



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PROGRAMA DE MAESTRÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

**SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*, Sims) Y
CRIANZA DE MARIPOSAS (*Dione juno andicola*, Bates)**

Por
NATALIA MOLINA MOREIRA

Guayaquil, Ecuador
2003





Universidad de Guayaquil

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y
CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PROGRAMA DE MAESTRÍA DE EDUCACIÓN E
INVESTIGACIÓN
EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

Rectores:

Dr. M.Sc. Carlos Cedeño Navarrete U.G.

Dr. Moisés Tacle Galárraga ESPOL

Director Posgrado U.G.

Econ. M.Sc. Washington Aguirre Garcia

Decanos:

Ing. José Cuenca Vargas - Facultad CCNN-U.G.

M.Sc. Eduardo Rivadeneira Pazmiño - FIMCP-ESPOL

Director Maestría

Dr. Wilson Pozo Guerrero

Directora Académica

Dra. Carmen Triviño Gilces

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra en cualquier forma, sea electrónica o mecánica, sin el consentimiento previo del autor.

Biol. Natalia Molina Moreira

E-mail: natimolina4@yahoo.es

Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible

www.matros.net Telf.: 04-2495868

Guayaquil.- Ecuador





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 DIRECCIÓN DE POSGRADO
 FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

MAESTRÍA EN CIENCIAS
 EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

**“SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MARACUYÁ (*PASSIFLOR EDULIS*. SIMS) Y
 CRIANZA DE MARIPOSAS (*DIONE JUNO ANDICOLA*. BATES)”**

Por

NATALIA MOLINA MOREIRA

Esta Tesis fue aceptada en su presente forma por el Comité Consejero y el Consejo Asesor del Programa de Educación e Investigación en Agricultura Tropical Sostenible de la Universidad de Guayaquil, como requisito parcial para optar al grado de:

Magister en Ciencias con énfasis en Agricultura Tropical Sostenible

COMITÉ ASESOR

Myriam Arias de López (M.Sc.)

Roberto Jiménez S. (Dr.)

CONSEJO ASESOR

Gilberto Páez Bogarín (Ph.D.)

Carmen Triviño Gilces (Ph.D.)

Wilson Pozo Guerrero (Ph.D. Candidate)

Guayaquil, Ecuador
 2003



AGRADECIMIENTO

Con mucho cariño deseo primero agradecer a nuestro Padre Dios, sobre todo por el tiempo y los dones que nos concede, para pasar haciendo el bien a través de nuestra profesión. Le agradezco por mi familia quienes han sido mi apoyo en todo momento especialmente mis padres, mi hermana Raquel y su familia, y por todas las personas que ha puesto cerca de mí, quienes han contribuido al desarrollo de esta tesis.

Deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a mis directores de tesis MSc. Myriam Arias y Dr. Roberto Jiménez, quienes me han brindado no sólo sus bastos conocimientos, sino que también han enriquecido mi formación integral con sus virtudes y valores humanos.

*A la Fundación Jardín Botánico de Guayaquil donde inicié la investigación del ciclo biológico de *Dione juno andicola*, gracias a la ayuda incondicional del señor Arcadio Arosemena Gallardo y el apoyo de todos los colaboradores de esta institución.*

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP Estación Experimental Boliche, donde se realizó la plantación de maracuyá para el experimento, Al Parque Histórico Guayaquil por todas las facilidades que me han brindado en la recolección de muestras.

*Al personal del departamento de Microscopía electrónica del Instituto Nacional de Higiene, de manera muy especial al Dr. Ytasuy Amano y a la Dra. Linda Díaz, por el valioso tiempo que dedicaron al análisis de microscopía electrónica de *Dione juno andicola*.*

*Al Doctor Gerardo Lamas, del Museo Natural de Lima, por su valiosa contribución en la identificación a nivel de subespecie de *Dione juno andicola*.*

A todos mis maestros, compañeros e instituciones que fueron parte activa de esta Maestría quienes han contribuido a fortalecer mis conocimientos y valores a través de su enseñanza y su ejemplo.

BIOGRAFÍA

Martha Natalia Molina Moreira nació el 4 de noviembre de 1968, en el cantón El Carmen provincia de Manabí, bachiller en química y biología, del colegio Julio Moreno Espinosa en Santo Domingo de los Colorados, obtuvo los títulos de: Guía Profesional de Turismo en la Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito y de Bióloga en la Universidad de Guayaquil, optó por el grado de *Magister Scientie* en Agricultura Tropical Sostenible de la Universidad de Guayaquil.

Fue Guía Naturalista II del Parque Nacional Machalilla, Jardín Botánico de Guayaquil, Reserva Ecológica Manglares Churute, Bosque Protector Cerro Blanco, y Bosque Protector Petrificado Puyango. Instructora de seminarios para guías profesionales y especializados y de seminarios en entomología y botánica. Dirigió el Proyecto Lepidoptario del Jardín Botánico de Guayaquil desde el año 2000 al 2003, escribió la Memoria de Investigaciones de este Proyecto y la memoria del seminario taller "Las mariposas expertas en botánica", realizó la clasificación y exhibición de Mariposas de América del Sur.

Actualmente es Coordinadora de Conservación de Bosques, en la Zona de Vida Silvestre del Parque Histórico Guayaquil y Responsable Técnica del componente florístico y faunístico del Proyecto Hacienda la Virginia de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Profesora de Plantas y árboles de la zona en la Facultad de Arquitectura y de Turismo y ambiente en el Programa Universitario para Ejecutivos en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo.

e-mail: natimolina4@yahoo.es

Teléfono: 099 695774 2804030

CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
BIOGRAFÍA.....	v
CONTENIDO.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema.....	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Hipótesis.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 <i>Passiflora edulis</i> Sims var <i>flavicarpa</i> Degener.....	5
2.2 <i>Dione juno andicola</i> (Bates 1864).....	8
2.3. Enemigos Naturales.....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Ubicación.....	15
3.2 Materiales.....	15
3.3 Métodos.....	15
3.3.1. Rendimiento de <i>P. edulis</i> con diferentes niveles de defoliación.....	15
3.3.2. Consumo de Biomasa.....	17
3.3.3. Enemigos Naturales y su eficiencia.....	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	20

4.1. Rendimiento.....	20
4.2. Biología y Biomasa Consumida.....	21
4.2.1. Ciclo Biológico de <i>Dione juno andicola</i>	21
4.2.2. Biomasa Consumida durante el estado larval.....	25
4.3. Enemigos Naturales.....	26
4.3.1. Patógeno <i>Baculovirus dione</i>	26
4.3.2. Predadores y Parasitoides.....	33
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
5.1. Rendimiento de <i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	35
5.2. Biomasa Consumida.....	35
5.3. Enemigos Naturales.....	35
▲ BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS.....	39
PERTINENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	47

RESUMEN

En el Jardín Botánico de Guayaquil durante tres años consecutivos, las plantas de *Passiflora edulis* han sido defoliadas por larvas de lepidoptera de la especie *Dione juno andicola*, distribuida entre Ecuador y Perú occidental, muy similar a *Dione juno juno* distribuida casi en toda América la cual es considerada una peste clave en los cultivos de maracuyá de Brasil y Colombia. A diferencia del efecto negativo que causa en los cultivos, esta especie se encuentra en la Lista Roja de Fauna Silvestre en Guatemala, es atractiva para coleccionistas, exhibición en zoológicos y elaboración de artesanías.

En Ecuador ha sido reportada como plaga de incidencia moderada, en el Jardín Botánico se ha intentado reproducirla para exhibición, pero no ha sido posible por la masiva mortalidad en la segunda y tercera generación durante el cuarto y quinto instar.

Los objetivos planteados fueron Evaluar los rendimientos de *P. edulis*, con diferentes niveles de defoliación, conocer la biología y la biomasa consumida por *D. juno andicola* en el estado larval, e identificar enemigos naturales y su eficiencia, para conocer que cantidad de mariposas se puede criar sin afectar el rendimiento de *P. edulis*, y evitar el uso de insecticidas que afecta a los polinizadores a través de crianza y comercialización de mariposas.

Se comprobó que existe diferencia significativa en la producción de *P. edulis* con diferentes niveles de defoliación. El 25% de defoliación no afectó el rendimiento, con el 50% 75% y 100% el rendimiento bajó, especialmente cuando las plantas estuvieron en las etapas de floración y fructificación.

Todo el ciclo biológico desde huevo hasta adulto se realiza en 38 días en promedio, siendo el estado larval el de mayor duración, el estado de huevo dura 6 días, la pre-crisálida un día y la crisálida 11 días. Se estimó que una larva consume 128.2 cm², durante el estado larval que dura 31 días.

La identificación de enemigos naturales y la eficiencia de cada uno permitió describir la presencia de *Baculovirus dione*, que ocasiona el 100% de mortalidad cuando la temperatura promedio alcanza los 28°C. Se identificaron siete especies de insectos parasitoides y dos especies depredadoras, pero todos presentaron menos del 10% de eficiencia.

De estos resultados se concluye que es posible la crianza de mariposas sin afectar la producción de la fruta. Con el 25 % de defoliación se pueden criar 200 mariposas por planta con un rendimiento de *P. edulis* superior a 8 TM/ha/año.

El ciclo relativamente corto de este lepidóptero facilita la crianza, y el aprovechamiento comercial, considerando que es una especie endémica del occidente de Ecuador y Perú.

Sin realizar controles químicos que afectan a otros insectos, la población baja cuando aumenta la temperatura a 28°C, debido al 100% de mortalidad que ocasiona el *Baculovirus dione*, reportado por primera vez en Ecuador, del cual se describió la ultraestructura observada en microscopio electrónico de transmisión (MET). Este patógeno que es un Virus de la Poliedrosis Nuclear, debido a su especificidad es una alternativa para controlar las subespecies de *D. juno*, consideradas plagas claves para el cultivo de *P. edulis*.

Palabras claves: *Dione juno andicola*, *Passiflora edulis*, biomasa, larvas, defoliación, evaluación, producción, Nucleopoliedrovirus, Ultraestructura.

MOLINA, N. 2003. Sistema de Producción de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y Crianza de Mariposas (*Dione juno andicola*. Bates). Tesis de Maestría en Ciencias con énfasis en Agricultura Tropical Sostenible. Universidad de Guayaquil y Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador. 47 p.

ABSTRACT

In the Botanical Garden of Guayaquil during three serial years, the plants of *Passiflora edulis* have been defoliated for caterpillars of lepidoptera of the species *Dione juno andicola*, distributed between occident of Ecuador and Peru, very similar to *Dione juno juno* distributed almost in all America, which is considered a key pest in the cultivations of maracuyá of Brazil and Colombia. Contrary to the negative effect that causes in the cultivations, this species is in Fauna Silvestre's Red List in Guatemala, it is attractive for collectors, exhibition in lepidoptarios and elaboration of crafts.

In Ecuador it has been reported as plague of moderate incidence, in the Botanical Garden it has been tried to reproduce it for exhibition, but it has not been possible for the massive mortality in the second and third generation during the larval stage.

The outlined objectives were to Evaluate the yields of *P. edulis*, with different defoliation levels, to know the biology and the biomass consumed by *D. juno andicola* in the larval state, and to identify natural enemies and their efficiency, to know that quantity of butterflies you can raise without affecting the yield of *P. edulis*, and to avoid the use of insecticides that affects to the polinizadores through upbringing and commercialization of butterflies.

It was proven that significant difference exists in the production of *P. edulis* with different defoliation levels. 25% defoliation didn't affect the yield, with 50% 75% and 100% the yield lowered, especially when the plants were in the blooming and fruit stages.

The whole biological cycle from egg until adult is carried out on the average in 38 days, being the larval state that of more duration, the egg state lasts 6 days, the pre-chrysalis one day and the chrysalis 11 days. It was considered that a larva consumes 128,2 cm², during the larval state that lasts 20 days.

The identification of natural enemies and the efficiency of each one allowed to describe the incidence of *Baculovirus dione*, that causes 100% of mortality when the temperature average reaches the 28°C. Seven species of insects parasitoides and two species predators were identified, but all presented less than 10% of efficiency.

Of these results it concludes that it is possible the upbringing of butterflies without affecting the production of the fruit. With 25 defoliation% 200 butterflies can be raised by plant with a yield of *P. edulis* superior to 8 TM/ha/año.

The relatively short cycle of this lepidopteron facilitates the upbringing, and the commercial use, considering that it is an endemic species of the occident of Ecuador and Peru.

Without carrying out chemical controls that affect other insects, the low population when it increases the temperature at 28°C, due to 100% of mortality that the *Baculovirus dione* causes, reported for the first time in Ecuador, of which the ultraestructura was described observed in electronic microscope of transmisión (MET). This pathogen one that is a Virus of the Nuclear Poliedrosis, due to their specificity is an alternative to control the subspecieses of *D. juno*, considered key pests for the cultivation of *P. edulis*.

Key words: *Dione juno andicola*, *Passiflora edulis*, biomass, caterpillar, defoliation, evaluation, production, Nucleopoliedrovirus. Ultraestructure.

MOLINA, N. 2003. System of Production of Maracuyá (*Passiflora edulis*) and Upbringing of Butterflies (*Dione juno andicola*, Bates). Thesis of Master in Sciences, Sustainable Tropical Agriculture. University of Guayaquil and Polytechnic School of the Coast. Guayaquil, Ecuador. 47 p.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Rendimiento de <i>P. edulis</i> var. <i>flavivarpa</i>	21
Cuadro 2 Medidas en mm y días de duración de <i>Dione juno andicola</i>	22
Cuadro 2 Enemigos naturales de <i>Dione juno andicola</i>	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estados Biológicos de <i>Dione juno andicola</i>	23
Figura 2. Biomasa consumida por <i>Dione juno andicola</i>	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema.

En el Jardín Botánico de Guayaquil República del Ecuador, existe una gran variedad de especies vegetales entre ellas *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* (maracuyá o fruta de la pasión), que ha sido afectada por tres años consecutivos en el mes de septiembre por larvas de Lepidoptera de la especie *Dione juno andicola*¹ (Bates 1864) distribuida entre Ecuador y Perú occidental. La defoliación total que ocasionan las larvas, retarda y disminuye la floración y fructificación de estas plantas.

D. juno andicola es una de las cinco subespecies de *Dione juno ssp juno* (Cramer 1779), que se distribuye desde México hasta Argentina incluyendo St. Vicent, Belize, Martinica y Grenada. Otras subespecies como *D. juno huascanana* Reakirt 1866, se han reportado sólo en México, *D. juno miraculosa* Hering 1926 en Perú y *D. juno suffumata* Hayward en Brasil (Maes y Brabant, 2003).

A diferencia del efecto negativo que las subespecies de *D. juno* ocasionan a los cultivos de *P. edulis*, estas son un atractivo en los lepidoptarios, en el año 2002 el Jardín Botánico de Guayaquil fue el escenario del show de las mariposas, debido a la cantidad de especímenes de *D. juno andicola* que se desarrollaron en este lugar (Santos, 2002).

En Ecuador los cultivos comerciales de *P. edulis* se iniciaron en los años 80. En 1981 se registraron 105 has., con una producción de 1.307 TM y en el año 2001, 8.000 has con una producción de 87.670 TM (MAG, 2001).

Es necesario incrementar la producción en forma sostenible a través de técnicas apropiadas de manejo del cultivo incluyendo el Manejo Integrado de Plagas, puesto que *P. edulis* se exporta en concentrados a Europa, Asia, y Norte América. Actualmente algunas empresas exportan aroma, puré y el aceite que se extrae de la semilla, con la corteza de la fruta fabrican balanceado para ganado.

¹ Lamas, G. 2003 Identificación y distribución de *Dione juno andicola* (Bates 1864) Museo de Historia Natural de Lima (comunicación personal).

Las mayores áreas de cultivo están al sur de la provincia de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos y Guayas, es común encontrar pequeños cultivos alrededor de las casas incluso dentro de ciudades como Guayaquil. El uso principal de *P. edulis* es alimenticio en jugos, jaleas y cócteles, contiene calorías, agua, proteínas, carbohidratos, calcio, fósforo, carbono, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico.

1.2. Justificación

La crianza de mariposas es una actividad que realizan los descendientes de los inmigrantes alemanes y polacos, por más de 20 años en Santa Catarina-Brasil, usan las mismas técnicas de crianza de Nueva Guinea. La fascinación por las mariposas viene desde el siglo pasado, cuando los inmigrantes enviaban especies exóticas al exterior (Aglío, 1995).

Para criar mariposas, es necesario conocer el ciclo biológico de la especie, (McCubbin 1985). Un espécimen de *D. juno* macho se comercializa a 1,5 Euros, \$ 0.75 en el Butterflies of the world y una crisálida 1.80 libras².

En países como Guatemala *D. juno* está en la Lista Roja de Fauna Silvestre (Maes y Brabant, 2003). En Brasil se prohibió la captura de mariposas en 1967 para disminuir los riesgos de extinción, hasta que en 1984 se inició la crianza (Aglío, 1995).

En Ecuador se han reportado 1296 especies de la Subfamilia Heliconiinae (Piñas y Manzano, 1997), y aunque aún no han sido declaradas en peligro de extinción, es un problema de importancia bio-socio-económico porque especies como *D. juno andicola* tienen como plantas hospederas cultivos de frutas de exportación como *P. edulis*, *P. ligularis* y *P. mollissima*.

Según De Bortoli and Bosoli 1987; Gravena 1987 citados por Aguiar, et al (s/f) *D. juno juno* (Cramer 1779) en Brasil es considerada una peste clave, causa severos daños porque son gregarias, reducen significativamente el área foliar en el cultivo de *P. edulis*.

²www.ornithoptera.net/helgb.html ipscontact@btconnect.com

En Ecuador *D. juno* (Cramer 1779) fue reportada como plaga de incidencia moderada en los cultivos de *P. edulis*, *P. ligularis* y *P. mollissima* (MAG, 1986). Según Echeverría *et al* 1991; Carter, 1992- Gil 1998, citados por Aguiar (s/f) *D. juno* se alimenta de todas las pasifloras excepto *P. foetida*.

P. edulis posee en las hojas pequeñas glándulas semejantes a huevos de Lepidoptera como mecanismo de defensa, que no es eficiente para *D. juno andicola*, ésta ovoposita un promedio de 170 huevos durante dos días en el envés de las hojas, el color café oscuro y el comportamiento gregario de las larvas imita perfectamente los zarcillos enredados de *P. edulis* haciéndolas desapercibidas hasta que es notoria su masiva presencia por la gran defoliación³.

En pequeñas plantaciones de *P. edulis* el control de *D. juno* se realiza manualmente destruyendo los huevos y larvas, en grandes plantaciones se usan insecticidas específicos poco tóxicos, para no afectar las poblaciones de enemigos naturales y polinizadores. En el artículo Moléstias e Pragas (s/f) se sugiere el uso de insecticidas fosforados o carbamatos para el control de este defoliador.

Por lo observado en el Jardín Botánico de Guayaquil (JBG), *D. juno andicola*, es un agresivo defoliador de *P. edulis*. Conocer las relaciones biológicas de este insecto ayudará a obtener un eficiente control en los cultivos de esta fruta y contribuir a un mejor conocimiento de esta mariposa diurna del Bosque Seco Tropical, dentro del Proyecto Lepidoptario del JBG que tiene como finalidad conservar las especies de esta zona de vida.

Se ha intentado reproducir a *D. juno* en el laboratorio de crianza del lepidoptario del JBG durante los años que se han encontrado huevos y larvas, pero no ha sido posible debido a la muerte masiva de la segunda y tercera generación durante el cuarto y quinto instar larval. Se realizaron cortes histológicos en los que se observan daños similares a los ocasionados por Riquetsias en camarones.

Es de interés científico aplicado determinar la eficiencia de los enemigos naturales, conocer la biología, etología y las relaciones ecológicas de *D. juno andicola* presente en la costa ecuatoriana, para compararlos con estudios realizados en otras subespecies de *D.*

³ Molina, N. y Arias M. 2000. Ciclo biológico y etología de *Dione juno andicola* Bates. Informe del Proyecto Lepidoptario. Jardín Botánico de Guayaquil.

juno. Este conocimiento tiene un doble propósito porque: puede servir para evitar el uso de insecticidas que afectan a los insectos polinizadores y a los benéficos y puede proporcionar bases para implementar técnicas que permitan aumentar el porcentaje de sobre-vivencia en la crianza de esta especie, dentro de ambientes controlados y brindar alternativas de un manejo más sostenible en las plantaciones de *P. edulis* con la crianza de esta especie que puede comercializarse en lepidoptarios y centros de colección de diferentes países.

1.3. Objetivos:

General

Contribuir al desarrollo de tecnología sostenible para el manejo de *D. juno andicola* en el cultivo de *P. edulis* a través de la crianza de esta especie de Lepidoptera en condiciones controladas.

Específicos

1. Evaluar los rendimientos de *P. edulis* con diferentes niveles de defoliación.
2. Conocer el ciclo biológico y Estimar la cantidad de biomasa consumida por *D. juno andicola* durante el estado larval.
3. Identificar los enemigos naturales y su eficiencia sobre *D. juno*

1.4. Hipótesis

- Existe diferencia significativa en la producción de *P. edulis* con diferentes niveles de defoliación.
- La presencia controlada de mariposas de la especie *D. juno* en el cultivo de *P. edulis* no afecta la producción de la fruta.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Passiflora edulis* Sims var *flavicarpa* Degener

Nombre común: Maracuyá, fruta de la pasión, pasionaria, flor de la pasión. La palabra "maracuyá" proviene del vocablo indígena "mara-cuia" que significa comida preparada en totuma (Ruggiero, 1980).

Maracuyá es el nombre vulgar con que se conoce a *Passiflora edulis* en Perú, Panamá, Brasil y Colombia. Se le llama parchita en Venezuela y Costa Rica; lilikoi en Hawái y en Puerto Rico parcha (Ruggiero, 1980).

Taxonomía.

División	: Espermatofita
Clase	: Angiosperma
Subclase	: Dicotyledonae
Orden	: Parietales
Sub-orden	: Flacourtiaceae
Familia	: Passifloraceae
Género	: Passiflora
Serie	: Incarnatae
Especie	: <i>edulis</i>
Variedades	: purpúrea (africana) y flavicarpa (amarilla)

Botánica: Las plantas de la familia Passifloraceae motivaron a las personas dedicadas a investigaciones botánicas, especialmente a quienes llegaron al norte de Suramérica, a asociar las características morfológicas de las Pasifloraceas con algunos elementos de la Pasión de Cristo, de ahí el nombre de pasionaria, Pasiflora o flor de la pasión (Medina *et al* 1980).

P. edulis de origen subtropical, nativa de Brasil, es una planta perenne de rápido crecimiento, raíces superficiales, tallo delgado, redondo, un poco anguloso, hojas trilobadas palmeadas, flores blancas con púrpura, el fruto es una baya esférica algo ovalada, se propaga por semillas. Es cultivada en el litoral ecuatoriano, el fruto contiene calorías, agua, proteínas, carbohidratos, calcio, fósforo, carbono, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (Valverde, 1998).

Aspectos edáficos: *P. edulis* requiere suelos de 0.5 - 1.0 m, con pH óptimo de 4.5 a 5.5, soportando hasta 7.0, fértiles, con buen drenaje, preferiblemente ricos en materia orgánica, de textura media, ligeramente inclinados y con buen nivel de fertilidad, aún cuando esto último se puede lograr mediante fertilización adecuada (Salinero, Fernández y Mansilla, 1993).

Las plantas de *P. edulis* no toleran periodos lluviosos en suelos de textura media (franco; franco-arcilloso) se debe a que los suelos livianos (arenosos) tienen dificultad para almacenar agua y presentan condiciones más favorables para nemátodos. Por otro lado, los suelos pesados (arcillosos) no drenan fácilmente y mantienen largos periodos de alta saturación con agua proveniente de la lluvia o del riego, favoreciendo el desarrollo de hongos del suelo que pudren las raíces y causan debilidad en las plantas (Salinero, Fernández y Mansilla, 1993).

Altitud: desde el nivel del mar hasta los 1.600 msnm., con un óptimo entre 900 y 1.000 msnm.

Temperatura: de 20 a 30°C.

Precipitación: de 1.000 mm hasta 2.000 mm.

Topografía: La inclinación óptima de los terrenos es entre 1 a 20% de desnivel.

Luminosidad: requiere más de 5 horas de luz diarias, para inducir la floración.

Vientos: Este factor puede ser limitante tanto para la estructura como para la viabilidad del polen en los procesos de polinización. En áreas con vientos moderados se recomiendan barreras rompevientos, utilizando la relación por cada metro en la altura de la barrera rompe viento se protegen 10 m de terreno (Salinero, Fernández y Mansilla, 1993).

Influencia del clima: Las lluvias frecuentes pueden inducir fructificaciones pobres, debido a que las gotas de lluvia lavan los granos de polen del estigma o dificultan su germinación y también se reduce la acción de insectos polinizadores, que disminuyen su actividad cuando las lluvias son frecuentes. *P. edulis* en climas templados desarrolla más lentamente, retardando su inicio de producción. En zonas con temperaturas medias menores de 18°C *P. edulis* es menos vigoroso y más tardío. En suelos pesados, precipitaciones mayores a 2.000 mm, acarrearán problemas de enfermedades radicales que obligan a drenar el suelo. Zonas de vientos fuertes

constantes dificultan y encarecen el sistema de conducción de las plantas en las espalderas, o en la estructura de soporte (Salinero, Fernández y Mansilla, 1993).

Fertilización anual: Son posibles numerosas fórmulas de fertilización en función del potencial productivo de las plantas, de la pluviometría y de las posibilidades de irrigación. Desde que las plantas empiezan a producir los niveles sugeridos de macronutrientes en una plantación de 850 plantas /ha son los siguientes: 500-800 Kg. N, 50-100 Kg. P, 500-800 Kg. K. Los niveles sugeridos son únicamente una guía y deben contrastarse con análisis de suelo y hojas. El nivel de fertilización depende además de la densidad de cultivo, espaciamiento clima y tipo de suelo (Salinero, Fernández y Mansilla, 1993).

Riego: Es necesario que las plantas no sufran estrés hídrico en ningún estado del desarrollo, ya que esto afectará de forma importante la producción. El estrés hídrico reduce el crecimiento vegetativo, la floración y provoca una caída prematura de los frutos jóvenes (Salinero, Fernández y Mansilla, 1993).

Desarrollo de la plantación: Generalmente las cosechas de valor comercial se inician a los 6 - 12 meses de la plantación dependiendo de las condiciones meteorológicas y de los cuidados del cultivo. Una de las características botánicas interesantes de esta especie es que las flores y frutos crecen en las axilas de las hojas, por tanto cualquier factor que promueva el crecimiento vegetativo incrementa normalmente la producción. No todos los nudos producen, una vez cuajado cierto número de frutos, se detiene el crecimiento temporalmente. Una rama puede portar 9 frutos, aunque en plantas jóvenes sanas y vigorosas bien expuestas al sol pueden llevar 20-25 frutos. El emparrado es una nueva técnica de entutorado en experimentación, consiste en producir *P. edulis* sobre una pérgola o emparrado a 1,80 -2 m. de altura, para evitar que los frutos caídos estén expuestos al sol (Salinero, Fernández y Mansilla, 1993).

Plagas: *Dione juno* Cramer Lepidoptera: Heliconiidae conocido como Gusano de los cuernos, de incidencia moderada limitado a ciertas regiones, no sujeto a control obligado (MAG, 1986). Las orugas constituyen la plaga más común de *P. edulis*, pueden devorar completamente el follaje con perjuicios totales para la producción, las dos especie más frecuentes son *Dione juno juno* (Cramer ,1779) y *Agraulis vanillae*

vanillae (L. 1758), ambas de la familia Nymphalidae. La primera especie es más severa porque la puesta de huevos es grande y reunida originando un gran número de larvas. (Moléstias e Pragás (s/f).

Nemátodo de agallas: *Meloidogyne sp* de incidencia elevada de control obligado. (MAG, 1986).

Malezas: *Eleusine indica* o Pata de gallina de elevada incidencia endémica generalizada no sujeta a control obligado.

Echinochloa colonaer o Paja de pato de elevada incidencia endémica generalizada no sujeta a control obligado (MAG, 1986).

Rendimiento: Según el Servicio de Información Agropecuaria del MAG del Ecuador el rendimiento se estima en 8 tm/ha/año con una densidad de 1330 plantas/ha sembradas a 2.5 X3m.

2.2. *Dione juno andicola* (Bates 1864)

D. juno andicola pertenece a la subfamilia Heliconiinae de la familia Nymphalidae que según Harvey (1991) posee 5235 especies, agrupadas en 544 géneros cifra que abarca el mayor número de especies diurnas en el mundo, se caracterizan por ser de colores y formas llamativas; por esta razón muchas de estas son comercializadas para Lepidoptarios de diferentes países y en mercados artesanales.

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Nymphalidae

Subfamilia: Heliconiinae

Genero: Dione

Especie: *juno ssp juno, andicola, huascana, miraculosa, suffumata.*

En Ecuador se han reportado 1296 especies de la Subfamilia Heliconiinae (Piñas y Manzano, 1997).

Distribución: Según Macs y Brabant (2003) *Dione juno ssp juno* (Cramer, 1779) se distribuye desde México hasta Argentina incluyendo St. Vicent, Belize, Martinica y

Grenada: *D. juno andicola* Bates, 1864 en Perú; *D. juno miraculosa* Hering, 1926 en Perú y *D. juno suffumata* Hayward en Brasil.

Según Toledo (1991) citado por Aguiar *et al* (s/f), *D. juno* está distribuida desde el Sur de Estados Unidos, Las Antillas, Guyana, Surinam, Guyana Francesa, Trinidad y desde Colombia hasta Argentina.

Ciclo biológico: En la sección Ecología del diario El UNIVERSO el 29 de septiembre de 2002, en un reportaje de Tali Santos titulado "El show de las mariposas" refiere que: La hembra de *D. juno* deposita 170 huevos, en un lapso de dos días, 24 horas después de la cópula, a los seis días eclosionan las larvas de cuatro milímetros de longitud, se alimentan de las hojas, el estado larval dura 20 días, en los últimos días de la etapa larval buscan un lugar para colgarse, mudan y se transforma en un capullo blanquecino allí permanece 11 días hasta que emergen los adultos que tardan cuatro a cinco horas en secarse las alas y volar para repetir el ciclo, explica la Bióloga Natalia Molina.

En el resumen de Ciclos Biológicos de especies Diurnas de Lepidoptera del Bosque Seco Tropical de la XLIV Convención Nacional de Entomología en Lima Perú, según Molina (2002), el ciclo biológico de *Dione juno* dura 37 días.

Aguiar *et al* (s/f) cita a los siguientes autores D'Almeida, 1994; Lordello, 1954; Silva 1979; Chacón y Rojas, 1984 DeBotoli y Busoli 1987; Toledo 1991; Dominguez, Gil y Mepheron, 1992 y Gil 1998, quienes refieren que el adulto de *D. juno* tiene las alas naranjas con bordes negros, la envergadura es 60 mm, los huevos son amarillo claro y se oscurecen antes de la eclosión de la larva que dura entre 6 y 7 días, la larva pasa a través de 4 o 5 instars y requieren de 19 a 27 días para realizar su desarrollo; las larvas alcanzan una longitud de 29 a 35 mm. Durante el primer instar las larvas se alimentan de las hojas tiernas, hacen pequeños huccos, cuando crece devora ambas, tiernas y viejas, también pueden alimentarse de las flores o tallos.

Según Muyshondt (1973) los huevos de *D. juno* son amarillos brillantes se tornan rojo oscuros, ponen en grandes grupos sobre hojas viejas, peciolas y tallos, la larva es café cubierta con espinas, la cápsula cefálica es café oscura con dos cuernos cortos en la cabeza. Las larvas se alimentan en grupos, los adultos se diferencian de especies similares por los

bordes entrantes de las alas, el margen oscuro y dos líneas cortas en las alas anteriores. Viven desde el nivel del mar hasta 1 200 msnm.

Usualmente asociadas con áreas abiertas y disturbadas pero también se encuentra en bosques lluviosos primarios volando sobre las copas de los árboles junto con *Dryas nulia*, *Dione moneta* y *Agraulis vanillae* estas cuatro especies con frecuencia vuelan juntas alrededor de las flores. En el Pacífico *D. juno* es persistente a lo largo del año pero es más abundante durante la estación lluviosa, en el Atlántico es más frecuente durante los periodos secos y no es abundante excepto cuando las plantas hospederas son sembradas para comercializarse.

Etología: La familia Nymphalidae es la de mayor número de especies diurnas en todo el mundo. Se destacan por sus bellos colores, formas extravagantes y de tamaño mediano. Se las puede observar muchas veces en la tierra húmeda, calman así su sed en días soleados, difieren mucho en su manera de volar: unas son rápidas, muy difíciles de capturar como las de la subfamilia Nymphalinae, mientras que otras son de vuelo lento, como la subfamilia Ithomiinae (Piñas y Manzano 1997).

En las Heliconiinae la cópula es garantizada gracias a las feromonas afrodisiacas que el ardoroso macho expele durante frenéticos revoloteos alrededor de la hembra, además cada hembra fecundada no puede ser visitada por otro macho puesto que en ella se generan mecanismos fisiológicos que impiden otra cópula, así los machos deben buscar solo hembras vírgenes. De esta manera muchas especies de esta subfamilia aseguran un óptimo sistema de reproducción al dejar lo menos posible de hembras fecundadas (Moreno *et al.* 2000).

El color es importante en el cortejo y apareamiento en las mariposas. Estudios realizados con modelos parecidos demuestra que los machos responden a estímulos visuales (Carthy, 1968).

Importancia de *D. juno*: Tali Santos (2002) en un reportaje titulado "El show de las mariposas" refiere que el proceso de metamorfosis de la especie *Dione juno*, es el principal atractivo del Jardín Botánico de Guayaquil en el mes de septiembre, cuando esta especie de lepidoptera aumenta su población porque la temperatura promedio de 27°C es favorable para su desarrollo.

La fascinación por las mariposas viene desde el siglo pasado, cuando los inmigrantes enviaban especies exóticas al exterior. La crianza de mariposas es una actividad que realizan los descendientes de los inmigrantes alemanes y polacos, por más de 20 años en Santa Catarina-Brasil, usan las mismas técnicas de crianza de Nueva Guinea (Aglío, 1995).

Para criar mariposas, es necesario conocer el ciclo biológico de la especie, la observación puede realizarse en recipientes transparentes y ventilados, provistos de agua para mantener la humedad para proporcionarle alimento fresco a las larvas, las hojas o ramas de la planta hospedera deben permanecer hidratadas (McCubbin, 1985).

Un espécimen de *D. juno* macho se comercializa a 1,5 Euros (www.ornithoptera.net/helgb.html) y \$ 0.75 en el Butterflies of the world, en London Pupae Supplies, una crisálida tiene un valor de \$2.80 (ipscontact@btconnect.com).

Según De Bortoli and Bosolá 1987; Gravena 1987 citados por Aguiar *et al* (s/f), *Dione juno juno* en Brasil es considerada una peste clave, causa severos daños porque son gregarias, reducen significativamente el área foliar en el cultivo de *Passiflora edulis*. En Ecuador *Dione juno* Cramer 1779, fue reportada como plaga de incidencia moderada (MAG, 1986).

Control: según Rosseto *et al*, (1974) citado por Aguiar *et al* (s/f), en pequeñas plantaciones de *P. edulis* el control de *D. juno* se realiza manualmente destruyendo los huevos y larvas, en grandes plantaciones se usan insecticidas específicos poco tóxicos, para no afectar las poblaciones de enemigos naturales y polinizadores. En WWW.cabi-publishing.org se recomienda el uso de *Bacillus thuringiensis*.

2.3. Enemigos naturales

Parasitoides: Varios enemigos naturales han sido reportados pero no son eficientes, Silva (1979) citado por Aguiar *et al* (s/f) reporta a *Spilochalcis* spp (Chalcididae) como parásito de *D. juno*

Predadores: Silva *et al* (1968) reporta *Alcaeorynchis grandis* (Dallas) y *Apateticus mellipes* (Pentatomidae) como predadores de *D. juno*. En Pernambuco Brasil; Lima y Veiga (1995) encontraron *Spilochalcis* spp, *Polistes* spp, (Vespidae), *Paratrechina longicornis*, *Crematogaster* sp. *Pseudomirmex gracilis* (Formicidae) y *Forcipomyia* sp (Ceratopogonidae). Ruggiero *et al* (1996); *Polistes* spp y *Polibia* spp (Vespidae) en Brasil, autores citados por Aguiar *et al* (s/f) en el artículo Passion Fruit.

Entomopatógenos

Baculovirus

La clasificación taxonómica de los Baculovirus Según Murphy, Fauquet, Bishop, Ghabrial, Jarvis, Martelli, Mayo y Summers (1995) los agrupa en la familia Baculoviridae con los géneros Nucleopolyhedrovirus y Granulovirus.

El género Nucleopolyhedrovirus presenta dos tipos: Simple cuando el poliedro contiene un solo virus SNPV (Single Nucleo Poliedrosis Viruses) y Múltiple cuando la poliedra contiene varios virus MNPV (Multiple Nucleo Poliedrosis Viruses) (Adams y Bonami, 1991).

Una propiedad fundamental de la familia BACULOVIRIDAE, es la estructura del virión. Bergold fue el primero en identificar los componentes del virión, observó cuatro estructuras diferentes: cápside, nucleocápside, envoltura y virión. Los Baculovirus son grandes, envueltos en un doble haz de ADN, con genomas circulares y comprende el grupo de virus patógeno para insectos, más numeroso y estudiado. Los Baculovirus en su mayoría se han aislado de especies del Orden Lepidóptera, más de 500 especies de este orden son hospederas de este tipo de virus (Granados y Federici, 1986).

Las especies de insectos de los que han sido aislados los Núcleo PoliedroVirus (NPV) del orden Lepidóptera está agrupada en 34 familias y 455 especies, siendo las familias con mayor número de especies Noctuidae con 107, Geometridae 63, Limantriidae 49, Lasiocampidae 34, Tortricidae 26, Pyralidae 23, Saturnidae 22, Arctidae 22, Nymphalidae 15, Sphingidae 14. Las 24 familias restantes presentan un número de especies menor a 12 (Adams y Bonami, 1991).

Vías de infección: Los virus no pueden reproducirse solos, necesitan un huésped, pues son parásitos obligados. La infección por Baculovirus empieza cuando el insecto ingiere la partícula viral, el insecto muere y libera más virus. Los insectos muertos por Baculovirus tienen una apariencia aceitosa y brillante usualmente se los ve colgados en la vegetación, son muy frágiles al tacto rompiéndose para liberar los virus y así continuar el ciclo vital.

Los Baculovirus pueden ser muy efectivos en el control de plagas pero debido a las técnicas de laboratorio y a la especificidad de huéspedes son mas costosos que los tratamientos quimicos. La mayoría de los Baculovirus usados para biocontrol pertenecen al género

Nucleopolyhedrovirus se ha demostrado que no producen efectos negativos en plantas, mamíferos, aves, peces y otros insectos (WWW. SANINET Baculovirus.ht).

A pesar de los estudios realizados hasta ahora, no hay una comprensión clara sobre la forma como se infectan los insectos con los virus. La mayoría de estudios se han restringido a los primeros estados y formas de infección en huéspedes susceptibles. Hay una pauta de información sobre el ambiente bioquímico del lumen del intestino medio y el virus ingerido, similarmente el significado de la membrana peritrófica como una posible barrera mecánica para la invasión del virus no es entendida, virtualmente no hay información sobre el sistema de dispersión en el hemocle del insecto y sobre la replicación en diversos tejidos (Granados y Federici, 1986).

La literatura sugiere que la interacción entre los Baculovirus, la envoltura de los nucleocápsides (ENC) y las células del huésped pueden ser dependientes sobre la envoltura receptora necesaria para juntar células específicas el insecto. La comprensión de este proceso es fundamental para entender la especificidad del huésped y la virulencia en atención al uso de los Baculovirus en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Granados y Federici, 1986).

En cuanto a la replicación del virus los estudios son escasos, pero se ha demostrado que algunos factores tienen un efecto sobre la infección en los cultivos de las células de lepidoptera por Núcleo Polyhedro Virus Múltiple (NPVM), entre estos factores está la temperatura, el pH, iones, los nutrientes del medio del cultivo de la células, multiplicación de la infección, tipo de células, densidad de células y tasa de división celular (Granados y Federici, 1986).

Eficiencia del Virus en el control de larvas de *D. juno*: La Facultad de Ciencias Agrarias de Pará en Brasil ha realizado investigaciones con *Baculovirus dione* para comparar el efecto de este virus y un insecticida químico en el control de la larva de la maracuyá *Dione juno juno* y la determinación del análisis bioquímico del *Baculovirus dione*. Para comparar el efecto del virus y el insecticida se usaron dosis de 10, 20, 40 y 80 g de virus y 30 ml de Decis/500 l de agua. El tratamiento con 10 g de virus presentó una eficiencia de 56% en cuanto que los otros presentaron una eficiencia de más de 95%. Se determinó que el Virus de la Polyhedrosis Nuclear Múltiple (DijMNPV) posee una poliedrina de peso molecular 32.000 Dalton, los viriones poseen 22 bandas con peso molecular que varía desde 17.700 a 81.200 Dalton. (WWW. Genamaz.org.br).

Aguilar et al (s/f.), en el artículo *Pasión fruit* cita a Figueiro (1995) quien demostró que la suspensión de *Baculovirus dione* en concentraciones de 10, 20, 40, y 80 g de larva por 500 litros de agua fueron altamente patogénicos y eficientes para controlar la larva de *D. juno* en condiciones de laboratorio. Lima y Veiga (1993) verifican la infección de larvas de *D. juno* con NPV en Pernambuco en el Lago de Maracaibo. Chacón y Rojas (1994) estiman que NPV mata el 100% de la población de *Dione juno* en Colombia.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación.

Esta investigación se realizó en el Jardín Botánico de Guayaquil, localizado a 79° 54' W. 02° 04' S, en Cerro Colorado al Noreste de la ciudad, a 60 msnm con una precipitación de 800 - 1000 mm de lluvia por año y una temperatura promedio de 25° Celsius y en la Estación Experimental Boliche del INIAP, ubicado en el Km. 26.5 de la vía Durán Tambo, Parroquia Virgen de Fátima.

3.2. Materiales.

Para evaluar el rendimiento de *P. edulis*, se sembraron 39 plantas, se requirieron 78 sacos de tierra de sembrado mezclados con bocashi y humus, 3.12 Kg de urea, 1.17Kg de superfosfato, 1,17 Kg de muriato de potasio, 29 Kg de humus y tijeras de podar.

Para estimar la cantidad de biomasa se determinó el ciclo biológico con 500 individuos en estado de huevo, recipientes plásticos transparentes y ventilados, estereomicroscopio, micrómetro, ocular de medición, cámara lúcida, termómetro ambiental, reglas graduadas, balanza analítica y tablas de registro.

Para determinar enemigos naturales se colectó 150 huevos, 150 larvas y 150 crisálidas de *D. juno andicola*, se usaron tablas de registro, hojas de *P. edulis*, recipientes plásticos ventilados, alcohol al 70%, frascos de vidrio pequeños. Para detectar patógenos se tomaron 15 larvas de *D. juno* en diferentes instars, para observarlas en microscopio óptico y en microscopio electrónico.

3.3. Métodos.

3.3.1. Rendimientos de *P. edulis* con diferentes niveles de defoliación

Para evaluar los rendimientos de *P. edulis* se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en un arreglo factorial de 3 X 4 + 1 con tres repeticiones:

A = Niveles de defoliación mecánica: 25(N₁), 50(N₂), 75(N₃) y 100(N₄) %

B = Edades de la planta: 2(N₁), 4(N₂) y 6(N₃), meses después del trasplante.

Testigo Absoluto = 0 (N₀) sin defoliación.

Modelo matemático = $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \epsilon_{ijk}$

Y_{ijk} = una observación

μ = Media general

α_i = Efecto del factor A (edad)

β_j = Efecto del factor B (defoliación)

ρ_k = Efecto de las repeticiones

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de las interacciones

ϵ_{ijk} = Error Experimental

ANDEVA

F. V.	GL	CM	F. CAL.	0.5
Repetición	r-1 2			
Trat. Vs Test.	Trat.vs.To 1			
Tratamientos	(ed+1) 12			
Edad (E)	e-1 2			
E1 vs E2,E3				
E2 vs E3				
Defoliación (D)	d-1 3			
D1vs D2, D3, D4				
D2vs D3, D4				
D3vsD4				
Edad por Defoliación	(e-1xd-1) 6			
E1vs E2, E3 X D1vs D2, D3, D4				
E1vs E2,E3 X D2vs D3, D4				
E1vs E2,E3 X D3vsD4				
E2 vs E3 X D1vsD2,D3,D4				
E2 vs E3 X D2vsD3,D4				
E2 vs E3 X D3vsD4				
Error Experimental	(exd+1)-1)(n-1)24			
Total	(exd+1)r)-1 38			

Para realizar el experimento se sembró semillas en fundas, en el mes de enero de 2002, se realizó la distribución de los tratamientos al azar y a los tres meses se trasplantó al lugar definitivo ubicado en los campos de la Estación Experimental Boliche del INIAP. Las defoliaciones simuladas con los diferentes niveles se realizó cada dos meses, a partir del trasplante en el mes de abril, la primera defoliación se hizo en el mes de junio, la segunda en agosto y la última en octubre, La floración se inició en el mes de septiembre, noveno mes desde la siembra, todas las plantas recibieron las mismas prácticas culturales.

Previo al trasplante se realizó el análisis de suelo, se hicieron hoyos de 40 cm de ancho por 60 cm de profundidad, se colocó una mezcla de tierra de sembrado, humus y bocashi, para dar a las plantas los nutrientes necesarios, se realizaron fertilizaciones con 25 g de urea, 10 g de superfosfato, 10 g de muriato de potasio, y 250 g de humus por planta, al inicio de la floración y cada dos meses.

El análisis estadístico se lo realizó con el programa SAS y una comparación ortogonal para detectar diferencias entre los tratamientos.

3.3.2. Biología y Consumo de biomasa

Para estimar la cantidad de biomasa consumida (cm^3) se determinó el ciclo biológico de *D. juno andicola* con temperatura promedio de 26°C , se colectó 500 huevos, cuando eclosionaron las larvas se las alimentó con hojas de *P. edulis*, hasta que alcanzaron el estado de pre-crisálida, se registró los días de duración, las medidas en cada estado biológico y los aspectos morfológicos, después de la emergencia de los adultos se los trasladó al lepidoptario.

Para conocer el comportamiento se colocó una pareja de *Dione juno*, en una cámara de vidrio ventilada e iluminada con una planta de maracuyá en maceta, se registró el tiempo de: duración de la cópula, pre ovoposición, ovoposición total, vida de los adultos y el número de huevos por puesta. Esta experiencia se repitió tres veces. Además en el lepidoptario y en otra áreas del Jardín Botánico se hicieron observaciones diarias del comportamiento de las larvas y de los adultos.

Durante el desarrollo larval se colectó las pastillas fecales en cada instar, se midió 10 fragmentos de 10 cm^2 de hoja de *P. edulis* se secaron y pesaron en una balanza

analítica, para estimar la cantidad de hojas consumidas mediante una relación en peso seco. Se realizaron 10 repeticiones con 10 individuos para cada instar larval. Estos resultados se analizaron con promedios.

Se calculó la cantidad de follaje de una planta de *P. edulis* cuando tiene un año de edad para discutir sobre el efecto de la defoliación. Este cálculo se realizó contando el número de ramas principales y secundarias y se multiplicó por el número de hojas de cada rama.

3.3.3. Enemigos naturales y su eficiencia

Para determinar los enemigos naturales y su eficiencia se colectó 9 muestras, tres por cada estado de desarrollo: huevo, larva y crisálida con un mínimo de 50 especímenes por colecta, se registró diariamente los organismos muertos en los diferentes estados, se identificaron los parasitoides y predadores en el Departamento de Entomología de la Estación Experimental Boliche del INIAP y en la Universidad La Molina de Lima. Para verificar la incidencia de bacterias o virus se realizó estudios histopatológicos en el laboratorio de Acuaticos y en microscopía electrónica en el Instituto Nacional de Higiene de la ciudad de Guayaquil.

Para estos estudios se colectó en el Jardín Botánico de Guayaquil un total de 15 larvas de *D. juno andicola* en diferentes instars que presentaban síntomas de la infección. Estas larvas fueron fijadas con Davison's AFA, los tejidos se procesaron de acuerdo a la metodología de Bell & Lightner (1998). Las tinciones para histología utilizadas incluyen Mayer Bennet hematoxilina y eosina (H&E), Brown y Brenn (Luna 1968) Steiner y Steiner (Steiner & Steiner 1994), Machiavello (Luna 1968) y Giemsa (Luna 1968).

Para la observación en microscopio electrónico, se seleccionó una larva de *D. juno* en tercer instar que presentaba los síntomas de la infección, puesto que las larvas de cuarto y quinto instar presentaron dificultad para realizar los cortes, por la consistencia más elástica de la cutícula y el tamaño de las setas, características de esta familia de Lepidoptera.

Se cortaron fragmentos de 0,1mm. Los tejidos fueron fijados en glutaraldehído al 3% en una solución buffer de pH 7 por 90 minutos, tetra óxido de Osmio(OsO₄) al 1%

por una hora a temperatura ambiente, se procedió a deshidratar las muestras con diferentes porcentajes de alcoholes desde 30 a 100%, se encapsuló en resina Spurr, se realizaron cortes con ultramicrotomo, se hizo la tinción con azul de toluidina para observar al microscopio óptico. Para escoger el área de estudio, se obtuvieron cortes ultrafinos de 50 μm , se colocaron en mesh previamente recubiertos con oro, la tinción se hizo con citrato de uranilo por 30 minutos y citrato de plomo 20 minutos, se observó al microscopio electrónico de transmisión JEOL/JEM 1010 desde 10K a 25K.

Para verificar las hipótesis planteadas para el objetivo uno se tomó los datos de peso de frutos por planta, durante seis meses desde el inicio de la fructificación. Para el objetivo dos se calculó la biomasa consumida en cm^2 y para el objetivo tres se estimó la eficiencia de los enemigos naturales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento

De acuerdo al análisis estadístico realizado con el programa SAS, el factor Edad de las plantas no fue significativo mientras que el factor Defoliación en las plantas fue altamente significativo. Sin embargo, como se muestra en el Análisis de Varianza (Anexo p. 48), en la comparación en base a polinomios ortogonales el factor Edad por Defoliación es muy significativo, el polinomio Edad 2 (7 meses) versus Edad 3 (9 meses) por Defoliación 1(25%) versus Defoliación 2(50%), Defoliación 3(75%) y Defoliación 4(100%) el resultado fue significativo, que se explica por la sensibilidad de las plantas en la etapa de floración y fructificación, fisiológicamente todas las plantas durante estos procesos realizan mayor fotosíntesis, y al disminuir la superficie foliar disminuye la capacidad de la planta para sintetizar la energía luminica en química (Anexo 2A).

Según el Servicio de Información Agropecuaria⁴ (SIICA), MAG del Ecuador el rendimiento de *P. edulis*, se estima en 8 Tm/ha/año con una densidad de 2,5 x 3m con 1330 plantas /ha., esto equivale a 12 Kg por planta al año. Como se observa en el Cuadro 1, en este experimento el rendimiento disminuyó en la proporción que aumentó la defoliación. Es importante resaltar que el Testigo Absoluto obtuvo 4.67 Tm/ha/año, un valor inferior al promedio del experimento con 4 diferentes grados de defoliación y 3 diferentes edades, que fue 6.52 Tm/ha/año, más interesante aún es el rendimiento de 8.67 Tm/ha/año obtenido cuando la planta se defolia en un 25 % en diferentes edades puesto que es superior al al citado por SIICA.

Esto se debe al comportamiento de *P. edulis*, que cuando tiende a desarrollar abundante follaje la producción disminuye, por esto dentro de las prácticas culturales son muy recomendadas las podas de formación controladas puesto que con el 100% de defoliación el rendimiento disminuyó aproximadamente el 50%, el peso fue 4.12 Tm/ha/año considerando que las plantas se sembraron a una distancia de 3x5.

⁴ WWW. SIICA.gov.ec

Cuadro 1. Rendimiento de *P. edulis* Var. *flavicarpa* expresado en Tm/ha/año en diferentes edades de las plantas y diferentes porcentajes de defoliación.

% DEFOLIACIÓN					
Edad planta	25%	50%	75%	100%	Promedio
2 meses	9.1156	8.0046	7.2480	3.4683	6.9591
4 meses	6.8476	7.8256	5.7360	5.2136	6.4057
6 meses	10.0493	4.8466	6.1806	3.6906	6.1918
Promedio	8.6708	6.8923	6.3882	4.1242	6.519
Testigo Absoluto (sin defoliación)					4.669

4.2 . Biología y Biomasa consumida

Para realizar este objetivo fue necesario conocer el ciclo biológico y la etología de *D. juno andicola*. Desde la ovoposición hasta la emergencia del adulto el ciclo vital requiere 38 días en promedio (Anexo 3.A). Las medidas en milímetros varían desde 2 mm en estado de huevo hasta 82 mm de envergadura en estado adulto.

4.2.1 Ciclo Biológico de *Dione juno andicola*.

Estado de huevo: Tiene una duración de 6 días en promedio, mide 2 mm. Los huevos recién puestos son de color amarillo claro, de forma cónica truncada en la base y estriados, (Fig. 1a).

Estado larval: El estado larval dura 20 días. Las larvas son de color café oscuro, con finas líneas longitudinales rojizas, presentan setas pero no son urticantes, pasan por 5 instars, cada uno dura 4 días. cuando mudan para crecer la coloración es café clara. El rango de las medidas de cada instar larval es de 3.75 mm hasta 55 mm. La cápsula cefálica es la evidencia del paso de un instar larval a otro, presentan 4 pares de ocelos visibles en estereomicroscopio. Las medidas en mm de las cápsulas de cada instar larval, el valor promedio de las medidas de las cápsulas cefálicas fue: 0.50 mm larva I, 0.80 mm larva II, 1.30 mm larva III, 2.00 mm larva IV, 3.00mm larva V y 3.50 mm en la última ecdisis (Fig. 1 b,c,d,e,f,g).

Estado de crisálida: La pre-crisálida es de color café oscura, dura un día en promedio, mide 58 mm (Fig.1g). La crisálida dura 11 días en promedio, mide 25 mm, es de color blanco transparente, se torna café claro y tiene forma de S, (Fig 1h).

Estado adulto: Las hembras y los machos tienen una duración de 8 y 12 días en promedio y miden 82.5 y 75 mm. respectivamente. Ambos presentan una coloración naranja con bordes negros en la región dorsal y manchas plateadas en la región ventral; la hembra se diferencia del macho por el abdomen abultado (Fig. 1 i).

Estas medidas de las larvas y de los adultos difieren notablemente con las medidas presentadas en el artículo de Aguiar *et al* (s/f), donde se indica que las larvas miden entre 29 y 35 mm y los adultos 60mm., puesto que la especie descrita corresponde a *D. juno juno* de distribución más amplia que *D. juno andicola* restringida al occidente de Ecuador y Perú.

El Cuadro 2 presenta el tiempo de duración en días promedios, máximos y mínimos y las medidas en milímetros de cada estado de biológico de *D. juno*.

Cuadro 2. Medidas en milímetros y días de duración de los diferentes estados biológicos de *D. juno andicola*.

ESTADOS BIOLÓGICOS	N. Ind.	Color	Long mm	D. S.	C.C. mm	D. S.	Días prom	D. S.
Huevo	500	Amarillo claro	1	0.005			6	0
Estado larval								
I		café oscuro	3.75	0.003	0.5	0.002	4	0.001
II		café oscuro	13.5	0.001	0.8	0.002	4	0.001
III		café oscuro	22	0.001	1.3	0.002	4	0.001
IV		café oscuro	35	0.002	2	0.004	4	0.001
V		café oscuro	55	0.006	3	0.003	4	0.001
Pre- crisálida		café oscuro	58	0.003	3.5	0.001	1	0.005
Crisálida		café claro	25	0.008			11	0.002
TOTAL							38	
Adulto M.		naranja y negro	75	0.011			12	0.004
Adulto F.		naranja y negro	82	0.001			8	0.007

D.S - Desviación estándar

C.C. = Cápsula cefálica

Como se observa en el cuadro 2 la desviación estándar tanto en las medidas de las larvas, cápsulas cefálicas y la duración en días es mínima, como en la mayoría de especies de lepidoptera que son gregarias, al parecer es una estrategia de supervivencia de la especie, pero el equilibrio existente en la naturaleza no puede permitir la multiplicación masiva de una especie por tiempo indeterminado, y esa misma estrategia de vida es controlada por virus que ocasionan gran mortalidad como se ha observado en la identificación de enemigos naturales.

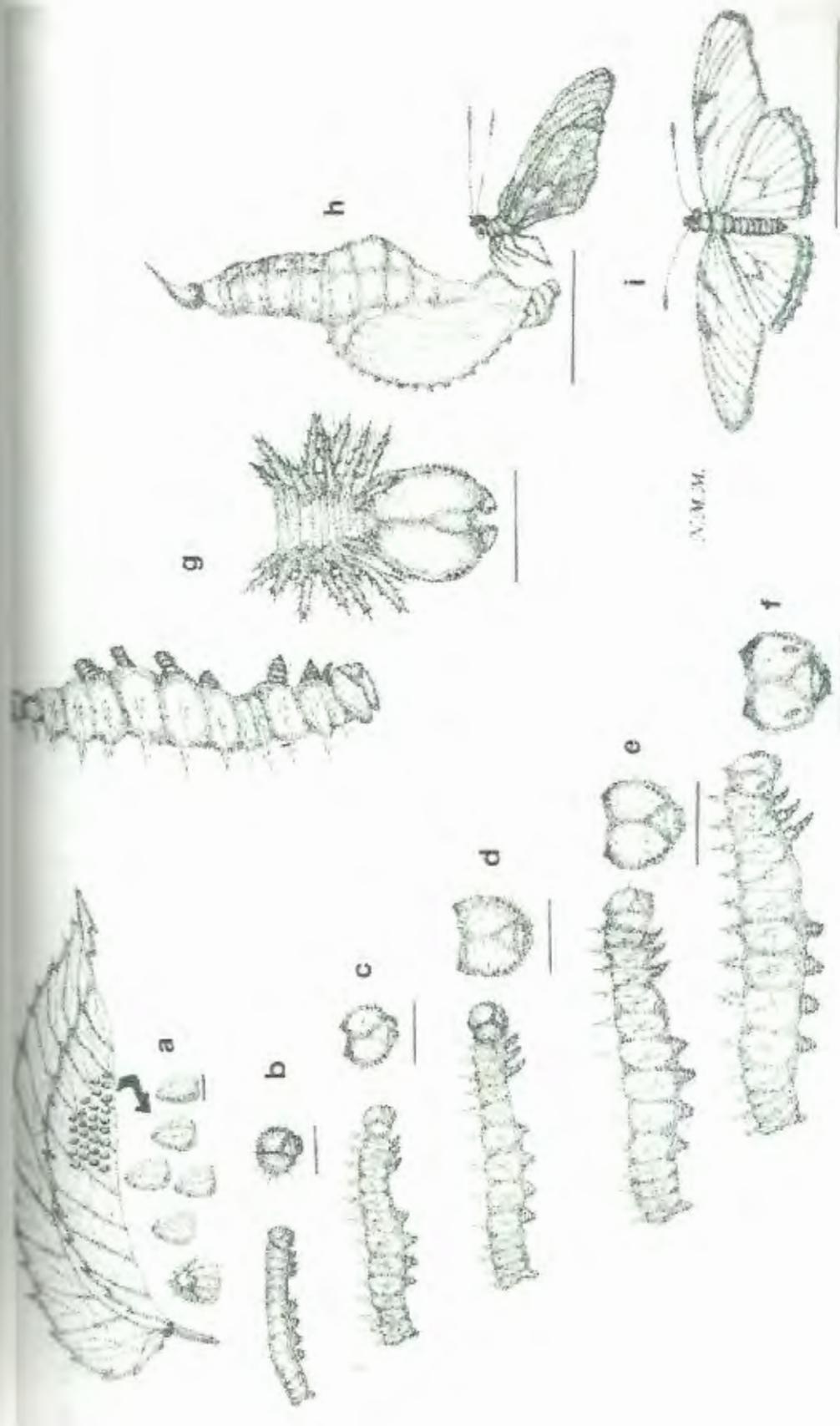


Figura 1. Estados biológicos de *Dioneina canadensis* Bates. a) Huevo (1mm), b) Larva y capsula celásica I (12mm), c) Larva y capsula celásica II (12mm), d) Larva y capsula celásica III, e) Larva y capsula celásica IV, f) Larva y capsula celásica V, g) Larva y capsula celásica VI (5mm), h) Larva y capsula celásica VII (84mm), i) Adulto (84mm).

Etología: *D. juno* tiene una estrategia singular para invadir las plantas de *P. edulis*, inicialmente dos o tres hembras inspeccionan la planta durante 30 minutos, en dos días depositan un promedio de 170 huevos cada una, la postura de cada huevo dura 14 segundos en promedio, son colocados en hileras, de preferencia en el envés de las hojas intermedias. Las que logran llegar al estado adulto repiten el ciclo aumentando la población, especialmente cuando la temperatura varía entre 25 y 27 °C. Cuando aumenta la población depositan los huevos en cualquier parte de la planta. En la literatura citada otros autores no mencionan la cantidad de huevos que cada hembra deposita, pues el dato que se publicó en el reportaje de Santos (2002) proviene de esta misma fuente de información.

Estado larval: durante el estado larval permanecen agrupadas, se alimentan del envés de la hoja, allí se mantienen hasta terminarla completamente, según el tamaño de la hoja pueden tardar 12 días cuando ya han alcanzado el tercer instar, durante el cuarto y quinto instar se mimetizan con los zarcillos de las plantas, se alimentan incluso de los peciolos de las hojas y de las ramas jóvenes. En el proceso de ecdysis permanecen inmóviles, adheridas a la superficie de las hojas y cuando adquieren su nueva piel no se alimentan enseguida, si no varias horas después. Tanto Muyshondt (1973) como los diferentes autores citados en el artículo de Aguiar *et al* (s/f), refieren el comportamiento gregario de las larvas.

Al final del quinto instar larval, deja de alimentarse, con todas las reservas adquiridas empieza a hilar con sus mandíbulas un tejido seguro que la sostenga, se cuelga cabeza hacia abajo, se recoge ventralmente tomando la forma de un bastón, se queda quieta y empieza a realizar movimientos oscilatorios, para desprenderse de la piel de oruga. La crisálida realiza esporádicamente ligeros movimientos laterales. Cuando caen durante este proceso, son pocas las posibilidades de alcanzar el estado adulto.

Cuando llega el momento de la emergencia la crisálida se oscurece y se rompe, lo primero en salir es la cabeza, inmediatamente se sostiene de la crisálida con las patas y sale toda, el abdomen muy abultado, las alas replegadas y muy frágiles, se mueve suavemente para desplegar las alas, tardan un promedio de 5 horas en secarse, abre y cierra las alas lentamente, hasta lograr el vuelo. Se alimentan con preferencia del néctar de las flores de lantanas (*Lantana camara*).

Cortejo y apareamiento: A los tres días de nacidos los adultos alcanzan la madurez sexual, de 4 a 8 machos cortejan una hembra, vuelan persiguiéndola durante 20 a 30 minutos: el

vuelo es ondulado, muy dinámico, finalmente la hembra se posa en cualquier superficie, el macho perseverante se aproxima y con las antenas toca la cabeza de la hembra varias veces, luego camina lentamente alrededor de ella hasta lograr la cópula, que dura una hora, la cual se realiza con la unión de los últimos segmentos del abdomen, donde se localizan los órganos reproductores tanto en el macho como en la hembra, las alas de ambos se mueven muy despacio, hasta quedarse totalmente quietos, 24 horas después la hembra busca un lugar seguro para poner los huevos.

Este comportamiento difiere con el mencionado por Moreno *et al* (2000) donde se describe que en las especies de la subfamilia Heliconiinae la cópula es garantizada gracias a las feromonas que el macho expelle durante frenéticos revoloteos alrededor de la hembra.

En *D. juno andicola* es la hembra quien atrae a más de un macho, aunque sólo cópula con uno de ellos, una sola vez, se cree que el corto tiempo de vida de los adultos (12 días en promedio) no permite que una hembra realice más de una cópula. Esto si coincide con el autor citado quien refiere que cada hembra fecundada no puede ser visitada por otro macho puesto que en ella se generan mecanismos fisiológicos que impiden otra cópula, así los machos deben buscar solo hembras vírgenes. De esta manera muchas especies de esta subfamilia aseguran un óptimo sistema de reproducción al dejar lo menos posible de hembras vírgenes.

4.2.2. Biomasa consumida durante el estado larval.

Se calculó que una larva consume 128.2 cm^2 (0.0128m^2) (Anexo 4.A, 5.A y 6.A), si se conoce que cada mariposa deposita un promedio de 170 huevos y asumiendo una sobrevivencia de 100% una planta perdería 2.18 m^2 de follaje en 20 días que dura el estado larval. De acuerdo a esto se estima que una planta de 9 meses de edad sembrada a una distancia de 3X5 y a 1.50 m de alto, con la ovoposición de cuatro mariposas sería suficiente para reducir todo el follaje.

En el artículo de Aguiar *et al* (s/f), aunque menciona que *D. juno juno* es una peste clave para *P. edulis* que reduce significativamente el área foliar no reporta cifras, ni el efecto en el rendimiento, si se considera que *D. juno andicola* es de mayor tamaño, la defoliación total es más rápida.

La figura 2 presenta el promedio de la cantidad de biomasa consumida en los diferentes instares durante el estado larval de *D. juno andicola*, el primer instar consumió 0.79cm^2 , el segundo 1.33cm^2 , el tercero 10.6cm^2 , el cuarto 42.2cm^2 y el quinto instar 73.3cm^2 .

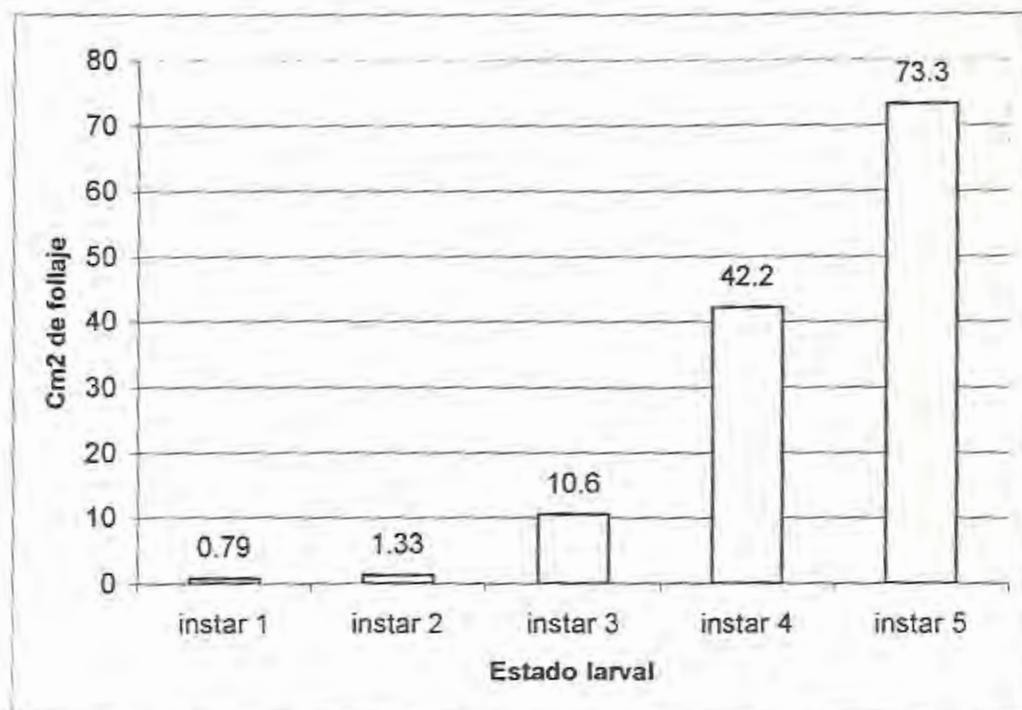


Figura 2. Biomasa consumida por *Dione juno andicola* durante el estado larval

4.3. Enemigos Naturales (Anexo 7A-8A).

4.3.1. Patógeno: *Baculovirus dione*

SIGNOS CLÍNICOS

Los síntomas de la infección por NPV en *Dione juno* aparece generalmente a partir del tercer instar larval, el comportamiento y el color de las larvas cambia. Los primeros síntomas son: aislamiento, disminución del apetito y cambio de color. Las larvas que normalmente permanecen agrupadas empiezan a separarse, comen poco y la coloración café oscura con finas líneas longitudinales rojizas, se torna ligeramente más intensa y brillante dándoles una apariencia grasosa, se las ve largas y flácidas al tacto pero poco robustas.

A medida que avanza la infección los síntomas son más acentuados y las setas se vuelven frágiles, finalmente se aíslan, dejan de comer, se ven más brillantes y terminan colgadas, algunas como si fuesen a entrar en crisálida, otras se ven sujetas de las

pseudópatas, en forma de una V invertida y al mínimo contacto se rompen y dejan caer la hemolinfa, que presenta un aspecto viscoso de color café verdoso, sin olor intenso.

POSIBLE CICLO

Durante dos años consecutivos (2001-2002) de observación no se determinó como se infectan las larvas, la mortalidad se produjo cuando la temperatura promedio mensual osciló entre 28 y 29°C, es importante resaltar dos aspectos; la cantidad de larvas que produjo la escasez de alimento, pudo ocasionarles estrés y hacerlas susceptibles a la invasión del virus y la presencia de un díptero pequeño que succiona la hemolinfa de las larvas, que fue abundante antes de la mortalidad masiva, abre la posibilidad que este sea un vector intermedio.

Para tener alguna pista sobre la forma de la infestación se realizó un sencillo ensayo preliminar. Se colectó una colonia de 20 huevos, se esterilizaron en 10% de formaldehído por una hora, se lavaron con agua destilada por dos horas, a temperatura de 28°C. (Myers, 2000), la colonia se mantuvo unida hasta el tercer instar, se dividió en dos grupos al primero se lo infestó sumergiendo las hojas de maracuyá en 10ml de agua más el contenido hemolinfático de una larva infectada con el patógeno, el segundo grupo se mantuvo en condiciones asépticas, sin embargo ambos grupos murieron durante 5 días, ninguna logró alcanzar el siguiente instar larval.

HISTOPATOLOGÍA

Se observaron inclusiones o agregaciones atípicas que fueron positivas con la tinción de Steiner y Steiner, en las células del tejido conectivo debajo de la epidermis, las alteraciones citológicas se presentaban muy similares a las observadas en otros artrópodos como camarones afectados por bacterias intracelulares⁶.

Se realizaron ensayos preliminares tratando a las larvas como se trata a los crustáceos afectados por Riketsias, se colectaron dos colonias de 10 y 12 individuos de tercer instar, se los trató con oxitetraciclina en una proporción de 1 a 1 con agua destilada, al quinto día de tratamiento murieron todas las larvas, como bajó la población totalmente, no se pudo realizar otros ensayos.

⁶ Jimenez, R. 2002. Observaciones en microscópico óptico. Acuaticos (Comunicación personal).

Se esperó el siguiente año para tomar nuevas muestras y realizar estudios en microscopia electrónica para determinar con mayor certeza el patógeno asociado a la mortalidad mortalidad de las larvas (Anexo 8A).

ULTRAESTRUCTURA

Las observaciones en microscopio electrónico de transmisión (MET) y la revisión de bibliografía especializada permitió determinar que se trata de un virus de la familia Baculoviridae aislado de *Dione juno juno* y denominado como *Baculovirus dione* caracterizado por Ribeiro *et al* (1997).

La familia Baculoviridae tiene dos género (1) Núcleopolyhedrovirus de tipo Múltiple (MNPV), porque contiene varios haces de viriones baciliformes, estos viriones están envueltos en una proteína cristalina llamada polyhedrin que forma la oclusión viral o cuerpo de oclusión, el viron es baciliforme, mide 2µm. y (2) Granulovirus (Murphy, Fauquet, Bishop, Ghabrial, Jarvis, Martelli, Mayo y Summers, 1995).

En la figura 1 Se aprecia la ultra estructura de los numerosos núcleos hipertrofiados con cuerpos de inclusión en la cual se nota fuerte grado de infección con grandes espacios vacuolares en el citoplasma. En la figura 2 la flecha muestra la membrana nuclear íntegra a pesar que se encuentra el núcleo fuertemente hipertrofiado se observan viriones incluidos en el cuerpo de inclusión, en el citoplasma se ven vacuolas y ribosomas. En la figura 3 se observa la virtual ruptura de la membrana nuclear con los cuerpos de inclusión liberándose en toda la célula y viriones libres que son los que van a infectar otras células.

En la figura 4 se observa los cuerpos de inclusión de los viriones parcial y totalmente ocluidos. se observa las agrupaciones de viriones dentro del lattice, en algunos se observa la estructura longitudinal y transversal. La figura 5 muestra la ultraestructura de una parte de la sección de un cuerpo de oclusión mostrando el lattice proteínico cristalino, rodeando agrupaciones de viriones. En los viriones se observa la envoltura y nucleocápside. La figura 6 muestra la ultraestructura en la que se observa claramente la forma de báculo en un extremo del virión.

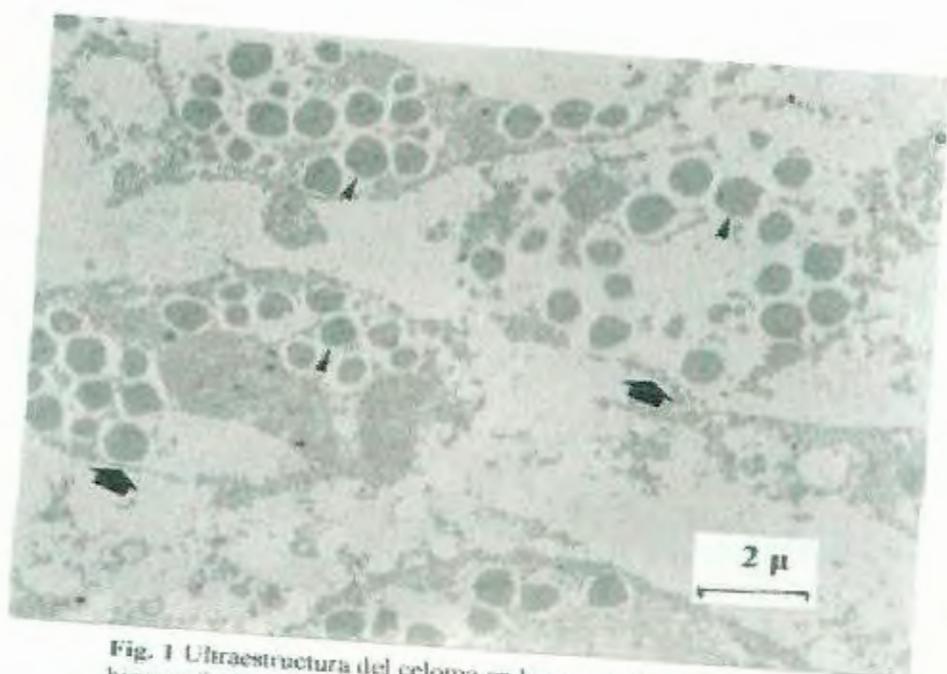


Fig. 1 Ultraestructura del celoma en la que se observan núcleos hipertrofiados (flecha) con numerosos cuerpos de inclusión (punta de flecha). Barra = 2μ

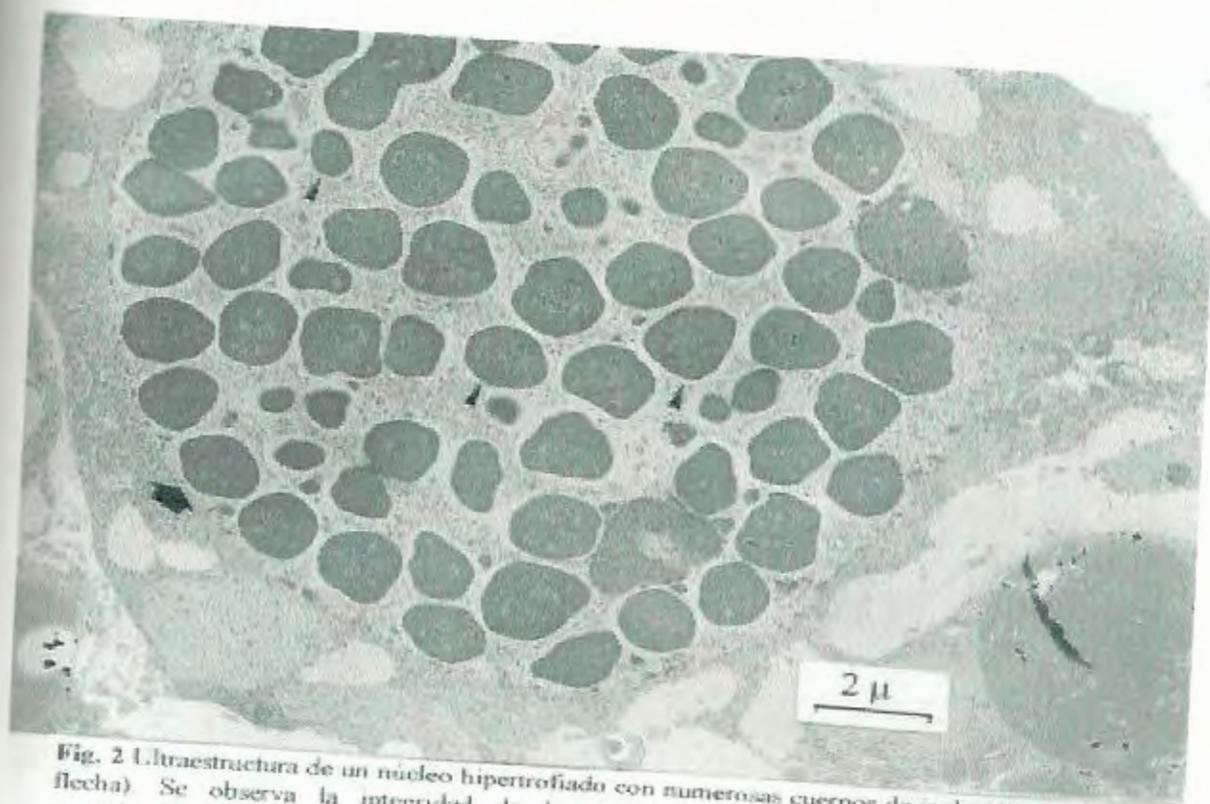


Fig. 2 Ultraestructura de un núcleo hipertrofiado con numerosas cuerpos de inclusión (punta de flecha) Se observa la integridad de la membrana nuclear (flecha) y el citoplasma considerablemente reducido con numerosas vacuolas Barra = 2μ

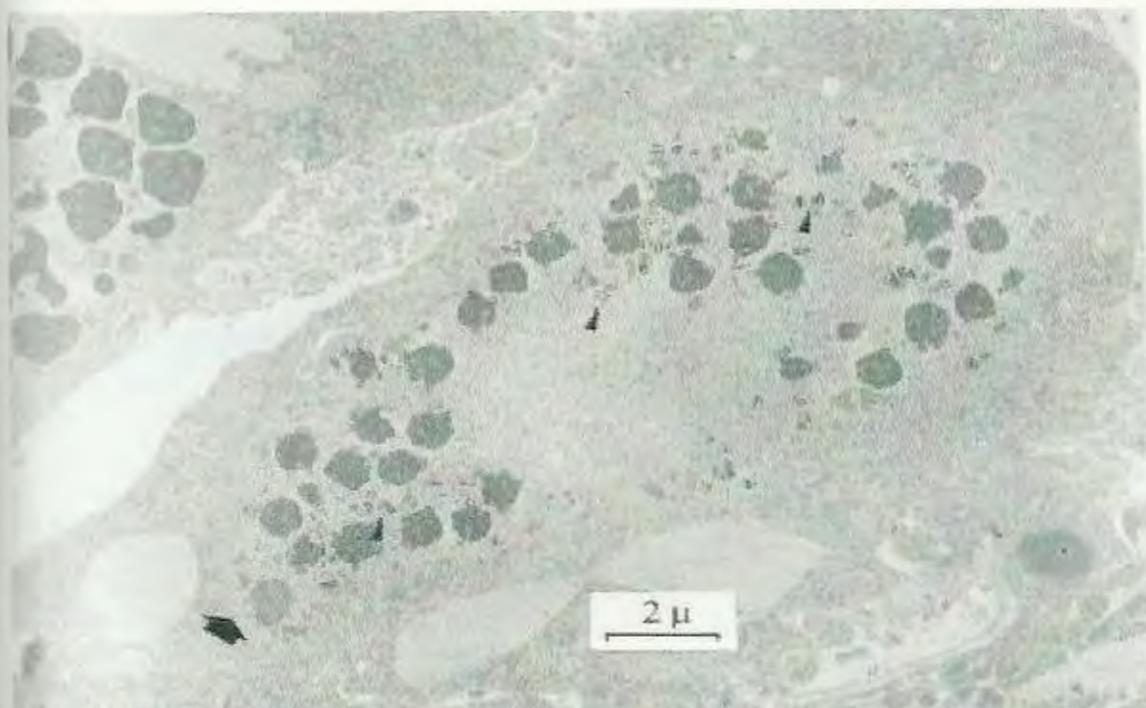


Fig. 3 Ultraestructura de un núcleo en estado avanzado de disolución de la membrana nuclear (flecha). Se observa los cuerpos de inclusión con viriones ocluidos y numerosos viriones libres (punta de flecha) Barra 2μ

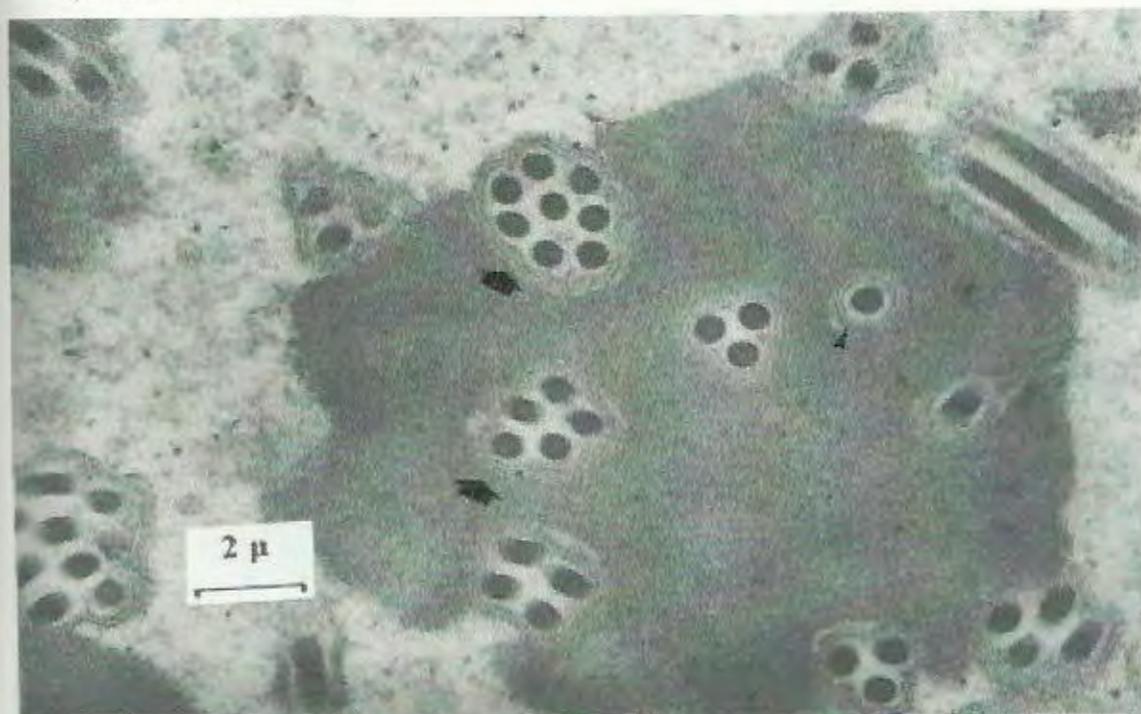


Fig. 4 Ultraestructura de un cuerpo de inclusión en el que se observa viriones parcial y totalmente ocluidos (flecha) nótese la naturaleza trilaminar de la envoltura de los viriones (punta de flecha). Se observa agrupación de viriones individuales, en algunos se observa la estructura longitudinal y en otros transversal. Barra 2μ



Fig. 5 Ultraestructura de una parte de la sección de un cuerpo de oclusión mostrando el lattice proteínico cristalino, rodeando agrupaciones de viriones. En los viriones se observa la envoltura (flecha) y nucleocapside (punta de flecha) Barra = 2 μ .



Fig. 6 Ultraestructura en la que se observa claramente la forma de báculo en un extremo del virión (flecha) Barra = 2 μ .

ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD CAUSADA POR EL *Baculovirus dione*

En el Jardín Botánico de Guayaquil se registró el nacimiento de 3.154 adultos, en el mes de octubre y noviembre de 2000, mientras la temperatura promedio fue 26°C, en diciembre cuando la temperatura alcanzó los 28°C la mortalidad de *D. juno* fue masiva alcanzó el 100%². Este mismo evento se repitió durante los años 2001 y 2002 en el mes de octubre la temperatura promedio fue 27 y 26°C nacieron 957 y 900 adultos respectivamente, pero en noviembre de ambos años el aumento de temperatura a 29 y 28°C nuevamente ocasionó el 100% de mortalidad sobre la población de *D. juno andicola*.

Adams y Bonami (1991), refiere dos tipofomas de NPV una simple conocida como Virus de la poliedrosis nuclear simple (SNPV) cuando contiene una sola nucleocapside y otra múltiple Virus de la poliedrosis nuclear múltiple (MNPV) cuando contiene varias. Los viriones de *D. juno andicola* observado en nuestras muestras es múltiple,

Adams y Bonami (1991), considera que el rango del tamaño de los NPV oscila entre 0.5 a 15 µm, con una predominancia de 0.6 a 2.5 µm en diámetro, los viriones observados en *D. juno andicola* está dentro de este rango frecuente el virión mide aproximadamente 2 µm.

Con referencia a los grados de infección Chacón y Rojas (1994) citados por Aguiar (s/f) estiman que NPV mata el 100% de la población de *Dione juno* en Colombia, no hay información sobre las condiciones ambientales especialmente a que temperatura se ocasionó el 100% de mortalidad en las larvas. Tampoco en el trabajo de Figueiro (1995) en laboratorio con diferentes dosis de gramos de larvas en 500 litros de agua no hay referencias en cuanto a la temperatura.

En las observaciones realizadas en el Lepidoptario del Jardín Botánico de Guayaquil la mortalidad masiva se presentó cuando la temperatura se elevó a 28°C, información que coincide con lo descrito por Adams y Bonami (1991) donde se describe que los NPV se replican muy bien a temperatura de 28°C.

² Molina, N. y Arias M, 2000. Informe del Ciclo biológico y etología de *Dione juno andicola* Bates Proyecto Lepidoptario. Jardín Botánico de Guayaquil. (Documento).

4.3.2. Predadores y Parasitoides

Algunas familias y géneros coinciden con los enemigos naturales poco eficientes reportados por Silva (1979) Chalcididae parásito de *D. juno* en Pernambuco Brasil; Lima y Veiga (1995) Vespidae, Formicidae, Ceratopogonidae, Ruggiero *et al* (1996) *Polibia* spp (Vespidae) en Brasil, autores citados por Aguiar *et al* (s/f) en el artículo Passion Fruit.

Fuera del Laboratorio en las colonias de huevos encontradas en plantas de *P. edulis* se colectaron predadores como hormigas de la subfamilia Poncrinac y avispas de la Familia Vespidae alimentándose de las crisálidas, en estos casos no se registró el porcentaje de eficiencia en atención al elevado grado de error que podría estimarse, puesto que cuando se encontraron no se determinó el número de individuos que había inicialmente.

El Cuadro 3 presenta los estados biológicos, los enemigos naturales, el porcentaje de mortalidad que cada uno ocasiona sobre la población de *D. juno* y la temperatura.

Cuadro 3. Enemigos Naturales de *D. juno andicola* (Lepidoptera: Nymphalidae) Jardín Botánico de Guayaquil 2002.

Estados Biológicos	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Especie	Mortalidad	T°
PARASITOIDES							
HUEVO	Hymenoptera	Selionidae		Telenomus	sp	10%	26°C
LARVA	Diptera	Tachinidae	Goniinae	Atacta	sp	2%	26°C
CRISÁLIDA	Diptera	Phoridae	Metopinininae			2%	27°C
	Diptera	Tachinidae	Goniinae	Euphorocera	sp	2%	26°C
	Diptera	Tachinidae	Goniinae	Lespesia	sp	2%	26°C
	Hymenoptera	Chalcididae		Brachymeria	ovata	3%	26°C
	Hymenoptera	Chalcididae		Brachymeria	sp	3%	26°C
PREDADORES							
HUEVO	Hymenoptera	Formecidae	Ponerinae				
CRISÁLIDA	Hymenoptera	Vespidae	Polistinae	Polybia	sp		
PATOGENOS							
LARVA		Baculoviridae		Nucleopolyhedrovirus		100%	28°C
SUCCIONADOR DE HEMOLINFA							
LARVA	Diptera	Ceratopogonidae				0%	27°C

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Rendimiento de *P. edulis* var. *flavicarpa*

1. El factor defoliación en las plantas es altamente significativo, al igual que la interacción edad de la planta por defoliación, especialmente cuando la planta se encuentra en el periodo de floración y fructificación, puesto que la disminución de follaje afecta el proceso fotosintético.
2. Las plantas toleran hasta el 25% de defoliación, si hay infestaciones de 170 larvas por planta lo mejor es no tomar medidas de control porque los rendimientos mejoran.

5.2. Biología y Biomasa Consumida.

1. El ciclo biológico de *Dione juno andicola* es corto dura 38 días, la característica de ser gregarias facilita la crianza masiva, en recipientes plásticos ventilados, pero con temperaturas que oscilen entre 24 y 27°C. El consumo de biomasa en peso seco se ha estimado en 128. 2 Cm² (0.0128 m²). por tanto con el 25% de defoliación de una planta de 9 meses de edad, sembrada a una distancia de 3X5 y a 1.5 metros de altura, se podría criar 170 mariposas sin afectar el rendimiento de *P. edulis* que supera las 8 Tm/ha/año.
2. Si se considera que un espécimen de *D. juno* macho cuesta 1,5 Euros, y a \$ 0.75 y una crisálida 1.80 libras, es recomendable aprovechar el valor comercial de *D. juno andicola* en los cultivos de *P. edulis* debido a la importancia que tiene esta especie, reportada por primera vez para Ecuador como *Dione juno andicola* al igual que su restringida distribución entre Ecuador y Perú occidental,

5.3. Enemigos Naturales

1. El enemigo natural más importante para controlar las poblaciones de *D. juno* es el *Baculovirus dione* reportado por primera vez en Ecuador, causa el 100% de mortalidad durante el estado larval. Este patógeno que es un Virus de la Poliedroiss Nuclear (NPV) es muy eficiente para controlar las poblaciones de *D. juno andicola*, pero con una temperatura promedio de 28°C. Es importante para el biocontrol de las subespecies *D. juno* que debido a su especificidad se convierte en una alternativa efectiva para disminuir el uso de insecticidas químicos que afectan las poblaciones de insectos polinizadores y benéficos.

2. Se encontró siete especies de insectos parasitoides en diferentes estados biológicos, que presentan un porcentaje de eficiencia de 10% y menor a este, por tanto no son muy eficientes pero forman parte del agrosistema. El género *Telenomus* sp. parasita huevos, el género *Atacta* sp parasita las larvas y los géneros *Euphorocera* sp. *Lespectia* sp. *Brachymeria* sp. y una especie de la subfamilia Metopininae se encontraron en crisálidas. Se identificaron dos predadores del orden Hymenoptera uno de la subfamilia Ponerinae que se alimenta de huevos y otro del género *Polybia* sp. que se alimenta de crisálidas, pero son poco eficientes para controlar las poblaciones de *D. juno andicola*.
3. Se recomienda dejar desarrollar el ciclo biológico de *D. juno andicola*, cosechar las crisálidas, para comercializarlas y cuando aumente la temperatura el *Baculovirus dione* disminuirá la población a cero, pues esta especie no se establece, migra siempre a buscar las temperaturas adecuadas para su desarrollo.
4. Se sugiere realizar el estudio del ciclo biológico del virus para optimizar su acción tanto en la crianza como en el control biológico de *D. juno andicola*.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, J. Y BÓNAMI, J. (ed) 1991. Atlas of Invertebrate Viruses. pp. 89-189.
- AGUIAR, E. MENEZES, E.B., MENEZES, P., CASINO, M., SOARES. s/f. Passion Fruti. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro Nacional de pesquisa de agrobiología. Seropedica. Universidad Federal ruraldo Rio de Janeiro. Centro I m de pragás.
- AGLIO, A. 1995. Borboletas tipo exportação. Revista Os caminos da Terra. Ano 4 #7 edição 39. Editora azul Brazil: pp 54-59
- CARTHY, J. 1968. El comportamiento de los artrópodos. Editorial Alhambra, Madrid. pp. 63-66, 86-87.
- GRANADOS, R. Y FEDERICI, B. (ed) 1986. The Biology of Baculoviruses. Vol. I. Biological Properties and Molecular Biology. pp 62-123.
- HARVEY, D.J. 1991. higher classificacion of the Nymphalidae, Appendix B. - In: Nijhout, H.F. (ed) The Development and Evolution of batterfly Wing patterns. Smithsonian Institution Press. pp 255-273.
- MAES, J.M. & BRABANT R. 2000. Mariposas de Nicaragua. CD ROM, Museo Entomológico de León [MEL], León, Nicaragua.
- MEDINA, J.C.; GARCÍA, J.L.M. y LARA, L.C.C. 1980. Maracujá: Da cultura ao procesamiento e comercialização. Campinas; Secretaria da Agricultura e abastecimento/ITAL, 207 p.
- McCUBBIN, C. 1985. How to breed butterflies. Edited by The friends of the zoo Inc. and The Zoological Board of Victoria. 33pag.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. Programa Nacional de Protección Vegetal. 1986. Inventario de Plagas enfermedades y Malezas del Ecuador. Quito. p. 166
- MOLÉSTIAS E PRAGAS. (s/f, s/a). P.68. Fotocopia Biblioteca INIAP E.E. Boliche.
- MOLINA, N. 2002. Convención Nacional De Entomología XXIV. Programa y Resúmenes. Ciclos Biológicos de Lepidóptera del Bosque Seco Tropical. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. p.51.
- MORENO, M. *Et al.* 2000. Mariposas del Ecuador. Occidental Exploration and Producción CO., Quito. pp 87-90.
- MUYSHONDT, A. 1973. Notes on the Cycle and natural history of butterflies of El Salvador 1ª. *Catonephele numilia* esite (Nymphalidae: Catanepheleinae) J.N.Y. Entomology Society. 81: 214-223.
- MURPHY, F.A., FAUQUET, C.M., BISHOP, D. H. L., GHABRIAL, S.A., JARVIS, A.W., MARTELLI, G.P., MAYO, M.A., SUMMERS, M.D. (eds) 1995. Virus Taxonomy Sixth

Report of the International Committee on Taxonomy of viruses. Springer-Verlag Wien New York, P.104.

MYERS, J.H., MALAKAR, R. y CORY, J. 2000. Sublethal Nucleopolyhedrovirus Infection Effects on Female Pupal Weight, Egg Mass Size, and Vertical Transmission in Gipsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Environ. Entomol.* 29(6): 1268-1272.

PIÑAS, F. Y MANZANO, I. 1997. Mariposas del Ecuador. Universidad Católica del Ecuador, Quito. pp. 5-6.

RIBEIRO, B.M.; ZANOTTO, P.M.A.; DE SOZA, H.L.; MCDOWELL, S Y KITAJIMO, E.W. 1997. Characterization of a Baculovirus infecting the passion fruit caterpillar *Dione juno juno* 1997. *Biocell*, 21(1), 71-82.

RUGGIERO, C. and V. M. ANDRADE. 1989. Passiflora. In: A. H. Halvay (Editor). Handbook of Flowering. CRC press. Boca Raton. Vol. VI. pp. 495-506.

SALINERO, C., FERNÁNDEZ, J. Y MANSILLA, J. 1993. El Maracuyá, *Elite F1* 4(4): 67-69.

SANTOS, T. 2002. El show de las mariposas. *El Universo*, Guayaquil, Septiembre 29 p.16B.

VALVERDE, F.M. 1998. Plantas Útiles del Litoral Ecuatoriano. Ministerio del medio Ambiente/ECORAE/Ecociencia. Guayaquil.

WWW. ipsecontact@btconnct.com. 08-04-03

WWW. ornithoptera.net/helgb.html. 08-04-03

WWW. cabi-publishing.org. 12-04-03

WWW. SANINET Baculovirus.ht. 10-03-03

ANEXOS

Anexo 1.A. Cuadro1. Análisis de varianza del rendimiento en Tm/ha de *P. edulis* a diferentes edades y con diferentes niveles de defoliación. Estación Experimental Boliche 2002-2003

F. V.	GL	CM	F. CAL.	0.5
Repetición	2	17.445	1.97	3.4
Trat. Vs Test.	1	9.4765	1.07	4.26
Tratamientos	12	12.363	1.39	2.18
Edad	2	3.7623	0.42ns	3.4
E1 vs E2, E3	1	3.4878	0.39	4.26
E2 vs E3	1	0.2745	0.03	4.26
Defoliación	3	84.6977	9.55**	3.01
D1vs D2, D3, D4	1	55.5732	6.27*	4.26
D2vs D3, D4	1	16.0589	1.81	4.26
D3vsD4	1	13.0656	1.47	4.26
Edad por Defoliación	6	40.4150	4.58**	2.51
E1vs E2, E3 X D1vs D2, D3, D4	1	0.0001	0.00	4.26
E1vs E2, E3 X D2vs D3, D4	1	3.0613	0.35	4.26
E1vs E2, E3 X D3vsD4	1	5.1688	0.58	4.26
E2 vs E3 X D1vsD2, D3, D4	1	23.3324	2.63	4.26
E2 vs E3 X D2vsD3, D4	1	5.9527	0.37	4.26
E2 vs E3 X D3vsD4	1	2.9037	0.33	4.26
Error Experimental	24	8.8675		
Total	38			

ns = no significativo

* = significativo

** = muy significativo

Anexo 2.A. CICLO BIOLÓGICO DE :
Dione juno andicola



Dione juno andicola Bates 1864.
Lado ventral



Dione juno andicola Bates 1864 .
Lado dorsal



Cópula



Larva I



Postura De Huevos



Larva II



Larva III



Crisalidas



Larva IV



Nacimiento De Adultos



Larva V



Liberación De Adultos

**Anexo 3.A. EVALUACIÓN DE
RENDIMIENTO DIFERENTES NIVELES DE
DEFOLIACIÓN**



Passiflora edulis var. flavicarpa Degener



75% De Defoliación



25% De Defoliación



100% De Defoliación



50% De Defoliación



Defoliación Causada Por *D. juno andicola*

**Anexo 4.A. Peso seco promedio en gramos de las pastillas fecales
en cada instar larval de *D. juno andicola***

I INSTAR		II INSTAR		III INSTAR		IV INSTAR		V INSTAR	
N. L	P.g.	N. L	P.g.	N. L	P.g.	N. L	P.g.	N. L	P.g.
45	0.16	45	0.27	13	0.9	70	11.09	85	24.6
55	0.19	55	0.33	20	0.61	42	10.55	226	79.5
100	0.35	100	0.6	40	1.99	112	21.64	311	104.1
				50	2.48				
				123	5.98				
1	0.0035	1	0.006	1	0.048	1	0.19	1	0.33

N.L. = número de larvas

P.g. = Peso en gramos

1cm² de hoja pesa 0,0045 g.

INSTAR I

0,0045g

1cm²

0,0035g

x= **0,79 cm²**

INSTAR II

0,0045g

1cm²

0,0060g

x= **1,33 cm²**

INSTAR III

0,0045g

1cm²

0,048g

x= **10,6 cm²**

INSTAR IV

0,0045g

1cm²

0,19g

x= **42,2 cm²**

INSTAR V

0,0045g

1cm²

0,33g

x= **73,3 cm²**

TOTAL

128,2 cm² CONSUME CADA LARVA.

Anexo 5.A. BIOMASA CONSUMIDA

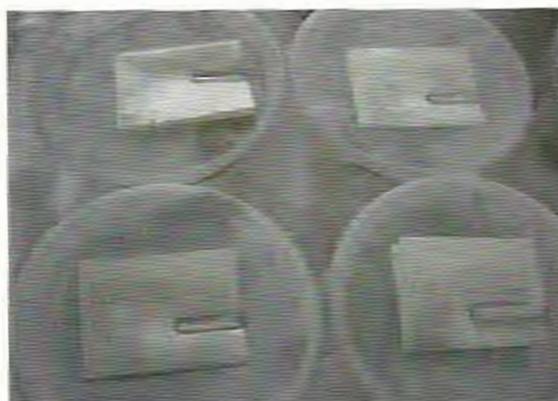


Forma de alimentar de *D. juno andicola*

Anexo 6.A. APROVECHAMIENTO DE INSECTOS



Crianza en laboratorio



Colecta de pastillas fecales para estimar biomasa consumida



Nacimientos en laboratorio



Pastillas fecales



Preservación de especímenes

Anexo 7.A. ENEMIGOS NATURALES



Crisálida parasitada por Dipteros o Hymenopteros



Estrategias de protección



Crisálida Parasitada



Larva afectada por *Baculovirus dione*



Larvas de *Dione juno andicola* con Dipteros de la familia Ceratopogonidae succionadores de hemolinfa



Larvas sanas permanecen juntas

Anexo 8.A. ESTUDIOS PARA DETERMINAR *Baculovirus dione*



Observación en Microscopio óptico



Cortes ultramicroscópicos



Selección de muestra



Mesh para colocar la muestra



Deshidratación en alcoholes



Observaciones en Microscopio Electrónico de Transmisión (MET)

PERTINENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados de esta investigación podrán aplicarlo los cultivadores de maracuyá y dentro de Áreas Protegidas como Parques Nacionales, Reservas Ecológicas y Reservas de Producción Faunística, que corresponden al 17 % de la superficie de Ecuador, dentro de las cuales viven comunidades que deben subsistir de los recursos naturales presentes en el área. Actualmente el manejo de Área Protegidas busca alternativas sostenibles para estas comunidades que ocasionan impactos ambientales negativos sobre recursos tradicionales como madera, caza, pesca y agricultura de subsistencia.

La crianza de mariposas es una actividad que surgió como una alternativa necesaria para la conservación de la diversidad de estos insectos. En países como Brasil donde fueron declaradas en peligro de extinción por la caza indiscriminada de mariposas en los años 60, los lepidoptarios fueron la solución a este problema, puesto que logran:

- Conservar las especies de mariposas y plantas hospederas
- Fomentan la investigación
- Mejoran la calidad de vida de habitantes de la zona
- Crean fuentes de trabajos directos e indirectos
- Generan turismo de naturaleza especializado
- Incrementan la elaboración de artesanías.
- Generan divisas por exportación y turismo
- Es una actividad sostenible y evita el uso de insecticidas

Países como Costa Rica exporta 300 000 crisálidas al año y Colombia ha iniciado proyectos de crianza de mariposas para el mundo, puesto que en Europa, Oceanía y Norte América hay lepidoptarios aclimatados computarizados para mantener ambientes idóneos donde se exhiben vivas las mariposas tropicales. En nuestro país existen alrededor de 10 lepidoptarios algunos dedicados exclusivamente a la investigación de ciclos biológicos, otros al turismo, a la exportación de crisálidas y a la educación ambiental.

La crianza de mariposas y la producción de frutos pueden ser compatibles y convertirse en una alternativa sostenible para las comunidades que viven en Áreas Protegidas y para los agricultores que pueden aprovechar económicamente la presencia de mariposas y evitar el uso de insecticidas que afectan a insectos polinizadores, predadores y parasitoides.