

ESTUDIO MORFOLÓGICO Y FENOLÓGICO DE DOS PLANTAS NUTRICIAS, OJO DE BUEY Y BERRO, PARA LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE MARIPOSAS EN LA RESERVA PAWAY, EN EL MUNICIPIO DE MOCOYA, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO



MILDRED ALEJANDRA ORTIZ MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2013**

ESTUDIO MORFOLÓGICO Y FENOLÓGICO DE DOS PLANTAS NUTRICIAS, OJO DE BUEY Y BERRO, PARA LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE MARIPOSAS EN LA RESERVA PAWAY, EN EL MUNICIPIO DE MOCOA, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

MILDRED ALEJANDRA ORTIZ MARTÍNEZ

Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar el título de Ingeniera Agropecuaria

**Directora
M.Sc. SANDRA MORALES VELASCO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2013**

Nota de aceptación

La Directora y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

M.Sc. SANDRA MORALES VELASCO
Directora

Mg. JOSÉ MANUEL TOBAR
Presidente del Jurado

Mg. CARLOS AUGUSTO MARTÍNEZ
Jurado

Popayán, 14 de Agosto de 2013

DEDICATORIA

*A mi madre Transito Martínez, por brindarme su confianza, por estar a mi lado siempre para comprenderme, aconsejarme y apoyarme,
A mi padre y hermana por contribuir en cuanto les fue posible para hacer de mí la mujer que soy hoy día, por sus incontables sacrificios y por ayudarme a alcanzar mis metas personales y académicas,
A mis amigos por impulsarme a hacer mis sueños realidad.*

AGRADECIMIENTOS

A mi directora del trabajo de grado M.Sc. SANDRA MORALES V, por haber confiado en mi persona, por la orientación, paciencia y ayuda en la dirección de este trabajo.

Al decano JOSÉ MANUEL TOBAR, por los consejos y comentarios en todo el proceso de elaboración de la Tesis.

A la Universidad del Cauca y a los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Programa de Ingeniería Agropecuaria, por los conocimientos, experiencia y porque muchos de ellos hoy son grandes amigos.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 PLANTA NUTRICIA O PLANTAS HOSPEDERAS	16
1.2 RELACIÓN DE LA MARIPOSA CON LA PLANTA HOSPEDERA	17
1.3 FENOLOGÍA	17
1.4 MORFOLOGÍA	18
1.4.1 Organografía	18
1.4.2 Anatomía vegetal	19
2. METODOLOGÍA	20
2.1 LOCALIZACIÓN	20
2.2 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	21
2.3 FENOLOGÍA	22
2.4 CAPACIDAD PRODUCTORA DE ALIMENTO	24
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1 OJO DE BUEY	26
3.1.1 Identificación botánica	26
3.1.2 Descripción morfológica de <i>Centrosema triquetrum</i>	27
3.1.3 Fenología de <i>Centrosema triquetrum</i>	29
3.2 BERRO	32
3.2.1 Identificación botánica	32
3.2.2 Descripción morfológica <i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern	33

	pág.
3.2.3 Fenología de <i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern	36
3.4 PRODUCCIÓN DE ALIMENTO	39
4. CONCLUSIONES	41
5. RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	46

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Propuesta para la evaluación fenológica de las plantas nutricias Ojo de buey y Berro	23
Cuadro 2. Taxonomía de Ojo de buey	27
Cuadro 3. Fenología de <i>Centrosema triquetrum</i>	30
Cuadro 4. Taxonomía de Berro	33
Cuadro 5. Fenología de <i>Rorippa indica</i>	36
Cuadro 6. Producción en Materia Seca	39
Cuadro 7. Consumo de alimento en Materia Seca	40

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de localización del área de estudio	20
Figura 2. Siembra de las semillas en la Reserva Paway. A) Eras; b) Plano de siembra berro; C) Plano de siembra ojo de buey	21
Figura 3. Parcela experimental para la toma de datos de campo	22
Figura 4. Pesaje del material vegetal para determinar el porcentaje de materia seca	24
Figura 5. Orugas de mariposas para evaluar el consumo de alimento. A) 3 mm; B) 3 cm	25
Figura 6. Orugas alimentándose en tarrinas y habitáculos. A) Tarrinas con orugas; B) Habitáculos; C) Orugas alimentándose en habitáculo	25
Figura 7. Variables Ambientales registradas en la Reserva Paway	26
Figura 8. Raíz de <i>Centrosema triquetrum</i> . A) Desarrollo a partir de la radícula del embrión; B) Forma de la raíz; C) Rhizobium	27
Figura 9. Tallo de <i>Centrosema triquetrum</i> . A) Tallo; B) Crecimiento de la planta	28
Figura 10. Hojas de <i>Centrosema triquetrum</i> . A) Hojas trifoliadas; B) Estípulas; C) Haz; D) Envés	28
Figura 11. Fruto de <i>Centrosema triquetrum</i>	29
Figura 12. Semilla de <i>Centrosema triquetrum</i>	29
Figura 13. Desarrollo fenológico de <i>Centrosema triquetrum</i>	30
Figura 14. Relación variables de la hoja de <i>Centrosema triquetrum</i> y temperatura	31
Figura 15. Relación variables del tallo de <i>Centrosema triquetrum</i> y humedad relativa	32
Figura 16. Raíz de <i>Rorippa indica</i>	33
Figura 17. Tallo de <i>Rorippa indica</i>	34
Figura 18. Hoja de <i>Rorippa indica</i> . A) Hoja inferior del tallo; B) Haz; C) Envés	34
Figura 19. Inflorescencia de <i>Rorippa indica</i>	34

	pág.
Figura 20. Flor de <i>Rorippa indica</i>	35
Figura 21. Fruto de <i>Rorippa indica</i> . A) Silicua verde; B) Silicua maduro	35
Figura 22. Semillas de <i>Rorippa indica</i> . A) Tamaño; B) Forma de semillas	36
Figura 23. Fenología de <i>Rorippa indica</i>	37
Figura 24. Relación variables de las hojas de <i>Rorippa indica</i> y humedad relativa	38
Figura 25. Relación variable de floración de <i>Rorippa indica</i> y humedad relativa	38
Figura 26. Consumo de alimento por oruga de <i>Morpho helenor</i> , <i>Ascia monuste</i> y <i>Leptophobia aripa</i> , en forraje verde	39

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Correlación de la matriz original de <i>Centrosema triquetrum</i>	46
Anexo B. Correlación de la matriz original de <i>Rorippa indica</i>	47

GLOSARIO

BIOCOMERCIO: conjunto de actividades de recolección, producción, procesamiento y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa, bajo criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica.*

COTILEDONES: son las hojas primordiales constitutivas de la semilla y se encuentran en el germen o embrión.

DIVERSIDAD: distintos tipos de seres vivos.

EPICÓTILO: es la parte del eje del vástago que, en el embrión, se encuentra situado por encima de la inserción de los cotiledones. En otras palabras, se trata del primer entrenudo de una planta.

LINAJE: es la línea de ascendencia o descendencia de una familia o clan.

ORUGA: se denomina oruga a la larva de los insectos del orden Lepidóptera (incluye las mariposas diurnas y nocturnas). Las orugas son típicamente blandas y cilíndricas y a menudo poseen vistosos colores, que usualmente advierten de su toxicidad o desagradable sabor.

PIEDEMONTE: es el nombre técnico usado para indicar el punto donde nace una montaña, así como a la llanura formada al pie de un macizo montañoso por los conos de aluviones.

RADÍCULA: parte del embrión de las plantas que origina la raíz.

SOTOBOSQUE: es el área de un bosque que crece más cerca del suelo por debajo del dosel vegetal.

TAXONOMÍA: ciencia de ordenar la diversidad biológica en taxones anidados unos dentro de otros, ordenados de forma jerárquica, formando un sistema de clasificación.

TOPOGRAFÍA: es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en la Reserva Natural Paway, en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo, perteneciente al bosque húmedo tropical, presenta una temperatura media de 23.5°C y una humedad relativa del 85 %. En éste se realizó el estudio morfológico y fenológico de dos plantas nutricias, ojo de buey y berro, para producción comercial de tres especies de mariposas, evaluando la capacidad productora de alimento de las plantas.

Se determinó que el nombre científico de la especie de berro trabajada es *Rorippa indica*, cuya planta es erecta y de una altura promedio de 34 cm, tiene hojas basales, flores amarillas y frutos alargados. Para la evaluación fenológica se tuvieron en cuenta cuatro fases (germinación, emergencia y desarrollo de las hojas, floración y maduración) y dos variables ambientales (temperatura y humedad relativa), con las que se pudo determinar que la planta tiene un ciclo de 74 días y que la humedad relativa tuvo influencia positiva sobre el desarrollo de las plantas. Para la producción de alimento, para las orugas de las mariposas *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*, el berro tiene como ventaja la formación rápida de hojas, pero se requiere de muchas plantas para alimentar una cantidad comercial de mariposas.

El nombre científico de la especie ojo de buey es *Centrosema triquetrum*, de su descripción morfológica y fenológica no se puede dar una información completa, ya que durante el periodo de estudio no se presentó floración. En el seguimiento realizado, se encontró un sistema radical con presencia de nodulaciones atribuibles a bacterias nitrificantes, un tallo primario de forma angular y de hábito de crecimiento trepador, y hojas trifolioladas de forma elíptica. En la evaluación fenológica se observaron dos fases: la de germinación, hasta los 29 días, y la de crecimiento, hasta el día 342 de la investigación, donde las plantas aun permanecían en estado vegetativo. En esta especie, las variables ambientales influyen sobre su desarrollo, donde la temperatura mayor de 23°C favorece su crecimiento y alta humedad relativa tiene una influencia negativa sobre el desarrollo de las plantas. En cuanto a la producción de alimento, para las orugas de mariposas *Morpho helenor*, el *Centrosema* tiene como ventaja la alta formación de hojas durante un largo periodo de tiempo, por lo que se puede alimentar una cantidad comercial de mariposas con pocas plantas.

PALABRAS CLAVE: *Centrosema triquetrum*, *Rorippa indica*, mariposas, evaluación fenológica.

ABSTRACT

The present research work was developed in Paway Nature Reserve, in the town of Mocoa, Putumayo department, part of the tropical rainforest, has an average temperature of 23.5°C and a relative humidity of 85%. In this morphological study was performed and two foot plant phenology, porthole and watercress, for commercial production of three species of butterflies, assessing the productive capacity of plant food.

It was determined that the scientific name of the species worked of berro is *Rorippa indica*, is shown, whose plant is erect and of an average height of 34 cm, has basal leaves, yellow flowers and elongated fruit. For evaluation took into account phenological four phases (germination, emergence and leaf development, flowering and maturing) and two environmental variables (temperature and relative humidity), with which it was determined that the plant has a cycle of 74 days and that the relative humidity had a positive influence on the development of the plants. To produce food for the caterpillars of butterflies *Ascia monuste* and *Leptophobia aripa*., watercress has the advantage of rapid formation of leaves, but many plants are required to supply a commercial quantity of butterflies.

The scientific name of the species ojo of buey is *Centrosema triquetrum*, its morphological and phenological description can not be given full information, since during the study period did not show bloom. On follow-up, we found a root system with the presence of nodules nitrifying bacteria attributable, a stem angular primary and climbing growth habit and elliptical shaped trifoliolate leaves. Phenological evaluation in two phases were observed: the germination up to 29 days, and the growth until day 342 of research where plants still remained in a vegetative state. In this species, environmental variables influence its development, where the temperature higher than 23 ° C boosts growth and high relative humidity has a negative influence on the development of plants. As to the production of food for *Morpho helenor* butterfly caterpillars, *Centrosema* has the advantage of high sheet formation for a long period of time, so that can be fed an amount of butterflies with little commercial plants.

KEYWORDS: *Centrosema triquetrum*, *Rorippa indica*, butterflyes, fenologic evaluation.

INTRODUCCIÓN

La Amazonia colombiana es conocida como una de las regiones con mayor diversidad biológica del país. Rangel (1995) en el compendio de Diversidad Biótica I, estima que unas 6.500 especies vegetales se encuentran en este territorio y varios autores manifiestan que la zona occidental donde se localiza el departamento del Putumayo es de las más diversas de la Amazonia.

Las mariposas diurnas (Lepidóptera: Rhopalocera) cumplen funciones importantes en los ecosistemas: contribuyen a la polinización de las flores, a la alimentación de otros animales y en general a la renovación de la vida silvestre. En la actualidad se han posicionado como una alternativa económica de exportación, proyectada en seis sectores: Coleccionistas, artesanías e industrias de adornos, museos, compra de escamas para la fabricación de chips, granjas o vivarios de mariposas y como mascotas. Los cuatro primeros sectores requieren mariposas disecadas y preservadas, mientras que los dos últimos requieren los individuos vivos, en forma de orugas, pupas recién formadas y adultas (Instituto Alejandro Von Humboldt, 2006).

Muchas especies son monófagas, esto quiere decir, que sus orugas se alimentan solamente de una planta en particular, por lo que si esta desaparece, lo mismo ocurrirá con la mariposa (Constantino, 1997). Por eso, es muy importante conocer el ciclo fenológico y la caracterización morfológica de las especies nutricias de las mariposas, de tal manera que permita promover su cultivo con fines de producción de follaje para la alimentación de distintas orugas; brindando una nueva alternativa productiva que permite la conservación de varias especies de la biodiversidad y la sustentabilidad económica a pequeños productores, dado a que las mariposas tienen buen valor comercial y un mercado creciente como productos de biocomercio, donde los principales productos son: Mariposas vivas, mariposas disecadas, crisálida o pupa de mariposa y artesanías en alas de mariposas.

Por lo anterior se realizó el estudio morfológico y fenológico de dos plantas nutricias, ojo de buey y berro, para la cría comercial de mariposas en la Reserva Paway, en municipio de Mocoa, departamento del Putumayo, con el fin de poder planificar un cultivo de mariposas, garantizando su producción, en calidad y cantidad, en un tiempo determinado, de las mariposas *Morpho helenor*, *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 PLANTA NUTRICIA O PLANTAS HOSPEDERAS

La planta hospedera es aquella donde la mariposa pone sus huevos y donde las futuras orugas se van a alimentar. Las mariposas han evolucionado para pasar de una dieta polífaga (alimentación de muchas especies de plantas) a dietas monófagas (de una sola especie de planta), oligófagas (de unas cuantas especies de plantas) o estenófagas (de especies de plantas de una misma familia). Las mariposas ubican sus plantas hospederas en la naturaleza por medio de quimiotaxis, es decir, a través de sus quimiorreceptores ubicados en las antenas. Estos insectos detectan mínimas cantidades de los metabolitos secundarios que las plantas hospederas liberan. Las sustancias liberadas actúan como kairomonas, con una acción que beneficia sólo a la especie receptora (Andrews & Rutilo, 1989).

La mayoría de especies de mariposas se alimenta sólo de unas cuantas especies de plantas. Existen ciertos linajes particulares de mariposas que se encuentran asociados a ciertos tipos de plantas, de tal manera que tanto la oruga como la hembra que va a ovipositar no aceptan otro tipo de planta (De Vries, 1987).

Existen diferentes tipos de plantas que son utilizadas de acuerdo con sus necesidades, por ejemplo las plantas atrayentes, son las que proporcionan néctar a los adultos (plantas nectíferas), no son específicas y las pueden usar varias especies de mariposas, otra clase son las hospederas y nutricias que son las que utiliza la hembra de determinada especie de mariposa para ovipositar o colocar sus huevos (Planta hospedera) y donde después se alimentan y desarrollan las orugas o larvas (Planta nutricia), por lo general son específicas para cada especie de mariposa (Constantino, 2006).

Durante la búsqueda de plantas hospederas es común observar cómo una misma especie de mariposas puede poner sus huevos en varias plantas del mismo género o familia. Cuando esto sucede es necesario experimentar y ver qué especie es la más adecuada para la crianza. Debido a que las plantas hospederas, como toda especie silvestre, tienen toxinas para defenderse contra los herbívoros, las mariposas han optado por alimentarse de ellas a través de un proceso de coevolución.

Algunas plantas hospederas de la misma especie de mariposas muestran mayores niveles de toxicidad que otras. Esto se manifiesta en los análisis de mortalidad de las orugas. Existen, pues, muchos casos en que las mariposas ovipositan en algunas plantas hospederas cuya toxicidad es alta y, por lo tanto, el nivel de supervivencia de las orugas es bajo. Para tener una crianza exitosa no sólo basta identificar la planta o grupo de plantas hospederas de las cuales se alimentan las orugas de determinada especie, sino que hay que escoger las que presenten el menor nivel de toxicidad y, por lo tanto, de mortalidad (De Vries, 1987).

1.2 RELACIÓN DE LA MARIPOSA CON LA PLANTA HOSPEDERA

Existe una relación estrecha entre las especies de mariposas y las plantas hospederas, las plantas producen sustancias químicas tóxicas como defensa en contra de los herbívoros. La conquista de una planta como alimento, deberá pasar por la capacidad de la larva de aguantar o detoxificar las defensas químicas de la planta (Maes, 1999).

Las orugas son extremadamente voraces, razón por la cual comienzan a ingerir su alimento inmediatamente después de haber eclosionado, emergiendo del huevo al que devoran su cáscara (corión) en pocos minutos para inmediatamente continuar comiendo de la planta nutricia que, generalmente, es la elegida por la mariposa hembra al depositar el o los huevecillos (De Vries, 1987).

En ocasiones, las larvas de algunas especies, suelen convertirse en plagas, cosa que ocurre al proliferar en forma desmedida a causa del abundante alimento que pueden hallar en una plantación poco controlada por el hombre. En general las orugas basan su alimentación en las plantas, preferentemente en sus hojas. Por ambas razones se determina en primer lugar que son fitófagas (se alimentan de materias vegetales) y en segundo lugar, filófagas (por alimentarse únicamente de las hojas de una planta) (De Vries, 1987).

Toda oruga, después de varias semanas de continua alimentación y sucesivas mudas, alcanza la madurez. Es entonces que dejará de alimentarse para buscar el lugar apropiado donde cumplir con la siguiente etapa de crisálida, en el camino hacia lo que ha de ser su transformación definitiva en mariposa (De Vries, 1987).

1.3 FENOLOGÍA

Se entiende por fenología al estudio de los cambios visibles o morfológicos de los procesos vitales básicos que se producen en un vegetal, en el transcurso de un ciclo o periodo, que abarcan la foliación, floración, fructificación, colorido del follaje y su caída con la consecuente exhibición de la estructura de tronco y ramas.

Se denomina fase a la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales de la planta. La emergencia de plantas pequeñas, la brotación, la floración son verdaderas fases fenológicas (Torres, 1995). La etapa fenológica está delimitada por dos fases sucesivas, son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de manera que las oscilaciones en los valores de este fenómeno meteorológico se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas. El comienzo y fin de fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas (Torres, 1995).

El periodo entre dos distintas fases es llamado Estado Fenológico (Villalpando y Ruiz, 1993). La designación de eventos fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación; por ejemplo, los estados fenológicos del mango pueden identificarse de la siguiente manera:

Aparición de hojas nuevas: fecha en que aparecen las primeras hojas de un nuevo ciclo de desarrollo.

Floración: momento en que la mitad de la unidad de muestreo presenta las primeras flores.

Amarre del fruto: fecha en que la mitad de la unidad de muestreo aparece el fruto incipiente, aún envuelto por vestigios florales.

Inicio de desarrollo del fruto: momento en que en la mitad de la unidad de muestreo los frutos alcanzan 2 cm de diámetro.

Terminación del desarrollo del fruto: fecha en que en la mitad de la unidad de muestreo se logra el máximo desarrollo del fruto.

Madurez: fecha en que el fruto alcanza la madurez para cosecha, indicada por cambios de color, textura, etc.

Se debe considerar que un cultivo puede no desarrollar todas sus fases fenológicas (aparición de nueva hoja, floración, inicio de desarrollo del fruto, fin de desarrollo del fruto y madurez del fruto), si crece en condiciones climatológicas diferentes a su región de origen (Ruiz, 1991).

1.4 MORFOLOGÍA

La morfología de las plantas es la parte de la Botánica que estudia las relaciones de la conformación de los vegetales. Se divide naturalmente en organografía o morfología externa y Fitotomía, anatomía vegetal o morfología interna (Cruz, 2009).

1.4.1 Organografía. Las partes orgánicas de las plantas son los órganos vegetativos y los de la reproducción. En el cuerpo vegetativo se documenta la progresiva decisión del trabajo mediante la presencia de la oposición de la base del ápice (polaridad) de la planta, lo que conduce a la diferenciación de dos órganos fundamentales: raíz y tallo (Cruz, 2009).

La raíz sirve para sujetar la planta al suelo, y también para tomar o absorber y conducir el agua con las materias nutritivas, como son las sales minerales, por el interior del vegetal. Las raíces pueden ser típicas, si la raíz principal está más desarrollada que las demás; ramificadas, si las secundarias se desarrollan más que la principal; tuberosas, cuando son en realidad órganos de reservas alimenticias; barbadillas, si por debajo la ramificación es casi piliforme y densas; fasciculadas cuando la ramificación compone un haz de raicillas, y finalmente aéreas, si sobresalen del suelo, como ocurre en multitud de árboles. El tallo es el portador de los órganos de la asimilación, o sea las hojas, que se suceden con cierta regularidad en muchas plantas, a partir de la yema terminal (Cruz, 2009).

Hay órganos reproductores que se presentan como esporangios y como órganos sexuales, los cuales, en este último caso, están en el tallo de manera directa o indirecta. Los esporangios suelen estar en plantas de orden superior, casi siempre en las hojas, que aparecen más o menos transformadas en comparación con las hojas puramente vegetativas. Las hojas son de color verde o verdoso, casi siempre, unidas al tallo por medio de un peciolo más o menos largo y grueso. En el limbo foliar se hallan los vasos linfáticos, formando una nervadura bastante acusada en la mayoría de ellas (Cruz, 2009).

Las flores, órganos reproductores en las plantas fanerógamas en las angiospermas y gimnospermas, tienen su nacimiento en las yemas o botones florales, no siendo, por lo común, sino hojas modificadas que ofrecen unos colores muy vistosos y atractivos. La flor se compone de verticilos florales dispuestos en torno a un eje, y son pedúnculo, cáliz, corola, androceo y gineceo u ovario. Se dice que una flor es completa cuando posee todos los elementos enumerados, e incompleta en caso contrario; hay flores que sólo tienen pistilos o un androceo, sólo estambres o gineceo, o las dos estructuras y son las flores hermafroditas. Según la corola, las flores son gamopétalas (con los pétalos unidos) o dialipétalas (con los pétalos separados). Por razón de la inflorescencia se clasifican como racimos, espigas, umbelas, amentos, corimbos, umbelas compuestas, capítulos o cabezuelas, siconos y cimas bíparas y escorpiodeas (Cruz, 2009).

1.4.2 Anatomía vegetal. El cuerpo vegetativo se halla formado por células que, en las plantas más evolucionadas, están organizadas en una serie de tejidos orgánicos. En los puntos vegetativos hay un tejido de formación o meristemo, compuesto de células homogéneamente parenquimatosas capaces de dividirse de forma continuada. El tejido epidérmico, de varias clases, rodea como una caja protectora al cuerpo vegetativo y facilita al mismo tiempo los intercambios con el medio ambiente (Ruiz, 1993).

Diversas definiciones de las hojas según los diversos tipos de nervadura: capilodroma, donde la nervadura desde la base va al ápice, siguiendo de manera equidistante la forma del borde; rugosa, en que las nervaduras se hallan hundidas respecto a la palma de la hoja; retinervia, con las nervaduras semejando a una red; rectinervia, en que las nervaduras son rectas y paralelas; venosa, con las nervaduras primaria y secundaria saliendo de la palma foliar; penninervia, cuyas nervaduras tienen la orientación de las barbas de una pluma; paralelinervia, con nervaduras paralelas; y palminervia, cuyas nervaduras siguen la forma de la palma (Ruiz, 1993).

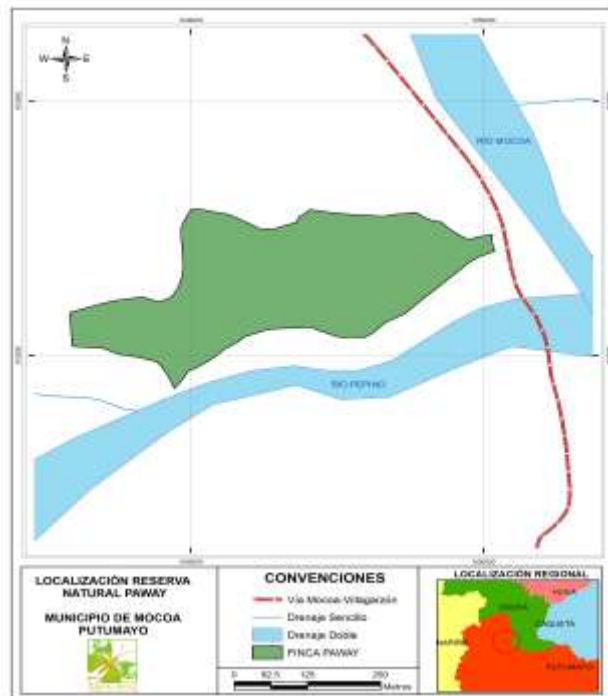
2. METODOLOGÍA

En este capítulo se describen las etapas desarrolladas en la investigación, como lo son la localización, las actividades realizadas y los procedimientos realizados.

2.1 LOCALIZACIÓN

La reserva natural Paway se encuentra ubicada en el Municipio de Mocoa, en la vereda San José del Pepino, entre las coordenadas 1°05'14,9" N y 76°37'58,9" W, limitando por el norte con la vereda Caliyaco, al oriente con la vereda El Zarzal (rio Mocoa al medio), al sur con la vereda San Carlos (Centro Experimental Amazónico) y al occidente con la vereda el Pepino. Este sector está localizado en la zona rural al Sur de la Cabecera Municipal de Mocoa, a 7 Km aproximadamente (figura 1). La mayoría de los predios del sector son de tenencia propia, su economía está basada en la producción agropecuaria, principalmente en la ganadería doble propósito que es manejada con baja tecnología; la agricultura se trabaja en forma tradicional y presenta una baja productividad y competitividad.

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio



Esta reserva natural cuenta con un área de 127000 m² (12,7 hectáreas). Pertenece a un bosque húmedo tropical característico de la zona del piedemonte, con una altura sobre el nivel de mar que va desde los 310 hasta los 670, moldeando una topografía con paisajes ondulados de altas pendientes, presenta bosque de galería de aproximadamente 4

hectáreas, bosque primario de 6 hectáreas y un área intervenida de más de 2 hectáreas. Registra una temperatura media de 23.5°C, pluviosidad de 4.708 mm anuales y humedad relativa de 85%.

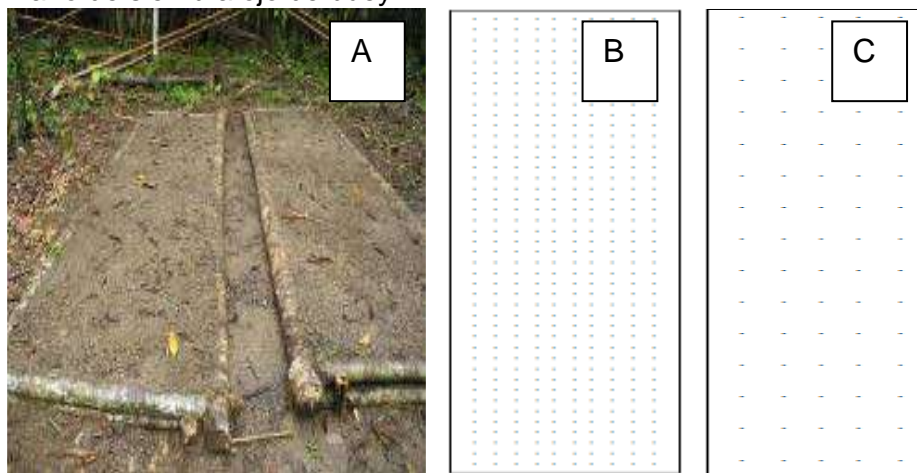
2.2 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Para realizar la caracterización morfológica de las plantas ojo de buey y berro se recolectaron semillas en la reserva Paway; para el caso de berro, éste fue recogido en la entrada de la finca al borde de carretera y el ojo de buey en el sotobosque.

La siembra de las semillas de Berro fue realiza el 12 de Marzo de 2012, en una era de 1m x 3m, donde se plantaron a una distancia de 5 cm entre plantas y 10 cm entre surcos, para un total de 600 semillas a 1 cm de profundidad.

Las semillas de Ojo de buey, se sembraron el día 15 de marzo de 2012, en una era de 1m x 3m, a una distancia de 20 cm entre plantas y 40 cm entre surcos, para un total de 75 semillas a 4 cm de profundidad. Debido a que la siembra de este tipo de plantas no se ha considerado hasta el momento como un cultivo regular, no fue posible encontrar referencias bibliográficas sobre su manejo comercial, de manera que las distancias de siembra se determinaron según el tamaño de las plantas observadas en el medio natural y las recomendaciones de las personas del lugar (figura 2).

Figura 2. Siembra de las semillas en la Reserva Paway. A) Eras; b) Plano de siembra berro; C) Plano de siembra ojo de buey



Para la identificación taxonómica de las especies Berro y Ojo de buey, se tomaron muestras de las partes más representativas de las plantas, se envolvieron en papel periódico humedecido con alcohol al 70% y se transportaron al herbario de la Universidad del Cauca, donde se realizó la clasificación taxonómica.

La caracterización morfológica se hizo con plantas sembradas en las eras, utilizando como guía el libro Morfología y Anatomía vegetal de la Universidad Nacional de Bogotá (Becerra y Chaparro, 1999). Para el caso del berro, cuyo ciclo de vida se desarrolló por completo en el tiempo que duró la investigación, los datos se tomaron exclusivamente en plantas ubicadas en la era de siembra, para el Ojo de buey cuyo desarrollo en las eras no alcanzó a llegar a la etapa reproductiva, además de las plantas de las eras se recurrió a describir los frutos y semillas colectados en el sotobosque para la siembra.

Se tuvieron en cuenta las siguientes las variables:

Raíz: según su origen y posición.

Tallo: según el origen, ramificaciones, consistencia, forma y simetría.

Hoja: disposición del tallo, composición, consistencia del limbo, forma, margen, ápice, base y venación.

Inflorescencia: según el tipo y disposición de la flor.

Flor: según la forma, tamaño, color y número de pétalos.

Fruto: tipo, consistencia y ubicación del nervio.

Semilla: forma, tamaño y color.

2.3 FENOLOGÍA

Al determinar el ciclo fenológico de las plantas nutricias Ojo de Buey y Berro, se tomaron datos importantes (cuadro 1) para realizar la evaluación fenológica de las plantas.

Se realizaron visitas cada ocho días (figura 3) a partir de la siembra durante el tiempo de desarrollo de las plantas, hasta que se estimó que éstas llegaron a su fase final en el caso del berro y para el ojo de buey hasta que se terminó el tiempo del estudio.

Figura 3. Parcela experimental para la toma de datos de campo



Cuadro 1. Propuesta para la evaluación fenológica de las plantas nutricias Ojo de buey y Berro

Fase	Subfase	Tiempo de observación	Comienzo de la Fase	Escala de evaluación en el campo
Germinación		A partir del sexto día después de la siembra (berro) y 20 días (ojo de buey)	Aparición del coleóptilo en la superficie del suelo	Conteo de plantas en 3m lineales en dos puntos de parcela
Emergencia y desarrollo de hojas		A partir del octavo día (berro) y 30 días (ojo de buey)	Aparición de dos hojas expandidas.	Inicio: menor o igual al 10%. Plenitud: 50% <75. Final >75%
Floración		Visitas diarias	Aparición de la hoja bandera, cese del crecimiento del tallo.	Conteo de plantas en 3m lineales en cinco puntos de parcela
				Inicio: menor o igual al 10%. Plenitud: 50%. <75. Final >75%
Maduración	Inicio de formación de frutos	Visitas diarias	Cambio de color de los estigmas	Conteo de plantas en 3m lineales en cinco puntos de parcela
	Frutos completamente desarrollados	Visitas diarias	Cambio de color de la cobertura en la semillas	Inicio: menor o igual al 10%. Plenitud: 50%. <75. Final >75%
	Inicio de formación de semillas	Visitas diarias		
	Semilla completamente desarrollada	Visitas diarias		
	Maduración completa	Visitas diarias	Secado de la planta.	

Fuente. Modificado de Monasterio *et al*, 2007.

Se colectaron datos importantes para la evaluación fenológica, teniendo en cuenta las siguientes variables:

Hoja: el tamaño de las hojas se midió en centímetros y solo se tomó el largo y ancho. El número de hojas verdaderas se evaluó realizando un conteo de las hojas que alcancen una longitud mínima de 4cm por planta.

Inflorescencia: longitud, número de inflorescencia por planta, número de flores por inflorescencia y coloración de la flor.

Tallo: la altura del tallo se midió en centímetros y se tomó desde el suelo hasta la inserción de la última hoja formada. El diámetro promedio del tallo se midió en centímetros y se tomó de la máxima extensión de un lado a la máxima extensión del lado opuesto. Se evaluó el número de lados y el hábito de crecimiento.

Fruto: longitud, ancho, número de semillas por fruto y coloración.

Semilla: el número de semillas se evaluó realizando el conteo de la cantidad de ellas que produce cada fruto.

Variables fenológicas: Germinación, 50% de desarrollo de las hojas, 50% de floración, 50% fruto y 50% maduración completa.

La información de campo se registró en forma individual tomando cinco plantas por surco, utilizando formatos preestablecidos en los cuales se anotó por material y por planta, cada una de las variables anteriormente mencionadas. Los factores climáticos temperatura y humedad, que son importantes para esta evaluación fueron tomados tres veces por semana en el sitio del ensayo. Los datos colectados se organizaron en una matriz en Excel para una correlación de Pearson entre los datos las variables ambientales y el desarrollo vegetativo de las plantas.

2.4 CAPACIDAD PRODUCTORA DE ALIMENTO

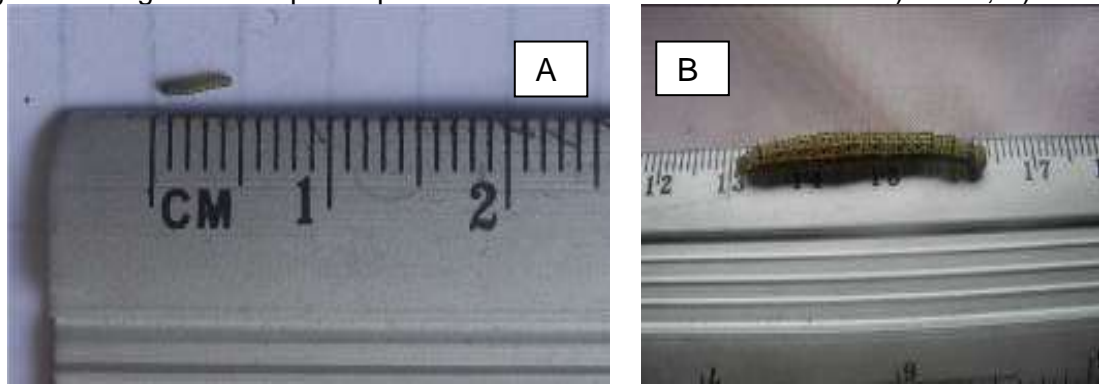
Para evaluar la capacidad productora de alimento, se determinó el porcentaje de materia seca de las plantas, para lo cual se seleccionó una planta tipo de cada especie a la cual se le realizó cosecha de hojas; en el caso del berro, se cosecharon 100 gramos de hojas en forraje verde y para el ojo de buey 250 gramos de hojas en forraje verde. Posteriormente se contaron las hojas para obtener un peso promedio por hoja en forraje verde y se sometieron a temperaturas de 115°C hasta que se secaron; se pesaron y se calculó el porcentaje de materia seca de cada planta (figura 4).

Figura 4. Pesaje del material vegetal para determinar el porcentaje de materia seca



El suministro de alimento de ojo de buey a las orugas de *Morpho helenor*, se realizó separando cinco grupos de cinco orugas de cinco milímetros aproximadamente, de un día después de la eclosión del huevo. Las orugas se pusieron sobre una hoja, previamente pesada de tamaño promedio de 13 cm de larga, por 9 cm de ancha. La hoja se introdujo en tarrinas, tapada con tela tul, y se retiró el sobrante de la hoja a las 6 pm, el cual se pesó; se introdujeron hojas frescas nuevamente en la tarrina. La cantidad de hojas aumentó a medida del crecimiento de las orugas, las que una vez alcanzaron un tamaño de tres centímetros (figura 5), se trasladaron a un habitáculo.

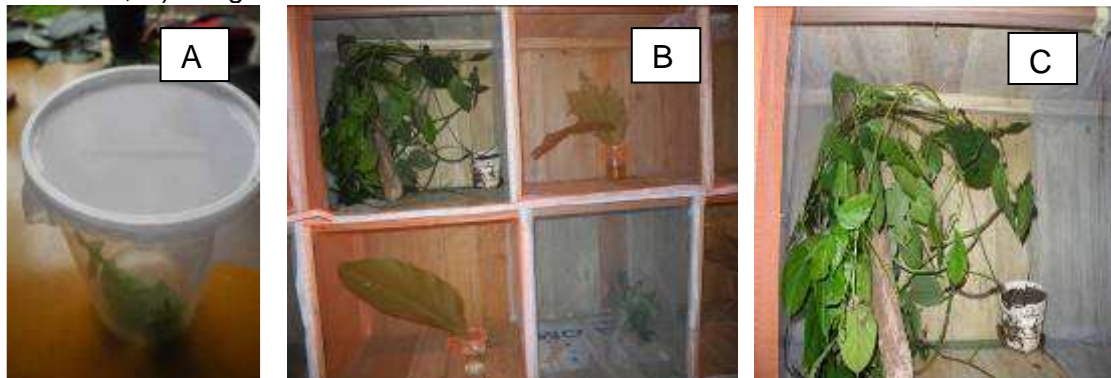
Figura 5. Orugas de mariposas para evaluar el consumo de alimento. A) 3 mm; B) 3 cm



El habitáculo consiste en un cajón forrado con tela tul, donde se encuentra una planta tipo previamente sembrada en materas, garantizando el alimento fresco. Esta planta se cambió cada cinco días para el caso de ojo de buey y dos para el caso de berro; se procedió a realizar el pesaje de lo que queda de las plantas. Esta actividad se repitió hasta que las orugas dejaron de alimentarse o alcanzaron el estadio de prepupa.

Para alimentar las orugas de las mariposas *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*, se siguió el mismo procedimiento anteriormente anotado (figura 6).

Figura 6. Orugas alimentándose en tarrinas y habitáculos. A) Tarrinas con orugas; B) Habitáculos; C) Orugas alimentándose en habitáculo

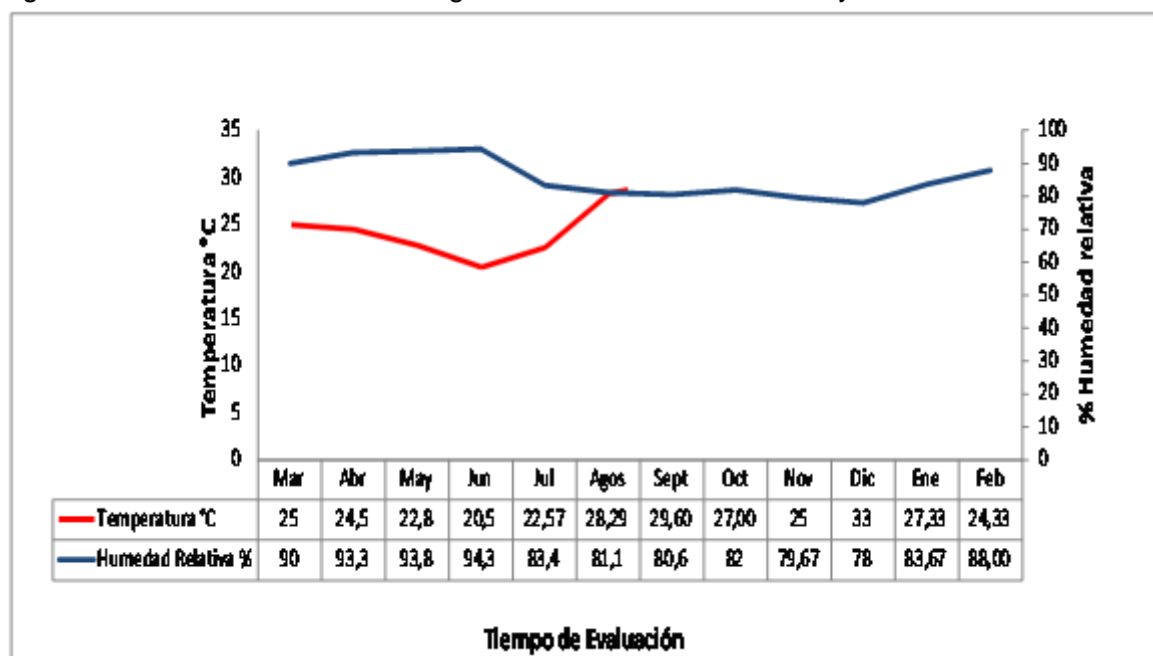


3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el trabajo de campo. Primero se hace la identificación botánica, la descripción morfológica, la fenología y la influencia de las variables ambientales, temperatura y humedad relativa y por último la producción de alimento de las plantas.

Durante el tiempo de ensayo, marzo de 2012 a febrero de 2013, se tomaron datos de temperatura y humedad, obteniendo los siguientes promedios mensuales (figura 7).

Figura 7. Variables Ambientales registradas en la Reserva Paway



De los datos tomados durante 12 meses, la temperatura promedio en la reserva Paway fue de 25.83°C y la humedad relativa promedio 85,66%. Al inicio de la investigación se presentaron los valores más bajos para temperatura (20,5°C) y más altos se humedad relativa (94,3%). La mayor temperatura se presentó en el mes de diciembre (33°C) siendo para este mes el menor porcentaje de humedad relativa (78%).

3.1 OJO DE BUEY

3.1.1 Identificación botánica. La muestra se identificó en el herbario de la Universidad del Cauca, con ayuda del profesor Bernardo Ramírez. Según (Benth, 2003), la taxonomía biológica de la ésta planta es la siguiente (cuadro 2).

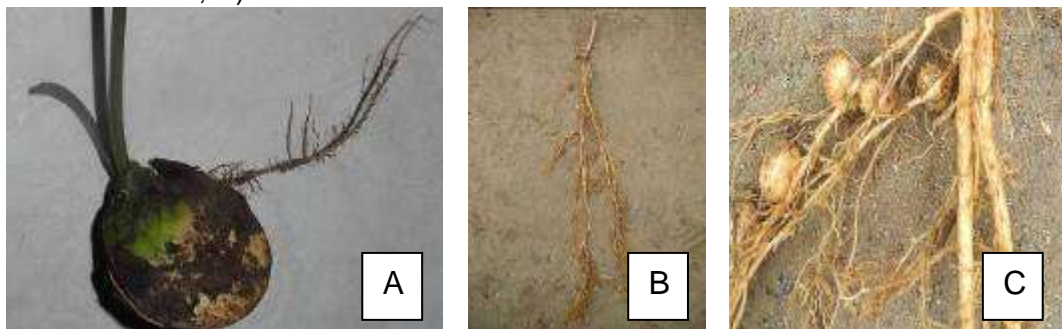
Cuadro 2. Taxonomía de Ojo de buey

	Nombre Científico:	<i>Centrosema triquetrum</i>
	Reino:	Plantae
	Phylum:	Magnoliophyta
	Clase:	Magnoliopsida
	Orden:	Fabales
	Familia:	Fabaceae
	Género:	Centrosema
	Epíteto Específico:	triquetrum

La familia Fabaceae es la tercera más grande del mundo. Contiene la mayor parte de la biodiversidad de las plantas de América y tiene gran importancia como alimento de personas y muchos lepidópteros (Lewis, 2005).

3.1.2 Descripción morfológica de *Centrosema triquetrum*. El sistema radicular se desarrolla a partir de la radícula del embrión y se forma por la raíz primaria o principal de forma fibrosa axonomorfa; larga y profunda (figura 8).

Figura 8. Raíz de *Centrosema triquetrum*. A) Desarrollo a partir de la radícula del embrión; B) Forma de la raíz; C) Rhizobium

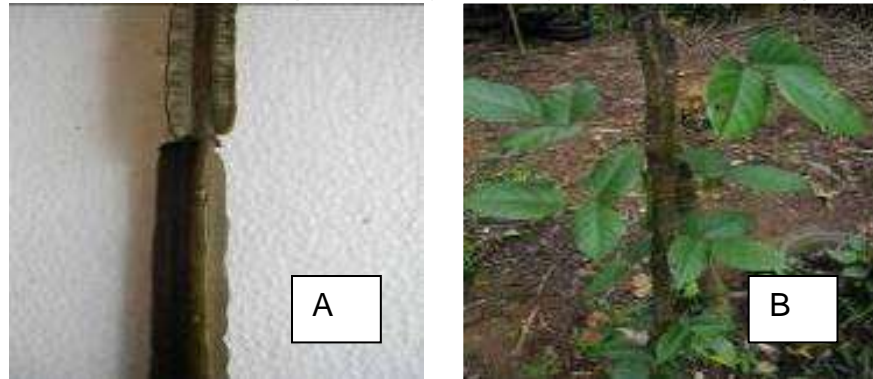


Sobre las raíces laterales o secundarias se desarrollan nodulaciones atribuídas a bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico.

El tallo de esta especie presenta ramificaciones de crecimiento monopodial, de consistencia herbácea y color verde oscuro con manchas cafés. La forma del tallo es angular, porque al realizar un corte trasversal se pudo observar la presencia de tres lados.

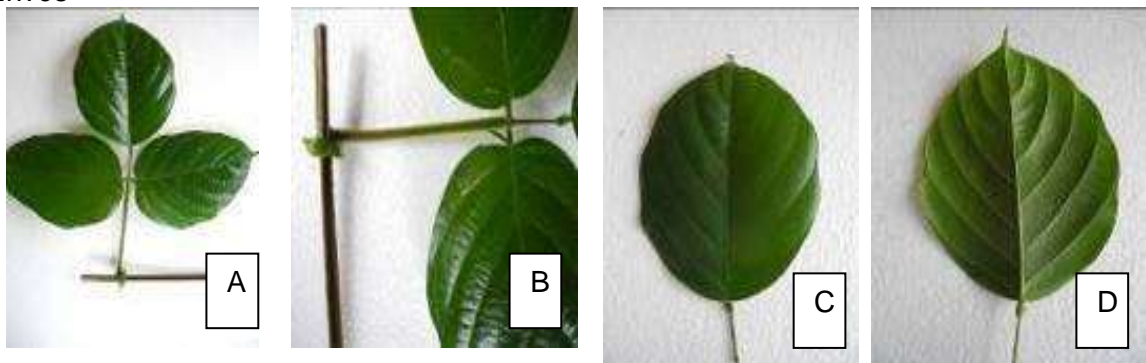
En cuanto al hábito de crecimiento es trepador (figura 9), ya que asciende por medio de estructuras especiales como hojas y peciolo enrollados.

Figura 9. Tallo de *Centrosema triquetrum*. A) Tallo; B) Crecimiento de la planta



Las hojas presentaron estípulas, que protegen la yema que da lugar a la hoja en la base del peciolo, con limbo aplanado, peciolo más o menos cilíndrico y una estructura dorsiventral (figura 10).

Figura 10. Hojas de *Centrosema triquetrum*. A) Hojas trifoliadas; B) Estípulas; C) Haz; D) Envés



La disposición de las hojas del tallo es alterna, con una composición compuesta, palmeadas, trifoliadas, consistencia del limbo membranosa y de forma elíptica, redondeada, de color verde oscuro. La margen es entera, ápice cuspidado y base redondeada, según la forma de las venas son pinnadas, craspedódroma, con una vena primaria única que sirve de origen a las venas secundarias que terminan en el margen (figura 11).

El fruto es simple, seco, dehiscente y en forma de legumbre o vaina unicarpelar, pluriseminado con placentación marginal; la dehiscencia se realiza por sutura ventral ligeramente engrosada y nervio medio dorsal, subseptadas entre las semillas. Los frutos

son de color café y varían en longitud de 6 - 12 centímetros de largo por 3 - 5 centímetros de ancho; presentan de dos a cinco semillas.

Figura 11. Fruto de *Centrosema triquetrum*



Las semillas presentan forma redondeada, de color café y con manchas un poco más oscuras (figura 12).

Figura 12. Semilla de *Centrosema triquetrum*



La superficie de la semilla es lisa y de consistencia dura, de tamaño grande de dos a tres centímetros de diámetro.

Durante la evaluación de la etapa de campo las plantas no presentaron floración y tampoco se encontraron referencias bibliográficas.

3.1.3 Fenología de *Centrosema triquetrum*. Con la información recopilada durante la etapa de campo y correlacionándola con las variables ambientales temperatura y humedad relativa, se pudo determinar parte de la fenología de la especie *Centrosema triquetrum*. Durante la evaluación no se pudo determinar el tiempo de floración, debido a que al día 342 no se evidenciaron cambios significativos. El cuadro 3 recopila la información hasta el día 229, donde el 75% de las plantas permanecían en estado vegetativo.

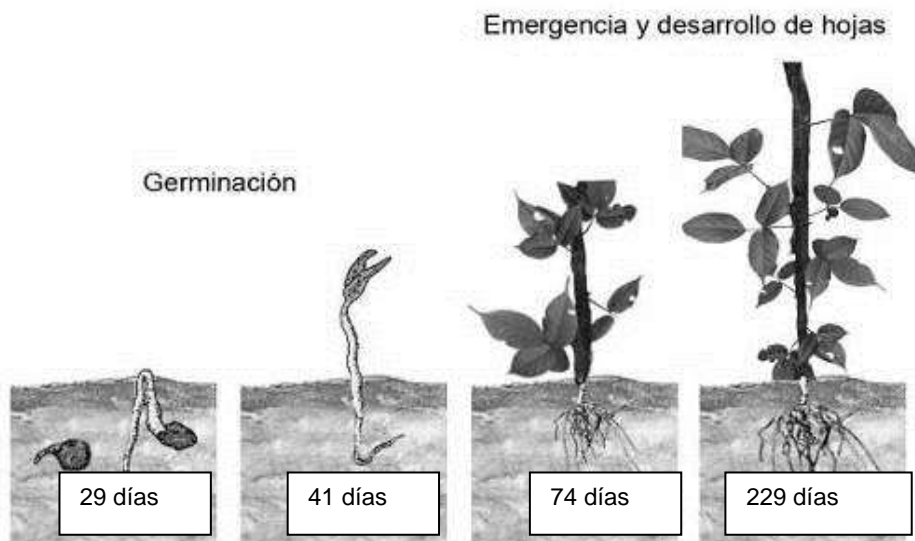
Cuadro 3. Fenología de *Centrosema triquetrum*

Fase	Germinación	Emergencia y desarrollo de hojas			Floración	Maduración				
Subfase		Inicio	50%	75%		IFF	FCD	IFS	SCD	MC
Días	29	41	74	229						

IF Inicio de formación de frutos, FCD Frutos completamente desarrollados, IFS Inicio de formación de semillas, SCD Semillas completamente desarrolladas, MC Madurez completa.

La fase de germinación se presentó a los 29 días; la primera expresión fue la aparición de la radícula, pocos días después de ocurrida la germinación; se desarrollaron entre dos y cinco raíces secundarias. El hipocotilo, que corresponde a la parte subterránea del tallo, se notó cinco días después de la aparición de la radícula y llevó a los cotiledones hacia arriba hasta que estuvieron sobre el nivel del suelo (figura 13).

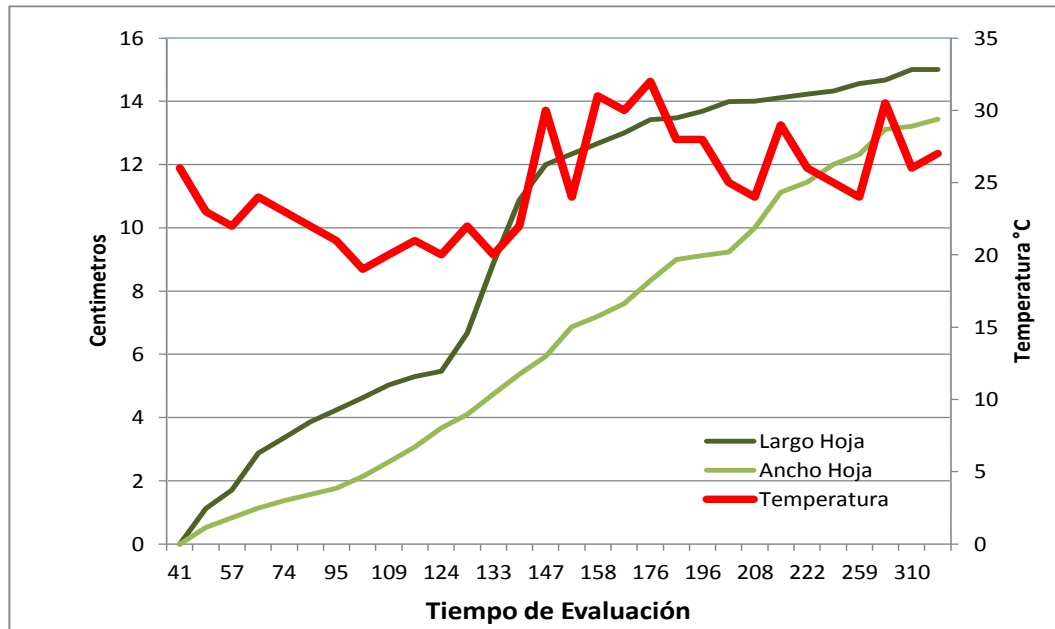
Figura 13. Desarrollo fenológico de *Centrosema triquetrum*



El comienzo de la etapa de emergencia se dio a los 41 días, registrándose el crecimiento del epicotilo entre los cotiledones y el primer par de hojas. A los 74 días comenzó el despliegue de las hojas primarias, presentadas de forma unifoliada y opuesta, inició la formación del tallo y empezaron a aparecer hojas trifoliadas; a los 229 días, el 75% de las plantas (54 plantas) se encontraron en esta fase. El tamaño de las hojas varió entre 15 cm y 12 cm de longitud por 10 cm y 13 cm de anchura. El promedio de hojas por planta fue de 107.

Los análisis realizados muestran una correspondencia entre las variables ambientales y el crecimiento de la planta, la cual pudo ejercer influencia en la fenología de la especie y en particular la floración que no se presentó en el tiempo de evaluación. La temperatura presentó una correlación altamente significativa ($p \leq 0,01$) para el largo de hoja ($r = 0,59$), ancho de hoja ($r = 0,40$) y número de hojas ($r = 0,53$) (Anexo A; figura 14).

Figura 14. Relación variables de la hoja de *Centrosema triquetrum* y temperatura



En la figura 14 se puede observar que el mayor desarrollo de las hojas se dio entre los días 140 y 260, durante los meses de agosto a diciembre, periodo durante el cual en promedio se tuvo una temperatura de 28,58°C.

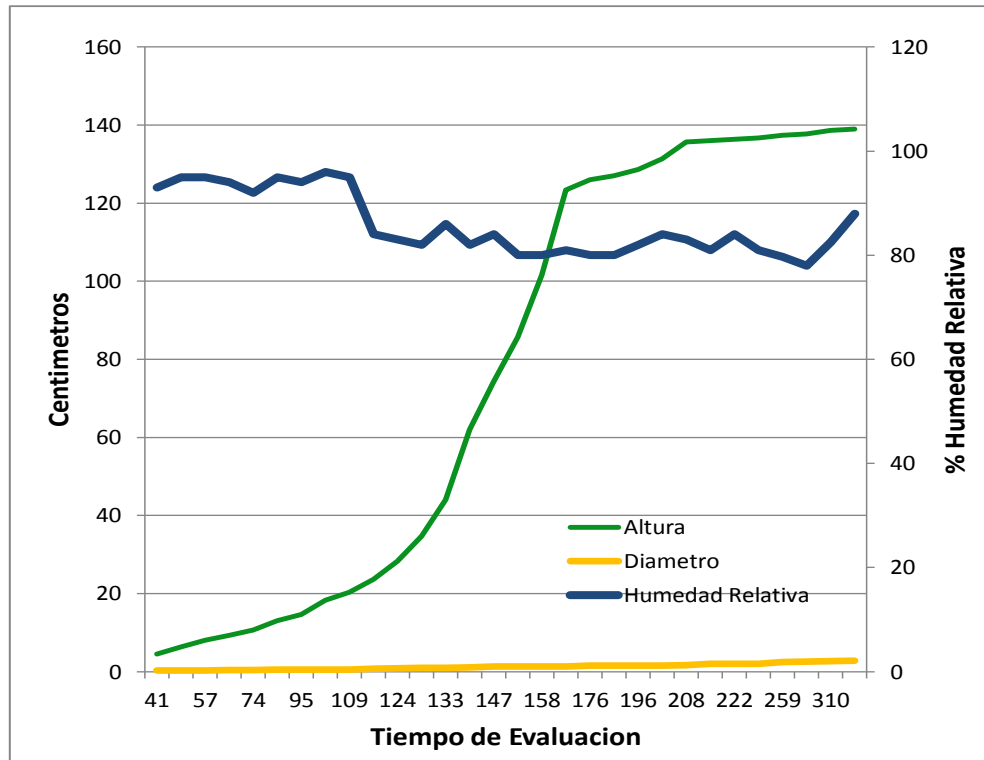
Lo anterior pudo ocurrir debido posiblemente a que algunas especies de plantas y en particular las leguminosas, reaccionan mejor a un valor óptimo de temperatura para el desarrollo de sus funciones (30-35°C), con una alta sensibilidad a las bajas temperaturas, cuyos efectos negativos durante el periodo de crecimiento pueden afectar las tasas de asimilación y traslocación de metabolitos, llegando incluso a provocar daños físicos en el aparato fotosintético, lo cual limita el crecimiento adecuado de las plantas, debido a que la temperatura influencia los procesos bioquímicos fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas, poseen relación con el mantenimiento de la integridad de las membranas (Rodríguez, 2004).

La humedad relativa mostró una significancia de $p \leq 0,01$, para el largo de hojas ($r = -0,81$), ancho de hoja ($r = -0,74$), hojas por planta ($r = -0,73$), altura del tallo ($r = -0,77$) y diámetro del tallo ($r = -0,69$), mostrando que a mayor humedad se presenta un menor desarrollo de la planta, como se puede observar en los datos consignados en el Anexo A (figura 15).

A pesar de que no se tomaron datos de precipitación, se puede inferir que el alto porcentaje de lluvias influyó sobre la humedad del suelo. En la figura 15 se puede observar que a partir del día 150, cuando el porcentaje de humedad relativa disminuye, se incrementa el crecimiento del tallo; esto puede deberse posiblemente a que el exceso de humedad del suelo puede provocar estrés en los cultivos, generalmente en aquellos mal

drenados y donde las precipitaciones son altas durante todo el año (4708 mm/año), causando mayor cantidad de agua en el aire que puede aumentar el porcentaje de humedad relativa y provocar anoxia en las raíces, afectando su respiración aeróbica, absorción de minerales y agua (Rodríguez, 2004).

Figura 15. Relación variables del tallo de *Centrosema triquetrum* y humedad relativa

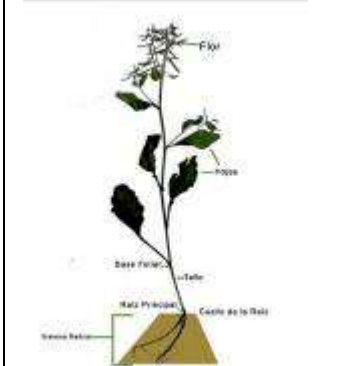


3.2 BERRO

3.2.1 Identificación botánica. La muestra se identificó en el herbario de la Universidad del Cauca, con ayuda del profesor Bernardo Ramírez. Según Fernández (2007), el nombre científico de la planta popularmente conocida como Berro es *Rorippa indica* (L.) Hiern y su clasificación taxonómica se determina de la siguiente manera (cuadro 4).

Las brasicáceas (Brassicaceae) son una familia de angiospermas dicotiledóneas que se incluyen en el orden Brassicales. Constituyen un grupo monofilético con cerca de 338 géneros y 3709 especies de plantas principalmente herbáceas, distribuidas en todo el globo. Incluyen cultivos de importancia económica, tanto hortícolas como ornamentales, oleaginosos, forrajeros y como condimentos. Todas estas especies han sido introducidas a América, algunas hace muchos años y otras son aún casi desconocidas, o de introducción muy reciente, pero de creciente importancia, como el brócoli (Meléndez, 2008).

Cuadro 4. Taxonomía de Berro

	Nombre Científico:	<i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern
	Familia:	Brassicaceae
	Género:	Rorippa
	Epíteto Específico:	indica
	Autor Epíteto Específico:	(L.) Hiern

Las brassicaceae, usualmente son hierbas o, menos frecuentemente, subarbustos, arbustos o lianas. Los géneros, *Cardamine*, *Lepidium* y *Rorippa*, están representados con especies nativas en todos los continentes, excepto la Antártica (Stevens, 2008).

3.2.2 Descripción morfológica *Rorippa indica* (L.) Hiern. Esta pequeña crucífera es una de las pocas especies de la familia que prosperan en regiones tropicales. Suele encontrarse en sitios húmedos, como cultivos y canales de riego. Probablemente nativa de Asia o África, se encuentra naturalizada en las Américas, desde el sur de E.U.A. y Colombia Británica hasta Suramérica (Stevens, 2001).

Las plantas presentan una raíz principal terrestre, formada a partir del desarrollo de la radícula del embrión; según su forma fibrosa son axonomorfas, ya que tienen una raíz principal diferenciada, larga, profunda y de ella salen raíces secundarias (figura 16).

Figura 16. Raíz de *Rorippa indica*



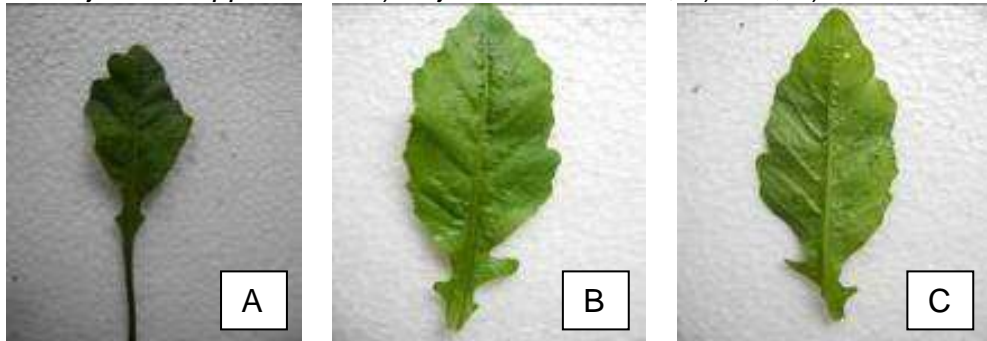
La forma del tallo es cilíndrico, delgado, de aproximadamente 0.5 centímetros de diámetro, de crecimiento erecto, con alturas de 35 cm promedio, herbáceo, de color verde claro y sin ramificaciones. El tallo presenta una yema terminal, situada en el extremo del tallo y yemas laterales que dan origen a las hojas (figura 17).

Figura 17. Tallo de *Rorippa indica*



De acuerdo a las partes esenciales de la hoja, son simples, basales y las inferiores del tallo con pecíolos largos de forma obovada y con margen dentado, con un nervio principal prominente que sirve de origen a las venas secundarias de forma craspedódroma, ápice obtuso y base atenuada, de superficie glabra sin ningún tipo de indumento (figura18).

Figura 18. Hoja de *Rorippa indica*. A) Hoja inferior del tallo; B) Haz; C) Envés



Las inflorescencias son de tipo racemosas, formadas por un eje principal a cuyos lados se producen flores pediceladas. En la posición ocupada por las flores se observó un racimo denominado panícula, que produjo ramificaciones laterales que rematan en una flor y presenta color verde (figura 19).

Figura 19. Inflorescencia de *Rorippa indica*



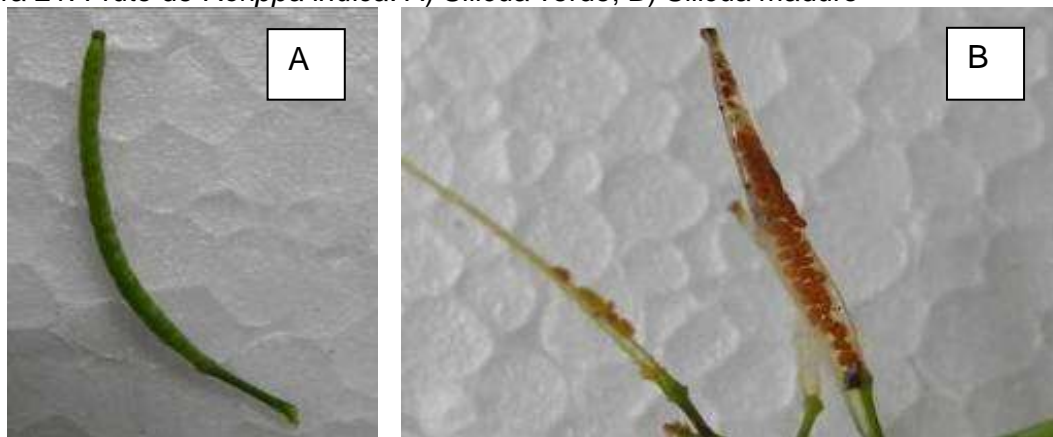
Las flores son amarillas, pequeñas, formadas por cuatro o cinco pétalos más largos que los sépalos, de 3-5 mm en diámetro en forma de espátula; los sépalos son de color verde, de forma alargada y el pistilo y los estambres son amarillos tornándose blanquecinos (figura 20).

Figura 20. Flor de *Rorippa indica*



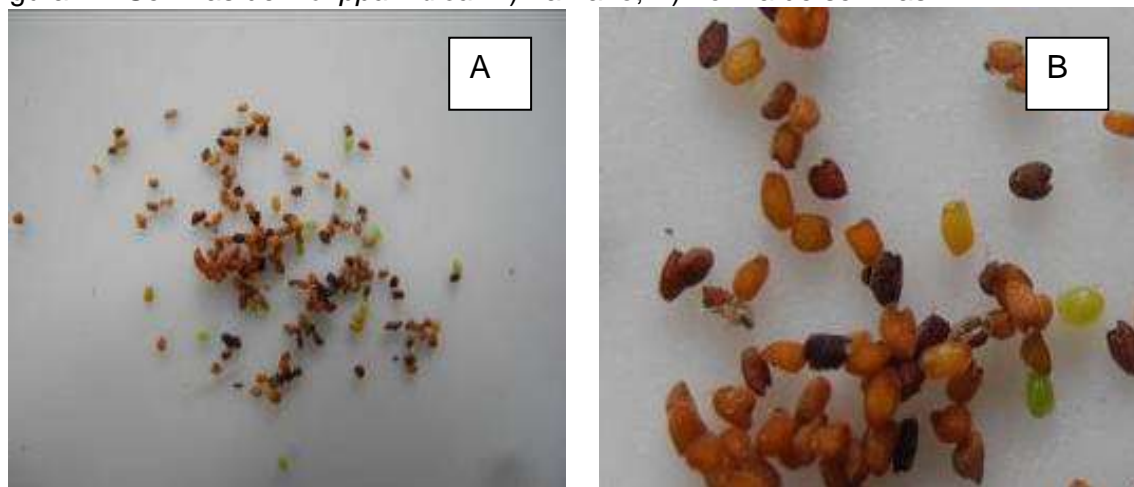
Las plantas presentaron un fruto simple, seco ya que el pericarpio se mantiene seco al llegar a la madurez. Los frutos son dehiscentes, ya que se abren a lo largo de la sutura al momento de la maduración para permitir la liberación de semillas en forma de silicua, más largos que anchos (figura 21).

Figura 21. Fruto de *Rorippa indica*. A) Silicua verde; B) Silicua maduro



Los frutos alcanzaron un tamaño entre 1.5 a 2 cm y un ancho promedio de 1.5 mm; son de color verde y al llegar a la madurez se tornan de color café claro. Las semillas fueron de forma tridimensional, de 0.25 a 0.75 mm de diámetro y de gran número por planta (promedio de 58 por fruto), los colores varían entre café oscuro y claro (figura 22).

Figura 22. Semillas de *Rorippa indica*. A) Tamaño; B) Forma de semillas



3.2.3 Fenología de *Rorippa indica* (L.) Hiern. Con la información recopilada durante la etapa de campo, se pudo determinar la fenología de la especie *Rorippa indica*.

Durante la evaluación se observaron las cuatro fases fenológicas planteadas al inicio del estudio: germinación, emergencia y desarrollo de las hojas, floración y maduración. El periodo de tiempo entre todas las fases fue de 74 días (cuadro 5).

Cuadro 5. Fenología de *Rorippa indica*

Fase	Germinación	Emergencia y desarrollo de hoja	Floración	Maduración				
Subfase				IFF	FCD	IFS	SCD	MC
Días	6	21	39	48	53	60	71	74

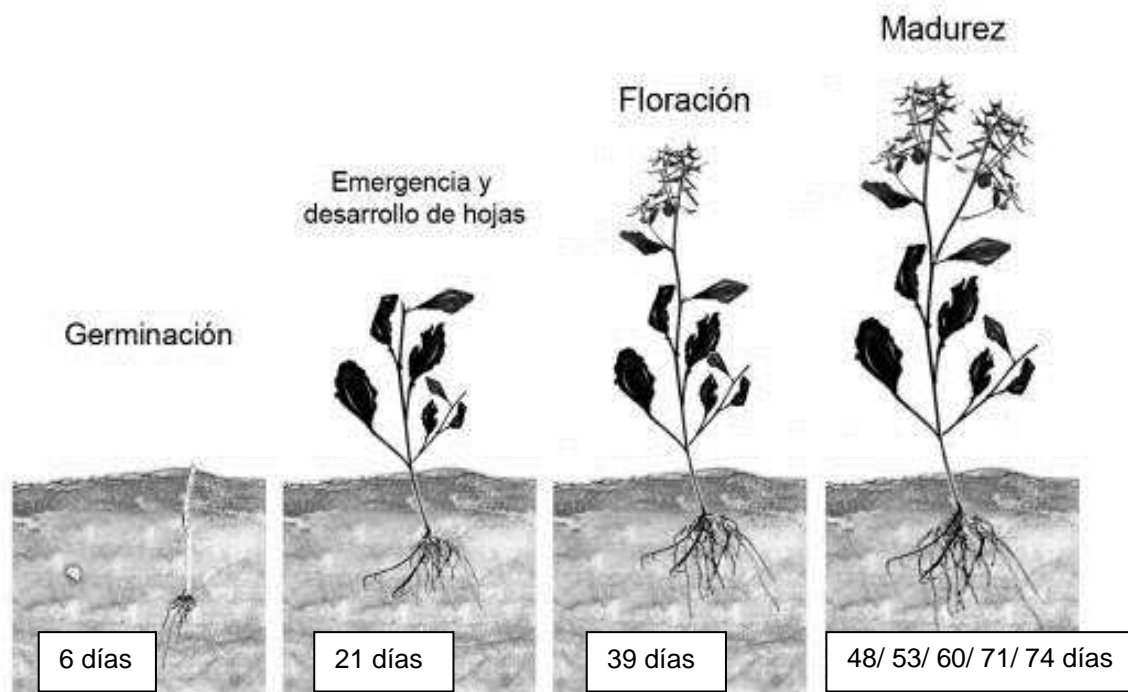
IF Inicio de formación de frutos, FCD Frutos completamente desarrollados, IFS Inicio de formación de semillas, SCD Semillas completamente desarrolladas, MC Madurez completa.

La germinación se presentó seis días después de la siembra, con la aparición de la radícula y presencia de pelos radicales; se encontraron 98 semillas germinadas. El total de semillas germinadas fue de 589 (figura 23).

La emergencia y desarrollo de las hojas inició con la elongación entre los cotiledones y la radícula; a los 21 días se encontraban 295 plantas en fase vegetativa donde se distinguían perfectamente hojas y tallo. La floración a plenitud se presentó a 39 días, ya que 300 plantas presentaron flores pequeñas y amarillas.

La fase de madurez inició con la formación de frutos a los 48 días; 55 plantas presentaron frutos pequeños, alargados, delgados y de color verde, finalizando el día 53, donde 298 plantas tenían frutos completamente desarrollados, de mayor tamaño e hinchados.

Figura 23. Fenología de *Rorippa indica*



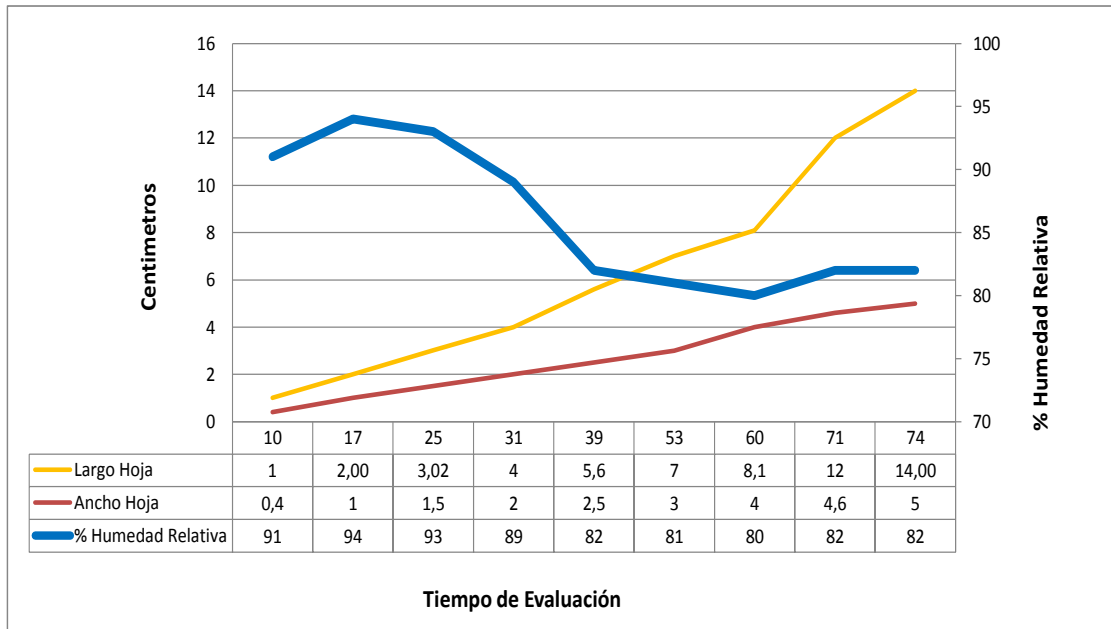
La formación de semillas inició a los 60 días. Al día 71 estaban completamente desarrolladas, observándose frutos semiabiertos y abiertos, con muchas semillas pequeñas de color café, culminando la maduración a los 74 días, donde las plantas presentaron pérdida de hojas y frutos.

Las variables largo y ancho de la hoja, presentaron tamaños de 8.1 y 4 cm respectivamente. El promedio de hojas fue de 14 hojas por planta.

No se encontró correlación entre la temperatura y las variables de la planta; con la humedad relativa la significancia fue alta ($p \leq 0,01$), para el largo de hoja ($r = -0,773$), ancho de hoja ($r = -0,834$), número de hojas ($r = -0,650$), altura de la planta ($r = -0,929$), diámetro ($r = -0,775$), número de inflorescencias por planta ($r = -0,692$), flores por inflorescencia ($r = -0,682$), frutos ($r = -0,95$) y semillas ($r = -0,265$) (anexo 2) (figura 24).

En la figura 24 se puede observar que al disminuir la humedad se incrementó el desarrollo de las hojas y alargamiento de la planta. Durante los primeros días del mes de marzo 2012 (época de siembra) se presentaron episodios de lluvia intensos, situación que pudo ocasionar el anegamiento del suelo, produciendo saturamiento en los macroporos del suelo y asfixia celular a nivel radicular, perdiendo funcionalidad sus raíces y provocando el decaimiento de las plantas (Moreno 2004).

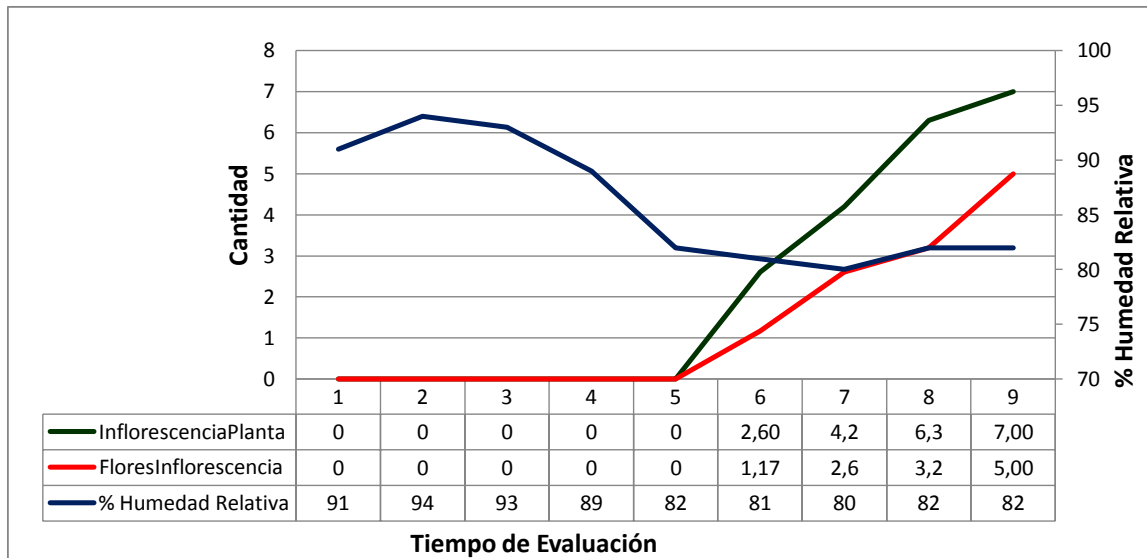
Figura 24. Relación variables de las hojas de *Rorippa indica* y humedad relativa



El crecimiento del tallo se dio de forma rápida a partir del día 21 a medida que se reducía el porcentaje de humedad, alcanzando un diámetro máximo 0.5 mm y longitud promedio de 31,8 centímetros.

La floración inició con la aparición de las primeras inflorescencias, alargadas y de color verde claro, cuando las plantas completaron los 39 días. El número de inflorescencia por planta fue de 7; cada inflorescencia presentó 5 flores por inflorescencia (figura 25).

Figura 25. Relación variable de floración de *Rorippa indica* y humedad relativa



En la figura 25 se puede observar que la humedad relativa presentada durante la floración del día 39 hasta el día 48, cuando se dio el inicio de la formación del fruto, se mantuvo constante entre 82 y 81%, favoreciendo esta fase del desarrollo de la planta.

Una vez las flores fueron fecundadas se inició la formación de frutos; el número de frutos por inflorescencia fue de 19.67 y los frutos presentaron 2 cm de largo, de color verde claro y al final de la etapa, se secaron, tomaron un color café y presentaron una cantidad de semilla de 58.67 promedio por fruto.

3.4 PRODUCCIÓN DE ALIMENTO

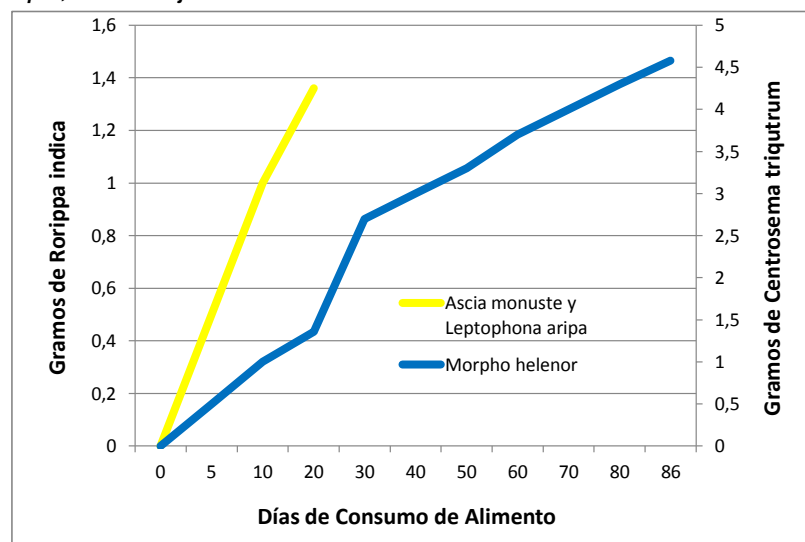
Como se anotó anteriormente, la producción de alimento se calculó en base al porcentaje en materia seca del forraje verde generado por la planta (cuadro 6).

Cuadro 6. Producción en Materia Seca

Planta Nutricia	Forraje Verde (gr)	Peso Seco (gr)	Materia Seca%
<i>Centrosema triquetrum</i>	250	72	28,8
<i>Rorippa indica</i>	100	17,23	17,23

Durante el desarrollo del ciclo larvario de las mariposas se les suministró forraje verde de la respectiva planta nutricia; dicho ciclo es de 86 días para *Morpho helenor* y de 20 para *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*. En promedio las cinco orugas de *Morpho helenor* consumieron 22.9 gramos y *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*, 6.8 gramos de hojas frescas por grupo (figura 26).

Figura 26. Consumo de alimento por oruga de *Morpho helenor*, *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*, en forraje verde



Es de anotar el incremento del consumo, el cual está dado por el desarrollo de la larva, que puede alcanzar hasta 8 cm para *Morpho helenor* y 4 cm para *Ascia monuste* y *Leptophobia*.

Partiendo de una producción de 500 mariposas *Morpho helenor* por ciclo biológico de la especie, se debe suministrar 2290 gr en forraje verde de *Centrosema triquetrum*. Para *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa*, se deberán producir 680 gr de *Rorippa indica* para cada una de las especies, lo que indica que sería necesario mantener al menos 61 plantas de *R. indica* de 21 días por ciclo para cada especie.

Cuadro 7. Consumo de alimento en Materia Seca

Especie de Mariposa	Planta Nutricia	Hojas/Planta	Peso Hoja	Consumo Forraje Verde/Oruga	Consumo Materia Seca/Oruga
<i>Morpho helenor</i>	<i>Centrosema triquetrum</i>	107	2,3 g	4,58 g	1,32 g
<i>Ascia monuste</i>	<i>Rorippa indica</i>	14	0,8 g	1,36 g	0,23 g
<i>Leptophobia aripa</i>	<i>Rorippa indica</i>				

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a la identificación taxonómica de las plantas, *Centrosema triquetrum* y *Rorippa indica* han sido poco estudiadas, obteniendo con este trabajo algunas características morfológicas y fenológicas de importancia para la alimentación de orugas de mariposas.

Centrosema triquetrum es una planta silvestre, con hojas trifoleadas, de forma elíptica, de tallo herbáceo y con hábito de crecimiento trepador; las semillas son redondeadas, grandes y de color café, de raíz fibrosa, con nódulos donde viven en simbiosis la planta y las bacterias. La germinación se da a los 21 días y el comienzo de la etapa de emergencia y desarrollo de las hojas se da a partir de los 41 días.

Rorippa indica es una especie transitoria, con hojas simples, basales, de forma obovada y con margen dentado, el tallo es cilíndrico, delgado y de crecimiento erecto, presenta inflorescencias, las flores son amarillas y pequeñas, los frutos son simples, secos, dehiscentes, las semillas pequeñas y de gran número por planta. El periodo de tiempo entre todas las fases fenológicas es de 74 días, la germinación se presenta 6 días después de la siembra, la emergencia y desarrollo de las hojas se da a los 21 días, la floración a los 39, la madurez inicia a los 48 días, el inicio de formación de semillas se da a los 60 días y finalmente la maduración completa se da a los 74 días, donde las plantas presentan defoliación de hojas y frutos.

La humedad relativa afectó el desarrollo de las dos especies, limitando el crecimiento vegetativo de las plantas y en particular la floración de *Centrosema triquetrum*.

Se deben sembrar 10 plantas de *C. triquetrum* cada 41 días y de *R. indica* 61 plantas cada 21 días para mantener una población de 500 mariposas por especie, de acuerdo con la fase de emergencia y desarrollo de hojas, con el fin de mantener ciclos constantes de producción de mariposas.

5. RECOMENDACIONES

Es importante continuar con los estudios de la especie *Centrosema triquetrum*, en particular de la fenología, ya que a la fecha la planta no presentó floración.

Se requiere seguir investigando sobre las dos plantas en aspectos como la calidad nutricional y realizar de estudios similares en otras regiones del país, para conocer el comportamiento en regiones más secas.

Para la siembra de las plantas se debe manejar la humedad después de la germinación, mediante drenajes que eviten el anegamiento del suelo.

Estudiar la respuesta de las plantas nutricias a un manejo agronómico como fertilización, densidad de siembre y asociación con especies arbóreas.

Realizar evaluaciones de las plantas frente a otras variables meteorológicas, en especial la radiación solar.

Continuar las investigaciones en el tema, ya que son nuevas alternativas de producción agropecuaria más amigable con el ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- A.C.C. Modificaciones de instrucciones para realizar observaciones agrometeorológicas en las estaciones y puestos. Instituto de Meteorología, Ciudad de la Habana: 2001, 236 p.
- ANDREWS L, K. & RUTILO Q, J. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Departamento de Protección vegetal-escual. Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras: 1989.
- CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SUR DE LA AMAZONIA – CORPOAMAZONIA. Plan de Acción Territorial. Mocoa, Putumayo: 2009.
- COSTANTINO L, M. Diversidad, cría y conservación de mariposas del pacífico colombiano. Memorias Congreso Nacional de Biodiversidad (1: Cali, Colombia); 1994.
- _____. *Paradulcedo*, a new genus Satyrinae (Nymphalidae) from western Colombia. En: Journal of the Lepidopterist's Society. Los Angeles: 1992.
- _____. Notes on *Haetera* from Colombia, with descriptions of the immature stages of *Haetera piera* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) Trop. Lepid. Gainesville: 2006.
- CRUZ L., D. Identificación de plantas nutricias de seis especies de mariposas diurnas en el bosque de la C.C.N.N de Umanavanti - Satipo para la zoocría en cautiverio. Huancayo, Perú: 2009.
- DE LA MORENA, I.; RAMOS, J.M. y GARCÍA DEL MORAL, L.F. Análisis del crecimiento y de la producción de grano en cultivos de cebada bajo las condiciones ambientales de la provincia de Granada. II. Evolución y supervivencia de los tallos hijos. Anales de Edafología y Agrobiología. 1986. 779-796.
- DE VIRES, P. The butterflyes of Costa Rica and their natural history. Princenton University Press. New Jersey: 1987.
- GARCIA, F. Familia Brasicáceas. Escuela técnica superior del Medio rural y Enología. Universidad Politécnica de Valencia. España: 2003.
- HEREDIA, K. Marantaceae. In: Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. 2. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera (eds). 2007.

HEYWOOD, V. Plantas con flores. Editorial Reverte S.A. Barcelona: 1985.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Plan de aprovechamiento y uso de los recursos naturales: Guía para empresas de biocomercio. 2003.

_____. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa Inventarios de Biodiversidad, Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental. 2006.

_____. Ciclos de vida y plantas hospederas de lepidópteros con potencial económico en condiciones de colinas bajas del chocó biogeográficos. Seminario Investigación y Manejo de Fauna para la Construcción de Sistemas Sostenibles (2: Cali, 28-30, marzo, 1996). Memorias. 15 p.

KANTOLIC, A. Elementos centrales de ecofisiología del cultivo de soja. En: Manual práctico para la producción de soja. 1ra edición. Ed: M. Díaz Zorita y G. Duarte, Buenos Aires: 2004.

MAES, M. Insectos de Nicaragua. Secretaría Técnica. Managua, Nicaragua. 3 volúmenes, 1900 pp. 1999.

MONASTERIO, P.; GARCÍA, P.; ALEJOS, G.; PÉREZ, A.; TABLANTE, J.; MATURET, W.; RODRÍGUEZ, L. Propuesta para la evaluación fenológica del cultivo de maíz en Venezuela. En: Revista Ciencia y Producción Vegetal. 2007, pág. 59 -68.

MONEO, Marta. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España: 2004.

MULANOVICH A, J. Guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú. PROMPEX, IIAP y GTZ. Marzo, 2007.

PROEXPORT COLOMBIA e INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. Estudio de Mercado, Mariposas en el Estado de California – Estados Unidos. Convenio específico No. 197.1/2003 Proexport Colombia - Instituto von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia: 2003.

OROZCO, Z. Zoocría de mariposas diurnas Rhopalocera en bosques húmedos tropicales del oriente antioqueño. Programa de Biodiversidad. Corporación Autónoma Regional, Rio negro Nare CORNARE. 2003.

RODRÍGUEZ, A. Estudios preliminares sobre la influencia de diferentes factores ambientales en la productividad del Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* ssp). Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Salamanca: 2004.

RUIZ, A. Caracterización Fenológica del Guayabo (*Psidium guayava* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México: 1993.

SBODONI, J. & FLORESTLEVO, L. Estudios de los ciclos biológicos en lepidópteros Mexicanos. Ann. Inst. Biol. U.N.A. Ciudad de México. 1988.

STEVENS, W. Angiospermas (Fabaceae - Oxalidaceae). En: Monografías in systematic botany from the Missouri Botanical Garden. 2001, vol. 82, 85.

TORRES, E. Coevolución de mariposas y enredaderas. Investigación y Ciencia. 1995.

URETRA, B. & DONOSO, L. Conservation of neotropical paleoenvironments: Insects as indicators. En: Collins, N. M and J.A. 1956.

ANEXOS

ANEXO A. CORRELACIÓN DE LA MATRIZ ORIGINAL DE *Centrosema triquetrum*

		Temperatura	HumedadRelativa	AlturaTallo	DiametroTallo	LargoHoja	AnchoHoja	HojasPlanta
Temperatura	Correlación de Pearson	1	-,565(**)	,645(**)	,500(**)	,569(**)	,541(**)	,534(**)
	Sig. (bilateral)		0,001	0,000	0,004	0,001	0,002	0,002
	N	31	31	31	31	31	31	31
HumedadRelativa	Correlación de Pearson	-,565(**)	1	-,774(**)	-,693(**)	-,810(**)	-,743(**)	-,730(**)
	Sig. (bilateral)	0,001		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	31	31	31	31	31	31	31
AlturaTallo	Correlación de Pearson	,645(**)	-,774(**)	1	,918(**)	,968(**)	,968(**)	,962(**)
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	31	31	31	31	31	31	31
DiametroTallo	Correlación de Pearson	,500(**)	-,693(**)	,918(**)	1	,910(**)	,983(**)	,985(**)
	Sig. (bilateral)	0,004	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	31	31	31	31	31	31	31
LargoHoja	Correlación de Pearson	,569(**)	-,810(**)	,968(**)	,910(**)	1	,952(**)	,944(**)
	Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	31	31	31	31	31	31	31
AnchoHoja	Correlación de Pearson	,541(**)	-,743(**)	,968(**)	,983(**)	,952(**)	1	,998(**)
	Sig. (bilateral)	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	31	31	31	31	31	31	31
HojasPlanta	Correlación de Pearson	,534(**)	-,730(**)	,962(**)	,985(**)	,944(**)	,998(**)	1
	Sig. (bilateral)	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	31	31	31	31	31	31	31

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

ANEXO B. CORRELACIÓN DE LA MATRIZ ORIGINAL DE *Rorippa indica*

		Temperatura	Humedad	Altura	Diametro	LargoH	AnchoH	Hojasplanta	Noinflores	floresinflore	semillas	frutosinflo
Temperatura	Correlación de Pearson	1	-.730(*)	0,650	0,513	0,544	0,588	0,607	0,661	0,585	0,085	0,649
	Sig. (bilateral)		0,026	0,058	0,158	0,130	0,096	0,083	0,052	0,098	0,827	0,058
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Humedad	Correlación de Pearson	-.730(*)	1	-.929(**)	-.755(*)	-.773(*)	-.834(**)	-0,650	-.692(*)	-0,647	-0,265	-.682(*)
	Sig. (bilateral)	0,026		0,000	0,019	0,014	0,005	0,058	0,039	0,060	0,490	0,043
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Altura	Correlación de Pearson	0,650	-.929(**)	1	,940(**)	,930(**)	,973(**)	,830(**)	,858(**)	,822(**)	0,432	,850(**)
	Sig. (bilateral)	0,058	0,000		0,000	0,000	0,000	0,006	0,003	0,007	0,246	0,004
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Diametro	Correlación de Pearson	0,513	-.755(*)	,940(**)	1	,954(**)	,969(**)	,887(**)	,895(**)	,856(**)	0,495	,880(**)
	Sig. (bilateral)	0,158	0,019	0,000		0,000	0,000	0,001	0,001	0,003	0,176	0,002
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LargoH	Correlación de Pearson	0,544	-.773(*)	,930(**)	,954(**)	1	,979(**)	,953(**)	,953(**)	,943(**)	0,648	,946(**)
	Sig. (bilateral)	0,130	0,014	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,059	0,000
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
AnchoH	Correlación de Pearson	0,588	-.834(**)	,973(**)	,969(**)	,979(**)	1	,914(**)	,928(**)	,908(**)	0,542	,927(**)
	Sig. (bilateral)	0,096	0,005	0,000	0,000	0,000		0,001	0,000	0,001	0,131	0,000
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Hojasplanta	Correlación de Pearson	0,607	-0,650	,830(**)	,887(**)	,953(**)	,914(**)	1	,994(**)	,972(**)	0,619	,988(**)
	Sig. (bilateral)	0,083	0,058	0,006	0,001	0,000	0,001		0,000	0,000	0,075	0,000
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Noinflores	Correlación de Pearson	0,661	-.692(*)	,858(**)	,895(**)	,953(**)	,928(**)	,994(**)	1	,980(**)	0,612	,996(**)
	Sig. (bilateral)	0,052	0,039	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000		0,000	0,080	0,000
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
floresinflore	Correlación de Pearson	0,585	-0,647	,822(**)	,856(**)	,943(**)	,908(**)	,972(**)	,980(**)	1	,743(*)	,986(**)
	Sig. (bilateral)	0,098	0,060	0,007	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000		0,022	0,000
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
semillas	Correlación de Pearson	0,085	-0,265	0,432	0,495	0,648	0,542	0,619	0,612	,743(*)	1	0,625
	Sig. (bilateral)	0,827	0,490	0,246	0,176	0,059	0,131	0,075	0,080	0,022		0,072
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
frutosinflo	Correlación de Pearson	0,649	-.682(*)	,850(**)	,880(**)	,946(**)	,927(**)	,988(**)	,996(**)	,986(**)	0,625	1
	Sig. (bilateral)	0,058	0,043	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,072	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

