plant kingdom of the order Cyclanthales of the family Cyclanthaceae. Its commercial interest is related to the production of fibers for the elaboration of handicrafts, mainly from the Suaceño hat as a cultural heritage. Therefore, it is of great importance to carry out a preliminary study for the conservation and propagation of the species as raw material. The objective of this research is to identify its population density, the artisanal process of fiber extraction and the identification of the mother plant for its propagation. To determine the population density, an estimate was made where the low population of the species is observed. The extraction of the fiber was carried out in an ancient artisan way, obtaining a white and resistant thread for its use; In this way, the mother plant was identified to be able to carry out the propagation in vitro and in the field.

Keyword: fiber, in vitro, propagation, southern hat.

Introducción

Colombia se caracteriza por presentar gran riqueza de biodiversidad, gracias a su ubicación geográfica, permitiendo así la formación de diferentes ecosistemas con especies de plantas características de cada lugar. El uso de las plantas es una actividad cultural y económica que viene desde nuestros ancestros de forma artesanal. En nuestro país la artesanía emprendió desde 1985 gracias a la investigación que se le realiza al uso y manejo sostenible de los recursos naturales, principalmente la materia prima vegetal (Herrera et al., 2010). Unas de las principales actividades culturales y económicas, son los productos artesanales gracias al desarrollo de aplicaciones estéticas, técnicas y productivas que ha incrementado la competitividad de la artesanía en la elaboración del sombrero suaceño en el departamento del Huila (Galviz-Quesada et al., 2019). Es de gran importancia la propagación y manejo sostenibles de la especie de material vegetal con el que se elabora esta artesanía; la iraca es una planta perenne, silvestre, su propagación es en el medio natural principalmente cerca de las fuentes hídricas, su reproducción es por emisión de hijuelos que generan rizomas y aun por semillas (Portilla, 2005).

En la actualidad la iraca no se ha establecido como un cultivo de manejo sostenible. Las bibliografías describen la gran pérdida de las especies e inversiones como cultivo, por eso es de gran importancia crear metodologías para la propagación de la especie con el fin de seguir el linaje de la artesanía y la conservación de la planta. La propagación sexual se realiza por medio de semillas y la vegetativa por rizomas presentando diferentes brotes, los cuales son extraídos directamente en campo para sembrar en propagación in vitro. La palabra cultivo in vitro de plantas, significa cultivar plantas dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial.

Metodología

Área de estudio: La presente investigación se realizó en el departamento del Huila, en municipio de Suaza y sus alrededores en el año 2019. La región hace parte del subcentro del departamento, se caracteriza por presentar grandes fuentes hídricas como el río Suaza. Su altura es de 900 msnm y su temperatura es de 24°C.

Registros Biológicos y artesanales: Los puntos de muestreo fueron hacia el borde de la fuente hídrica, por trayectos de forma lineal cada 10 metros. Se registraron las especies de plantas de iraca por individuos en 10 trayectos. De esta misma se extrajo el material vegetal para realizar el análisis de la fibra e identificar la planta a propagar.

Análisis de Datos: Se analizaron las variables de abundancia para la densidad poblacional de la especie sobre la estratificación vegetal, área sobre cantidad de individuos. Para la extracción de la fibra se realizó de

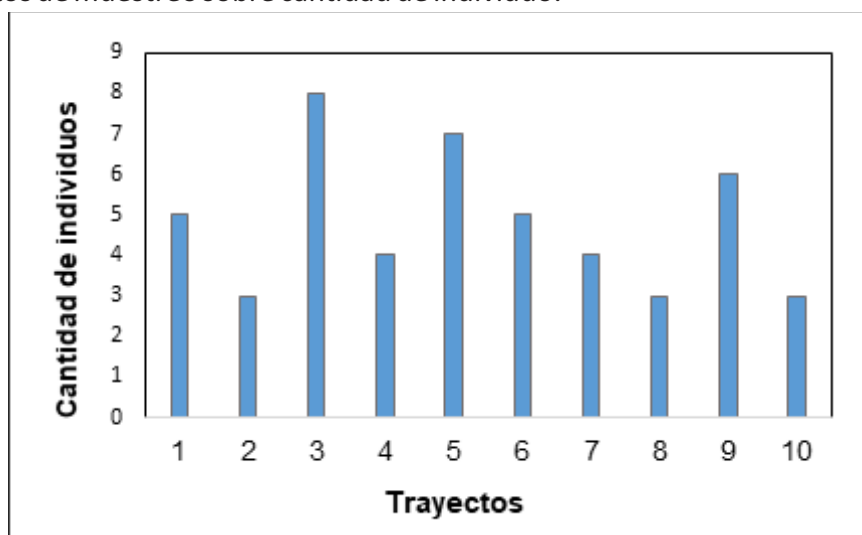
forma ancestral con una de las artesanas de municipio, identificando así la planta madre para propagar de forma in vitro y en campo.

Resultados y Discusión

Se realizaron 10 trayectos de 10 metros cada uno, sobre el borde de la fuente hídrica y se registró los individuos durante la ruta de muestreo (Figura 1). Donde se observó la baja abundancia y densidad poblacional; esto es debido al uso de los cogollos de la planta para la realización del sombrero artesanal suaceño.

Figura 1

Número de trayectos de muestreo sobre cantidad de individuo.



Identificación y extracción de la planta para la fibra:

Nombre científico: *Carludovica palmata*

Especie: *Carludovica palmata*; Ruiz & Pav. (1798)

Familia: Cyclanthaceae

Orden: Pandanales

Clase: Liliopsida

Reino: Plantae

Subclase: Liliidae

Se caracteriza por sus raíces de color crema, llega a medir hasta 50 cm de profundidad, presenta una altura de 2 metros, sus hojas son simples y agrupadas. Antes del brote foral se le denomina cogollo y este es utilizado para la elaboración del sombrero artesanal suaceño (Figura 2).

Figura 2

A. Cogollo de la palma de iraca y B. Inflorescencia Plurifloral



Características del hábitat de *Carludovica palmata*:

La palma de iraca es una especie silvestre, que se encuentran en las orillas de las quebradas o ríos, es propia de los bosques, prácticamente se encuentra en sitios húmedos con temperaturas de 18 a 27C° y una precipitación fluvial baja, se caracteriza porque el suelo donde crece suele ser arcilloso y se presenta bajo sombrío de otras especies de árboles. Las especies de palma encontradas en el municipio de Suaza se caracterizan por presentar una fibra blanca y resistente a diferencia de especies de otras zonas que presentan fibras manchadas y poca resistencia en el momento del tejido de acuerdo a las consultas de las tejedoras del municipio.

Identificación de la especie *Carludovica palmata* en el municipio de Suaza:

Se realizaron consultas y visitas a artesanos que elaboran el sombrero suaceño. Se evidenció que la comunidad del municipio de Suaza - Huila, no tiene establecido cultivos por la grande inversión económica y pérdida de la especie en cultivos; por ende, la materia prima que utilizan para tejer los sombreros la obtienen del cogollo de la planta de iraca en su estado silvestre, lo que demuestra que la planta necesita condiciones apropiadas como alta humedad para su crecimiento y que el material sea de buena calidad.

Extracción de la fibra para la elaboración de sombrero suaceño:

Fase 1. Se recogió el material vegetal para la elaboración del sombrero, a través del corte de 50 cogollos de las plantas, el corte fue transversal, los cogollos que se seleccionaron generalmente tenían un ancho entre 7,8–18,73 mm, un grosor de 8,7-17,03 mm y una largo entre 77 - 130 cm (Figura 3).

Fase 2. Al tener el material vegetal seleccionado se procedió a abrir los cogollos de forma transversal y de arriba hacia baja con presión hasta abrir las venas para que quedaran totalmente sueltas e individuales, el cogollo presenta una cobertura externa de color verde oscuro que debe ser retirada, posteriormente en el

centro se retira el corazón con las venas que quedan. Luego se procedió a rpiar las venas ya separadas con la ayuda de un hueso que tiene forma de trincho, este objeto permite rasgar las venas con un mismo diámetro, estos rpiadores son extraídos de una parte del ganado. De una vena de la planta salen dos hebras de una medida de ancho aproximado entre 15 -19 mm y de grosor entre 0,10 - 0,25 mm. Los cogollos después de divididos se rasgan y se separan en tres partes donde se seleccionan las más blancas, las que quedan en el medio cerca del corazón son las óptimas para continuar el proceso ya que no presentan el color verde oscuro de la parte externa de la planta inicial, la hebras sobrantes se utilizan para adecuar la olla en la que posteriormente se cocinarán (Figura 4).

Figura 3

Cogollos de Cardulovica palmata



Figura 4

A. Abertura manual del material vegetal. B y D. Selección del material vegetal rpiado para proceder a la cocción y C. Rpiadores del Material vegetal – Cogollos.



Fase 3. Posteriormente se prepara el material vegetal para iniciar la cocción. La olla debe de estar amoblada con los tejidos sobrantes, para que las hebras que van a ser utilizadas no tengan contacto con la olla y no exista el riesgo de que se manchen. Las hebras que se van utilizar se enrollan y se colocan en el centro y se cubren totalmente de las demás, se le agrega limón para aclarar la hebras hasta obtener un pH de 3,8 y una temperatura de 60°- 90°C. el tiempo se inicia a contar desde que el estado del agua se encuentre en ebullición por 20 minutos (Figura 5).

Figura 5

Material vegetal ripiado y en cocción.



Fase 4. Después de que se han cocinado, se sacan de la olla, se sacuden lo más fuerte posible para que el agua no las pegue y queden separadas, se llevan a un lugar donde no les de el sol ni tenga mucha humedad, se cuelgan hasta que queden completamente secas. Este proceso dura entre 5 a 10 días (Figura 6).

Figura 6

Proceso de secado del material vegetal.



Fase 5. Al tener ya las hebras recogidas separadas y blancas sin ninguna mancha, se procede a elaborar el tejido del sombrero suaceño donde se pone sobre una base y se inicia su elaboración.

Figura 7

Proceso de elaboración del sombrero suaceño.



Al realizar el proceso de extracción de la fibra identificamos la planta madre para utilizarla en la propagación en campo y de forma in vitro.

Propagación de la planta: La selección de la planta madre para la propagación in vitro y en campo, se extrajo de la Finca La Esperanza ubicada en el municipio de Suaza-Huila, de propiedad del señor Diaz Hurtado.

Cultivo In vitro: Se recogieron las muestras vegetales para la propagación in vitro. Por consiguiente, se procedió a realizar cortes de callosidad para su reproducción, utilizando materiales ecológicos, tales como auxinas naturales, amonio cuaternario y agar-agar. Se realizaron los ensayos para analizar parámetros físicos como temperatura, humedad y luminosidad, tiempo de crecimiento celular. El protocolo actualmente se está estandarizando. Iniciamos 1. Fase de desinfección de planta madre. 2. Fase de preparación del medio. 3 Fase de siembra de material vegetal, 4. Fase de crecimiento.

Se puede analizar en los ensayos que la temperatura oscila entre 23 y 28 °C, por debajo o por encima del cero de germinación pueden causar inhibición, retraso o aumento en el tiempo de expansión del embrión. La humedad es importante para esta planta ya que ella necesita un 90% en rango de humedad, permitiéndole la evaporación del agua, si la humedad es menor la planta va a perder demasiada agua y los estomas se cierran y el proceso fotosintético se detendría, por ende, se frena unos de los factores más importante en una planta para su crecimiento. ocasionando que se presente patógenos.

En campo: La propagación en campo en su estado natural, se realiza para poder comparar los dos tipos de propagación y de crecimiento. Se tomaron semillas para la propagación en campo donde se dejó secar el fruto durante un mes para que la semilla estuviera en la contextura adecuada, luego se pasaron a un germinador, es de aclarar que este proceso se está realizando en el área de estudio y que se encuentra en marcha.

Las estrategias de reproducción son una alternativa para la conservación y uso sostenible de las especies de interés comercial, para la planta y se están estableciendo protocolos de propagación, con el fin de conservar la especie y seguir el linaje artesanal del sombrero suaceño Huila.

Referencias Bibliográficas

- Galviz-Quezada, A., Ochoa-Aristizábal, A. M., Zabala, M. E. A., Ochoa, S., & Osorio-Tobón, J. F. (2019). Valorization of iraca (*Carludovica palmata*, Ruiz & Pav.) infructescence by ultrasound-assisted extraction: An economic evaluation. *Food and Bioproducts Processing*, 118, p. 91-102. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.08.016>
- Herrera-Rubio, N.E., Corradine-Mora, M.G., Cordoba, F.J., Portilla, J.C., & Garavito-Carvajal, C.P. (2010). Cartilla para la producción sostenible de artesanías en iraca. Artesanías de Colombia. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/handle/001/3816>
- Hoyos Sanchez, R. A., Chicaíza Finley, D., & Zambrano Arteaga, J. C. (2020). In vitro Multiplication of Iraca palm (*Carludovica palmata* Ruíz & Pavón). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 73(1), p. 9039–9046. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n1.80139>
- Portilla, J. (2005). Aproximación a un plan de manejo integral de la palma de iraca en el departamento de Nariño. Fortalecimiento de las organizaciones comunitarias y productivas de los eslabones de la Cadena de la Iraca, en el Departamento de Nariño. Artesanías de Colombia.