



# La taxonomía integrativa en la resolución de problemas taxonómicos en plagas de la caficultura colombiana.

**Luis Miguel Constantino**  
Disciplina de Entomología-Cenicafé

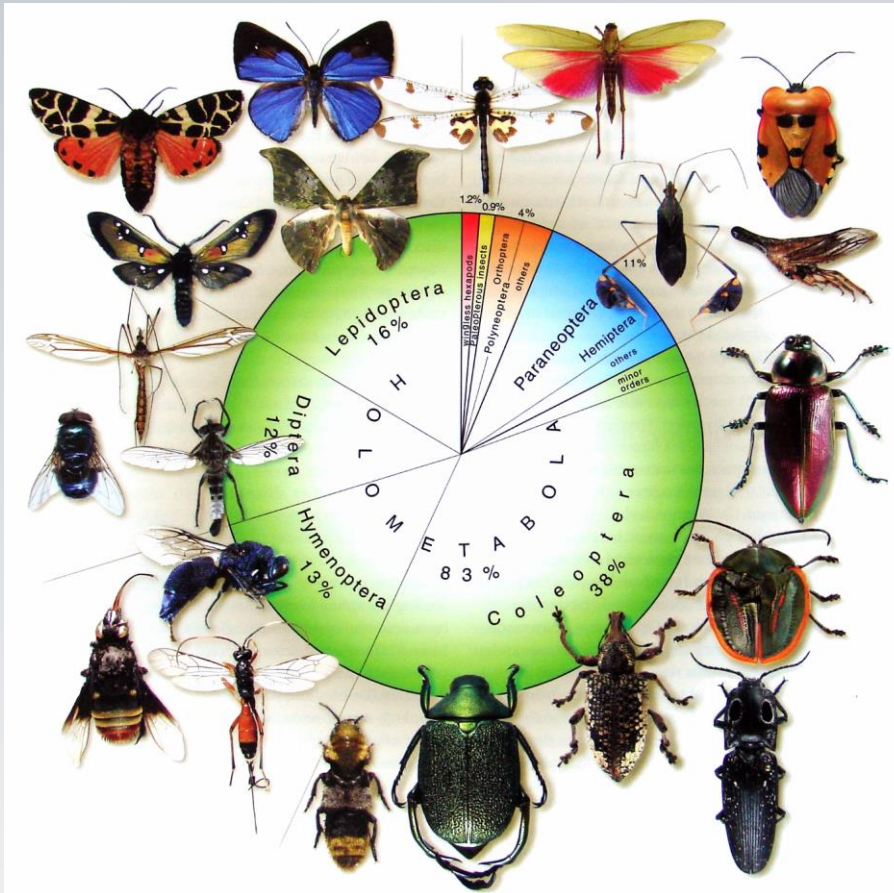
29 de agosto de 2022



# Contenido del seminario

- Biodiversidad en cifras
- La importancia de la taxonomía.
- Que es la taxonomía integrativa.
- El Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN).
- El concepto de especie.
- Como definir y reconocer una buena especie. Cuantas especies hay ?
- Taxones que no pueden ser especies validas de acuerdo a las normas ICZN.
- El origen de las especies y la selección natural.
- Estudios de caso.

# Cual es el número de seres vivos ?



Los taxónomos han descrito a la fecha 1'900.000 sp.

- 1'424.000 animales
- 1'350.000 invertebrados
- 1'000.000 insectos
- 310.000 plantas
- 120.000 hongos
- 55.000 protistas
- 10.000 bacterias

# Colombia, país megadiverso

Colombia **2<sup>do</sup>** país mas rico en diversidad biológica, contiene el 10% de la flora y fauna mundial



Carlos Keller



1954 sp. aves 1er lugar  
 3700 sp. Mariposas 1er lugar  
 4270 sp. de orquídeas 1er lugar  
 791 sp. Anfibios 2<sup>do</sup> lugar  
 45 mil sp. plantas 2<sup>do</sup> lugar  
 588 sp. reptiles 4<sup>to</sup> lugar  
 524 sp. mamíferos 4<sup>to</sup> lugar  
 1572 sp. de peces de agua dulce.

# La importancia de la taxonomía

**La taxonomía:** Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación; se aplica, en especial, dentro de la biología para la ordenación jerarquizada y sistemática de los grupos de animales y de vegetales en familias, ordenes, géneros y especies.



La taxonomía es una ciencia porque para desarrollar un trabajo de investigación sobre una sp. debe plantear una **hipótesis** de trabajo.

¿El taxón que estoy estudiando corresponde a una **buena especie** o no ?  
Y a **cual especie** corresponde ? Como lo demuestro ?



# Hoy en día la taxonomía es integrativa

La taxonomía integra diferentes técnicas:

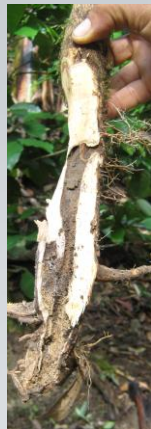
- morfológicas
- biológicas
- ecológicas
- genéticas
- etológicas
- moleculares

complementado con otras ciencias como la

- biogeografía
- biología evolutiva



## Museo Entomológico Marcial Benavides- MEMB, Colección de referencia de artrópodos plaga y benéficos de la región cafetera colombiana



- 38.482 ejemplares registrados, desde el año 1935.
- Prestar apoyo al servicio de extensión de la FNC, a los caficultores e investigadores en la identificación taxonómica de las sp. y sus enemigos naturales.



## Deposito de material tipo en el MEMB



***Plagiohammus colombiensis*** Constantino, Benavides & Esteban, 2014.

(Coleoptera: Cerambycidae)

Localidad tipo: Serranía de Perijá, Cesar



***Corthylus zulmae*** Wood, 2007 (Coleoptera: Scolytinae)

Localidad tipo: Rio Blanco, Manizales, Caldas



***Poecilocloeus coffeaphilus*** Cadena, Cardona & Constantino, 2018.

Localidad tipo: Concordia, Antioquia.

(Orthoptera: Acrididae)



# Carlos Linneo (1707-1778)

## El padre de la taxonomía



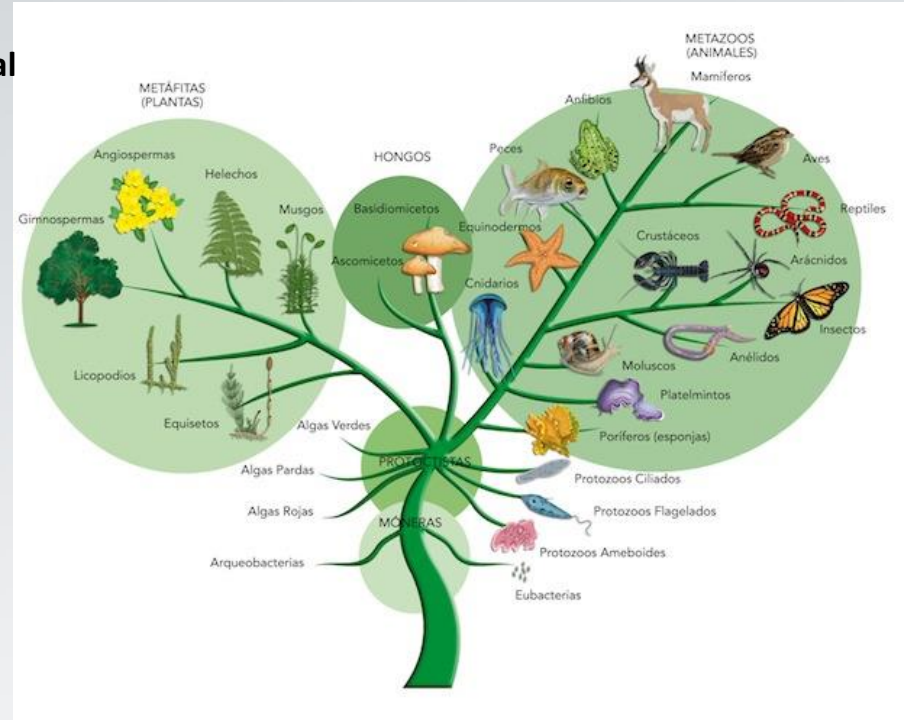
Naturalista Sueco

El Sistema de Nomenclatura binomial

El sistema de clasificación y ordenación

- Reino
- Filum
- Clase
- Orden
- Familia
- Genero
- Especie
- Subespecie

Describió mas de 8000 especies de animales y 6000 de plantas



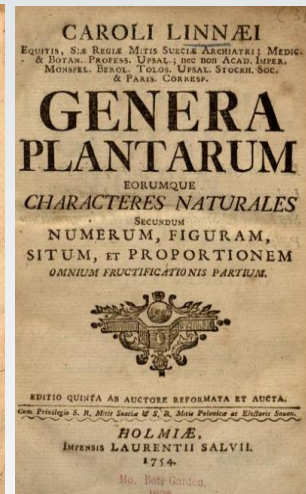
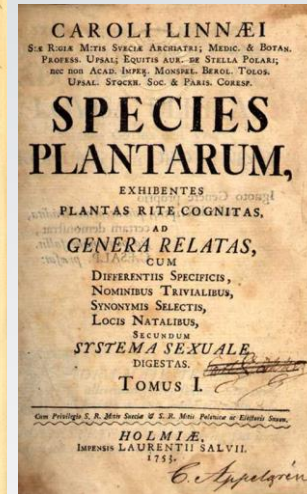
Clasificación ordenada y jerarquizada de los seres vivos

# El Café *Coffea arabica* Linnaeus, 1753

Descrita por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum* 1: 172. 1753.

El genero *Coffea* Linnaeus, 1753 en *Genera Plantarum*, ed. 5, 209, p. 80. 1754.

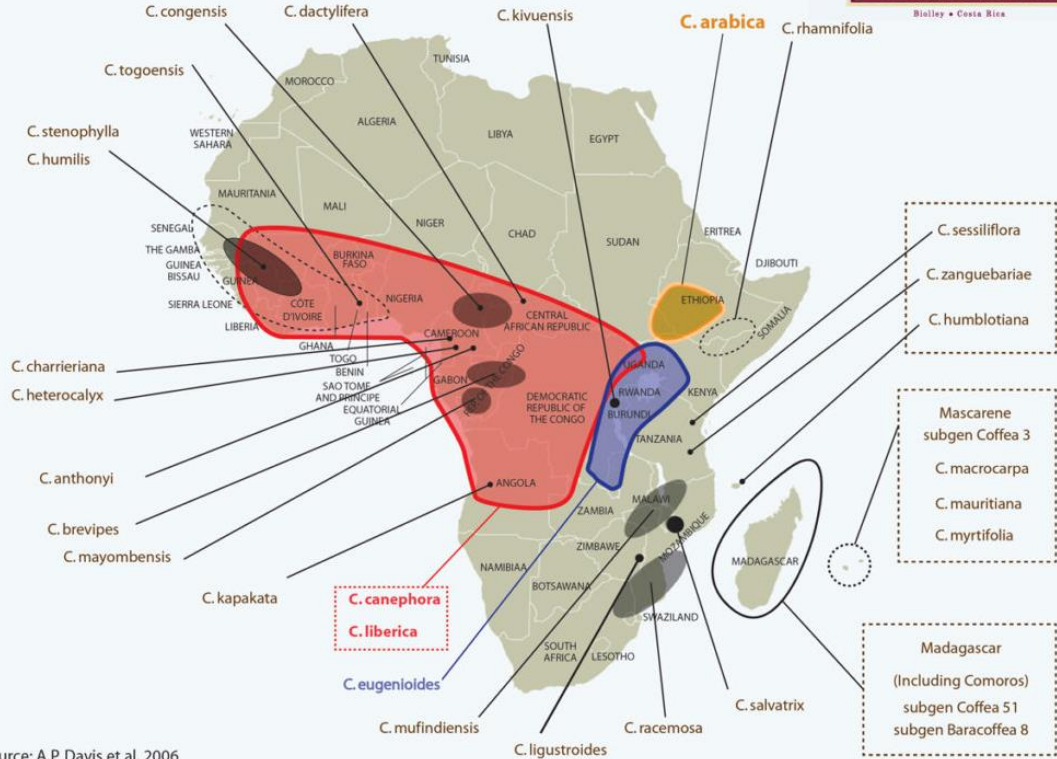
El nombre genérico procede del nombre **Kafa**, el lugar donde descubrieron el café.



# Lugar de origen de las especies de Coffea



## AFRICA Geographic Origin of Coffea Species



103 especies descritas en el genero Coffea



Source: A.P. Davis et al, 2006

# Sistemática

La ciencia que estudia la variedad de seres que existen o han existido, tratando de organizarlos en sistemas de clasificación filogenética cuyas reglas y principios dicta la Taxonomía

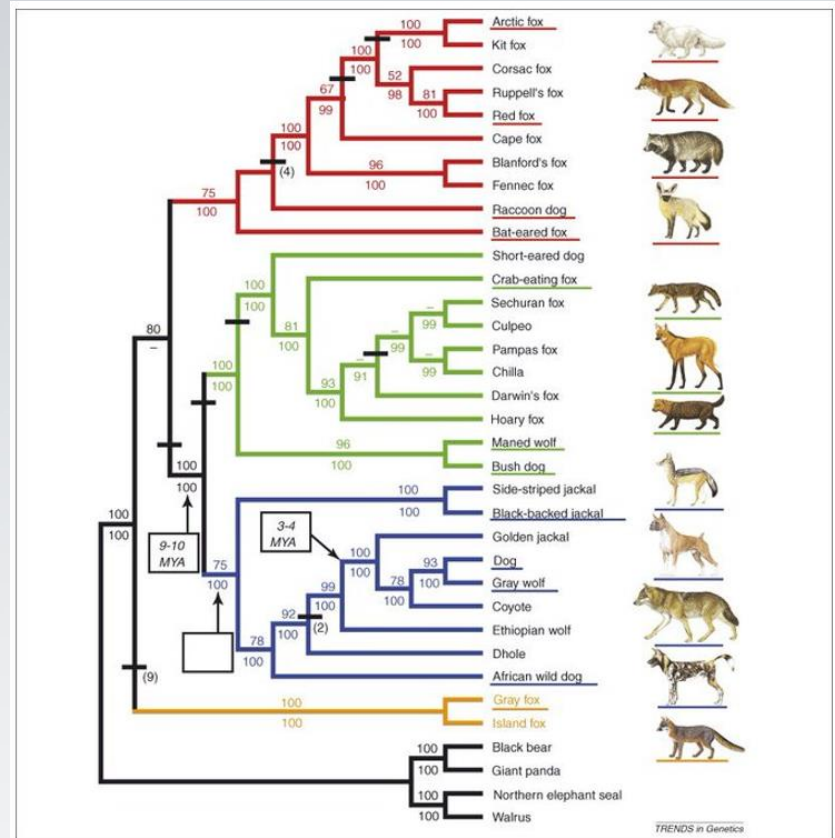


*Canis lupus familiaris* (Perro domestico)

*Canis lupus lupus* (Lobo)

*Canis latrans* (Coyote)

## Filogenia de los Canidos (Carnivora:Canidae)

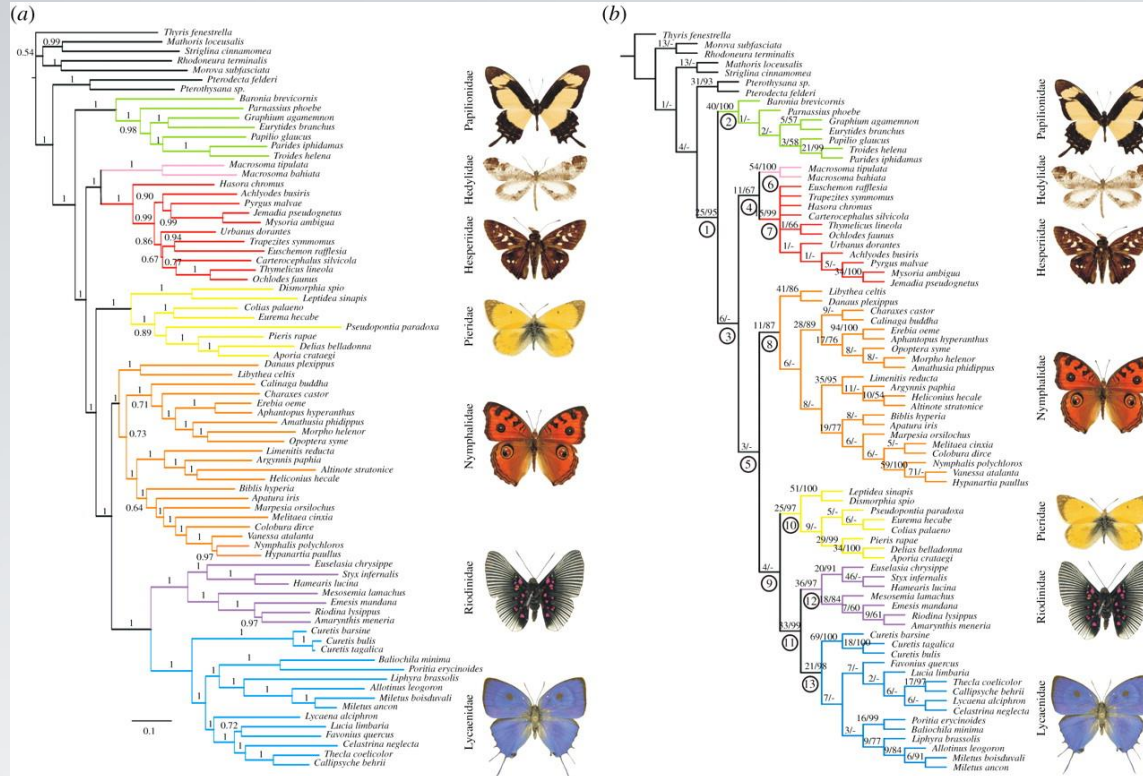


# Análisis filogenéticos basado en datos morfológicos y moleculares

MORFOLOGICO

vs

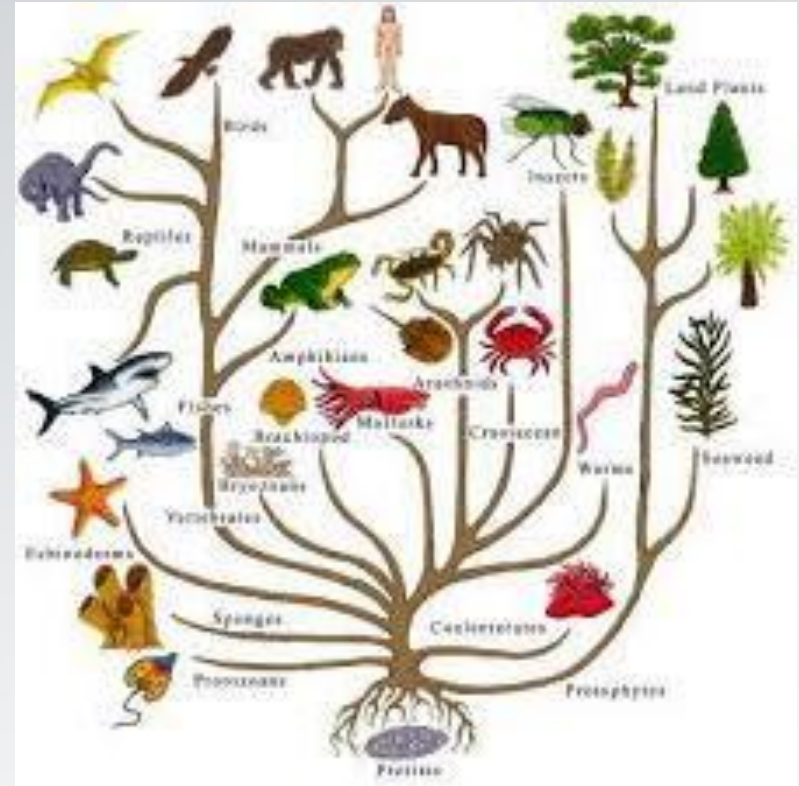
MOLECULAR



# El concepto de especie

El dilema de cómo definir, interpretar o reconocer una buena especie, la cual varía o depende de los diferentes puntos de vista o corriente filosófica y científica.

La especie biológica es un grupo o población natural de individuos que pueden cruzarse entre sí, pero que están aislados reproductivamente de otros grupos afines (Mayr 1942)



# El Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN)

Reglamenta y establece las normas que rigen los nombres científicos que damos a los animales, en las diferentes agrupaciones que de ellos hacemos (Familias, géneros, especies etc.).

Taxones que no son reconocidos como especies validas:

- Formas
- Variedades
- Híbridos
- Subespecies o razas
- Aberraciones
- Dimorfismo sexual

# Variabilidad genética en la batatilla purpura *Ipomomoea purpurea* (Convolvulaceae) (Presenta polimorfismo cromático natural)



Fotos: Luis M. Constantino



## Polimorfismo cromático en la araña cangrejo *Gasteracantha cancriformis* (Araneidae)



Fotos: Luis M. Constantino

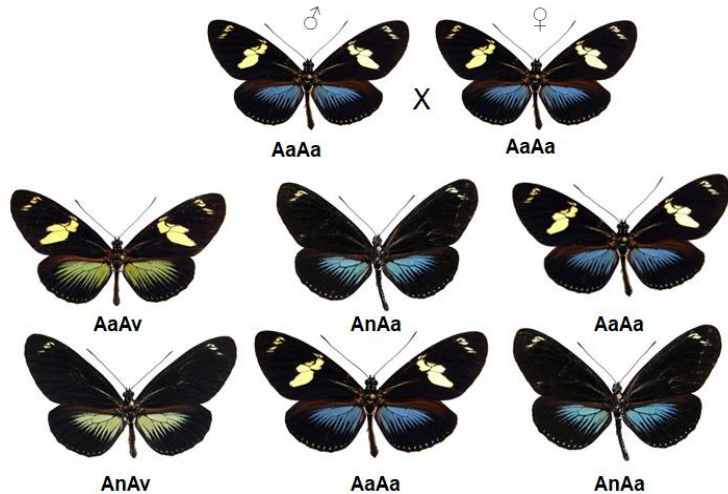
# ESTUDIO DEL POLIMORFISMO CROMATICO EN *Heliconius doris* (LEPIDOPTERA:HELICONIINAE)



Constantino, L.M., Gil, Z & G. Corredor, 2005

# DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA FENOTIPICA DE *Heliconius doris* MEDIANTE CRUZAMIENTOS INTRAESPECIFICOS DE DOS POBLACIONES DEL VALLE Y CALDAS

Frecuencias fenotípicas de los cruces obtenidos en Cali, Valle, 1000 msnm



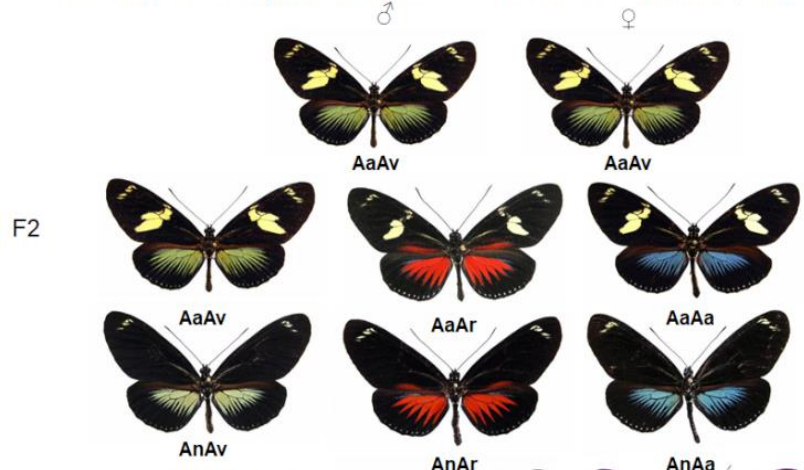
N= 98  
individuos

44 % AaAa azul  
28% AnAa azul  
16% AaAv verde  
11% AnAv verde



*Heliconius sara brevimaculatus*

Frecuencias fenotípicas de los cruces obtenidos en Chinchina, Caldas, 1450 m



F2

N= 395  
individuos

47 % AaAv verde  
12% AnAv verde  
24% AaAa azul  
10% AnAa azul  
5 % AaAr rojo  
2 % AnAr rojo



*H. clysonimus*



*H. sara*

Constantino, L.M., Gil, Z & G. Corredor, 2005

# Melanismo y Albinismo



Jaguar



Papilio polyxenes



Tigre de Bengala



Pantera



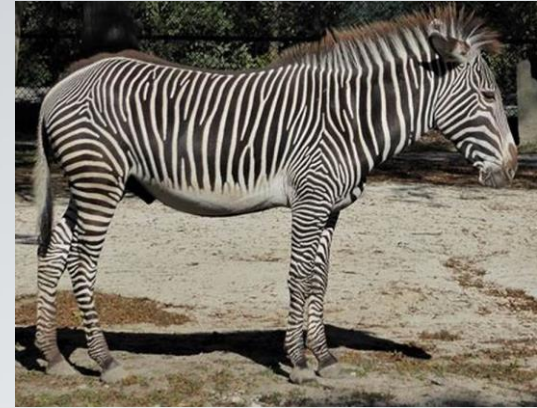
# Híbridos: cruce entre dos especies diferentes



Caballo



Burro



Zebra



Mula

**Estériles**



Zeballo

# Hibridación natural entre *Heliconius cydno* y *Heliconius melpomene*



# Natural hybridization of *Heliconius cydno* in Colombia (Lepidoptera: Heliconiinae)

Luis Miguel Constantino & Julian A. Salazar

Bolet. Cient. Mus. Hist. Nat. Vol 2 (1): 41-45, 1998



*H. cydno cydnides*

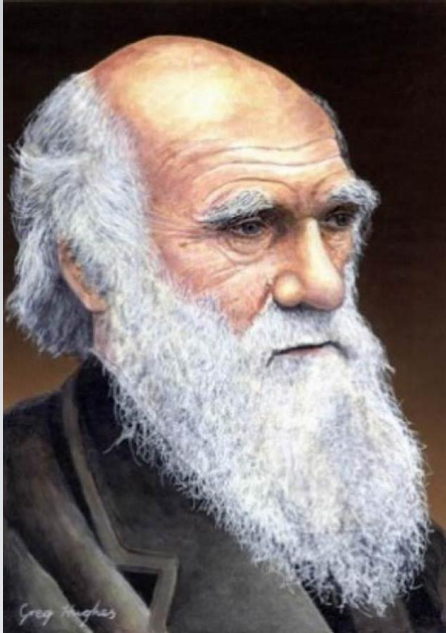
*H. cydno zelinde*

*H. cydno weymeri*

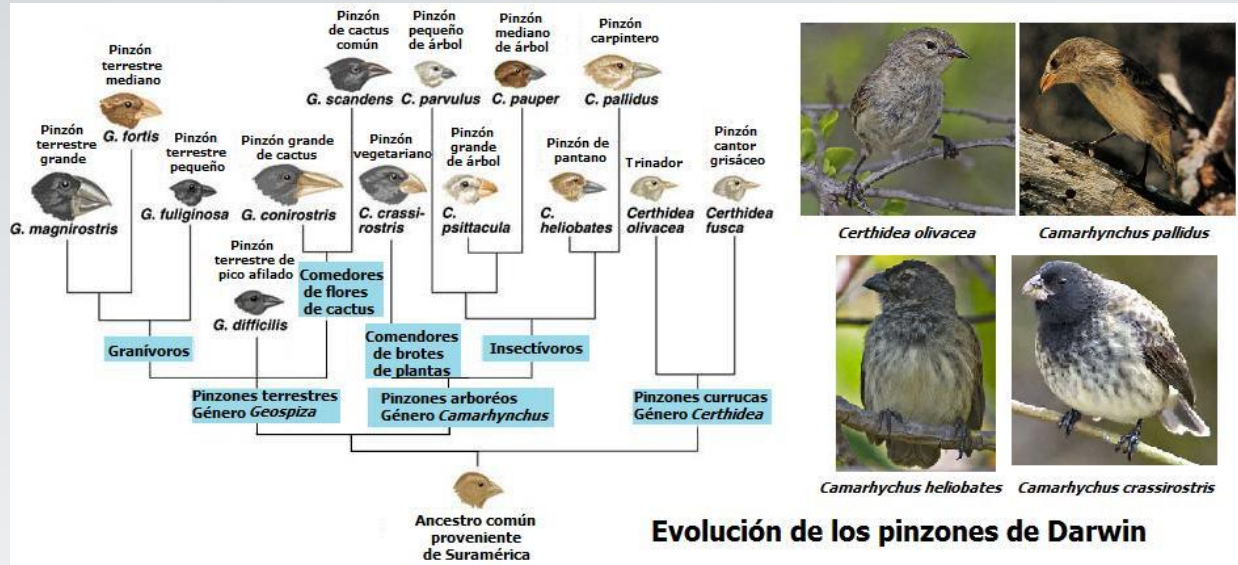


# Charles Darwin (1809-1882)

Planteó la idea de la **Evolución Biológica** a través de la **Selección Natural** en su obra *El Origen de las Especies* (1859)



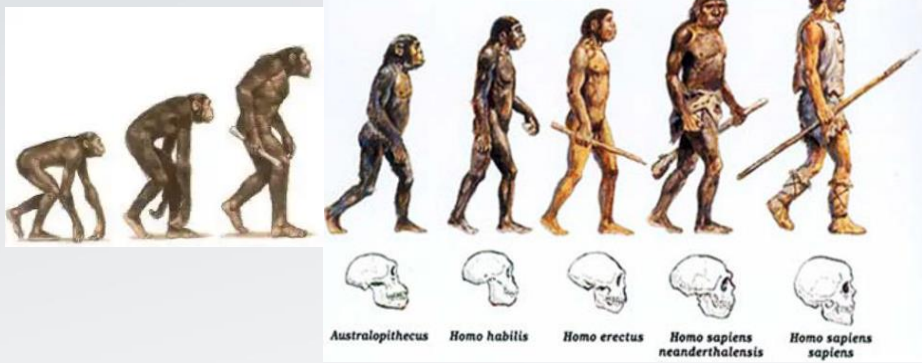
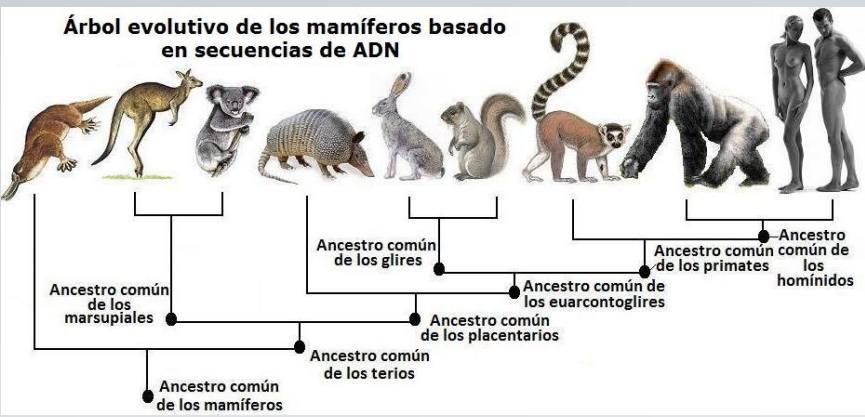
Naturalista Ingles



Evolución de los pinzones de Darwin

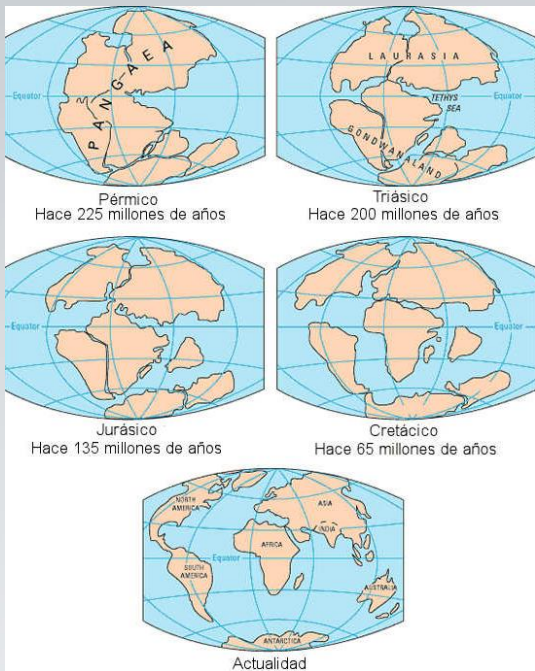


# Todas las especies de seres vivos han evolucionado con el tiempo a partir de un antepasado común mediante un proceso de selección natural

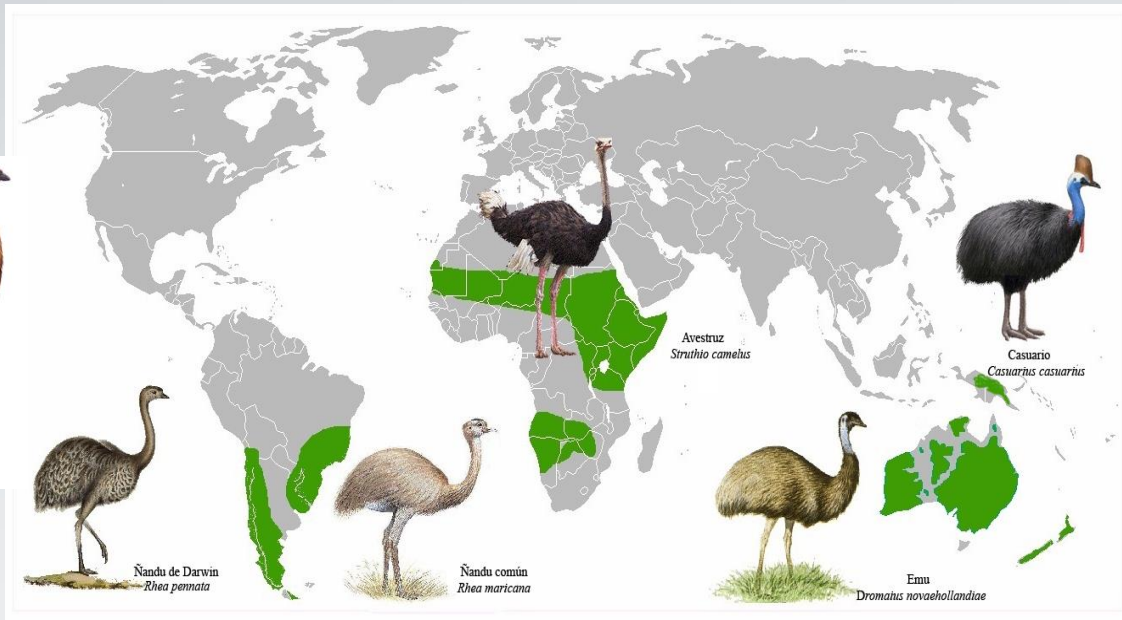


Huellas dactilares iguales a las de los humanos

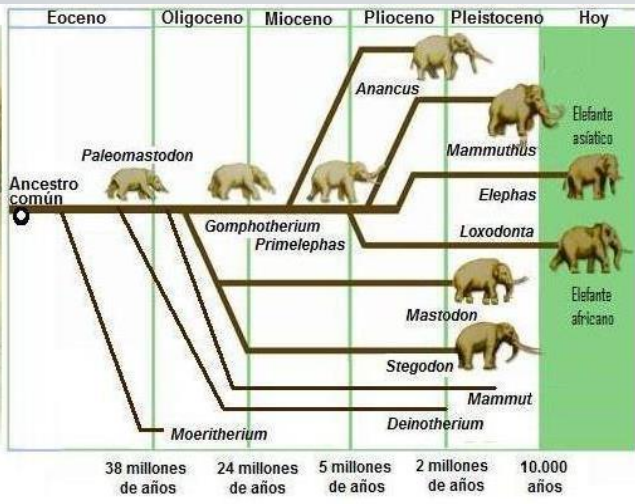
# Especiación y evolución del avestruz



*Aepyornis*

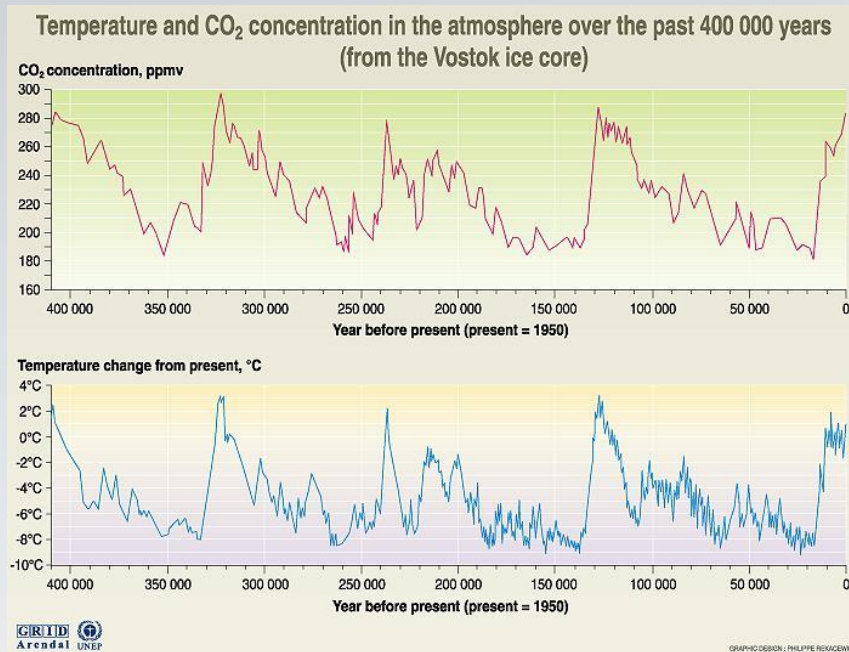


# El cambio climático moldeó la evolución de los seres vivos en el planeta tierra



# Calentamiento global o enfriamiento global ?

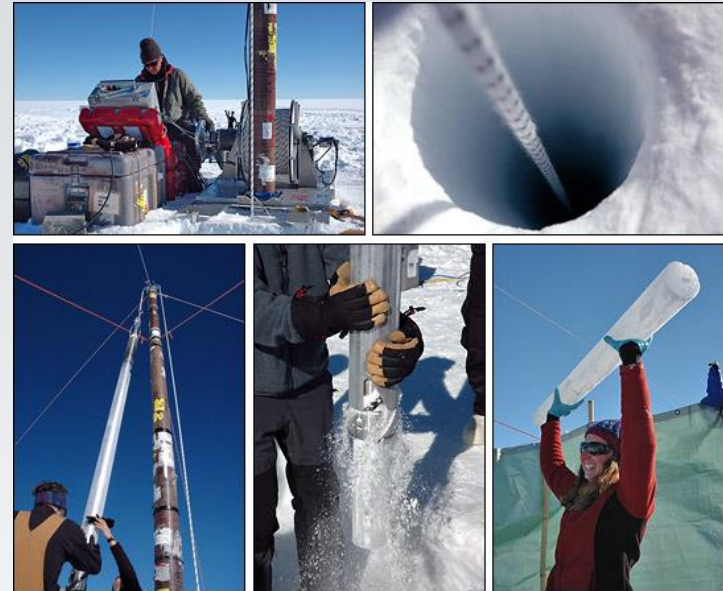
## Temperatura y concentración de CO<sub>2</sub> durante los últimos 4 periodos glaciares en el planeta tierra



Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3/June), pp 429-436, 1999.

Petit, J.R, J. Jouzel et al. 1999

## Perforación de los casquetes glaciares en la Antártida

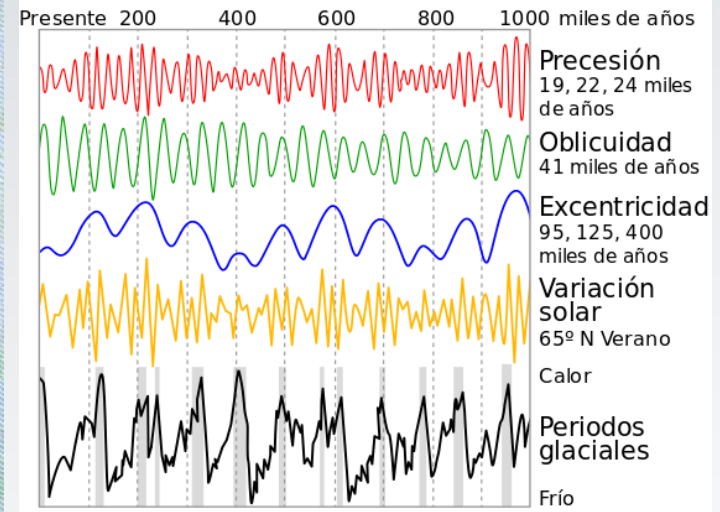
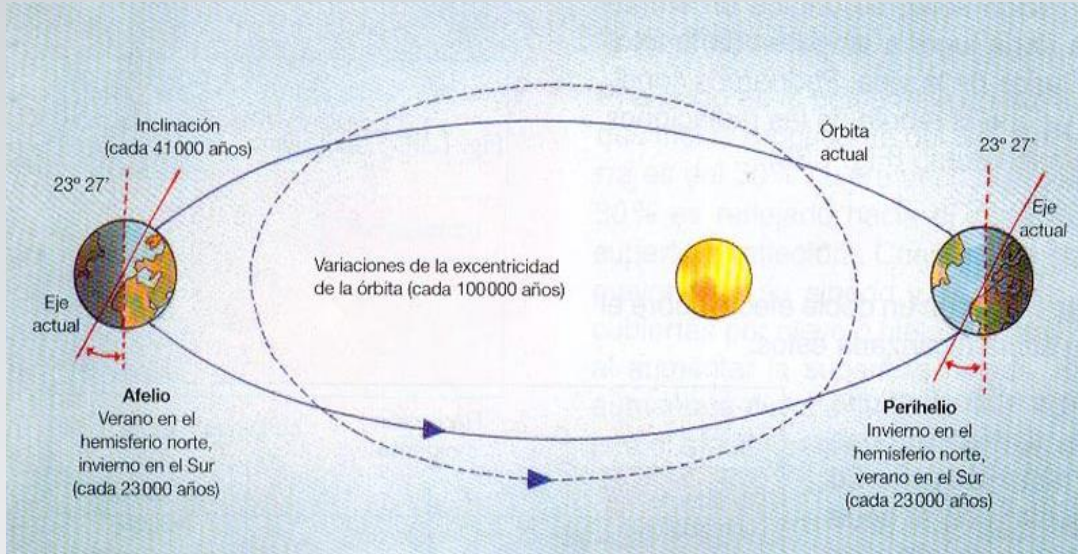


Riebeek, 2005

# Variaciones orbitales o Ciclos de Milankovitch que producen los periodos glaciares

**Excentricidad de la órbita,** basada en lo estirada de la elipse cada 100.000 años

**Oblicuidad:** cambios en el ángulo del eje de rotación de la tierra (+ o - inclinación), cada 23.000 años



Petit, J.R, J. Jouzel et al. 1999

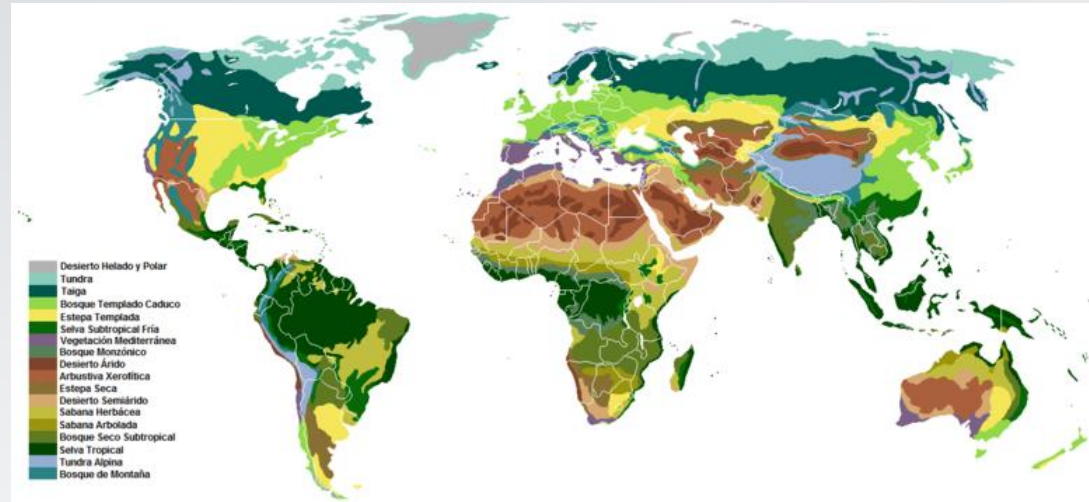
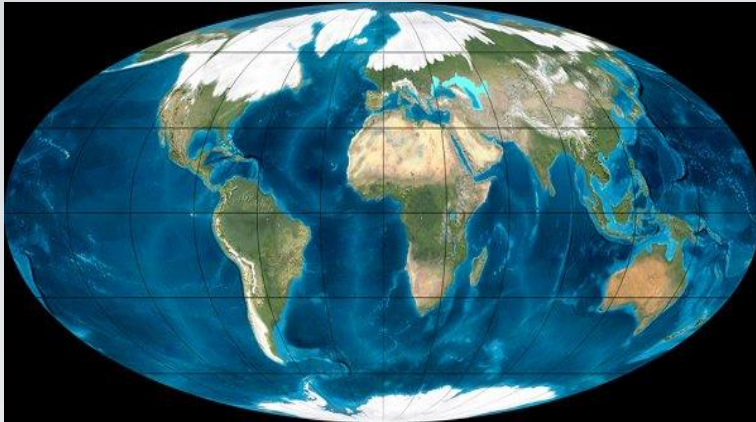
# La biogeografía: Estudia la distribución de los seres vivos

## Teoría de los refugios pleistocénicos

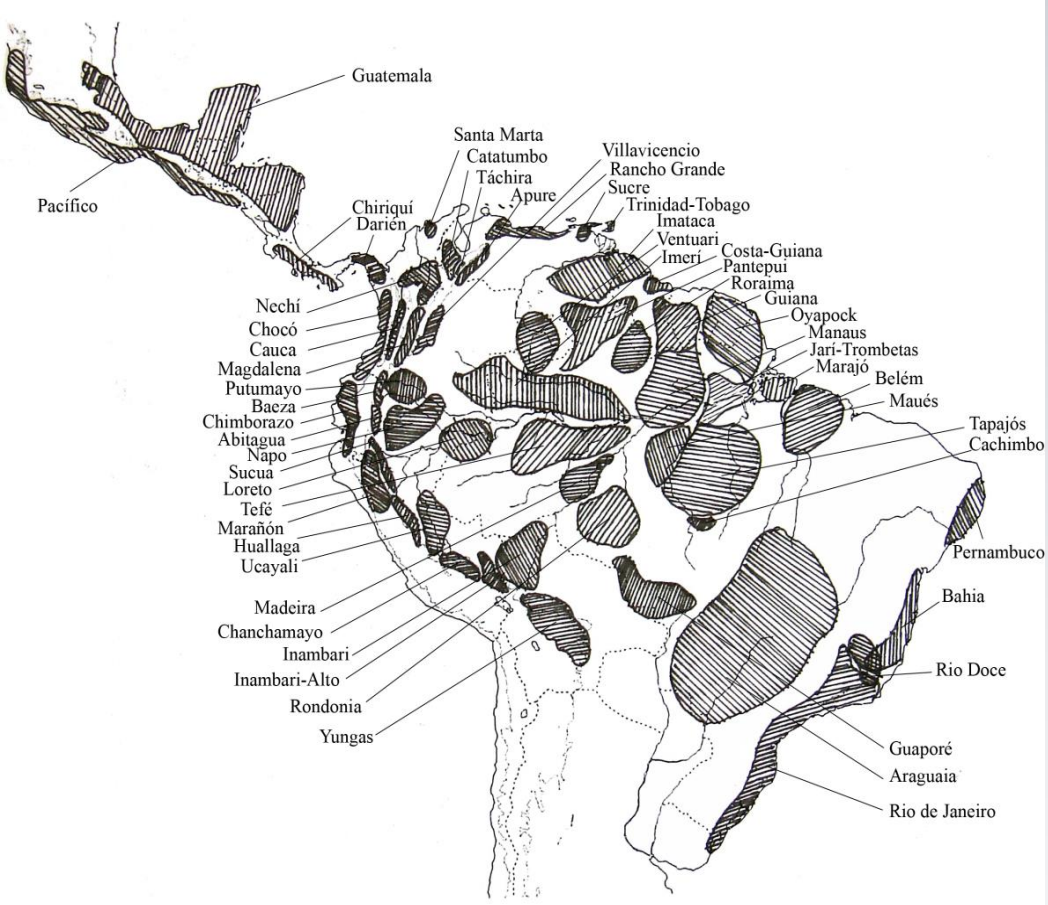
### Especiación alopátrica en refugios durante el pleistoceno

Durante el último periodo glacial en el Pleistoceno hace 20.000 años, provocó durante miles de años un cambio climático desfavorable para los bosques húmedos, creando islas o parches de vegetación aisladas.

## Biomás terrestres actuales



# Refugios pleistocénicos (Centros de endemismo)



Brown, 1979

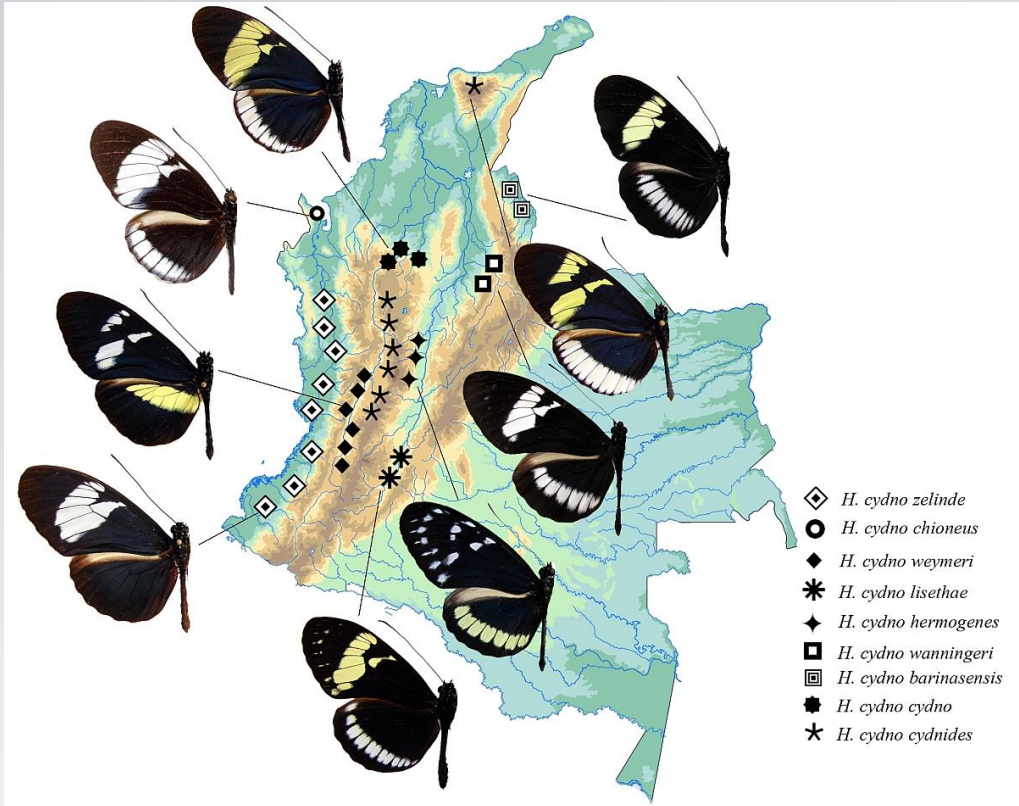
# Provincias biogeográficas



Morrone, 2001



# Evolución alopátrica en poblaciones geográficamente aisladas de *Heliconius cydno* en Colombia



Constantino y Salazar, 2016



# Evolución simpátrica de dos especies hermanas o crípticas que

usan la misma planta hospedera Ej: *Colobura dirce* Linnaeus, 1758 y *Colobura annulata* Willmott, Constantino & Hall, 2001 (Lepidoptera: Nymphalinae)



*Colobura annulata*



*Cecropia peltata*



*Colobura dirce*



Estratificación vertical



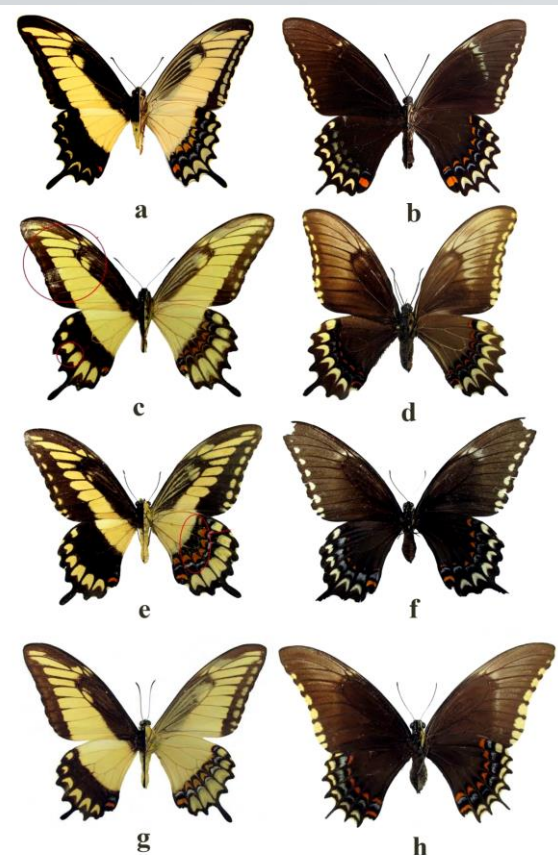
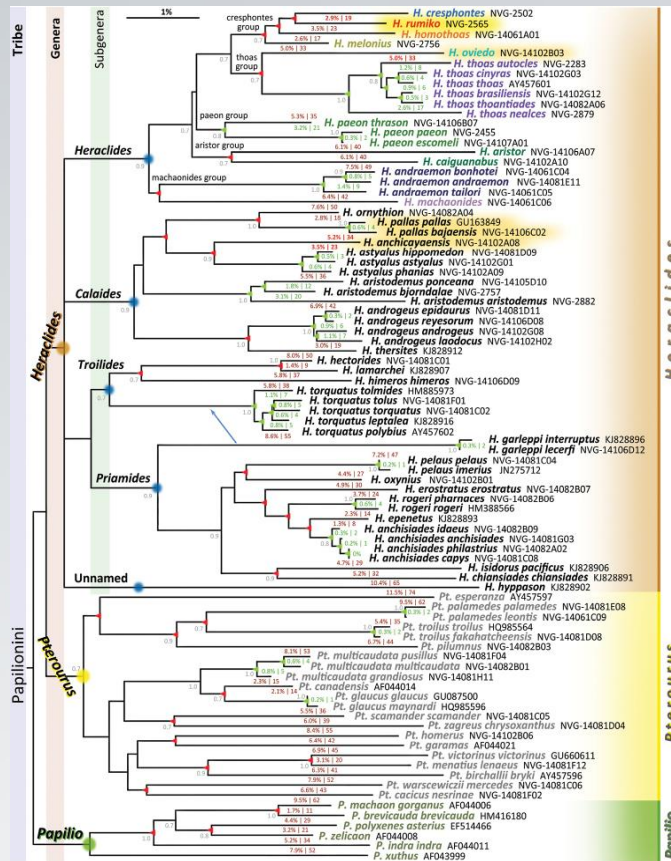
dosel del bosque



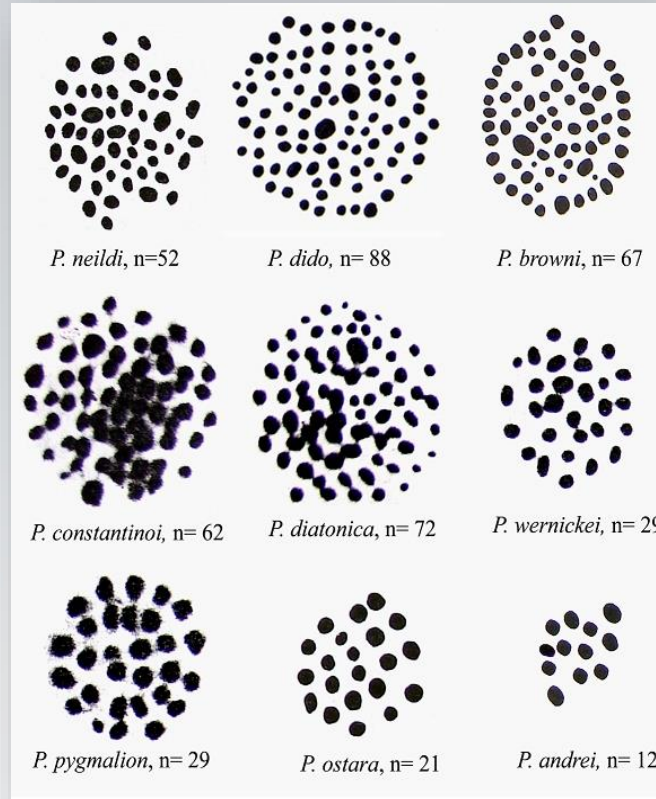
Sotobosque

Willmott, Constantino & Hall, 2001

# Evidencia morfológica y molecular confirman a *Heraclides anchicayaensis* Constantino, Le Crom & Salazar 2002 como una buena especie diferente de *H. astyalus*

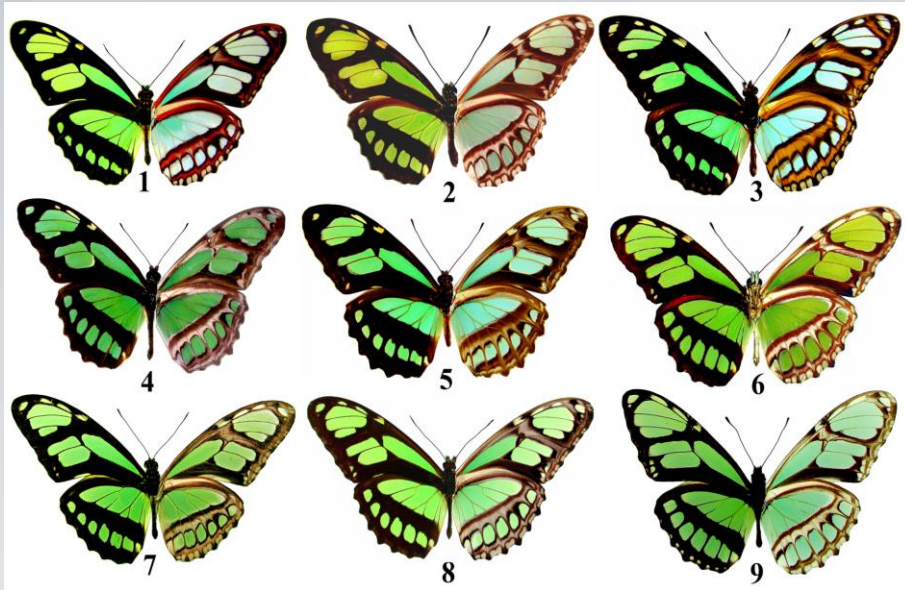


# Evolución alopátrica en el complejo *Philaethria dido*, especies hermanas miméticas con diferente número de cromosomas (Lepidoptera: Nymphalidae: Heliconiinae)

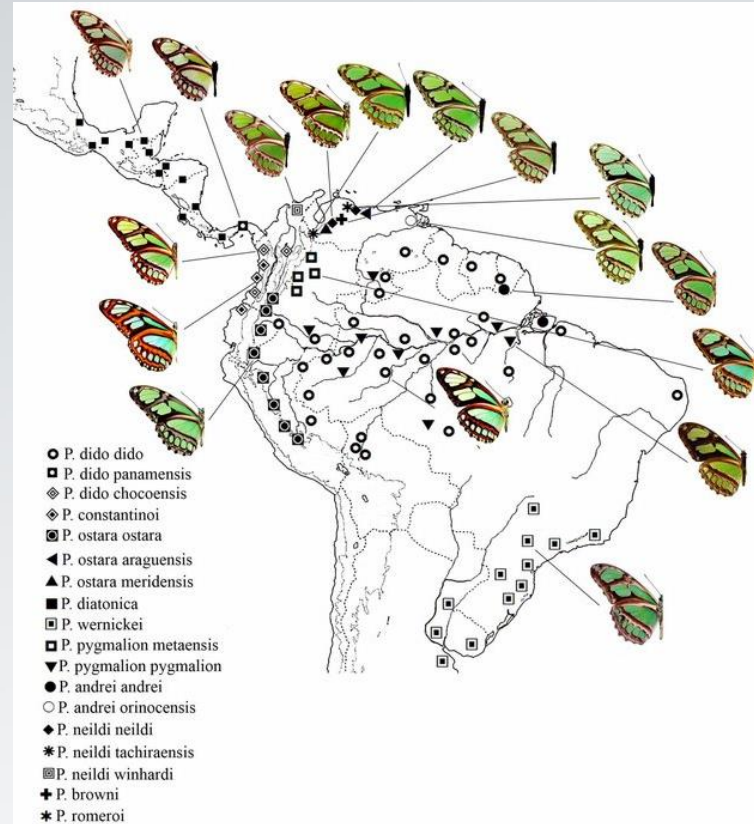


Números de cromosomas haploides en el complejo de especies de mariposas del genero *Philaethria* (primera placa de la división metafásica meiótica de los espermatocitos) para diferente especies Constantino & Salazar, 2010. Aumento de 2800-2900 x.

# Evolución alopátrica en el complejo *Philaethria dido*, especies hermanas miméticas con diferente numero de cromosomas

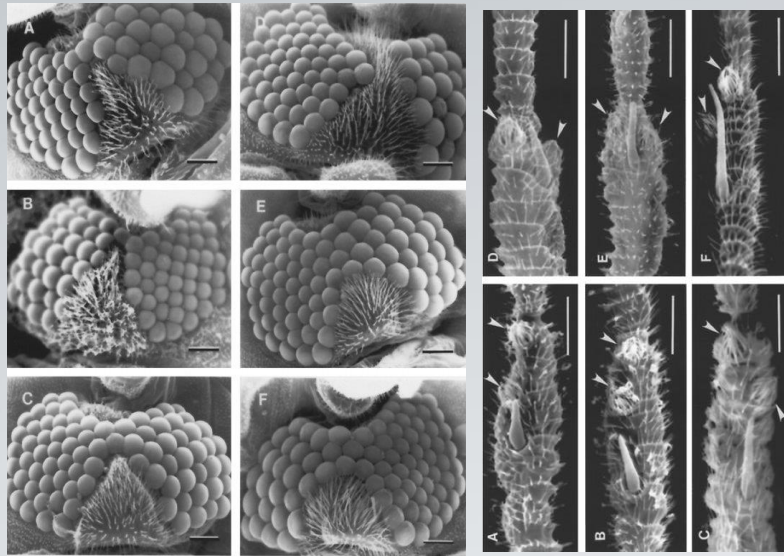


1. *P. dido* Linnaeus, 1763. 2. *P. diatonica* Fruhstorfer, 1912. 3. *P. constantinoi* Salazar 1991. 4. *P. wernickei* Rober, 1906. 5. *P. pygmalion* Fruhstorfer, 1912. 6. *P. neildi* Constantino & Salazar, 2010. 7. *P. andrei* Brevignon 2002. 8. *P. ostara* Rober, 1906. 9. *P. romeroi* Constantino & Salazar, 2010.



Constantino & Salazar, 2010

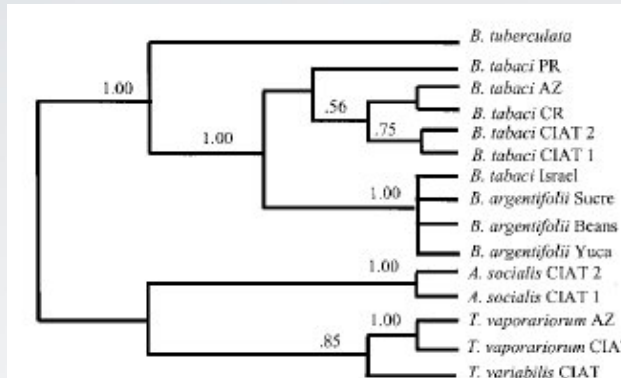
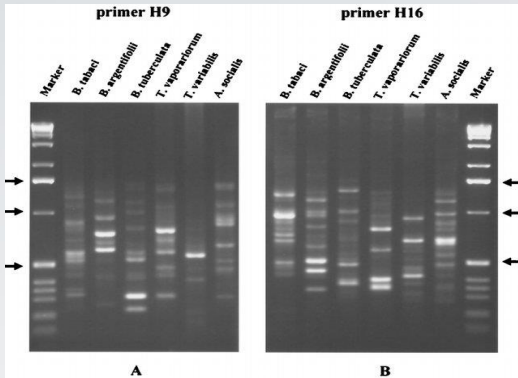
# Evolución alopátrica en el complejo de la mosca blanca *Bemisia tabaci*



8 biotipos en *Bemisia tabaci*, capaces de transmitir mas de 100 virus diferentes en plantas.

Virus del mosaico amarillo del frijol (CMV). *Bemisia tabaci* Biotipo A

Virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV) y el virus plateado de las cucurbitáceas por *Bemisia argentifolii* Biotipo B.



Calvert, Cuervo, Arroyave, Constantino, & Frohlich, 2009.

# Selección Natural

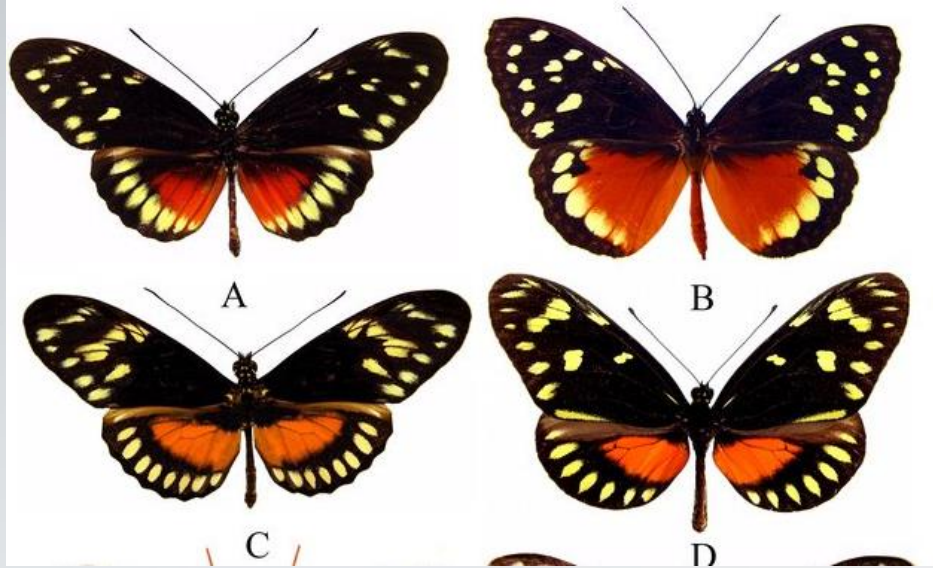
## La mariposa de los abedules *Biston betularia*

Melanismo industrial

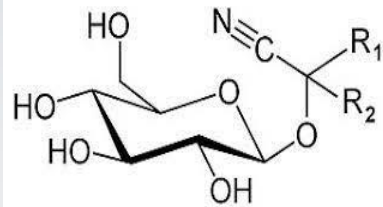
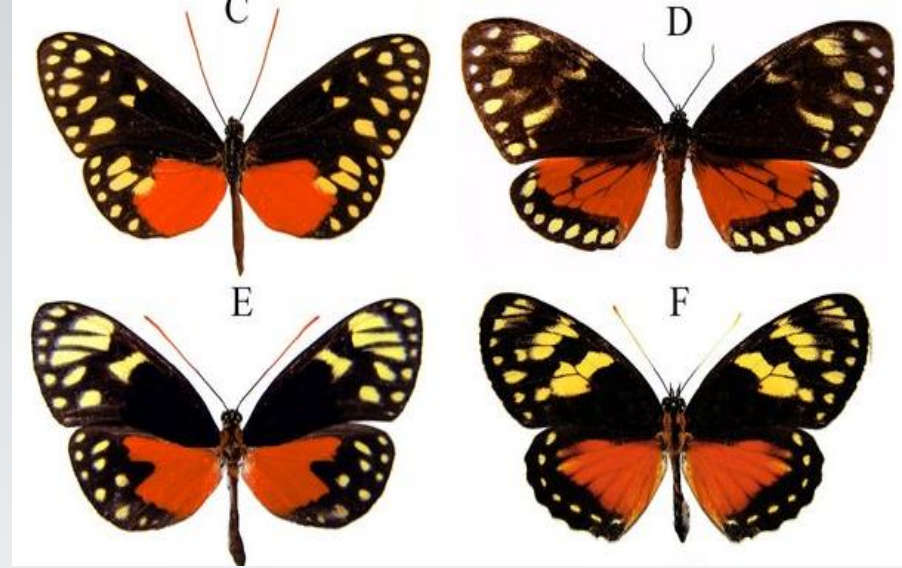


# Tipos de selección natural

## Mimetismo Mulleriano



## Mimetismo Batesiano



Glucosidos cianogenicos

# Tipos de Selección Natural

## Mimetismo: el arte de engañar e imitar



Que tipo de insecto es ?  
Marque la respuesta  
correcta:

- A. Un abejorro
- B. Una hormiga
- C. Una avispa
- D. Una mosca



*Synoeca septentrionalis* (Vespidae)      *Polistes aterrimus* (Vespidae)



# Broca del café *Hypothenemus hampei* y Falsa broca *Hypothenemus obscurus* (Coleoptera:Curculionidae:Scolytinae)



## ***Cryphalus hampei* Ferrari 1867**

- = *Stephanoderes hampei* Ferrari, 1871
- = *Stephanoderes coffeae* Hagedorn, 1910
- = *Xyleborus coffeivorus* van der Weele, 1910
- = *Xyleborus coffeicola* Campos Novaes, 1922
- = *Hypothenemus coffeae* (Hagedorn)

## ***Hypothenemus obscurus* Fabricius, 1801**

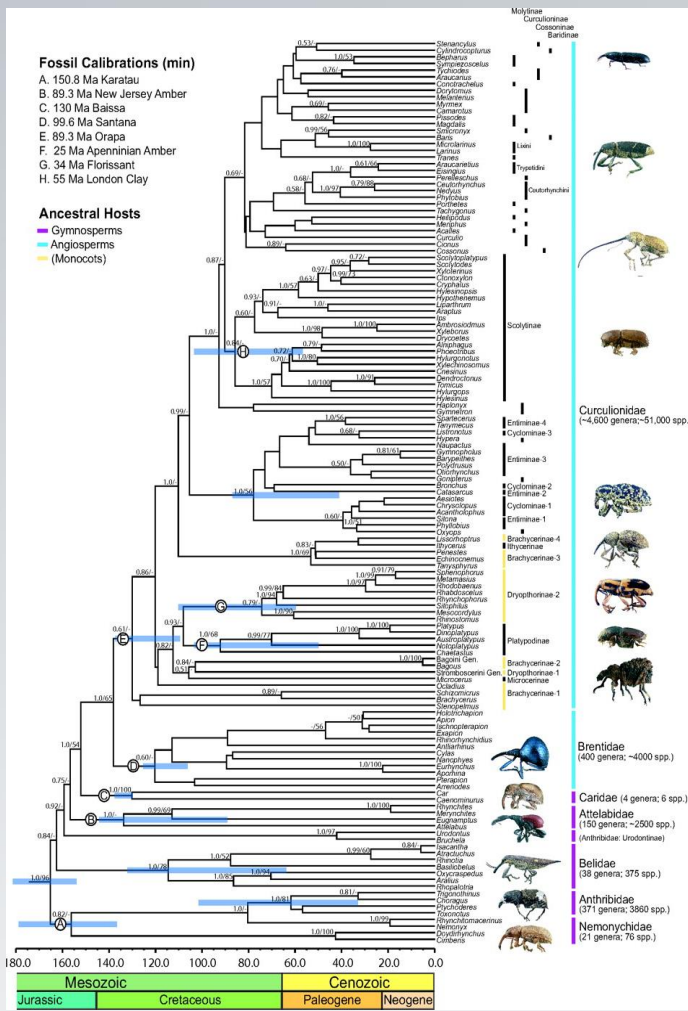
- = *Bostrichus obscurus* Fabricius, 1802
- = *Hylesinus obscurus* Fabricius, 1802
- = *Hypothenemus seriatus* Eichhoff, 1872

**Fossil Calibrations (min)**

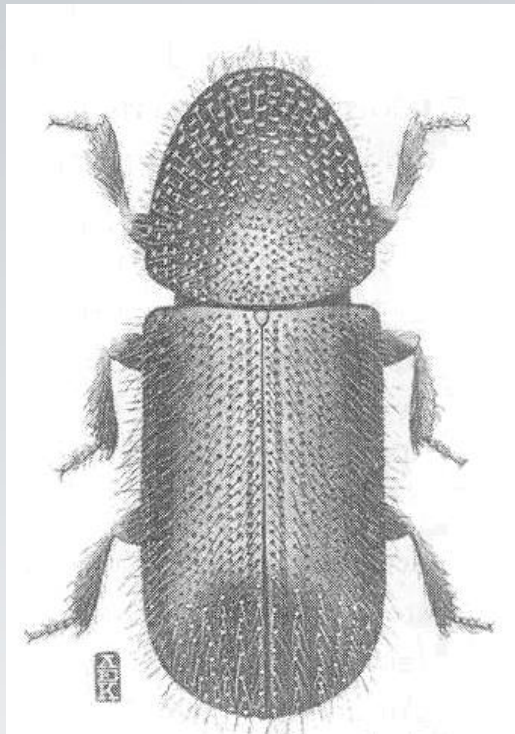
- A. 150.8 Ma Karatau
- B. 89.3 Ma New Jersey Amber
- C. 130 Ma Baissa
- D. 99.6 Ma Santana
- E. 89.3 Ma Crapa
- F. 25 Ma Apenninian Amber
- G. 34 Ma Florissant
- H. 55 Ma London Clay

**Ancestral Hosts**

- █ Gymnosperms
- █ Angiosperms
- █ (Monocots)

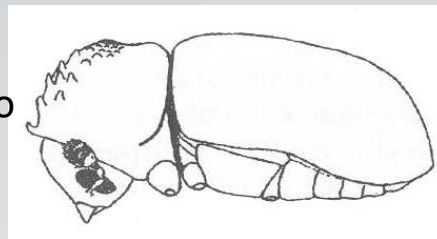


# Caracteres morfológicos en *Hypothenemus* spp. 200 sp.



Ross *et. al.* 2002

Pronoto



Pedicelo

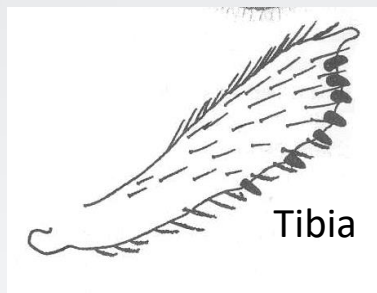
Funiculo



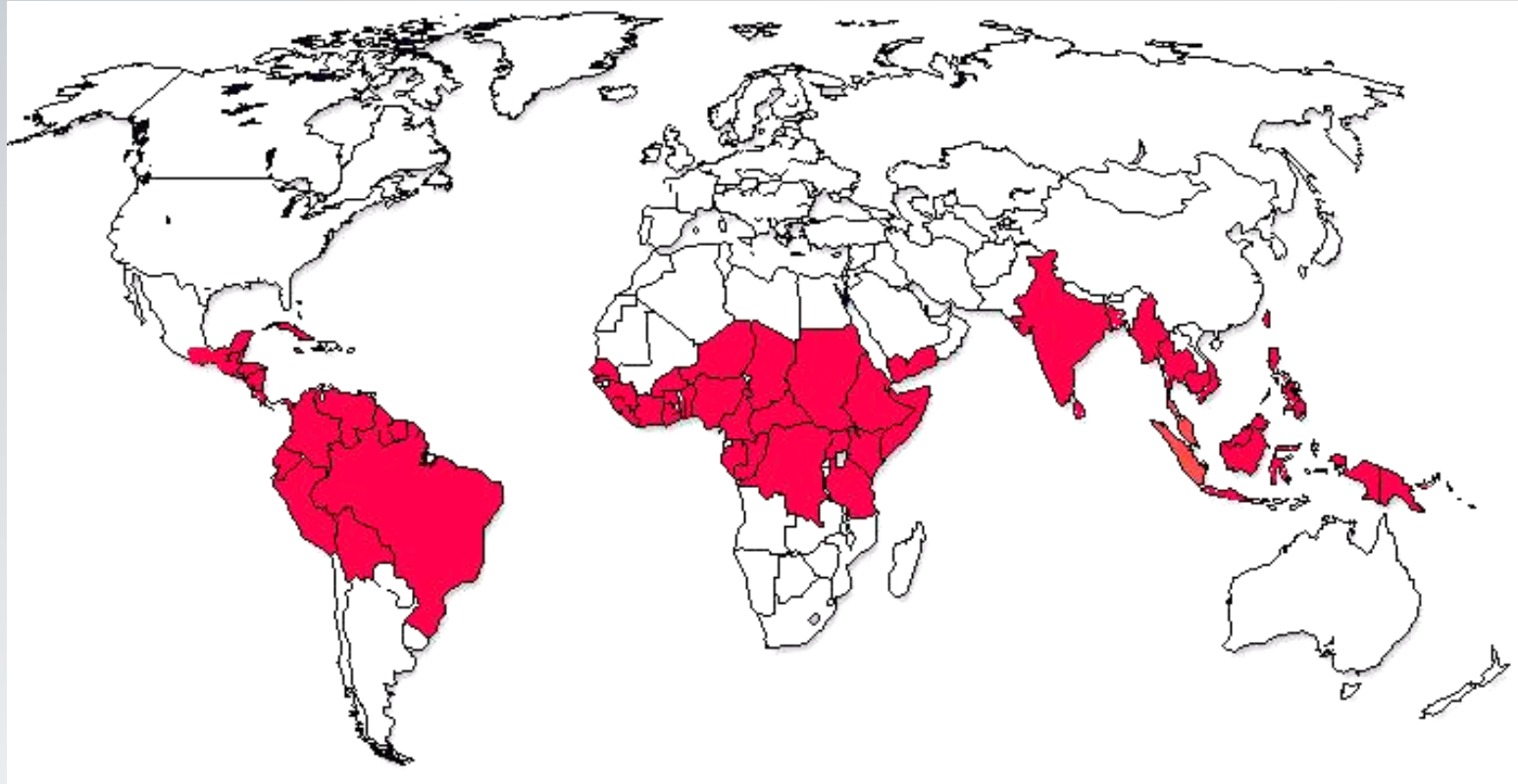
Porra

Antena capitada con 8 funiculos antenales

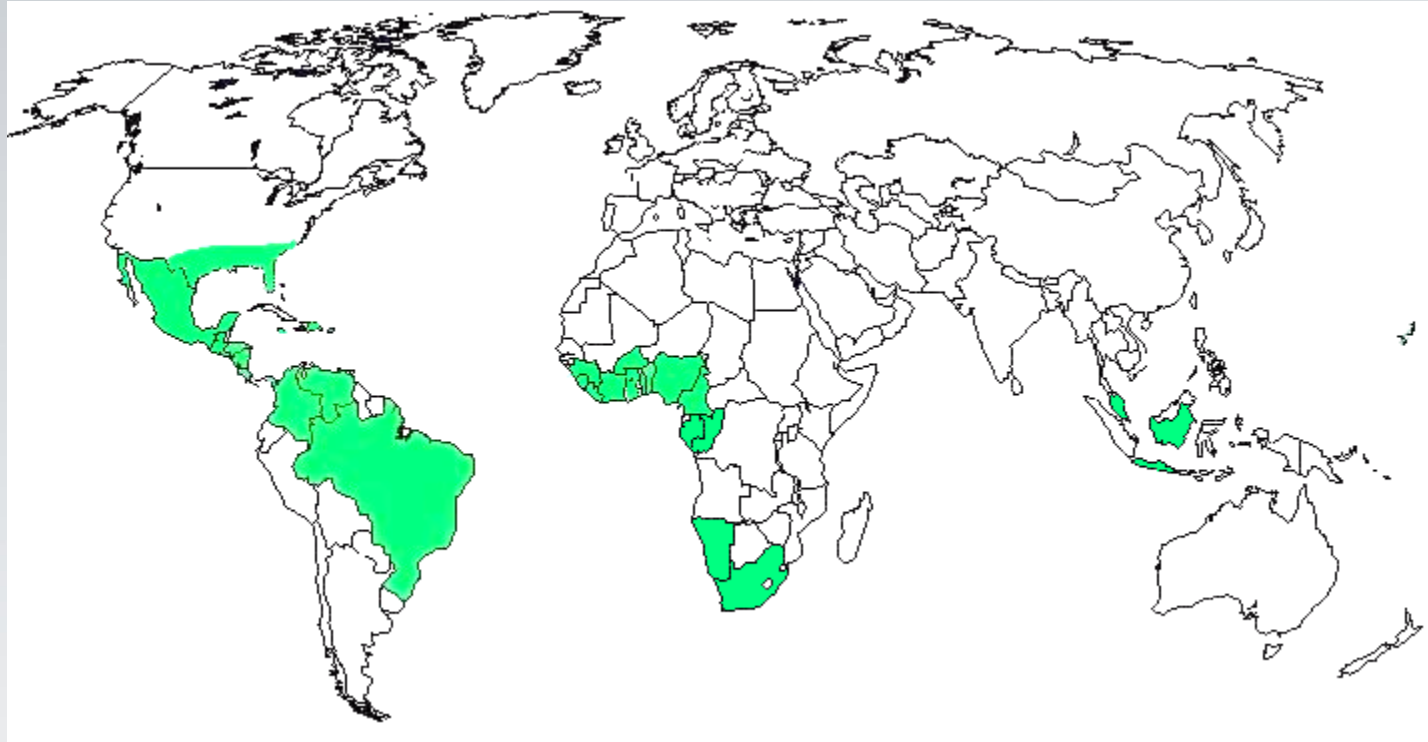
Tibia



# Distribución de *Hypothenemus hampei*



# Distribución de *Hypothenemus obscurus*



## Diferencias descriptivas entre *H. hampei* y *H. obscurus* en el cultivo de café

### *H. hampei*

Especie monófaga (*Coffea* sp)

Se alimenta y reproduce dentro del endospermo del café

### *H. obscurus (seriatus)*

Especie polífaga (*Coffea* sp)

*Theobroma cacao*,  
*Tamarindus indica*,  
*Hymenaea* sp., *Cecropia* sp.,  
*Macadamia* sp., *Caesalpinia* sp., *Mucuna* sp. etc.

Se alimenta de la pulpa del café, sin penetrar el endospermo



## Preparación de dietas merídicas para la cria de *H. hampei* y *H. obscurus*

Ingredientes	Dieta para <i>H. hampei</i> P. Benavides, 2005 Portilla 1999 (Cenibroca) Cenicafé 50 (1): 24-38	Dieta para falsa broca <i>H. obscurus</i>
<b>Agua</b>	<b>Para 750ml</b>	<b>Para 750ml</b>
Agar (g)	21	21
Azucar (g)	14 g	14 g
Café (g)	100 g	----
Macadamia (g)	---	100 g ( 20 g A + 80 g P)
Caseina (g)	20 g	20 g
Levadura torula (g)	20.6 g	20.6 g
Sales de Wesson (g)	2.0 g	2.0 g
Nipagin (g)	1.0 g	1.0 g
Benzoato de sodio (g)	---	---
Formaldehido37% (ml)	2 ml	2 ml
Ethanol (ml)	10 ml	10 ml
Cholesterol (g)	0.6 g	0.6 g
Acido ascorbico (g)	---	---
Acido sorbico (g)	0.23 g	0.23 g
Derosal (ml)	---	---
Benomil (g)	1.5 g	1.5 g
Vanderzant vitamin (g)	0.5	0.5



# Ciclo de vida en dieta artificial

*Hypothenemus hampei*

5.1 dias



*Hypothenemus obscurus*

4.1 dias huevo

13.0 dias

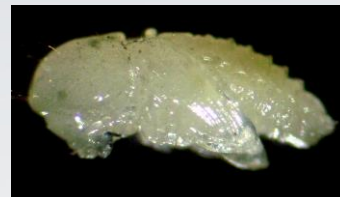


16.4 dias larva

2.2 dias



26°C ±1; 78% ±2 HR



2.0 dias prepupa

6.5 dias

6.0 dias pupa

26.8 ±1,2

28.5 ± 2,3



Hembra



Macho

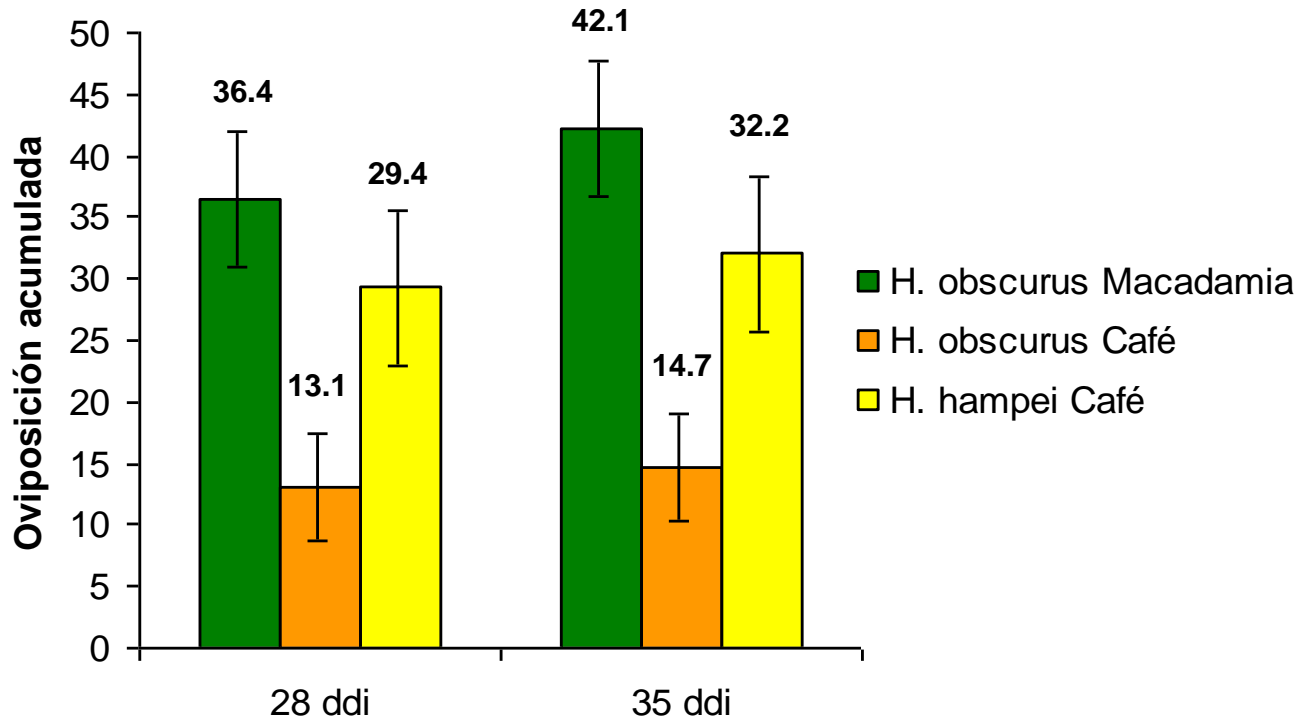


Macho



Hembra

## Comportamiento reproductivo en dieta artificial para *H. obscurus* y *H. hampei*



# *Hypothenemus obscurus* (n= 30)

T1

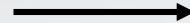
T2

T3

100 % ovip

10%

100% mortalidad en grano



Macadamia

Café

Grano de café

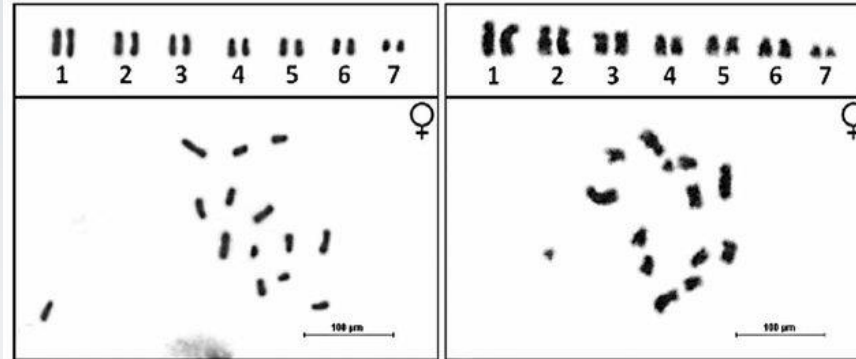
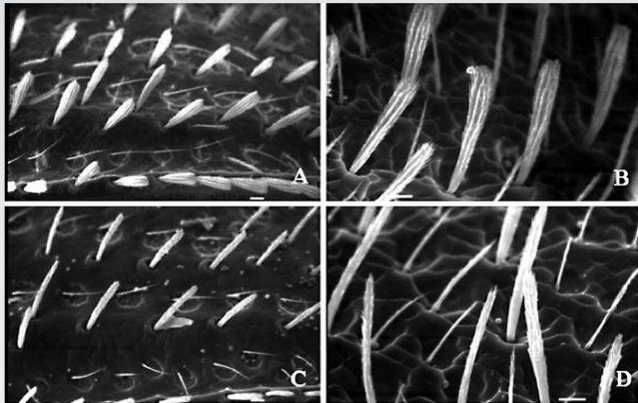
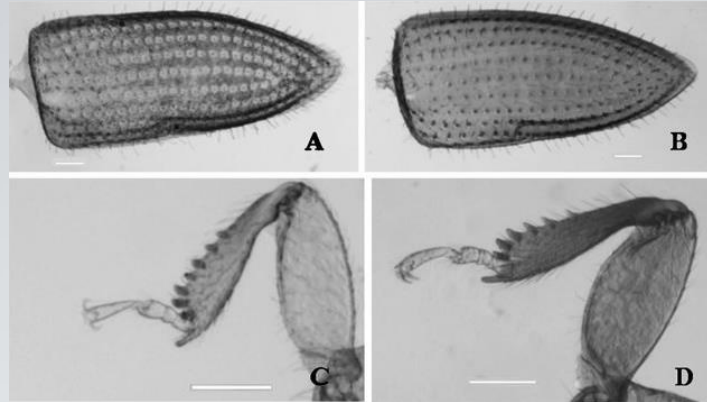
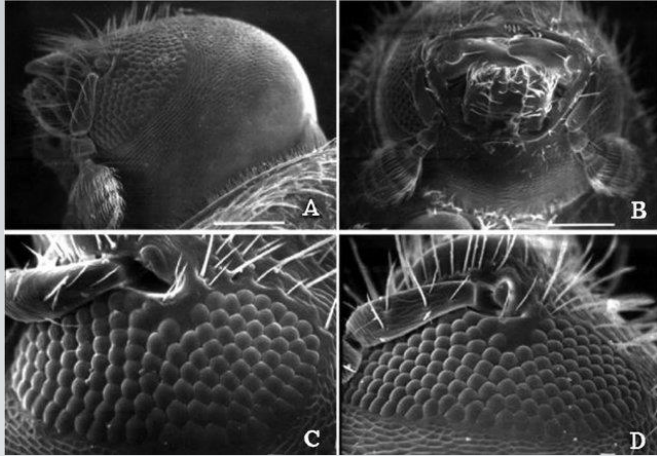
## Longitud promedio en (mm) de cada estado de desarrollo en dieta artificial a $26^{\circ}\text{C} \pm 1$ ; $78 \pm 2$ HR (n= 20)

<b>Estado</b>	<b><i>H. obscurus</i></b>	<b><i>H. hampei</i></b>
Huevo	0,65- 0,70 x 0,26	0.7 x 0.3
Larva 1	0.52-0.75	0.6-0.8
Larva 2	2.0	2.2
Pupa	1,65 x 0.64	1.68 x 0.68
Adulto macho	1,10 x 0,50	1,12 x 0,53
Adulto hembra	1,75 x 0.76	1,85 x 0,82

## Características biológicas entre las dos especies

<b>Característica biológica</b>	<b><i>H. obscurus</i></b>	<b><i>H. hampei</i></b>
Radio sexual (macho: hembra)	1:12	1:10
Machos apteros	++	++
Tipo de reproducción	sexual	sexual
Oviposición diaria	4-8 huevos	3-4 huevos
Reproduccion fraterna	++	++
Duración de apareos	8 minutos	10 segundos
Numero de cromosomas (N)	7 pares	7 pares
Haplodiploidia funcional	++	++

# Diferencias y similitudes morfológicas y genéticas entre *Hypothenemus hampei* y *H. obscurus*



Constantino, Navarro, Berrio, Acevedo, Rubio, Benavides, 2011

**El barrenador del tallo y la raíz del café *Hammatoderus (Plagiohammus)*  
*colombiensis* Constantino, Benavides & Esteban, 2014**  
**(Coleoptera:Cerambycidae)**



# HABITOS Y BIOLOGIA



Larva 5.5-6.0 cms de longitud



Galeria interna y camara pupal en el cuello de la raiz

La hembra oviposita en la corteza de la base del tallo principal y la larva barrena el cuello de la raíz y el tallo central

Ciclo de vida: **20 meses**

Huevo: 35 dias

Larva 420 dias

Pupa 145 dias



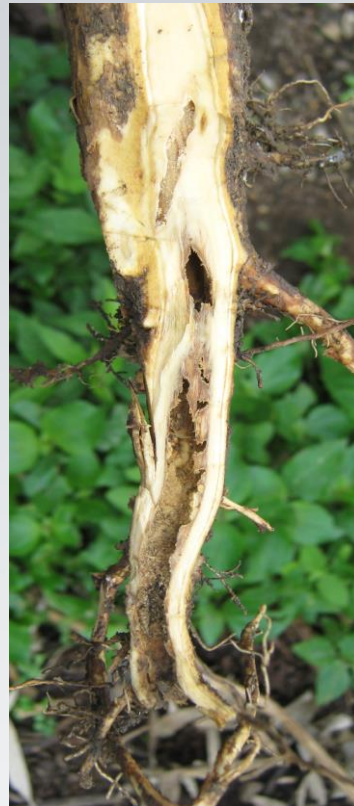
# DAÑOS EN CAFE



Aserrín en la base del tallo, indicador de presencia de la larva



Galería en el tallo

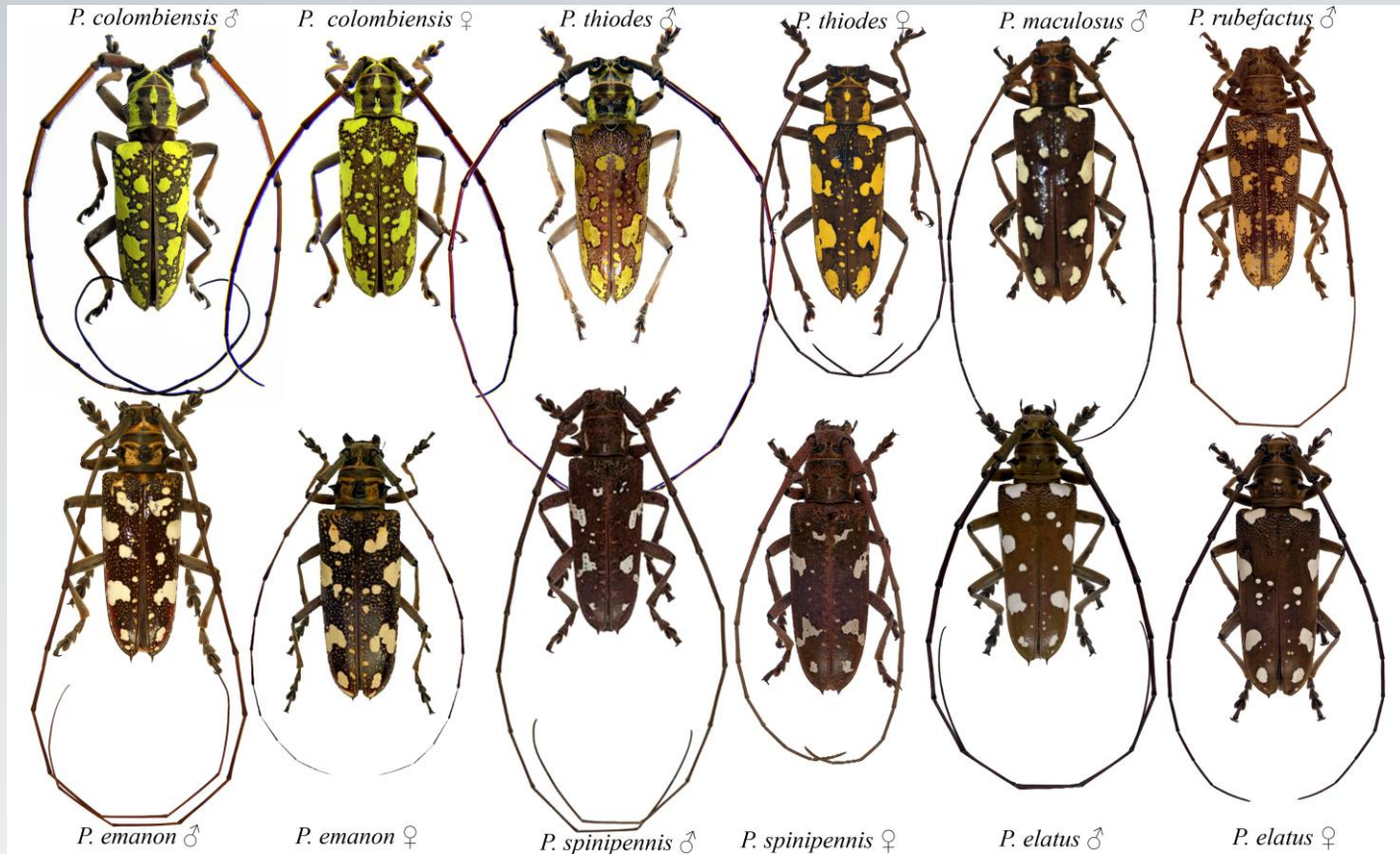


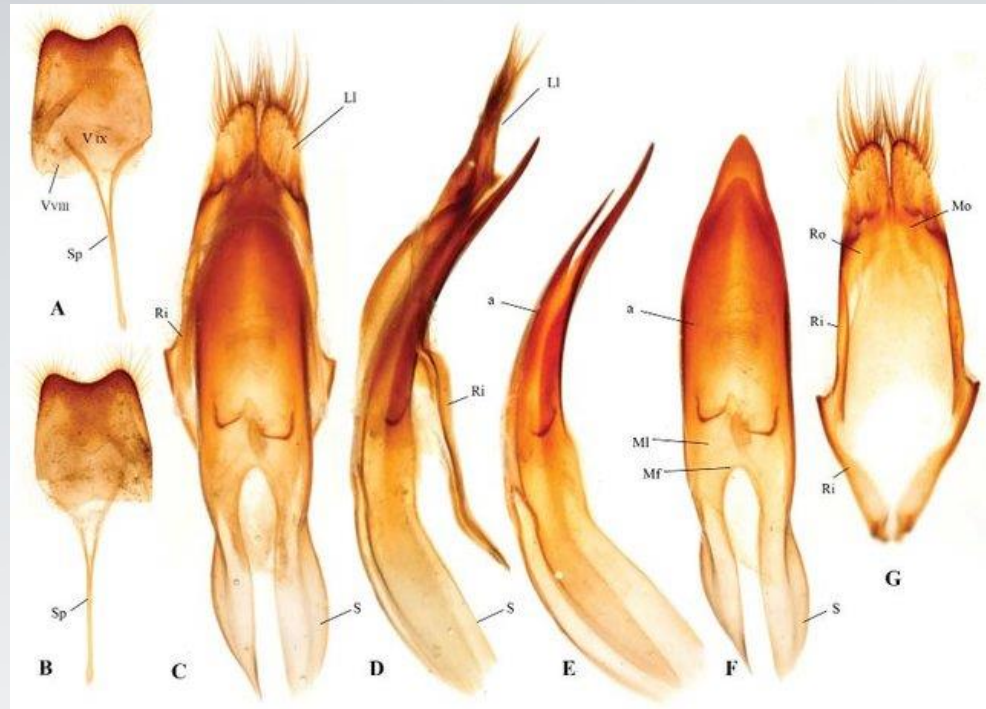
Galería en el cuello de la raíz



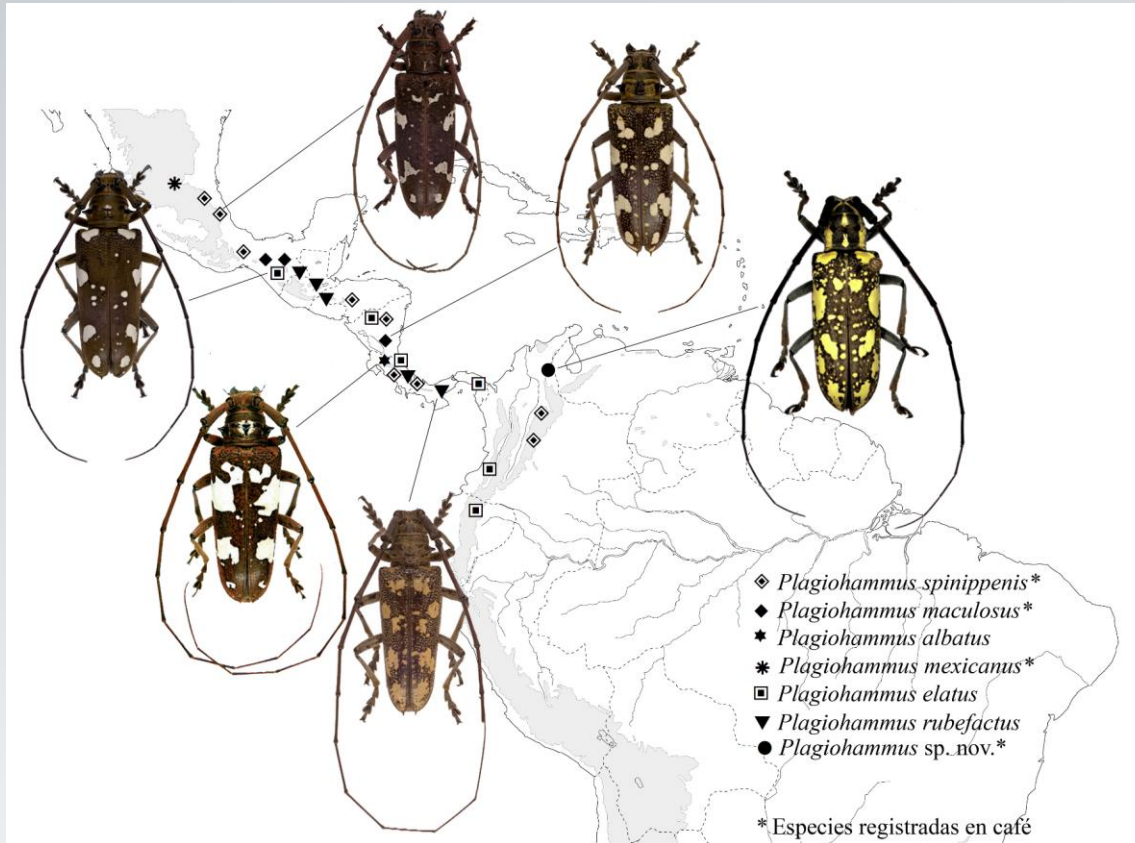
Orificio de salida del adulto (0.8 cm)

# Comparación de *Plagiohammus colombiensis* con otras especies de la región Neotropical





# Distribución de especies del genero *Plagiohammus* registradas en café en la región Neotropical



# Diferencias de daño en follaje de café entre *Anomala cincta* y *Anomala cincta viridicollis*.



*Anomala cincta cincta*



*Anomala cincta viridicollis*



# Diferencias morfológicas entre *Anomala cincta cincta* y *Anomala cincta viridicollis*.



Genitalia

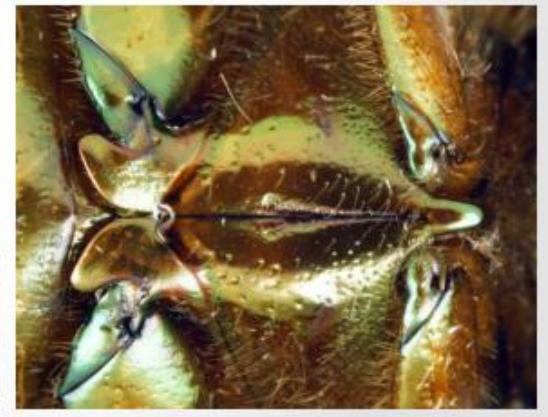
Mandibula y dientes



Cabeza ventral y antenas



Placa mesosternal



# Agradecimientos

## **Disciplina de Entomología-Cenicafé**

Pablo Benavides, Zulma N. Gil, Lucio Navarro, Flor E. Acevedo, Carmenza Góngora, Marisol Giraldo, Carlos A, Quintero, Angela M. Lasso, Robin García.

## **Estaciones Experimentales de Cenicafé**

EE naranjal- Jhon Félix Trejos, EE El Rosario, Carlos Mario Ospina. EE El Tambo Hernán D. Menza, EE San Antonio, Carlos Ariza.

## **Al Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros**

## **A los caficultores Colombianos**



# GRACIAS

[cenicafe@cafedecolombia.com](mailto:cenicafe@cafedecolombia.com) 

## PORTALES WEB



[www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)



[agroclima.cenicafe.org](http://agroclima.cenicafe.org)



[biblioteca.cenicafe.org](http://biblioteca.cenicafe.org)

## REDES OFICIALES



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC

