

DESARROLLO Y COMPORTAMIENTO DE *Epidinocarsis* (= *Apoanagrus*) *diversicornis* HOWARD (ENCYRTIDAE) ENEMIGO NATURAL DE *Phenacoccus herreni* COX & WILLIAMS (PSEUDOCOCCIDAE)

Carlos J. Herrera F.*
Anthony C. Bellotti**

COMPENDIO

El tiempo de desarrollo fue de 35.72 días a 20°C, de 20.15 a 25°C y de 18.12 a 30°C. La mejor dieta para la cría del parasitoide fue la de agua azucarada, con una longevidad promedio de 26.34 días. La temperatura mínima de desarrollo fue de 13.5°C y el tiempo fisiológico de desarrollo total de 230.97 grados-día. El encirtido presenta partenogénesis telytokia, parasita todos los estados del hospedante, pero prefiere atacar las ninfas de tercero y adulto hembra. El primer instar ninfal fue el más afectado por la acción parasítica (13.22 o/o de mortalidad). La encapsulación de los estados inmaduros del parasitoide fue mayor en el segundo instar (9.22 o/o) que la del grupo tercer instar + hembra adulto (5.2 o/o) y fue mayor a 25 (10.26 o/o) que a 30°C (3.56 o/o).

ABSTRACT

The development and behavior of *Epidinocarsis diversicornis* (Encyrtidae), a parasite of *Phenacoccus herreni* (Pseudococcidae) was studied. Developmental time was 35.72 at 20°C, 20.15 at 25°C and 18.12 at 30°C. The most favorable diet for rearing was sugar water which gave average longevity of 26.34 days. The lower developmental threshold was estimated at 13.5°C and the physiological time for development from egg to adult was 230.97°D (degree-day). The females of *E. diversicornis* H. reproduce by thelytokolous parthenogenesis and are able to parasitize all the stages of their host. Third instar nymphs and adult females are preferred, however of first nymphs suffer the greatest mortality due to parasitization (13.22 o/o). Second instar *P. herreni*, and third instar and adult females encapsulated 9.22 y 5.2 o/o respectively to the immature stages of *E. diversicornis*.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira:

** Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. A.A. 6713, Cali, Colombia.

1. INTRODUCCION

Un buen número de enemigos naturales del piojo harinoso de la yuca, *Phenacoccus herreni* Cox & Williams, son himenópteros de la familia Encyrtidae; en la estación experimental de Carimagua (Meta) existen importantes poblaciones del parasitoide *Epidinocarsis diversicornis* H., registrado en esa época como *Apoanagyrus diversiconis* H. (Reyes, 5). La coloración de la cabeza y del cuerpo es negro brillante; antena con flagelo de tono negro-acerado, escapo marrón pálido a castaño que oscurece cerca a la mitad y subapicalmente es castaño pálido, pedicelo negro-acerado; el primer artejo es de tono negro opaco, solamente el segundo artejo es de tono blanco-acerado, lo mismo que la clava (Kerrich, 4).

La encapsulación es una defensa del hospedero al estado inmaduro del parasitoide. En el mismo hospedero distintas especies parásitas generan una misma respuesta en la mayoría de los casos, por el contrario, el mismo parásito en diversas especies hospederas puede producir una reacción de defensa totalmente diferente (Askew, 3).

En el desarrollo de los insectos influyen factores intrínsecos o constitucionales y extrínsecos o medio ambientales, entre los últimos la temperatura juega un papel importante (Aldana, 1). La noción de que el desarrollo y crecimiento de muchos organismos depende de la temperatura, data desde la mitad del siglo XVIII y aun es un concepto útil en la agricultura moderna (Zalom *et al.*, 7).

El desarrollo de los insectos ocurre dentro de un rango definido de temperatura; si el tiempo de desarrollo se mide en intervalos estrechos sobre este rango resulta una curva en forma de "j" invertida de tiempo versus temperatura constante; si la recíproca del tiempo de desarrollo se toma como tasa versus temperatura resulta una curva sigmoidea en forma de "S" (Wagner *et al.*, 6). Al incrementarse la temperatura, decrece progresivamente el tiempo de desarrollo y cuando llega a ser demasiado alta afecta negativamente el desarrollo y su crecimiento. El umbral mínimo de desarrollo para una especie es la temperatura debajo de la cual el desarrollo se detiene. En la práctica se obtiene proyectando el segmento lineal de la curva tasa desarrollo versus temperatura hasta el intercepto del eje de la temperatura (Zalom, *et al.*, 7). Como los animales viven usualmente a temperatura fluctuante, resulta complicado realizar experimentos y los resultados de los ensayos son difíciles de interpretar; (Andrewartha, 2) sin embargo, los principios relacionados con temperaturas constantes, en sentido general se pueden aplicar a temperaturas fluctuantes (Andrewartha, 2).

Con base en las anteriores consideraciones, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, se adelantó el presente trabajo para determinar en condiciones de laboratorio el ciclo de vida del parasitoide a tres temperaturas, la constante térmica y el umbral mínimo de desarrollo; además se precisaron algunos aspectos de su comportamiento parasítico.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1. Efecto de la dieta en la longevidad del parasito adulto.

Los tratamientos evaluados fueron testigo (sin alimentación), azúcar sólida, agua azucarada, solución de miel de abeja + agua y piojo harinoso (hospedante). En cada vial (dietas líquida y dieta sólida) y en cada copa plástica transparente (dieta de piojo harinoso) se introdujo un solo individuo y diariamente se registró la mortalidad.

2.2. Preferencia del parasitoide según el estado del hospedante.

Se evaluaron los siguientes estados: Ier. instar ninfal, II. instar hembra, II. instar macho, IIIer. instar hembra, cocon y adulto hembra. En una hoja fresca de yuca se confinaron durante una hora 10 individuos de cada estado del hospedante con un parasitoide. Se observaron los parámetros: localización del hospedante, intento de oviposición y oviposición en la ninfa del insecto plaga.

2.3. Tasa de encapsulación del parasitoide en dos estados de desarrollo del hospedante.

El ensayo se realizó con dos grupos que presentaban estados de desarrollo del hospedante (II instar ninfal, III instar ninfal + adulto hembra) y a dos temperaturas (25 y 30° C). Plantas infestadas con piojo se confinaron durante tres días con más de 20 individuos del parasitoide; al cabo de 10 días se contaron las ninfas que presentaron puntos negros sobre su cuerpo y las momias formadas. Se disectaron las ninfas para determinar el éxito de la encapsulación.

2.4. Mortalidad del hospedante a las 72 horas por causa de la acción parasítica.

Se evaluaron los estados del hospedante: Ier instar ninfal, II. instar (hembra y macho), IIIer. instar hembra y adulto hembra. En individuos del hospedante previamente atacados por el parasitoide se registró la mortalidad a los tres días.

2.5. Influencia de la temperatura en el desarrollo del parasitoide.

Plantas infestadas con individuos en tercer instar se confinaron durante 24 horas con más de 20 parasitoides. A partir del segundo día, se registraron los estados intermedios de oviposición a momia, de momia a emergencia del adulto y el desarrollo total del parasitoide a cada temperatura evaluada (20, 25 y 30°C).

2.6. Curva de desarrollo, umbral mínimo de desarrollo y tiempo fisiológico del parasitoide *E. diversicornis*.

Se presentó gráficamente la duración del desarrollo a 20, 25 y 30°C obteniendo una curva de tendencia exponencial, cuya expresión matemática ha sido explicada por Wigglesworth (1965) y que corresponde a la fórmula $K = Y(t - a)$ en donde: Y = duración del desarrollo del insecto parásito, t = temperatura, a = umbral mínimo de desarrollo y K = tiempo fisiológico en grados-día (Aldana, 1). La gráfica recíproca se obtuvo multiplicando por 100 el inverso de la duración de desarrollo a cada temperatura, esto es, calculando la tasa de desarrollo correspondiente. Por extrapolación se halló el valor del umbral mínimo de desarrollo, o sea el punto de corte con el eje horizontal que corresponde a la temperatura, a 20 y 25°C. Con el umbral mínimo (a) se calculó la constante térmica (tiempo fisiológico), utilizando la ecuación y cualquiera de las dos temperaturas.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Aspectos generales.

La longitud del parasitoide *E. diversicornis* varió entre 0.6 mm y 1.4 mm, con un promedio de 1.09 mm.

En esta especie parasita no se observaron individuos machos como lo indica la literatura, siendo así, una especie que presenta partenogénesis del tipo telytokia.

El color de la momia varía de crema a castaño, con una superficie cerosa, la longitud promedia 2.2 mm y el ancho 1.2 mm.

3.2. Efecto de la dieta en la longitud del parasitoide adulto.

Las dietas eficientes fueron las soluciones de agua azucarada y miel de abeja + agua, con 26.3 y 21.9 días respectivamente (Cuadro 1). Se escogió la primera para mantener las colonias del parasitoide por su mayor promedio, un rango mas estrecho, facilidad de consecución y menor costo.

3.3. Preferencia del parasitoide según el estado del hospedante.

Se presentó clara preferencia del parasitoide por el tercer instar y el estado adulto hembra del hospedero (Cuadro 2).

La localización del hospedante fue de 33.3 o/o y 23.8 o/o para los estados adulto y tercer instar hembra respectivamente, debido a que son los mas visibles para el parasitoide, ya que son los mas corpulentos y estáticos.

El intento de oviposición por el parasitoide fue mayor en el estado adulto hembra (37.3 o/o) que en el tercer instar hembra (29.9 o/o), diferencia que fue significativa. El estado de cocon es el de menor preferencia (0.72 o/o), porque la capa algodonosa que cubre su cuerpo molesta la acción parasítica. En la oviposición del parasitoide se notó gran preferencia hacia los estados adulto hembra (31.78 o/o) y tercer instar hembra (31.74 o/o). Los demas estados evaluados tuvieron muy baja preferencia, sobresaliendo el estado de cocon con 0.69 o/o del total ovipositados.

El análisis de los eventos relacionados entre si, muestra clara preferencia, según test de Duncan, hacia los estados hembra del hospedante, o sea, segundo, tercero y adulto (Cuadro 3).

En los intentos de oviposición con respecto al total de localizados por el parasitoide, se observa clara preferencia hacia el segundo instar hembra (60.3 o/o), tercer instar hembra (61.2 o/o) y adulto hembra (54.8 o/o).

La oviposición del parasitoide con relación al total de localizados es mayor en el tercer instar hembra (39.9 o/o) seguido por el segundo instar hembra (39.2 o/o), sin presentar diferencia significativa entre ellos; en este grupo también se incluye el estado adulto hembra (29.8 o/o). La relación de la oviposición con respecto al total de los que intentó parasitar muestra alto porcentaje (por encima del 50 o/o) en todos los estados y entre ellos no se presentaron diferencias significativas.

Los resultados muestran la preferencia hacia el tercer instar ninfal hembra y el estado adulto hembra del hospedante, los cuales se consideran como los mas apropiados para trabajar en parasitismo de *E. diversicornis* sobre *Phenacoccus herreni*. Los estados machos del hospedante fueron los menos susceptibles debido a su morfología; esto es importante en un benéfico, ya que a partir del tercer instar los estados machos del piojo no causan ningún tipo de daño a la planta, siendo las hembras las responsables del daño típico de la plaga y de la generación futura.

Cuadro 1

Efecto de la dieta en la longevidad del adulto de *Epidinocarsis diversicornis*

Dieta	Obs.	Rango	Promedio	DS
Testigo	50	1 - 6	3.26	1.42
Piojo harinoso	35	4 - 6	4.10	2.16
Azúcar sólida	50	3 - 16	9.28	2.97
Agua azucarada	42	13 - 43	26.34	10.54
Miel abeja + agua	42	3 - 49	21.91	14.43

Temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ Humedad relativa de 70 ± 10 o/o.

Cuadro 2

Preferencia del parasitoide *E. diversicornis* según el estado del hospedero
P. herreni en los eventos localización, intento de oviposición y oviposición

Estado del hospedante	Eventos analizados		
	Localización	Intentos oviposición	Oviposición
Adulto hembra	33.3 o/o A	37.30 o/o A	31.78 o/o A
3er instar hembra	23.8 o/o B	29.90 o/o B	31.74 o/o A
Primer instar	11.9 o/o C	9.50 o/o CD	9.37 o/o B
2do. instar hembra	11.9 o/o C	15.10 o/o C	17.30 o/o B
Cocon	9.7 o/o C	0.72 o/o E	0.69 o/o C
2do. instar macho	9.3 o/o C	7.30 o/o DE	9.12 o/o B

Letras iguales (verticalmente) no presentan diferencia significativa según el test de Duncan ($NS \leq 0.05$).

Cuadro 3

Preferencia del parasitoide *E. diversicornis* según el estado del hospedero *P. herreni* en los eventos relacionados entre si

Estados del hospedante	Eventos analizados		
	Intento ovip/local	Ovip/local	Ovip/int ovip
3er instar hembra	61.20 o/o A	39.90 o/o A	61.5 o/o A
2do instar hembra	60.30 o/o A	39.20 o/o AB	63.5 o/o A
Adulto hembra	54.80 o/o AB	29.80 o/o ABC	52.5 o/o A
Primer instar	39.81 o/o BC	25.10 o/o C	56.4 o/o A
2do instar macho	34.34 o/o C	26.34 o/o BC	52.5 o/o A
Cocon	9.50 o/o D	7.42 o/o C	50.0 o/o A

Letras iguales (verticalmente) no presentan diferencia significativa según test de Duncan ($NS \leq 0.05$).

Cuadro 4

Encapsulación del parasitoide *E. diversicornis* en dos grupos de estados del hospedero y dos temperaturas

Estado del hospedero	o/o de encapsulación		Obs.	Promedio
	25°C	30°C		
II Instar ninfal	14.01	4.43	5	9.22 A
III Instar + Adulto hembra	7.71	2.68	5	5.20 B
Promedio	10.86 A	3.56 B		

Letras iguales no presentan diferencia significativas según test de Duncan ($NS \leq 0.05$)

3.4. Tasa de encapsulación en las ninfas parasitadas.

La reacción de defensa del hospedante fue mayor en el primer grupo (II. instar ninfal) tanto a 25°C (14.01 o/o) como a 30°C (4.43 o/o) y menor en los instares de mayor desarrollo en ambas temperaturas (Cuadro 4).

El test de Duncan mostró clara diferencia entre los dos grupos (9.22 o/o para el segundo instar y para el segundo grupo 5.2 o/o) y entre las temperaturas (10.86 o/o para 25°C y 3.56 o/o para 30°C).

Por lo tanto, a medida que aumenta la edad del hospedante y se incrementa la temperatura, *P. herreni* va perdiendo la capacidad de encapsular los estados inmaduros del parasitoide.

La encapsulación se observa a través del cuerpo del piojo, en forma de un punto negro, el cual no tiene sitio determinado ni número fijo en el cuerpo del hospedante.

3.5. Mortalidad del hospedante a las 72 horas por causa de la acción parasítica.

La mortalidad en el primer instar ninfal del hospedante, (13.22 o/o) fue diferente significativamente con respecto a los demás evaluados. Lo cual se debe a que por su tamaño reducido la penetración del ovipositor del parasitoide daña el organismo. Si no muere a las 72 horas siguientes, la ninfa muere posteriormente (Cuadro 5).

Este dato es importante para tener en cuenta los estados del hospedante que son apropiados para mantener una colonia estable a nivel de laboratorio.

3.6. Influencia de la temperatura en el desarrollo del parasitoide.

La temperatura tiene efecto bastante marcado tanto en el tiempo de desarrollo como en la tasa de desarrollo (1/tiempo de desarrollo) del parasitoide (Cuadro 6). El mayor efecto se presentó en el incremento de 20 a 25°C y no así de 25 a 30°C.

De oviposición a momia, los días promedios fueron 19.23 a 20°C y 10.85 a 25°C, mostrando diferencia significativa, y cuando se incrementó a 30°C fue de 10.32 días. La tasa de desarrollo se comportó igual cuando se incrementó de 20 (0.0519) a 25°C (0.0921); a 30°C dió como resultado 0.0968.

Cuadro 5

Mortalidad del hospedero a las 72 horas por causa de la oviposición de *E. diversicornis*

Estado	Obs.	o/o mortalidad	Grupo Duncan
Primero	22	13.22	A
II instar hembra	22	3.70	B
II instar macho	22	6.10	B
III instar hembra	22	5.10	B
Adulto hembra	22	5.30	B

Letras iguales no presentan diferencia significativa según el test de Duncan ($NS \leq 0.05$).

Cuadro 6

Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Epidinocarsis diversicornis*

Temperatura	\bar{X}^*	D.S.	T.D.	D.S.	Obs.
De oviposición a momia					
20°C	19.23 A	4.04	0.0519	0.014	116
25°C	10.85 B	2.17	0.0921	0.019	117
30°C	10.32 B	2.04	0.0968	0.024	121
De momia a emergencia de adulto					
20°C	16.47 A	2.41	0.061	0.008	116
25°C	9.29 B	2.15	0.107	0.032	117
30°C	7.80 C	1.26	0.128	0.025	121
Desarrollo total del parasitoide					
20°C	35.72 A	3.77	0.028	0.003	116
25°C	20.15 B	3.23	0.049	0.008	117
30°C	18.12 C	2.18	0.055	0.007	121

Letras iguales no presentan diferencia significativa según test de Duncan

*Días promedios de desarrollo

D.S. Desviación standar

T.S. Tasa de desarrollo ($1/\bar{X}$)

El período de momia a emergencia se aceleró notablemente con el incremento de la temperatura de 20 (16.47 días) a 25°C (9.29 días) y se redujo aún mas a 30°C (7.8 días); presentando diferencia significativa entre las temperaturas evaluadas según test de Duncan. La tasa de desarrollo tuvo igual comportamiento que los tiempos (0.0061, 0.107 y 0.128 a 20, 25 y 30°C respectivamente).

Por lo tanto, su ciclo total de desarrollo fue de 35.75 días a 20°C, 20.15 a 25°C y 18.12 días a 30°C y su tasa de desarrollo de 0.028, 0.049 y 0.055 a 20, 25 y 30°C respectivamente. La diferencia entre las temperaturas extremas (20°C y 30°C) es mayor de 95 o/o y entre las dos primeras es del orden del 77 o/o.

3.7. Curva de desarrollo, umbral mínimo de desarrollo y tiempo fisiológico del parasitoide.

Al trazar una curva de temperatura versus tasa de desarrollo, resulta una grafica sigmoidea, cuya parte central se aproxima a una recta, pues allí la tasa de desarrollo se comporta aproximadamente proporcional a la temperatura.

Al remplazar los valores de las dos temperaturas utilizadas para la aproximación (20 y 25°C) y al calcular el umbral mínimo de desarrollo "a" para los estados evaluados, se obtuvo un valor de 13.5°C para la oviposición a momia, de momia a emergencia y para el desarrollo total de parasitoide (Fig. 1). El tiempo fisiológico de oviposición a momia fue de 124.6 grados-día, de momia a emergencia de 106.54 grados-día y para su desarrollo total necesitó acumular 230.97 grados-día.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El desarrollo del parasitoide *E. diversicornis* H. presenta una relación inversamente proporcional entre la temperatura y el tiempo de desarrollo.
- 4.2. El umbral mínimo de desarrollo para esta especie fue igual para todo su desarrollo (13.5°C). Con las temperaturas empleadas no se pudo determinar el umbral superior de este parasitoide.
- 4.3. La especie presenta partenogénesis del tipo telytokia.
- 4.4. El parasitoide atacó todos los estados del hospedante, prefiriendo el tercer instar hembra y adulto hembra.

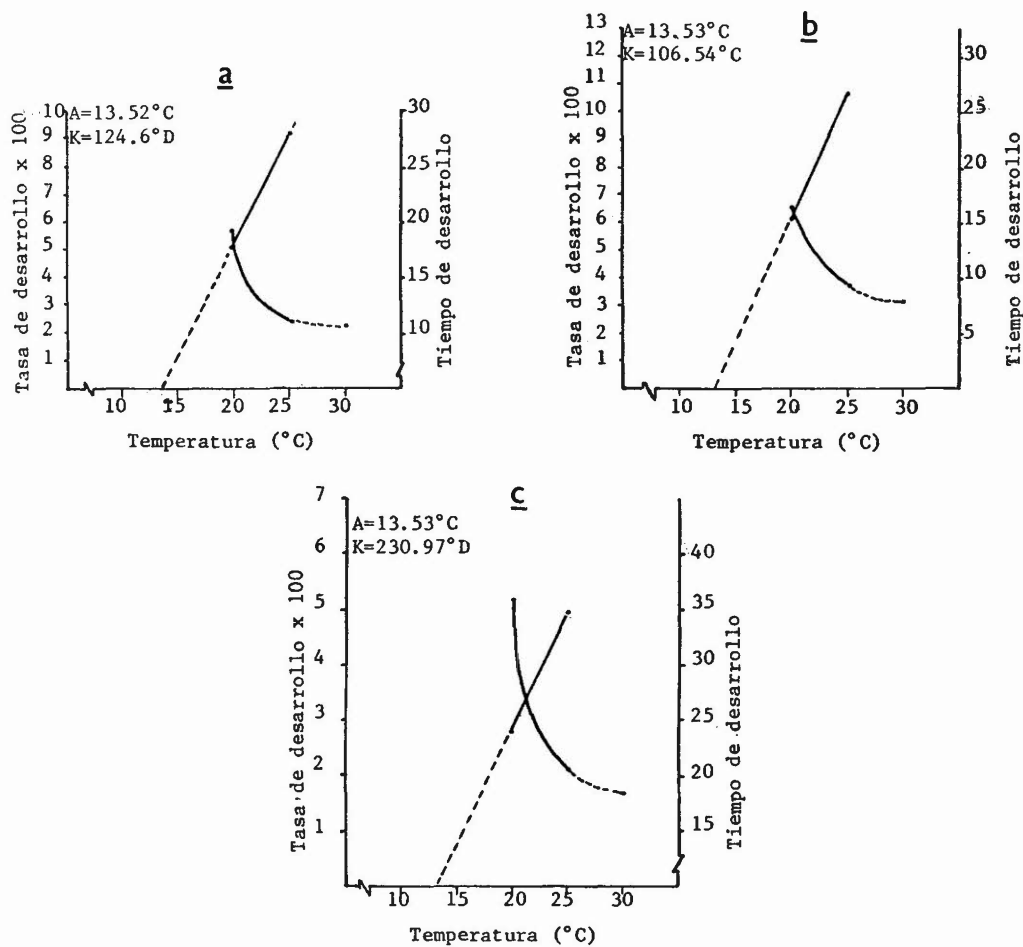


Fig. 1. Curva de desarrollo del parasitoide *Epidinocarsis* (= *Apoanagyrus*) *diversicornis* H.
a-Oviposición a momia; b-De momia a la emergencia del adulto y c- Desarrollo total.

- 4.5. En el primer instar ninfal del hospedante se presentó la mayor mortalidad (13.22 o/o) por causa de la acción parasítica.
- 4.6. A medida que se incrementa la temperatura y la edad, el hospedante va perdiendo la capacidad de encapsulación.

5. BIBLIOGRAFIA

1. ALDANA, H. M. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo y la mortalidad de los insectos inmaduros de **Callosobruchus maculatus** F. (Coleop: Bruchidae) en garbanzo. Revista Colombiana de Entomología. v. 9, n. 1/4, p. 27-30. 1983.
2. ANDREWARTH H. G. Introducción al estudio de poblaciones animales. Version española de E. Salas O. Madrid, Alhambra, 1973. p. 101-103.
3. ASKEW, R. R. Parasitic Insects. London, Heineman Educational Book, 1971. 316 p.
4. KERRICH, J. M. Further systematic studies on Tetracnemine Encyrtidae (Hym: Chalcidoidea) including a revision of the genus *Apoanagyrus* Compere. J. Natural History. v. 16, p. 399-430. 1982.
5. REYES, J. A. Yuca; Control Integrado de Plagas. Cali, PNUD-CIAT, 1983.
6. WAGNER, T. L.; WUHSIN, I; SHARPE, P.; SCHOOLFIEL, R.; COULSON, R. Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model. FORUM. Ann Entomol. Soc. Am. v. 77, p. 208 - 225. 1984.
7. ZALOM, F.; GOODELL, P.; BARNETT, W.; BENTLEY W. Degree-Day; the calculation and use of heat units in pest Management. Univ. of California , 1983. 10 p.