



## **Floración y fructificación de *Plukenetia volubilis* bajo variables orgánicas y climáticas en San Isidro, Montería, Córdoba Colombia.**

### **Flowering and fruiting of *Plukenetia volubilis* under organic and climatic variables in San Isidro, Monteria, Córdoba, Colombia.**

**Enrique Pardo; Wilson Baldovino; Luis Oviedo**

Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología,  
Montería, Colombia.

#### **Resumen**

Este estudio se realizó en San Isidro, Montería, Córdoba Colombia, con el objeto de evaluar el efecto de abonos orgánicos y variables climáticas sobre la floración y fructificación de la planta sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). El diseño experimental fue en bloques completamente al azar, tres tratamientos y tres repeticiones, la densidad de la siembra fue de 1111 plantas/ha, espaciadas a 3x3, el área del experimento fue de 1296 m<sup>2</sup> conformado por seis bloques, empleando un total de 144 plantas. Los tratamientos fueron: control, lombriabono y micorrizas. Las aplicaciones de estos abonos se realizaron al momento del trasplante. Se presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto a la fructificación, mas no para la floración, mostrando al lombriabono como el mejor tratamiento, con un rendimiento de 610,74 kg para la variable número de frutos. Las variables climáticas mostraron que la temperatura incidió positivamente en el número de inflorescencias y negativamente en la fructificación; la humedad favoreció la formación de frutos.

**Palabras clave:** número de flores, sachá inchi, número de frutos, lombriabono.

#### **Abstract**

This study was conducted in San Isidro, Monteria, Córdoba, Colombia, in order to evaluate the effect of organic fertilizers and climatic variables on flowering and fruiting of sachá inchi plant (*Plukenetia volubilis* L.). The experimental design was a randomized complete block, three treatments and three repetitions, the density of planting was 1111 plants / ha, spaced 3x3, the experiment area was 1296 m<sup>2</sup> consists of six blocks, using a total of 144 plants. The treatments were: control, lombriabono

19

and mycorrhizae. The application of these fertilizers was made at the time of transplantation. Statistically significant differences regarding the fruitfulness were presented, but not for flowering, showing that the lombriabono was the best treatment, presenting a yield of 610.74 kg for the variable number of fruits. Climatic variables showed that temperature has a positive effect on the number of inflorescences and fruiting negatively; moisture favored the formation of fruit.

**Keywords:** number of flowers sachá inchi, number of fruits, lombriabono.

### Introducción

El sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L), es una planta arbustiva que pertenece a la familia Euphorbiaceae<sup>1</sup>, también conocida como Maní Silvestre o Inca Inchi. La distribución geográfica en Colombia, se presenta en el Departamento del Chocó, también se ha registrado en los departamentos del Putumayo, Caquetá y el Amazonas<sup>2,3</sup>.

El hábitat de esta especie son los bosques tropicales lluviosos y bosques o matorrales pluviestacionales. El género se caracteriza por ovarios con cuatro carpelos, estilo total o parcialmente connado y hábito de crecimiento voluble. Para la identificación en terreno, el mejor carácter es la presencia de glándulas conspicuas, basilaminares, redondeadas o elípticas en la cara adaxial de las hojas, y el fruto tetrámero<sup>3</sup>. Las cápsulas son tetra- o pentámeras, glabras, 2,5-7 cm de diámetro. Las semillas son lenticulares, comprimidas lateralmente y de color marrón con manchas irregulares más oscuras, 1,5-2 x 0,7-0,8 cm<sup>3</sup>. Las temperaturas muy altas son desfavorables y ocasionan la caída de flores y frutos pequeños, principalmente los recién formados<sup>4</sup>. La planta requiere abundante luz para el proceso de fotosíntesis, cuando la sombra es muy intensa, la floración disminuye y la producción se reduce<sup>5</sup>. Tiene gran potencial agroindustrial, por la cantidad de proteínas que contiene la semilla (23%) y por su contenido de aceites (49,9%)<sup>6</sup>, entre los que destacan los aceites ricos en omega 3, 6 y 9<sup>7,8</sup>. Por su rusticidad se adapta a diferentes tipos de suelo, franco arcilloso, franco arenoso<sup>9</sup>.

El Sachá inchi<sup>4</sup>, tiene actividad de crecimiento vegetativo y fructificación continuada durante todo el año. La floración se inicia aproximadamente a los 3 meses (90 días) luego de realizado el trasplante, apareciendo primero los primordios florales masculinos e inmediatamente después los femeninos. En un período de 7 a 19 días, las flores masculinas y femeninas completan su diferenciación floral. A continuación, se inicia la formación de frutos completando su desarrollo a los 4 meses después de la floración.

20

Luego se inicia la maduración propiamente dicha de los frutos, cuando éstos, de color verde empiezan a tornarse de un color negrozco. Este proceso de maduración dura aproximadamente de unos 15 a 20 días, iniciándose la cosecha a los 7,5 meses después de la siembra o trasplante, con una producción continua.

Por tratarse de una especie que fructifica todo el año, la cosecha también es una actividad que debe hacerse de manera periódica, ajustada al tamaño del lote de cultivo y las condiciones climáticas<sup>2</sup>. <sup>10</sup> menciona que dentro de los componentes del sacha inchi se encuentran proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omega 3, 6, y 9) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) en contenidos significativamente elevados, respecto de semillas de otras oleaginosas (maní, palma, soya, maíz, colza y girasol). Hoy por hoy se presenta en el mundo, una predisposición a la elaboración y utilización de comidas logradas de modo limpio, es decir, sin usar pesticidas y abonos químicos. La producción de alimentos suficientes para satisfacer las necesidades de una población en crecimiento es una de las mayores preocupaciones atendidas por la creciente agricultura orgánica<sup>11</sup>.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la aplicación de biofertilizantes en la floración y fructificación de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) bajo condiciones climáticas de la zona del Sinú medio, departamento de Córdoba-Colombia.

### **Materiales y métodos**

Los estudios se realizaron en el corregimiento de San Isidro, municipio de Montería, Córdoba, ubicado en las coordenadas 08° 34' 13.8" N 075° 53' 3.9" O a una altura de 75 m sobre el nivel del mar. La zona de estudio, según la clasificación de <sup>12</sup>, corresponde a una transición entre bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, humedad relativa promedio del 85%, una precipitación de 1200 mm anuales y una temperatura de 28°C.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, donde se utilizaron tres tratamientos: control, lombriabono e inoculado con micorrizas.

El área total del experimento fue de 1296 m<sup>2</sup>, (24 m de largo x 54 m de ancho); distribuyéndose en seis bloques, cada uno con área de 216 m<sup>2</sup>, (24 m de largo x 9 m de ancho). Cada bloque es una unidad experimental, dividida en 3 subunidades que conforman los tratamientos (T0, T1, T2). Cada tratamiento dispone de tres surcos, con 8 plantas por surco, para un total de 24 plantas por tratamiento. (Figura 1).

Las semillas fueron obtenidas de Orito Putumayo y se sembraron con una densidad de 1111 plantas/ha distanciadas 3 x 3 m., se utilizaron plantas de sacha inchi de 45 días de edad, previamente establecidas en vivero.

21

En el establecimiento del cultivo se instaló un sistema de tutorado, que consta de postes de 2 m de largo con alambres galvanizados dispuestos a una altura de 1.90 m del suelo; el estudio se extendió por 9 meses.

El lombriabono fue obtenido a partir de una mezcla de Estiércol de bovino + Contenido ruminal + Gallinaza (1:1:0.5 %p/p), compostado 30 días al medio ambiente. Se ubicó en camas de 5 m de largo x 1 m de ancho y 1.0 m de profundidad. Se colocaron 50 lombrices adultas en la cama con 20 kg de sustrato en peso seco de compost. Se obtuvo el lombricompost a los 4 meses.

La micorriza utilizada fue de tipo comercial.

El tratamiento de lombriabono se aplicó en el momento de realizar el trasplante, en una dosis de 2 kg por planta y el de micorriza también se administró en el instante de efectuar el trasplante, en una dosis de 50 gr por planta, en concentración de esporas de  $10^8$ .

En cada tratamiento, se escogieron al azar tres plantas por cada surco, muestreándose en total 9 plantas. En cada planta se escogieron tres ramas al azar para contar las inflorescencias por ocho días.

Para la evaluación de la fructificación, se tomaron las mismas tres plantas utilizadas para la floración, procediéndose a coleccionar los frutos secos (madurez fisiológica), cada quince días. Los frutos coleccionados fueron secados al aire por tres días, luego se tomaron datos: peso semilla con capsula, peso semilla sin capsula, número de semillas en un kilogramo de peso.

Para determinar la relación entre las fases reproductivas y las variables climáticas, se tomaron datos de precipitación y temperatura (Temperatura máxima y Temperatura mínima), % humedad y brillo solar, (Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). Los datos climáticos se contrastaron con las variables de floración y fructificación. Luego se realizó una transformación de los datos o se reescalaron a través del  $\ln(x+1)$ , por ser variables con diferentes sistemas de medición. Además, se efectuaron correlaciones entre las variables climáticas descritas y la respuesta fenológica de las plantas teniendo en cuenta la floración y fructificación. Para los análisis de datos obtenidos en la floración y fructificación, se realizó un MANOVA utilizando el programa estadístico IBM-SPSS Versión 23, mediante el test de Tukey.

Para determinar la influencia de factores climáticos sobre las variables de floración y fructificación de sacha inchi, se realizó un análisis de componentes principales mediante la correlación de Pearson.

## Resultados y Discusión

El número de inflorescencias no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados, aunque, se presentó una diferencia numérica entre los tratamientos, siendo el tratamiento de lombriabono (Figura 2), el de mayor valor con un total de 4817 inflorescencias, seguido de control con 4759 y micorrizas 4507 inflorescencias. El inicio de la floración para esta investigación se dio 120 días después del trasplante.

Entre los meses de abril y junio, (5-8 meses después del trasplante) se presentó un incremento en el número de inflorescencias, luego disminuye entre julio y septiembre (9-11 meses después del trasplante) (Figura 3), indicando que existen unos picos de floración.

El inicio de la floración para esta investigación es semejante a lo reportado por <sup>10</sup>, el cual reporta para la estación experimental el Porvenir, Tarapoto, Perú, que la floración del sacha inchi se da entre los 86 y 139 días, después del trasplante.

Con respecto a la floración obtenida en este estudio, los datos son similares a los reportados por <sup>13</sup>, quienes reportan que plantas fertilizadas con lombriabono presentaron un mejor rendimiento en cuanto al desarrollo de flores, siendo este una buena alternativa de fertilización sostenible.

Los resultados del estudio de fructificación muestran, que el tratamiento de lombriabono presenta diferencias significativas respecto al número de frutos ( $P= 0.34$ ), peso frutos ( $P= 0.43$ ), peso semillas ( $P= 0.23$ ). El tratamiento de lombriabono presentó un total 3875 frutos, con promedio por planta de 368 frutos, cuyo peso promedio fue 2,67 kg, el peso promedio de semilla por planta fue de 1,50 kg. Por hectárea se obtuvo un peso de frutos de 0,6 t y un peso semilla/ha de 0,4 t. El tratamiento control presentó número fruto de 3264 y 3825 para micorriza.

Por cada kg de semillas obtenidas, para el lombriabono se obtuvo 998 semillas, seguido del control con 995 semillas y por último micorriza con 986 semillas, siendo lombriabono el de mejor rendimiento en número de semillas. La producción de frutos comenzó a los 6 meses después del trasplante obteniéndose la máxima producción o pico, a partir del mes 9 después del trasplante, desde agosto hasta el mes de noviembre, en donde se hicieron crecientes los valores promedios en el número de frutos (Figura 4).

Los resultados de esta investigación superaron los resultados obtenidos por <sup>14</sup> quienes reportaron para el peso de semillas entre 0,8 a 1,4 gr. de peso. En cuanto al inicio de la producción <sup>15</sup>, informan que la primera fructificación se inicia entre los 88 y 93 días aproximadamente después del trasplante. Así mismo <sup>16</sup>, reporta que, a

23

partir de la primera cosecha, sachá inchi no para de producir, motivo por el cual, las cosechas deben realizarse cada 20 o 25 días, alcanzando su mayor rendimiento entre noviembre y diciembre y disminuyendo entre junio a octubre, lo que está asociado a la disminución de las lluvias.

La influencia de las variables climáticas sobre la floración y fructificación de sachá inchi, revelaron que la temperatura y temperatura máxima (34° C y 36° C) inciden positivamente en el número de inflorescencias, indicando que dicha temperatura favorece la floración; encontrándose, que la máxima floración coincide con valores de temperatura altos de 36 °C, temperatura que se da entre los meses de abril y mayo. En la fructificación, las elevadas temperaturas no la favorecen, dado que las variables número de frutos, peso de frutos y semillas, evidencian que a medida que aumenta la temperatura disminuyen el número de frutos, peso frutos y semillas. Contrario a lo anterior, la humedad y precipitación incidieron positivamente en esta variable, evidenciando que estas, favorecen la fructificación, pues, a medida que aumenta la humedad, se incrementa el número de frutos, peso fruto y peso de semillas, presentándose esto entre los meses de septiembre y noviembre según la fenología del cultivo (Figura 5)

Los datos de las variables climáticas se asemejan a lo manifestado por <sup>5</sup> quienes afirman que la planta de sachá inchi, requiere para el proceso de fotosíntesis de abundante luz y cuando existe mucha sombra, la floración disminuye y por lo tanto la producción se reduce. Sin embargo<sup>17</sup>, expresa que temperaturas muy altas (entre 34° C y 37° C) son desfavorables y ocasionan caída de flores y frutos pequeños, especialmente los recién formados, e indicando que, a bajas intensidades de luz, la planta necesita de mayor número de días para completar su ciclo vegetativo y si la sombra es muy intensa la floración disminuye y la producción es menor.

## Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la zona de San Isidro (Alto Sinú), la aplicación de biofertilizantes en la floración y fructificación de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) bajo condiciones climáticas de la zona del Sinú medio, departamento de Córdoba-Colombia, el cultivo puede ser implementado orgánicamente.

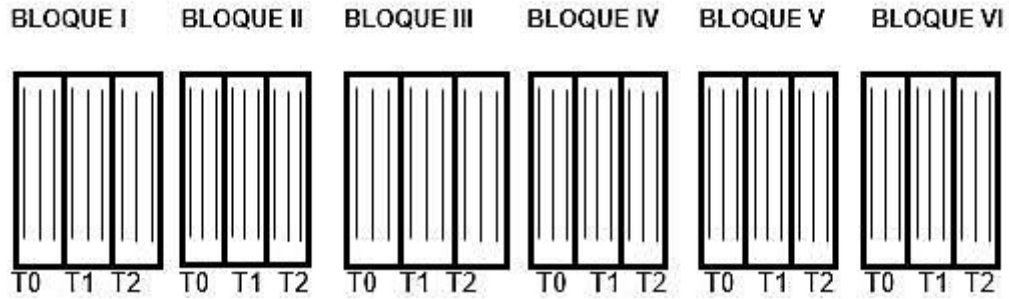
### Referencias bibliográficas

1. McBride, F. 1951. Euphorbiaceae. In Flora of Peru. Botanical Series. Field Museum of Natural History, 3:115-118.
2. Gómez, J. 2005. Monografía y cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): Oleaginosa promisoría para la diversificación productiva en el trópico. Corpoica-Pronatta, Editores. Bogotá, Colombia, 27 p.
3. Herrera, W., Hernández C., Montealegre Y. 2010. Plantas oleaginosas del Caquetá, Amazonia colombiana. Revista Ingenierías & Amazonia 3(1):28-39
4. Arévalo, G. 1990-1995. Colección, caracterización y mantenimiento de germoplasma de oleaginosas nativas. In Tarapoto, Perú. INIA, Estación Experimental El Porvenir. Informe Anual. Tarapoto s.p. Perú. 20 pp.
5. Sánchez, R., Amiquero B. 2004. Manual de cultivo de sacha inchi. Agroservicios LIMAG. Lima. 46 pp.
6. Castillo, E., Castillo V., Reyes A. 2010. Estudio fitoquímico de (*Plukenetia volubilis* L.) y su efecto antioxidante en la lipoperoxidación inducida por Fe<sup>3+</sup>/ascorbato en hígado de *Rattus rattus* var. Albinus. *UCV-Scientia*, 2(1):11-21.
7. Merino, C., Sotero V., del Castillo D. et al. 2008. Caracterización química de nueve ecotipos de *Plukenetia volubilis* L. de los departamentos de Loreto y San Martín. Revista Folia Amazónica 17: 39-45.
8. Souza, A., Gohara AK., Rodrigues AC., et al. 2013. Sacha inchi as potential source of essential fatty acids and tocopherols: multivariate study of nut and shell. *Acta Scientiarum. Technology*, 35(4):757-763. doi:10.4025/actascitechnol.v35i4.19193
9. Arévalo, G. 1996. El Cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) en la Amazonía. Instituto de Investigación Agraria, Proyecto Suelos Tropicales. Lima, Perú. 68 p.
10. Manco, E. 2003. Situación y avances del cultivo de sacha inchi en el Perú. Dirección Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. INIA, Lima, Perú. 30 pp.
11. Jouzi, Z., Azadi H., Taheri F., et al. 2017. Organic farming and small-scale farmers: Main opportunities and challenges. *Ecological Economics* 132:144-154. doi:10.1016/j.ecolecon.2016.10.016
12. Holdridge LR. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.

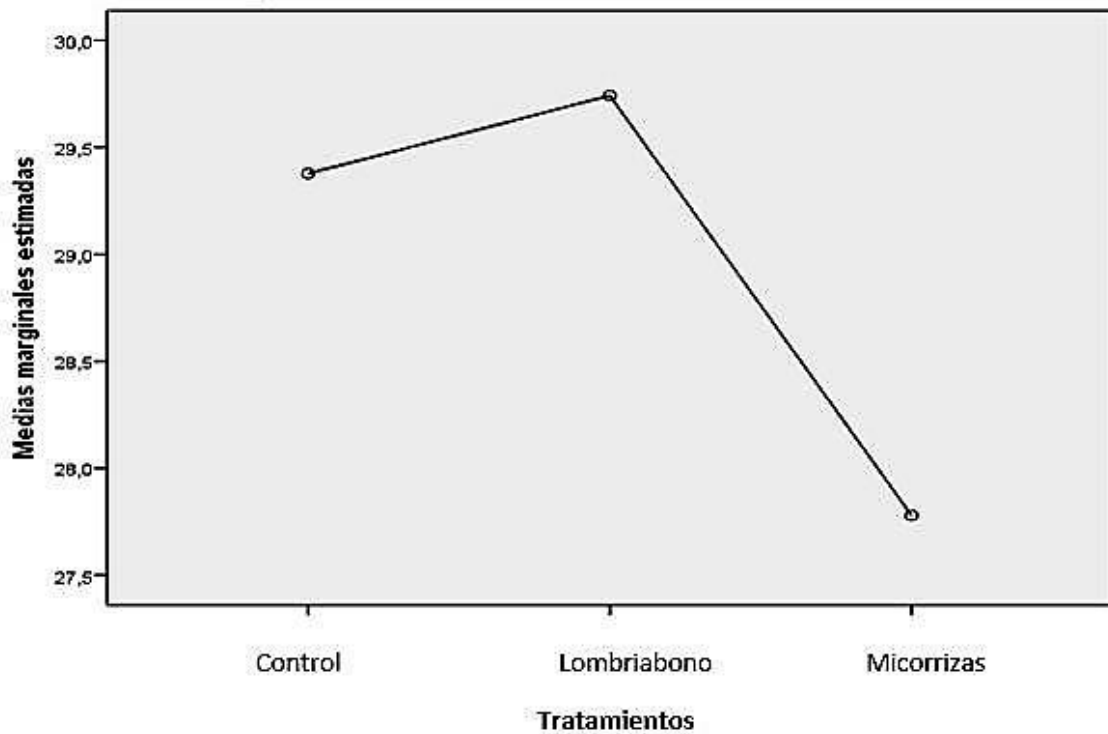


13. Cantero, J., Espitia L., Cardona C., et al. 2015. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. Revista Ciencias Agrarias 32(2):56 - 67. doi:10.22267/rcia.153202.13
14. Álvarez, L., Ríos S. 2009. Estudio de viabilidad económica del cultivo de *Plukenetia volubilis* Linneo, Sacha inchi, en el departamento de San Martín. Serie: Avances Económicos N° 3. Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana. Primera edición Iquitos, Perú, 68 p.
15. Guerrero J., Benito M. 2006. Avances de investigaciones realizadas en Sacha Inchi, *Plukenetia volubilis* L. Boletín Técnico N° 01, Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencias Agrarias– Tarapoto, Perú. pp 21
16. Arévalo G. 2005. Informes de resultados de investigación de *Plukenetia volubilis* L. "sacha inchi". Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología Estación Experimental El Porvenir. Prisa Edición Perú. Tarapoto, Perú, 95 pp.
17. Manco, E. 2006. Cultivo de sacha inchi. Situación y avances del cultivo de sacha inchi en el Perú. Dirección de Investigación Agraria. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Estación Experimental "El Porvenir. Editorial Madriguera. II Edición. Juan Guerra - Tarapoto. 48 pp.
18. Pardo P,E., Cavadía M,T., Alvarino G.2015.Análisis de la diversidad genética de la paloma domestica (*Columba livia*) en Bogotá, Colombia utilizando genes que codifican la coloración y diseño del plumaje. Bistua:Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.13(1):35-45





**Figura 1.** Diseño Experimental en Bloques al Azar. (T0: Control. (Cero aplicaciones), T1: Aplicación micorrizas, T2: Aplicación Lombriabono)



**Figura 2.** Medias marginales para el número de inflorescencias de cada tratamiento.

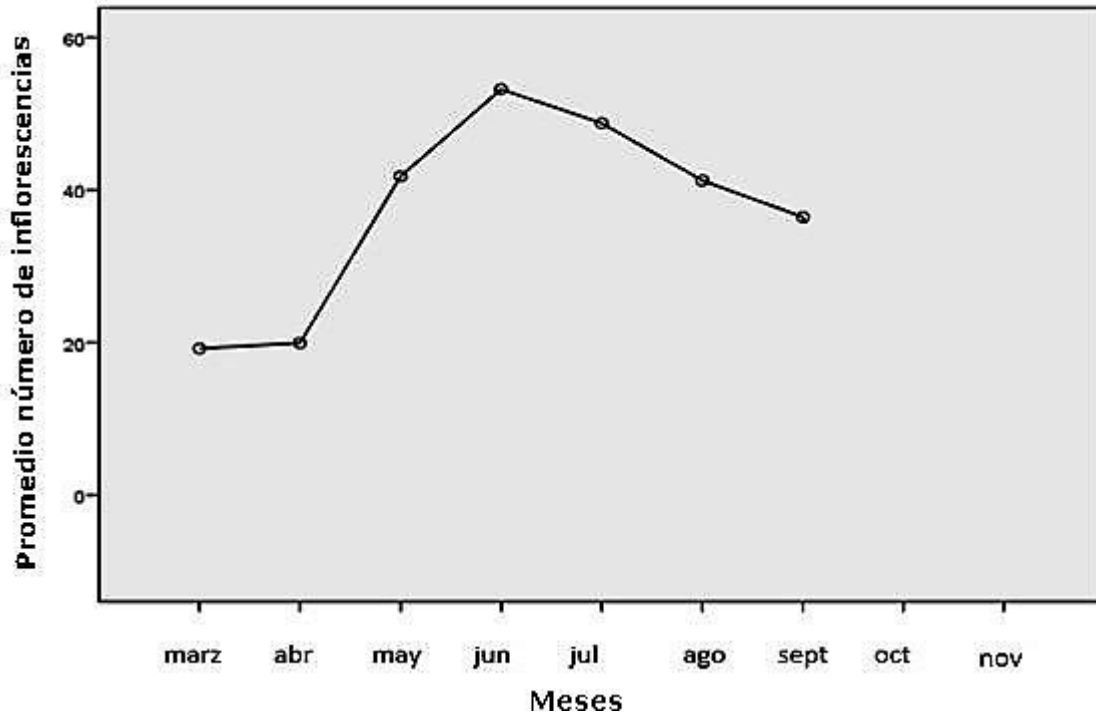
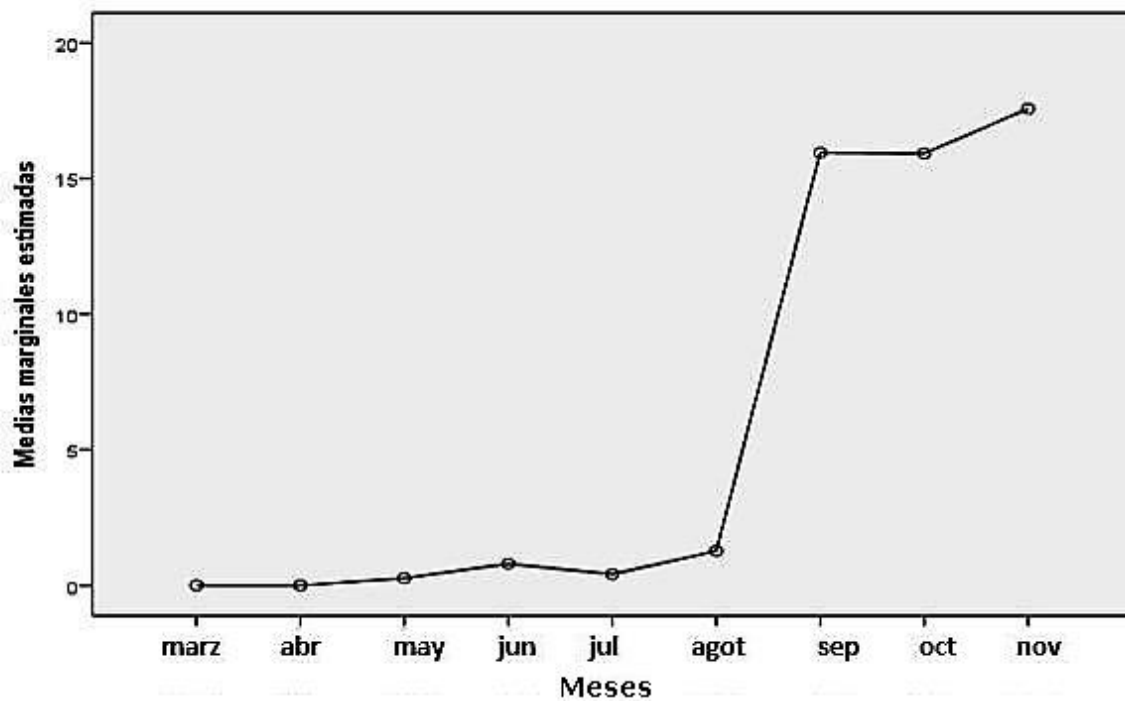
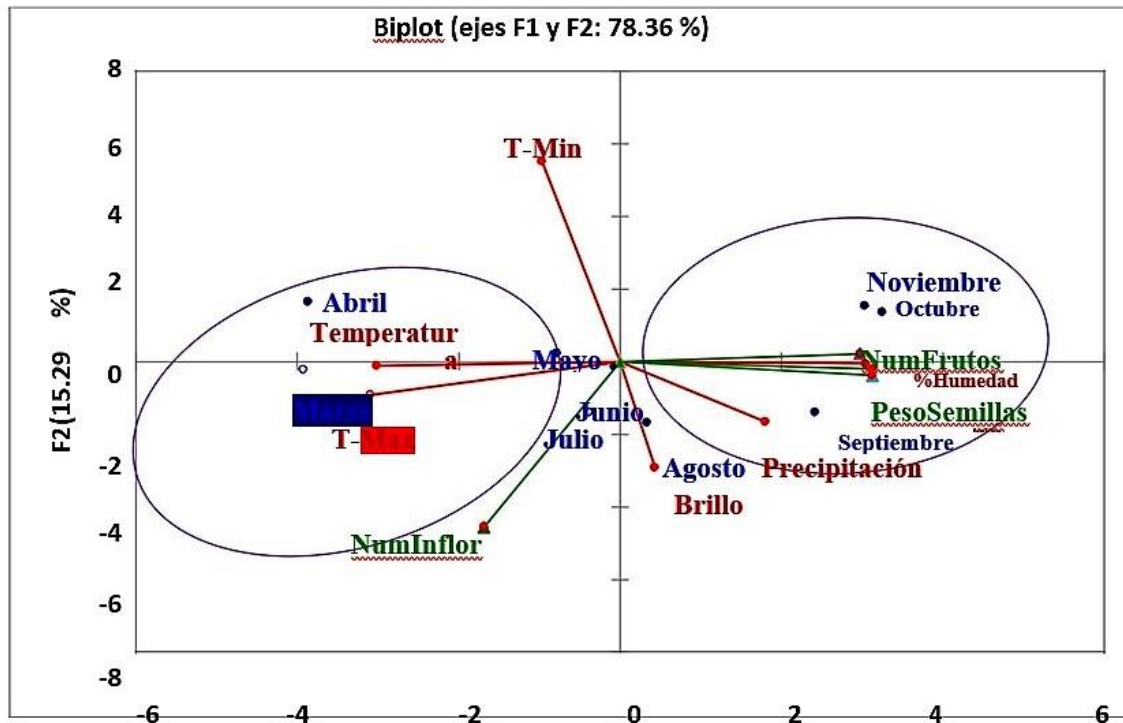


Figura 3. Medias marginales para el número de inflorescencias durante cada mes muestreado.



**Figura 4.** Medias marginales para el número de frutos de la planta de sachu inchi en los meses de marzo a noviembre.



**Figura 5.** Gráfica de Componentes principales (ACP) donde se muestra la relación de las variables climáticas con las variables de floración y fructificación de la planta de sachu inchi.

\*Para citar este artículo: Pardo P E; Baldovino W; Oviedo L. Flowering and fruiting of *Plukenetia volubilis* under organic and climatic variables in San Isidro, Montería, Córdoba, Colombia. Revista Bistua. 2018.16(2):18-28

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Enrique Pardo P. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología, Montería, Colombia. Correo autor: epardop@correo.unicordoba.edu.co

Recibido: Noviembre 18 de 2017

Aceptado: Febrero 21 de 2018