



Scientia Agropecuaria

Web page: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>

Facultad de Ciencias
Agropecuarias

Universidad Nacional de
Trujillo



RESEARCH ARTICLE

Effect of climatic factors on the phenological phases of *Mauritia flexuosa* Lf. in low terrace plantations in Ucayali, Peru

Efecto de los factores climáticos en las fases fenológicas de *Mauritia flexuosa* Lf. en plantaciones de terraza baja en Ucayali, Perú

Jorge Manuel Revilla-Chávez^{1,*} ; Diego Gonzalo García-Soria¹ ; Roger Alejandro Pinedo-Ramírez²; Rubén Casas-Reátegui³ ; Edinson Eduardo López-Galán⁴ ; Carlos Abanto-Rodríguez¹ 

¹ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Dirección de Investigación en Diversidad Biológica Terrestre Amazónica (DBIO); Dirección Manejo Integral del Bosque y Servicios Ecosistémicos (PROBOSQUES), Yarinacocha, Ucayali. Peru.

² World Agroforestry (ICRAF). Peru.

³ Czech University of Life Sciences Prague. Czech Republic.

⁴ Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. Peru.

* Corresponding author: jrevilla@iip.gob.pe (J. Revilla-Chávez).

Received: 3 October 2020. Accepted: 24 April 2021. Published: 1 June 2021.

Abstract

The aim of this study was to determine the influence of air temperature and rainfall on the phenological development of *Mauritia flexuosa* in plantations located in Ucayali, Peru. For this, during a 24-month period, 191 19-year-old palm trees were evaluated, distributed in three plantations established on low terrace soils. The results showed that the 45% of palm trees did not manifest their sexual maturity, meanwhile, 42% and 13% of individuals with male and female sex, respectively, were verified. It was found that the phenological cycle was biannual, with overlapping phenophases and staggered events. In female individuals, maximum flowering was observed in phenophase FLA1 (4-5%) from September to November 2018 and maximum fruiting FRM1 (4-6%) from October 2018 to January 2019; In male individuals, the FLA2 flowering phenophase occurs in two periods between September 2018 and February 2020, meanwhile, the open flower phenophase of both sexes is synchronous in a higher proportion between September and November. It was determined that pluvial precipitation and air temperature (maximum and minimum) did not show correlation ($p \leq 0.05$) with the productive phenophases of *Mauritia flexuosa*. The pluvial precipitation, the maximum temperature and the minimum air temperature showed null association with each one of the phenological phases of the *Mauritia flexuosa* palm trees during the evaluation period. In order to obtain information for the planning of silvicultural management activities for the conservation of the species, it is recommended to evaluate for more years the influence of climatic elements on the productive development of *Mauritia flexuosa*.

Keywords: Aguaje; phenological cycle; Amazon; Ucayali.

Resumen

El objetivo en este estudio fue determinar la influencia de la temperatura del aire y la precipitación pluvial en el desarrollo fenológico de *Mauritia flexuosa* en plantaciones ubicadas en Ucayali, Perú. Para ello, durante un periodo de 24 meses, se evaluaron 191 palmeras de 19 años, distribuidas en tres plantaciones establecidas en suelos de terraza baja. Los resultados mostraron que el 45% de palmeras no manifestaron su madurez sexual, no obstante, fue verificado 42% y 13% de individuos con sexo masculino y femenino, respectivamente. Fue constatado que el ciclo fenológico fue bianual, con superposición de fenofases y eventos escalonados. En individuos femeninos se observó máxima floración en fenofase FLA1 (4-5%) de setiembre a noviembre de 2018 y máxima fructificación FRM1 (4-6%) de octubre 2018 a enero de 2019; en individuos masculinos la fenofase de floración FLA2 se presenta en dos periodos entre setiembre de 2018 y febrero de 2020, entre tanto, la fenofase de flores abiertas de ambos sexos, es sincrónica en mayor proporción entre setiembre y noviembre. Fue determinado que la precipitación pluvial y la temperatura del aire (máxima y mínima) no presentaron correlación ($p \leq 0,05$) con las fenofases productivas de *Mauritia flexuosa*. La precipitación pluvial, la temperatura máxima y temperatura mínima del aire presentaron asociación nula con cada una de las fases fenológicas de las palmeras de *Mauritia flexuosa* durante el periodo de evaluación. Con la finalidad de obtener información para la planificación de actividades de manejo silvicultural para su conservación de la especie, se recomienda evaluar por más años la influencia de los elementos climáticos sobre el desarrollo productivo de *Mauritia flexuosa*.

Palabras clave: Aguaje; ciclo fenológico; Amazonía; Ucayali.

DOI: <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.024>

Cite this article:

Revilla-Chávez, J. M., García-Soria, D. G., Pinedo-Ramírez, R. A., Casas-Reátegui, R., López-Galán, E. E., & Abanto-Rodríguez, C. (2021). Efecto de los factores climáticos en las fases fenológicas de *Mauritia flexuosa* Lf. en plantaciones de terraza baja en Ucayali, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 213-219.

1. Introducción

El aguaje (*Mauritia flexuosa* L.F.), es una palmera dioica, perteneciente a la familia Arecaceae, es nativa de la Amazonía y se distribuye en las regiones bajas y mal drenadas de Sudamérica (Almeida et al., 2018). Crece naturalmente en zonas inundables en extensas formaciones monoespecíficas denominadas "aguajales". No obstante, también crece bien en suelos de buen drenaje y se considera que la especie se adapta a diversas condiciones de suelo en selva baja (Freitas et al., 2020). En el departamento de Ucayali, los aguajales cuentan con una extensión de 65 120,04 ha de las cuales 59 272,00 ha se encuentran en la provincia de Coronel Portillo (Revilla-Chávez et al., 2019).

De acuerdo, con Virapongse et al. (2017), se pueden utilizar todas las partes de la palmera, sus hojas en artesanía y para construcciones de casas rústicas, sus frutos son consumidos en fresco, y la pulpa es consumida en jugos, sopa y helados (Goodman et al., 2013; Falen et al., 2018).

Los frutos de *M. flexuosa* poseen compuestos bioactivos y antioxidantes, siendo los polifenoles y carotenoides los más importantes componentes responsables de la capacidad antioxidante (Sandri et al., 2017; Abreu-Najarjo et al., 2020). Además, el aceite extraído del mesocarpio del fruto es utilizado en industria farmacéutica, alimenticia y de cosméticos, por el elevado contenido de carotenoides, vitamina A y α -tocoferol (Vásquez-Ocmín et al., 2010).

Por otra parte, en las últimas décadas, la creciente demanda de los frutos de *M. flexuosa* en Ucayali ha causado gran presión sobre los aguajales (Endress et al. 2013), lo cual ha provocado la eliminación selectiva de palmeras de flor femenina, convirtiéndose en un problema para el abastecimiento de fruto en los mercados y para la regeneración natural y conservación de la especie. Además, en la región no existe trabajos actuales que traten del estudio de las fases fenológicas de la especie en función de la variación de los elementos climáticos, esto se ha convertido en un problema porque ha generado incertidumbre para planificar acciones que permitan planificar el manejo silvicultural y cosecha de frutos en el momento oportuno.

En ese sentido, el conocimiento del comportamiento fenológico en función de los elementos del clima es muy importante para definir la época y el potencial de producción de una población de individuos. A partir de ello, se puede iniciar la elaboración de un plan que contribuya para el manejo, planificación de la producción y uso sostenible de la especie, además es la base para la comprensión de los factores que estimulan la ocurrencia de la floración y fructificación (Horn et al., 2012). Al respecto, Bergamaschi (2007) cita que la temperatura del aire, fotoperiodo y régimen pluviométrico son los factores que interfieren en fenología de las plantas.

En relación a la fenología de *M. flexuosa*, Freitas et al. (2020) indican que el ciclo fenológico en Madre de Dios se desarrolla durante 24 meses pasando por cinco fenofases; aparición de brácteas desde noviembre hasta febrero; floración, desde diciembre a marzo; formación de frutos entre febrero y agosto; y maduración de frutos desde septiembre hasta febrero; siendo la fase de reposo desde enero hasta octubre. En Jenaro Herrera (río Ucayali) el 10% de la floración ocurre de febrero a marzo y el 90% desde agosto hasta diciembre con un pico en setiembre con 62%. De acuerdo con Khorsand

(2013), el ciclo fenológico de la *M. flexuosa* es anual, sin embargo, Hernández et al. (2004) señalan que su ciclo fenológico es supra anual, indicando que el período reproductivo no está sujeto exclusivamente por condiciones estacionales.

En ese contexto, teniendo en cuenta que la fenología de las especies es alterada de acuerdo a su localización geográfica y con los elementos del clima, el objetivo en este trabajo fue determinar la influencia de la precipitación pluvial y la temperatura del aire sobre la fenología de *M. flexuosa* en los distritos de Campo Verde y Nueva Requena de Ucayali.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de influencia del estudio

Fue desarrollado en el distrito de Campo verde (Caserío Sarita Colonia) y en el distrito de Nueva Requena (Caserío Nuevo Paraíso), provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, Perú. El estudio fue realizado en tres plantaciones de *M. flexuosa* localizadas en las coordenadas UTM son: 18L 512948E; 9073795N (Plantación 1); 512848E; 9073890N (Plantación 2) y 516188E; 9077255N (Plantación 3) (Figura 1).

2.2 Condiciones experimentales

Las plantaciones de *M. flexuosa* fueron instaladas en el 2001 en distanciamiento inicial de 7 m x 7 m, en arreglo cuadrado en parcelas de 110 plantas. Luego de evaluar la sobrevivencia de las plantas después de la plantación fue verificado que en la parcela 1, 2 y 3 hubo sobrevivencia de 61%, 62% y 54%, respectivamente. Las causas que afectaron el 100% de sobrevivencia de las plantas de *M. flexuosa* fueron principalmente las sequías y los incendios forestales, lo que generó la mortandad y retraso de crecimiento de las plantas. De acuerdo con los últimos reportes del 2020, se tiene en media 58% de sobrevivencia en las tres parcelas.

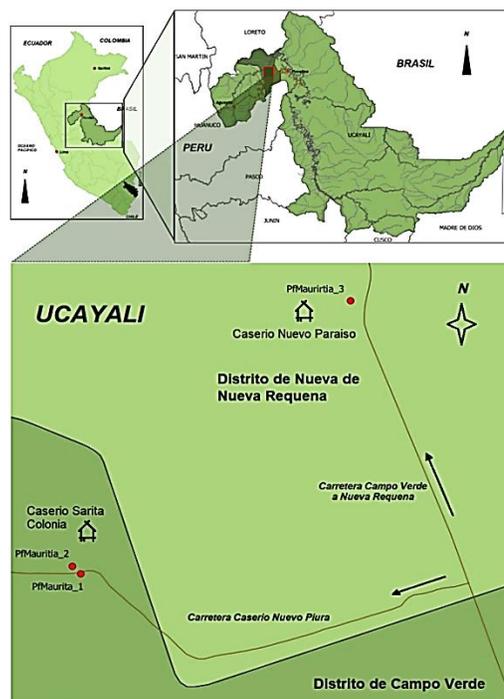


Figura 1. Área de influencia del estudio de diversidad de aguaje (*Mauritia flexuosa*).

Tabla 1Descripción y códigos de variables de evaluación fenológica y sexo de aguaje (*Maurita flexuosa*)

| Variables | Código | Descripción |
|------------------------------------|------------|--|
| Sexo no determinado | 0 | No se observa estructura floral histórica que defina su sexo se le asigna el código 0 para su identificación |
| Sexo femenino | 1 | Presenta inflorescencia o evidencia histórica de femineidad |
| Sexo masculino | 2 | Presenta inflorescencia masculina |
| Fenofase sin inflorescencia | SIN | No presenta evidencia de inflorescencia en el periodo de evaluación, incluye individuos de sexo no determinados, masculinos y femeninos. |
| Fenofase de espádices en formación | EF1, EF2 | Fase de la inflorescencia, dos o más brotan juntas del meristema apical de entre los peciolos de las hojas, surgen formando un eje o cono agudo |
| Fenofase de espádices abiertos | EA1, EA2 | Fase en la que su apertura deja ver las raquillas que es un eje de la espiguilla que sostiene los flósculos |
| Fenofase de flores en botón | FLB1, FLB2 | Se muestran los flósculos desarrollados sobre las raquillas |
| Fenofase de flores abiertas | FLA1, FLA2 | Corresponde a las estructuras florales, en el periodo en que los botones de las raquillas maduran y están listas para producir ya sean flores masculinas o femeninas |
| Fenofase de frutos verdes | FRV1, FRV2 | Periodo en que caen las estructuras florales accesorias y permanece el ovario fecundado que va aumentando su tamaño, generalmente de color verde, hasta antes de alcanzar la madurez; para fines de la presente evaluación, las flores masculinas solo llegan hasta esta fase. |
| Fenofase de frutos maduros | FRM1 | Cuando han desarrollado su tamaño máximo y su coloración es marrón rojizo. Esta fase solo es alcanzada por flores femeninas. |
| Precipitación | pp | Precipitación pluvial alcanzada por el periodo de un mes (mm/ha/mes) |
| Temperatura máxima (°C) | t°max | Temperatura promedio de máximas alcanzadas durante el mes correspondiente |
| Temperatura mínima (°C) | t°min | Temperatura promedio de mínimas alcanzadas durante el mes correspondiente |

2.3 Determinación del sexo de las plantas de *M. flexuosa*

La identificación del sexo fue realizada mediante la observación directa, en función del tipo de inflorescencia y evidencia histórica presente al momento de la evaluación, asignándose un código para la identificación de las variables sexo (femenina, masculino y no determinado) y fenofase (Tabla 1) para los registros respectivos.

2.4 Evaluación de las fenofases de las plantas de *M. flexuosa*

Las fenofases de las plantas de *M. flexuosa* fueron registradas en tablas de frecuencia porcentual siguiendo la metodología de clasificación de Toro (2014).

2.5 Análisis de correlación entre las fenofases y los elementos del clima

Para el análisis de correlación entre las fenofases y los elementos del clima fue elaborado una tabla para el registro de precipitación pluviométrica acumulada mensual (pp), temperatura máxima y mínima media mensual (t°max- t°min). Los datos fueron registrados y obtenidos de la estación meteorológica capitán FAP David Abenzur Rengifo, ciudad de Pucallpa (Tabla 2).

2.6 Análisis estadístico

Fue utilizado la correlación de Spearman para determinar la asociación entre las fenofases de las plantas de *M. flexuosa* con la precipitación pluvial y temperatura (pp, t°max, t°min) al nivel de significancia de 5%. Los análisis fueron realizados utilizando el programa estadístico R versión 3.6.3, paquete Rcmdr.

3. Resultados y discusión

3.1 Sexo de las plantas de *M. flexuosa*

Se observó que el 45% de las plantas de *M. flexuosa* fueron indeterminados, entre tanto, el 42% y el 13% presentaron sexos masculinos y femeninos, respectivamente, este resultado difiere con Freitas et al. (2019), dado que reportaron plantas de *M. flexuosa* con sexo femenino, masculino e indeterminado en los siguientes porcentajes 20,0%, 22,4% y 57,6% en la parcela de 8 m x 8 m en sistema quinconce (mayor densidad de siembra) y 32,7%, 28,8% y 38,5% en la parcela de 7 m x 7 m en sistema de siembra marco real (menor densidad de siembra). Los autores refieren que las proporciones de individuos fértiles tiende a incrementarse con el tiempo, puesto que la plantación busca encontrar el equilibrio natural en el tiempo. Por otro lado, en plantaciones de *M. flexuosa* el periodo de madurez sexual se manifiesta en menos tiempo, dado que más del 40% plantas llegaron a la madurez sexual. No obstante, Delgado & Couturier (2003) e Isaza et al. (2013) señalan que en poblaciones naturales el aguaje se reproduce a los 30 años.

En este trabajo, la plantación tenía una edad de 19 años y una densidad de siembra de 7 m x 7 m en la cual, el porcentaje de individuos fértiles que se encontró fue menor (55%) que el 61,5% determinado por Freitas et al. (2019), en una parcela con la misma densidad de siembra, pero de 12 años, resultado que posiblemente fue producto de los incendios forestales y escasas condiciones de manejo en las parcelas del presente estudio.

Tabla 2

Precipitación (mm/ha); temperatura máxima promedio (°C) y temperatura mínima promedio (°C) de la ciudad de Pucallpa, Ucayali, Perú

| Fecha | Factores climáticos | | |
|---------|---------------------------------------|--|--|
| | Precipitación pluvial (Pp) (mm/ha) | Temperatura máxima promedio (t° max) (°C) | Temperatura mínima promedio (t° min) (°C) |
| 3/2018 | 171,9 | 31,5 | 22,9 |
| 4/2018 | 145,5 | 31,8 | 22,8 |
| 5/2018 | 123,5 | 31,0 | 22,3 |
| 6/2018 | 75,4 | 29,8 | 21,0 |
| 7/2018 | 57,2 | 31,1 | 21,3 |
| 8/2018 | 99,3 | 31,5 | 21,1 |
| 9/2018 | 7,9 | 33,1 | 22,8 |
| 10/2018 | 205,8 | 31,4 | 22,9 |
| 11/2018 | 34,5 | 31,4 | 23,8 |
| 12/2018 | 25,9 | 31,0 | 23,1 |
| 01/2019 | 198,2 | 30,1 | 22,9 |
| 02/2019 | 194,1 | 30,6 | 23,1 |
| 03/2019 | 268,7 | 29,9 | 23,3 |
| 04/2019 | 150,4 | 31,7 | 23,0 |
| 05/2019 | 43,7 | 31,4 | 22,9 |
| 06/2019 | 103,1 | 31,3 | 22,5 |
| 07/2019 | 31,3 | 30,4 | 21,0 |
| 08/2019 | 10,2 | 32,3 | 20,7 |
| 09/2019 | 19,1 | 33,8 | 23,1 |
| 10/2019 | 132,1 | 31,7 | 22,7 |
| 11/2019 | 242,8 | 32,0 | 22,9 |
| 12/2019 | 242,3 | 30,5 | 23,3 |
| 01/2020 | 41,4 | 31,8 | 23,6 |
| 02/2020 | 83,1 | 31,4 | 23,9 |

Tabla 3Análisis de correlación de Spearman de fenología de aguaje (*Mauritia flexuosa*) femeninas y masculinas y los factores ambientales de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima

| Correlaciones: Spearman | Número de observaciones: 24 | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|--------|
| | SIN | EF1 | EA1 | FLB1 | FLA1 | FRV1 | FRM1 | EF2 | EA2 | FLB2 | FLA2 |
| Precipitación (mm/ha) | -0,0572 | -0,0892 | 0,0201 | -0,2766 | -0,2651 | 0,0745 | -0,1585 | -0,4879 | -0,1764 | -0,3246 | 0,3501 |
| Temperatura máxima (°C) | 0,3487 | 0,0171 | -0,3903 | -0,1956 | -0,1356 | -0,2347 | -0,0416 | 0,1458 | -0,0196 | 0,0028 | -0,161 |
| Temperatura mínima (°C) | 0,088 | -0,2616 | -0,3448 | -0,2987 | -0,1203 | -0,5073 | -0,0029 | -0,6929* | -0,6138 | -0,3109 | 0,6274 |
| Pairwise two-sided p-values: | | | | | | | | | | | |
| | SIN | EF1 | EA1 | FLB1 | FLA1 | FRV1 | FRM1 | EF2 | EA2 | FLB2 | FLA2 |
| Precipitación (mm/ha) | 0,1224 | 0,6784 | 0,9257 | 0,1907 | 0,2106 | 0,7294 | 0,4594 | 0,0156 | 0,4096 | 0,1217 | 0,0935 |
| Temperatura máxima (°C) | 0,095 | 0,9369 | 0,0594 | 0,3597 | 0,5274 | 0,2697 | 0,8469 | 0,4965 | 0,9277 | 0,9898 | 0,4523 |
| Temperatura mínima (°C) | 0,6826 | 0,2169 | 0,099 | 0,1563 | 0,5756 | 0,0114 | 0,9894 | 0,0002* | 0,0014 | 0,1393 | 0,001 |

*+0.01 a +0.10 Correlación positiva débil; p ≤ 0,05.

3.2 Fenología de las plantas de *M. flexuosa*

Los resultados muestran que el ciclo fenológico de las plantas de *M. flexuosa* tuvo una duración de dos años, tanto en plantas femeninas y masculinas y estuvo comprendida por siete fenofases en plantas femeninas (SIN, EF1, EA1, FLB1, FLA1, FRV1, FRM1) y cinco fenofases en plantas masculinas (SIN, EF2, EA2, FLB2, FLA2). En cada planta se presentaron en momentos diferentes y en orden secuencial de marzo 2018 a febrero 2020 (Figura 2), incluyendo el periodo de descanso. Resultados similares fueron determinados por Costa (2017) en *M. flexuosa* en Minas Gerais (Brasil), observando que la fenología reproductiva es supra anual con sincronismo entre los sexos. Por las observaciones realizadas de enero 2018 a febrero 2020, se observa un variado número de plantas en distintas fenofases, lo que se conoce como superposición de fenofases y teniendo en cuenta que de mayo 2019 a febrero 2020 no se observa plantas en fenofases EF1, EA1

y FLB1, se afirma que las palmeras femeninas sólo completaron un ciclo fenológico, pero como consecuencia de la superposición de fenofases y eventos escalonados, al igual que lo encontrado por Trujillo-Gonzales et al. (2011) en Orinoquia, Colombia, desde el punto de vista poblacional la producción de frutos es anual.

Por otra parte, los mayores índices de floración (FLA1) fueron observados entre los meses de setiembre y noviembre de 2018 y la fructificación (FRM1) entre octubre 2018 y enero 2019. Los individuos de sexo masculino presentaron número variado de palmeras con inflorescencias abiertas (FLA2) que se ubican entre setiembre de 2018 y febrero de 2020; este comportamiento poblacional del ciclo fenológico, sin incluir la etapa de descanso ocurre en un periodo aproximado de veinte meses con fenofases de intensidades variadas. Al respecto, Vélez (1992) señala que la floración y fructificación ocurren en épocas distintas y con intensidad variable durante el año.

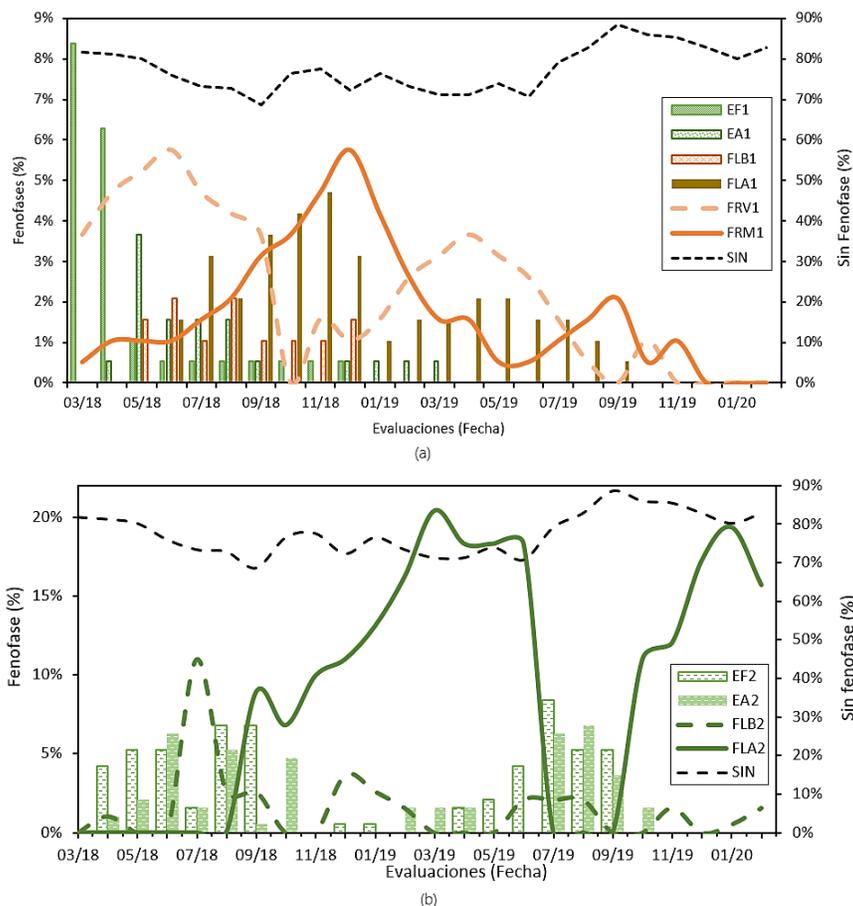


Figura 2. Fenología de aguaje (*Mauritia flexuosa*); (a). Fenología de palmas femeninas; (b). Fenología de palmas masculinas en parcelas en terrazas bajas de los distritos de campo Verde y Nueva Requena, Ucayali, Perú.

Este comportamiento es una característica común de la especie para asegurar su sobrevivencia (Newstrom et al., 1994).

Asimismo, fue determinado que, tanto en palmeras de sexo masculino y femenino, hubo cierta sincronía en la fenofase de flores abiertas, en mayor proporción entre los meses de setiembre y noviembre. Resultados semejantes fueron constatados por Cabrera & Wallace (2007) al determinar sincronía en hembras y machos en los meses de octubre y noviembre; no obstante, comportamiento diferente fue determinado por Storti (1993) en Manaos (Brasil), pues la floración de palmeras masculinas y femeninas ocurre entre febrero y agosto con picos entre abril y junio.

3.3 Relación entre los elementos del clima y la fenología de aguaje

Al realizar el análisis de observaciones por correlación de Spearman entre la precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del aire con todas las fenofases fue verificado que no existe asociación al 5% de probabilidad (Tabla 3).

De esta manera, se puede afirmar que las fases fenológicas en este estudio no responden a los ciclos estacionales. Este comportamiento probablemente fue debido a la escasa variabilidad o ausencia de grandes eventos extremos de cambio de temperatura lo que permitió que las plantas

tengan condiciones atmosféricas para su desarrollo. Al respecto, Borges et al. (2016) mencionan que este resultado puede estar relacionado al lugar de cultivo, siempre y cuando las plantas *M. flexuosa* estén localizadas en suelo con alta humedad y/o saturación hídrica.

Resultados similares fueron verificados por Costa (2017), en plantas de *M. flexuosa* en Minas Gerais (Brasil), el autor constató que los elementos del clima de temperatura y precipitación no son determinantes en la floración y fructificación. Asimismo, Khorsand (2013) determinó que en el estado de Roraima (Brasil), la floración aguaje ocurrió en épocas de transición de época seca a húmeda entre los meses de setiembre y noviembre. En el mismo sentido, Martínez (2019) también reportó que la precipitación y temperatura no influenció en las fases de floración y fructificación en Tambopata, Perú.

Por otro lado, los resultados en este trabajo difieren de lo indicado por Ibarra-Manríquez (1992) donde refieren que en Veracruz-México los patrones de floración de palmeras se concentran en época seca pero que la fructificación se presenta durante todo el año. De acuerdo a los resultados en este trabajo los elementos climáticos de precipitación y temperatura no son limitantes para el desarrollo de *M. flexuosa*. No obstante, Vélchez & Rocha (2004) mencionan que, las fases fenológicas de la mayoría de las especies en bosques tropicales son influenciadas por las variaciones de los elementos climáticos. Así, las horas de

brillo solar, humedad relativa, temperatura del aire y precipitación pluvial son los factores abióticos que más afectan la variación temporal de la fenología reproductiva de las especies, siendo la precipitación pluvial la variable principal interviniente.

De esta forma, sabiendo que las correlaciones entre los datos climáticos y la fenología de las plantas es esencial para el entendimiento de los factores que influyen los mecanismos del desarrollo de los vegetales en el corto, mediano y largo plazo, se recomienda evaluar por más años dado que actualmente en la Amazonía están ocurriendo cambios bruscos de temperatura con mayor frecuencia, esto permitirá tener información para planificar el manejo silvicultural para su conservación.

4. Conclusiones

Las fenofases de *Mauritia flexuosa*, incluyendo la fase de descanso, se desarrollan en un periodo de 24 meses, definiendo así que el ciclo fenológico es bianual.

La precipitación pluvial, la temperatura máxima y temperatura mínima del aire presentaron asociación nula con cada una de las fases fenológicas de las palmeras de *Mauritia flexuosa* durante el periodo de evaluación.

Con la finalidad de obtener información para la planificación de actividades de manejo silvicultural para su conservación, se recomienda evaluar por más años la influencia de los elementos climáticos sobre el desarrollo productivo de *Mauritia flexuosa*, dado, que en la actualidad están ocurriendo cambios bruscos de temperatura en la Amazonía.

ORCID

J. M. Revilla-Chávez  <https://orcid.org/0000-0001-5978-5146>

D. G. García-Soria  <https://orcid.org/0000-0003-4912-9406>

R. Casas-Reátegui  <https://orcid.org/0000-0003-3781-166X>

E. E. López-Galán  <https://orcid.org/0000-0002-3593-874X>

C. Abanto-Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0001-7956-5482>

Referencias bibliográficas

Abreu-Naranjo, R., Paredes-Moreta, G. J., Granda-Albuja, G., Iturralde, G., Gonzalez-Paramas, M. A., & Alvarez-Suarez, M. J. (2020). Bioactive compounds, phenolic profile, antioxidant capacity and effectiveness against lipid peroxidation of cell membranes of *Mauritia flexuosa* L. fruit extracts from three biomes in the Ecuadorian Amazon. *Heliyon*, 6(10), 1-10.

Almeida, P. L. C., Pivetta, L. F. K., Gimenes, R., Romani, N. G., Ferraz, V. M., & Mazzini-Guedes, B. R. (2018). Temperature, light, and desiccation tolerance in seed germination of *Mauritia flexuosa* L.F. *Revista Árvore*, 42(3), 1-7.

Bergamaschi, H. (2007). O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, C. M., Negrelle, R. R. B. & Morelato, L. P. C. (Ed.). *Fenologia*. [S.l.]: EMBRAPA: UFPR; UNES, 2007

Borges, L. S., Eloy, L., Schmidt, B. I., Barradas, S. A. C., & Almeida, S. I. (2016). Manejo do fogo em veredas: novas perspectivas a partir dos sistemas agrícolas tradicionais no Jalapão. *Ambiente & Sociedade*, 19, 275-300.

Cabrera, H. & Wallace, R. (2007). Patrones fenológicos de ocho especies de palmeras en el bosque amazónico de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 21, 1-18.

Costa, P. K. (2017). Fenologia do buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) no Norte de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Brasil, 45 p.

Delgado, C. & Couturier, G. (2003). Relationship Between *Mauritia flexuosa* and *Eupalamides cyparissias* in the Peruvian Amazon. *Palms*, 47(2), 104-106.

Endress, B. A., Horn, C. M., & Gilmore, M. P. (2013). *Mauritia flexuosa* palm swamps: composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology Management*, 302, 346-353.

Falen, H. L. & Honorio, C. N. E. (2018). Evaluación de las técnicas de aprovechamiento de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) EN El distrito de Jenaro Herrera, Loreto, Perú. *Folia Amzónica*, 27(2), 131-150.

Freitas, A. L., Dávila, M. V., Pérez, P. P., Pezo, D. R., & Mejía, K. (2020). Estructura poblacional de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus batava* en tres comunidades de la cuenca alta del Putumayo, frontera Perú – Colombia. *Ciencia Amazónica*, 8(2), 151 – 166.

Freitas, A. L., Zárate, G. R., Bardales, L. R., & del Castillo, T. D. (2019). Efecto de la densidad de siembra en el desarrollo vegetativo del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en plantaciones forestales. *Revista peruana de biología*, 26(2): 227-234.

Freitas, L. & Flores, H. (2015). Condición Silvicultural de la Palmera *Mauritia flexuosa* L.F. en el Ecosistema "Aguajal" de Parinari, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 24(2),155 – 162.

Freitas, L. (2012). Impacto del aprovechamiento de *Mauritia flexuosa* L. f. sobre la estructura, producción y valor económico del ecosistema "aguajal" en la Amazonía Peruana. *Recursos Naturales y Ambiente*, 67, 35-45

Goodman, C. R., Phillips, L. O., del Castillo, T. D., Freitas, L., Tapia, C. S., et al. (2013). Amazon palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management*, 310, 994-1004.

Hernández, M. S., Barrera, J. A., Páez, D., Ardila, E. O. & Romero, H. (2004). Aspectos biológicos y conservación poscosecha de la canangucha *Mauritia flexuosa* en la Amazonia Occidental Colombiana. p. 107-124. En: Aspectos biológicos y conservación de frutas promisorias de la Amazonía Colombiana. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Universidad de la Amazonia, primera edición, 150 p.

Horn, M. C., Gilmore, P. M., & Endress, A. B. (2012). Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 267, 93-103.

Ibarra-Manríquez, G. 1992. Fenología de las palmas de una selva cálida húmeda de México. *Bulletin de L'Institut. Français d'Etudes Andines*, 21(2): 669-683.

Isaza, C., Galeano, G., & Bernal, R. (2013). Manejo actual de *Mauritia flexuosa* para la producción de frutos en el sur de la Amazonia colombiana. p. 243-273. en: Lasso, C. A., Rial, Ac & González-Boscán, V. (2013). Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 346 p.

Khorsand, R. R. S. (2013). Influence of Habitat on the Reproductive Ecology of the Amazonian Palm, *Mauritia flexuosa*, in Roraima, Brazil. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy, Florida International University. *FIU Electronic Theses and Dissertations*. 168 p.

Martínez, S. G. A. (2019). Efecto de la precipitación y temperatura en la fenología de especies vegetales del bosque Tambopata Research Center 2010 – 2017, tesis de Maestría, Universidad Nacional "Pedro Ruiz gallo" escuela de postgrado maestría en ciencias, Lambayeque, Perú, 228 p.

Newstrom, L. E., Frankie, G. W., & Baker, H. G. (1994). A New Classification for Plant Phenology Based on Flowering Patterns in Lowland Tropical Rain Forest Trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2), 141-159.

Revilla-Chávez, J. M., Lluncor, D., García D., Rojas, K., Abanto, C., et al. (2019). Distribución espacial de aguajales mediante clasificación supervisada de imágenes de satélite de la región Ucayali, Perú. *Revista Folia Amazónica*, 28(2), 161-184.

Sandri, O. D., Xisto, P. R. L. A., Rodrigues, C. E., Moraes, C. E., & Barros, M. W. (2017). Antioxidant activity and physicochemical characteristics of buriti pulp (*Mauritia flexuosa*) collected in the city of Diamantino – MTS. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(3), 1-7.

Storti, E. (1993). Biología floral de *Mauritia flexuosa* L. f. na região de Manaus, AM, Brasil. *Acta Amazônica*, 234, 371-381.

Toro, V. E. (2014). Fenología y producción de frutos de *Mauritia flexuosa* L. f. en canangunchales del sur de la Amazonia colombiana. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 38 p.

Trujillo-Gonzales, J., Torres, M. M., & Santana-Castañeda, E. (2011). La palma de Moriche (*Mauritia flexuosa* L. f.) un ecosistema estratégico. *Orinoquia*, 15(1), 62-70.

Vásquez-Ocmín, P. G., Alvarado, L. F., Solís, V. S., Torres, R. P. & Mancini-Filho, J. (2010). Chemical characterization and oxidative stability of the oils from three morphotypes of *Mauritia flexuosa* L f, from the Peruvian Amazon. *Grasas y aceites*, 61(4), 390-397.

Vélez, G. A. (1992). Estudio fenológico de diecinueve frutales silvestres utilizados por las comunidades indígenas de la región de Araracura, Amazonía colombiana. *Colombia Amazónica*, 2(2), 1-10.

Vílchez, B. & O. Rocha. 2004. Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica, América Central. *Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(1), 1-14.

Virapongse, A., Endress, B. A., Gilmore, M. P., Horn, C., & Romulo, C. (2017). Ecology, livelihoods, and management of the *Mauritia flexuosa* palm in South America. *Global Ecology and Conservation*. 10, 70-92.