

UNIVERSIDAD DEL MAR



**Crecimiento somático y mortalidad del “callo de hacha chino” *Atrina maura*
(Sowerby, 1835) (Mollusca: Bivalvia) durante su cultivo larvario**

TESIS

**Que como parte de los requisitos para obtener grado de Ingeniero en
Acuacultura**

Presenta:

Carlos Esteban Gómez Hernández

Dirigido por:

M. en C. Saúl J. Serrano Guzmán

Puerto Ángel, Oaxaca, Junio de 2011



UNIVERSIDAD DEL MAR

Puerto Ángel, Oaxaca, a 6 de Junio de 2011

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber realizado una cuidadosa revisión del trabajo de tesis titulado: “Crecimiento somático y mortalidad del “callo de hacha chino” *Atrina maura* (Sowerby, 1835) (Mollusca: Bivalvia) durante su cultivo larvario”, presentado por el pasante de Ingeniería en Acuicultura: Carlos Esteban Gómez Hernández; los abajo firmantes, integrantes de la H. Comisión Revisora de esta tesis, consideramos que el trabajo cumple con los requisitos de forma y calidad académica, necesarios para ser presentada públicamente en el correspondiente examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

M. en C. Saúl Jaime Serrano Guzmán

Director de tesis

Oc. Ángel Cuevas Aguirre

Revisor

M. en C. Pablo Torres Hernández

Revisor

M. en C. María Isabel Gallardo Berumen

Revisor

M. en C. Pedro Cervantes Hernández

Revisor

Crecimiento somático y mortalidad del “callo de hacha chino” *Atrina maura* (Sowerby, 1835) (Mollusca: Bivalvia) durante su cultivo larvario.

Resumen: Se estima el crecimiento de larvas de *Atrina maura* durante dos cultivos realizados en mayo-junio y septiembre de 1994 en un criadero comercial, a través del modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973), utilizando la técnica de predicción de parámetros de mínima Verosimilitud. Se realizaron los ajustes para las variables de longitud de la concha (LC, μm) y altura de la concha (AC, μm) con una restricción en el coeficiente $L_{\infty} = 430 \mu\text{m}$. Para LC, los coeficientes estimados para mayo-junio fueron: $k = 0.04226 \mu\text{m}\cdot\text{días}^{-1}$, $t_0 = 0.85936 \text{ día}$, $C = 0.21519$, $t_s = 507.486$, la talla de fertilización estimada (L_0) fue $64.43 \mu\text{m}$; mientras que en AC fueron: $k = 0.03942 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, $t_0 = 0.45255 \text{ día}$, $C = 0.14269$, $t_s = 506.8518$ y $L_0 = 43.94 \mu\text{m}$. Para el mes de septiembre de 1994 hubo una bifurcación en la tendencia natural de los datos indicando la coexistencia de dos grupos de larvas, los coeficientes para las larvas con rápido crecimiento en LC fueron: $k = 0.07175 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, $t_0 = 0.50023 \text{ día}$, $C = -0.22638$, $t_s = 772.163$ y $L_0 = 65.33 \mu\text{m}$; siendo para AC: $k = 0.06824 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, $t_0 = 0.37619 \text{ día}$, $C = 0.16744$ y $t_s = 543.56409$ y $L_0 = 44.35 \mu\text{m}$. Mientras que en larvas con lento crecimiento en LC fueron: $k = 0.02572 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, $t_0 = -4.10526 \text{ día}$, $C = -0.0727$, $t_s = 775.364$ y $L_0 = 68.56 \mu\text{m}$. Los coeficientes para AC fueron: $k = 0.02947 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, $t_0 = -2.25282 \text{ día}$, $C = 0.05427$ y $t_s = 548.7477$ y $L_0 = 43.72 \mu\text{m}$. En todos los ajustes fue evidente un crecimiento alternado entre LC y AC durante todo el cultivo larvario, demostrando un crecimiento alométrico. La mortalidad se estimó con la ecuación: $N_t = N_0 \cdot e^{-M \cdot t}$ y se ajustó mediante la técnica de Bootstrap con remplazo, para generar los intervalos de mortalidad para cada semana del cultivo larvario. En mayo-junio de 1994 los límites inferiores de cada semana fueron desde 0.0294 hasta 0.0755, mientras que los límites superiores fueron desde 0.0742 hasta 0.6620. Para el cultivo de septiembre de 1994, el límite inferior del intervalo de mortalidad fue de 0.0607 a 0.3355, mientras que el límite superior fue de 0.1199 a 0.7544.

Palabras clave: Modelo de Pitcher y McDonald (1973), crecimiento somático discontinuo, Verosimilitud, Bootstrap con remplazo, mortalidad.

**Somatic growth and mortality of Penshell, *Atrina maura* (Sowerby, 1835)
(Mollusca: Bivalvia) in larval culture.**

Abstract: An estimation of larval growth of *Atrina maura* was carried out during two trials in May-June and in September of 1994 respectively, by using the discontinuous growth model of Pitcher & McDonald (1973) and by using the prediction of parameters of Likelihood Technique. The variables of shell longitude (LC, μm), shell height (AC, μm) and a restriction coefficient $L_{\infty} = 430 \mu\text{m}$ were adjusted. Estimated coefficients for the May-June period were, $k = 0.04226 \mu\text{m}\cdot\text{day}^{-1}$, $t_0 = 0.85936 \text{ day}$, $C = 0.21519$, $t_s = 507.486$; the size of estimated fertilization (L_0) was $64.43 \mu\text{m}$. AC parameters were found to be, $k = 0.03942 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, $t_0 = 0.45255 \text{ day}$, $C = 0.14269$ and $t_s = 506.8518$. $L_0 = 43.94 \mu\text{m}$. In September of 1994, there was a bifurcation in the natural tendency of the data indicating the coexistence of two groups of larvae. For larvae with fast growth rate in LC, coefficients shown were (k) = $0.07175 \mu\text{m}\cdot\text{day}^{-1}$, $t_0 = 0.50023 \text{ day}$, $C = -0.22638$ and $t_s = 772.163$. $L_0 = 65.33 \mu\text{m}$; AC coefficients were $k = 0.06824 \mu\text{m}\cdot\text{day}^{-1}$, $t_0 = 0.37619 \text{ day}$, $C = 0.16744$ and $t_s = 543.56409$. $L_0 = 44.35 \mu\text{m}$. For larvae with slow growth rate in LC, coefficients were, $k = 0.02572 \mu\text{m}\cdot\text{day}^{-1}$, $t_0 = -4.10526 \text{ day}$, $C = -0.0727$ and $t_s = 775.364$. $L_0 = 68.56 \mu\text{m}$; AC coefficients were $k = 0.02947 \mu\text{m}\cdot\text{day}^{-1}$, $t_0 = -2.25282 \text{ day}$, $C = 0.05427$ and $t_s = 548.7477$. $L_0 = 43.72 \mu\text{m}$. For all the adjustments, an alternate growth was evidenced between LC and AC during the whole period of the larval trial demonstrating an allometric growth. For the mortality analysis, the $N_t = N_0 \cdot e^{-M \cdot t}$ equation was used as well as the Bootstrap with substitution technique to generate the intervals of mortality (M) for each week of the larval trial. For the months of May-June the inferior limits of each week were observed from 0.0294 to 0.0755, while the superior limits go from 0.0742 to 0.6620. For the cultivation of September, the inferior limit of the interval of mortality was of 0.0607 to 0.3355 and the superior limit was of 0.1199 to 0.7544.

Keywords: Pitcher & McDonald model (1973), discontinuous somatic growth, Likelihood, Bootstrap with substitution, mortality.

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a mi familia por todo el apoyo moral y económico, por ser una fuente de consuelo, por darme el ánimo y las ganas de seguir adelante, porque siempre han estado ahí para brindarme todo su apoyo y siempre me han dado palabras de aliento y nunca me han dejado caer; a toda mi familia le doy las gracias y los quiero mucho.

A mis compañeros y amigos de la universidad: *Erivan, Lalo, Ilda, Sandra, Mago, Rafa, Adiel, Bety, Yosha*, porque juntos hemos compartido tantos momentos, tantas experiencias y tantas desveladas estudiando y no estudiando y por fin ya estamos en la recta final para poder concluir una etapa más de nuestra formación; les agradezco enormemente su amistad y les deseo todo el éxito del mundo.

Agradecimientos

La captura de progenitores, su acondicionamiento, inducción al desove y el subsecuente cultivo larvario fue realizado en el Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora (C. R. E. M. E. S.) por Saúl J. Serrano G. y Miguel Robles M., a quienes deseo externar mi agradecimiento por proporcionarme la base de datos de los dos cultivos larvarios de *A. maura* realizados en el C. R. E. M. E. S. durante 1994. (ANEXO I).

Le doy las gracias al M. en C. Saúl J. Serrano Guzmán por brindarme el apoyo, la asesoría, las facilidades, su disponibilidad y la oportunidad para desarrollar este tema de tesis: *GRACIAS*.

Deseo externar mi agradecimiento al M. en C. Pedro Cervantes Hernández por instruirme en el camino de la verosimilitud, por brindarme el apoyo, los cientos de horas invertidos en la asesoría, por los consejos y por los *tips* para poder realizar mejor los ajustes. Además por la enseñanza y apoyo en la realización de la técnica de Bootstrap con remplazo; *GRACIAS*.

A la M. en C. María Isabel Gallardo Berumen por el apoyo en la técnica de Bootstrap con remplazo, por las asesorías relacionados con esta técnica y por el apoyo brindado en la parte de mortalidad; *GRACIAS*.

Quiero externar mi agradecimiento a todas las personas que de alguna manera directo o indirectamente han permitido que este trabajo haya llegado a su culminación.

Agradezco a todos los profesores y personal que intervinieron en mi formación profesional, y a la Universidad del Mar por ser mi *alma mater*.

Índice

Resumen	iii
Abstract	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos.....	vi
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xiv
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- El potencial de <i>Atrina maura</i> en la Acuicultura.....	1
1.2.- Ciclo de vida y cultivo integral de <i>Atrina maura</i>	2
1.3.- Estimación de los coeficientes de crecimiento somático y mortalidad poblacional	6
1.3.1.- Mínimos cuadrados y verosimilitud, como estimadores de parámetros de crecimiento.....	8
1.3.2.- La verosimilitud como función de probabilidad	9
1.3.3.- Bootstrap con remplazo para la estimación de la mortalidad.....	10
II.- ANTECEDENTES	12
III.- JUSTIFICACIÓN	14
IV.- HIPÓTESIS.....	17
V.- OBJETIVOS.....	18
5.1.- Objetivo general.....	18
5.2.- Objetivos específicos	18
VI.- MÉTODOS.....	19
6.1.- Crecimiento.....	19
6.1.1.- Uso de la mínima verosimilitud con la ecuación de Pitcher y McDonald (1973)	20

6.1.2.- Grado de asociación entre las variables de crecimiento, temperatura y alimento.....	21
6.2.- Mortalidad	21
6.2.1.- Uso de la técnica de Bootstrap con remplazo, para el cálculo de mortalidad	21
6.2.1.- Grado de asociación entre los intervalos de mortalidad, temperatura y alimento	22
VII.- RESULTADOS.....	23
7.2.- Crecimiento	23
7.2.1.- Modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) ..	24
7.2.1.1.- Cultivo larvario de mayo-junio de 1994.....	24
7.2.1.2.- Cultivo larvario de septiembre de 1994.....	30
7.2.1.2.1.- Ajuste del modelo de crecimiento para larvas de rápido crecimiento.....	30
7.2.1.2.2.- Ajuste del modelo de crecimiento para larvas de lento crecimiento	36
7.2.2.- Asociación entre las variables independientes (Temperatura y alimento) con el crecimiento en longitud (LC) y altura de la concha (AC)....	40
7.3.- Mortalidad	42
7.3.1.- Cultivo larvario de mayo-junio de 1994.....	42
7.3.2.- Cultivo larvario de septiembre de 1994.....	44
7.3.3.- Asociación de las variables independientes (Temperatura y alimento) y los intervalos de mortalidad.....	46
VIII.- DISCUSIONES	48
8.1.- Crecimiento	48
8.2.- Mortalidad	57
IX.- CONCLUSIONES	60

X.- RECOMENDACIONES	62
XI.- LITERATURA CITADA	63
ANEXOS	70
ANEXO I.- Metodología previa.	70
Recolecta de los organismos reproductores y acondicionamiento	70
Inducción al Desove.....	71
Morfometrías de las conchas larvarias de <i>A. maura</i>	72
ANEXO II.- Análisis de mortalidad por semana con la técnica de Bootstrap con reemplazo y las tablas de frecuencia	75
Cultivo de mayo-junio de 1994.....	75
Cultivo de septiembre de 1994	80
ANEXO III.- Resultados de Serrano, <i>et al.</i> (En proceso).....	85
Crecimiento.....	85
Mortalidad	88

Índice de figuras

Figura 1. Estadios larvarios y relaciones morfométricas de larvas de <i>A. maura</i> , tomado de Serrano <i>et al.</i> (en Proceso).....	4
Figura 2.- Dimensiones de las conchas larvarias (Prodisoconcha II): Altura de la concha (AC = SH, Shell heigth, en inglés) y Longitud de la concha (LC = SL, Shell lenght, en inglés) (Fotografía de: Serrano ,1996).....	19
Figura 3.- Tendencias de crecimiento y frecuencia de ocurrencia de las diferentes tallas, durante el cultivo larvario de <i>A. maura</i> , en el C.R. E. M. E. S durante 1994.	23
Figura 4.- Ajuste con mínima verosimilitud al crecimiento en LC de <i>Atrina maura</i> usando el modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) en longitud (LC, μm) para el cultivo larvario de mayo-junio de 1994.	26
Figura 5.- Perfiles de máxima verosimilitud L (-) e intervalos de confianza de χ^2 de Polanchek, $gl= n-1$ (-) para los estimadores k , t_0 , C y t_s de la ecuación de crecimiento discontinuo en LC del cultivo larvario de mayo-junio de 1994.	26
Figura 6.- Ajuste con mínima verosimilitud al crecimiento de <i>Atrina maura</i> usando el modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) en alto de la concha (AC, μm) para el cultivo larvario de mayo-junio de 1994.....	27
Figura 7.- Perfiles de máxima verosimilitud L (-) e intervalos de confianza de χ^2 de Polanchek, $gl= n-1$ (-) para los estimadores k , t_0 , C y t_s de la ecuación de crecimiento discontinuo en AC del cultivo larvario de mayo-junio de 1994.	28
Figura 8.- Líneas de tendencias de crecimiento calculado, en longitud de la concha (LC, μm) y altura de la concha (AC, μm), los símbolos refieren a la longitud de la concha observada (LC, μm) y altura de la concha observada (AC, μm) de <i>A. maura</i> durante el cultivo larvario de mayo-junio de 1994.....	29

Figura 9.- Efecto diferencial de crecimiento en longitud de la concha (LC, μm) y altura de la concha (AC, μm) para el cultivo larvario de mayo-junio de 1994.....	29
Figura 10.- Ajuste con mínima verosimilitud al crecimiento de <i>A. maura</i> usando el modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) en longitud de la concha (LC, μm) durante el cultivo larvario de lar larvas de rápido crecimiento de septiembre de 1994.	31
Figura 11.- Perfiles de máxima verosimilitud L (-) e intervalos de confianza de χ^2 de Polanchek, $gl= n-1$ (-) para los estimadores k , t_0 , C y t_s de la ecuación de crecimiento discontinuo en LC del cultivo larvario de las larvas de rápido crecimiento de mayo-junio de 1994.....	32
Figura 12.- Ajuste con mínima verosimilitud al crecimiento de <i>A. maura</i> usando el modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) en alto de la concha (AC, μm) durante el cultivo larvario de las larvas de rápido crecimiento de septiembre de 1994.	33
Figura 13.- Perfiles de máxima verosimilitud L (-) e intervalos de confianza de χ^2 de Polanchek, $gl= n-1$ (-) para los estimadores k , t_0 , C y t_s de la ecuación de crecimiento discontinuo en AC del cultivo larvario de las larvas de rápido crecimiento de mayo-junio de 1994.....	34
Figura 14.- Líneas de tendencias de crecimiento calculado en longitud de la concha (LC, μm) y alto de la concha (AC, μm); Los símbolos indican la longitud de la concha observada (LC, μm) y altura de la concha observada (AC, μm) de <i>A. maura</i> durante el cultivo de las larvas de rápido crecimiento de septiembre de 1994.	35
Figura 15.- Efecto diferencial de crecimiento en longitud de la concha (LC, μm) y altura de la concha (AC, μm) para las larvas de rápido crecimiento en cultivo larvario de septiembre de 1994.....	35
Figura 16.- Ajuste con mínima verosimilitud al crecimiento en longitud de la concha (LC, μm) de <i>A. maura</i> usando el modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) para el cultivo larvario de larvas de lento crecimiento de septiembre de 1994.	36

Figura 17.- Perfiles de máxima verosimilitud L (-) e intervalos de confianza de χ^2 de Polanchek, gl= n-1 (-) para los estimadores k , t_0 , C y t_s de la ecuación de crecimiento discontinuo en LC del cultivo larvario de lento crecimiento de septiembre de 1994.....	37
Figura 18.- Ajuste con mínima verosimilitud al crecimiento en alto de la concha (AC, μm) de <i>A. maura</i> usando el modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) para el cultivo larvario de larvas de lento crecimiento durante septiembre de 1994.....	38
Figura 19.- Perfiles de máxima verosimilitud L (-) e intervalos de confianza de χ^2 de Polanchek, gl= n-1 (-) para los estimadores k , t_0 , C y t_s de la ecuación de crecimiento discontinuo en AC del cultivo larvario de las larvas de lento crecimiento de septiembre de 1994.....	39
Figura 20.- Líneas de tendencias de crecimiento calculado, en longitud de la concha (LC, μm) y altura de la concha (AC, μm); longitud de la concha observada (LC, μm) y altura de la concha observada (AC, μm) de <i>A. maura</i> durante el cultivo de las larvas de lento crecimiento durante septiembre de 1994.	39
Figura 21.- Efecto diferencial de crecimiento en longitud de la concha (LC, μm) y altura de la concha (AC, μm) para las larvas de lento crecimiento en cultivo larvario de septiembre de 1994.....	40
Figura 22.- Número de larvas observadas semanal e intervalos de mortalidad por semana del cultivo larvario de <i>A. maura</i> , durante mayo-junio de 1994....	43
Figura 23.- Intervalo de mortalidad, durante todo el periodo de cultivo de mayo-junio de 1994.	44
Figura 24.- Número de larvas cultivadas semanalmente e intervalos de mortalidad por semana durante el cultivo larvario de septiembre de 1994.	45
Figura 25.- Intervalo de mortalidad para todo el periodo de cultivo de septiembre de 1994.....	46
Figura 26.- Líneas de tendencia de crecimiento en longitud de la concha (LC) y altura de la concha (AC) para los modelos de crecimiento somático	

discontinuo, durante los cultivos larvarios de mayo-junio y septiembre de 1994, en el C.R.E.M.E.S.	49
Figura 27.- Intervalo de mortalidad para la semana 1, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de mayo-junio de 1994.....	76
Figura 28.- Intervalo de mortalidad para la semana 2, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de mayo-junio de 1994.....	77
Figura 29.- Intervalo de mortalidad para la semana 3, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de mayo-junio de 1994.....	78
Figura 30.- Intervalo de mortalidad para la semana 4, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de mayo-junio de 1994.....	79
Figura 31.- Intervalo de mortalidad para la semana 5, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de mayo-junio de 1994.....	80
Figura 32.- Intervalo de mortalidad para la semana 1, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de septiembre de 1994.	81
Figura 33.- Intervalo de mortalidad para la semana 2, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de septiembre de 1994.	82
Figura 34.- Intervalo de mortalidad para la semana 3, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de septiembre de 1994.	83
Figura 35.- Intervalo de mortalidad para la semana 4, se muestra el límite superior y el límite inferior obtenidos a partir de la tabla de frecuencia para el cultivo de septiembre de 1994.	84

Índice de tablas

Tabla I.- Diferencias entre mínimos cuadrados y verosimilitud. Cervantes <i>et al.</i> (2005).....	9
Tabla II.- Matriz de correlación para ambos cultivos larvarios, entre altura de la concha (AC), longitud de la concha (LC), temperatura del agua y alimento.	42
Tabla III.- Intervalos de mortalidad semanal para el cultivo larvario de mayo-junio.	42
Tabla IV.- Intervalos de mortalidad semanal para el cultivo larvario de <i>A. maura</i> durante septiembre de 1994.	45
Tabla V.- Sentido y magnitud de asociación entre los límites de mortalidad generados con Bootstrap con re-emplazo, la temperatura y alimento.	47
Tabla VI.- Valores de k ($\mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$), L_0 (μm), C y t_s calculados por mínima verosimilitud del modelo de crecimiento discontinuo de Pitcher y McDonald (1973) para las variables de longitud de la concha (LC, μm) y altura de la concha (AC, μm) durante los cultivos larvario de mayo-junio y septiembre de 1994.	48
Tabla VII.- Principales resultados en cultivos larvarios de <i>P. sterna</i> , <i>M. capax</i> , <i>A. circularis</i> y <i>L. subnodosus</i>	56
Tabla VIII.- Condiciones del desarrollo larvario para los dos cultivos.	72
Tabla IX.- Tabla de frecuencia de la semana 1, cultivo de mayo-junio de 1994.	75
Tabla X.- Tabla de frecuencia de la semana 2, cultivo de mayo-junio de 1994.	76
Tabla XI.- Tabla de frecuencia de la semana 3, cultivo de mayo-junio de 1994.	77
Tabla XII.- Tabla de frecuencia de la semana 4, cultivo de mayo-junio de 1994.	78
Tabla XIII.- Tabla de frecuencia de la semana 5, cultivo de mayo-junio de 1994.	79
Tabla XIV.- Tabla de frecuencia de la semana 1, cultivo de septiembre de 1994.	80
Tabla XV.- Tabla de frecuencia de la semana 2, cultivo de septiembre de 1994.	81

Tabla XVI.- Tabla de frecuencia de la semana 3, cultivo de septiembre de 1994.	82
Tabla XVII.- Tabla de frecuencia de la semana 4, cultivo de septiembre de 1994.	83
Tabla XVIII.- Modelos para crecimiento somático (SH, μm) para larvas de <i>Atrina maura</i> cultivadas en el C.R.E.M.E.S.	85
Tabla XIX.- Relación entre el Alto de la Concha (SH) vs Longitud de la concha (SL), $SL = a(\pm s_a) + b(\pm s_b) \cdot SH + \varepsilon$, de <i>A. maura</i> cultivadas en el C.R.E.M.E.S.	87
Tabla XX.- Constantes del modelo de mortalidad: $N_t = N_0 \cdot e^{(-M \cdot t)}$ durante el cultivo larvario de septiembre de <i>Atrina maura</i> en el C.R.E.M.E.S.	88