



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ESPECIALIZACIÓN EN MÉTODOS ESTADÍSTICOS

COMPARACIÓN DEL INCREMENTO EN PESO
DEL CANGREJO DE RIÓ *Procambarus aztecus*,
BAJO EL EFECTO DE DOS DIETAS EN
CONDICIONES DE LABORATORIO

TRABAJO RECEPCIONAL
(REPORTE)

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
DIPLOMA DE ESTA ESPECIALIZACIÓN
PRESENTA:

David de Jesús Ramírez Aburto

TUTOR:
M. en C. Jesús Hernández Suárez

XALAPA, VER., AGOSTO 2004

El Comité Académico de la Especialización en Métodos Estadísticos y el tutor de este trabajo recepcional, autorizan la impresión y la constitución del jurado para la defensa.

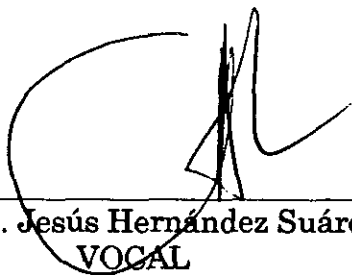
COMITÉ ACADÉMICO




L.E. Julián Felipe Díaz Camacho
COORDINADOR DE LA
ESPECIALIZACIÓN



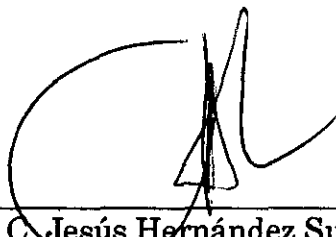
M.C.C. Alma Rosa García Gaona
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE
ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA



M. en C. Jesús Hernández Suárez
VOCAL



Dr. Mario Miguel Ojeda Ramírez
VOCAL



M. en C. Jesús Hernández Suárez
TUTOR

DATOS DEL AUTOR

David de Jesús Ramírez Aburto, nació en Xalapa, Veracruz, el día 16 de Julio de 1980. Cursó sus estudios básicos y de nivel medio superior y de nivel superior en la ciudad de Xalapa. En el año de 2002 egresó de la carrera de Biología de la Universidad Veracruzana. Ha participado como investigador de campo. Realizó su servicio social en el Laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Biología.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C Jesús Hernández Suarez por su asesoría para la realización de este trabajo.

A los maestros de la especialización por los conocimientos brindados a lo largo de este tiempo.

A mis compañeros Gloria, Erika, Jaime, Manuel y Don Cookie por su amistad y apoyo.

A mis amigos Paloma y Armando por su apoyo brindado, pero sobretodo por su amistad la cual es muy valiosa y espero no perderla nunca.

A mis padres por todo su apoyo y cariño, con el cual he podido realizar las metas que me he propuest.

A mis hermanas por su cariño y amistad.

A mi abuela y tía por seguir impulsándome a seguir adelante.

A Elsa por todo su cariño.

GENERACIÓN: 2004

SEDE: Xalapa

TITULO:

Comparación del incremento en peso del cangrejo de río *Procambarus aztecus*, bajo el efecto de dos dietas en condiciones de laboratorio

AUTOR:

David de Jesús Ramírez Aburto

TUTOR:

M. en C. Jesús Hernández Suárez

TIPO DE TRABAJO:

Reporte Monografía o TFE Desarrollo

RESUMEN:

En este trabajo se compara el incremento en peso de los cangrejos de río de la especie *Procambarus aztecus* alimentados con dos tipos de dietas comerciales en condiciones de laboratorio, para ello se realizaron seis mediciones semanales de peso. Se realizaron análisis preliminares utilizando representaciones gráficas y estadísticas descriptivas. Para el análisis definitivo se utilizó la técnica de MANOVA encontrándose que hubo incremento en el peso de los organismos pero dicho incremento no es estadísticamente significativo.

METODOLOGÍA ESTADÍSTICA:

A) Diseño:

Muestreo	<input type="checkbox"/>
Experimento	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio observacional	<input type="checkbox"/>

B) Análisis

Exploratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Descriptivo básico	<input checked="" type="checkbox"/>
Inferencia básico	<input type="checkbox"/>
Métodos multivariados	<input checked="" type="checkbox"/>
Regresión	<input type="checkbox"/>
ANOVA y ANCOVA	<input type="checkbox"/>
Control de calidad	<input type="checkbox"/>
Métodos no paramétricos	<input type="checkbox"/>
Modelos especiales	<input type="checkbox"/>
Técnicas avanzadas	<input type="checkbox"/>
Series de tiempo	<input type="checkbox"/>

INDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Marco teórico.....	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Planteamiento del problema.....	9
1.4 Justificación.....	10
1.5 Objetivos.....	10
1.5.1 Objetivo general.....	10
1.5.2 Objetivos particulares.....	11
1.6 Hipótesis.....	11
1.7 Breve descripción del contenido.....	11
2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1 Aspectos generales.....	13
2.2 Diseño estadístico.....	13
2.3 Análisis estadístico.....	14
2.3.1 Análisis preliminares.....	14
2.3.2 Análisis definitivos.....	15
3. RESULTADOS	17
3.1 Análisis preliminares.....	17
3.2 Análisis definitivos.....	21
4. CONCLUSIONES	22
4.1 Discusión general.....	22
4.2 Recomendaciones.....	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Marco teórico

El conocimiento que se tiene de la naturaleza y el mundo que nos rodea, se adquiere principalmente de la observación y la experimentación. Cuando observamos, anotamos y evaluamos, siguiendo métodos razonables, a los fenómenos naturales sin intervenir en el desarrollo de éstos y las condiciones en las que los mismos tienen lugar, adquirimos un conocimiento de la naturaleza tal como es. Pero el hombre no se ha limitado a este simple proceso de observación, sino que además, ha tratado de intervenir en estos acontecimientos sometiendo su desarrollo a condiciones arbitrarias para ver sus cambios, descubrir sus secretos, examinar después tales intentos y evaluar como se han desarrollado los hechos, considerando las condiciones a las que fueron sometidas. Esta forma de intervenir en el proceso natural constituye la experimentación. (Lerch, 1977)

Dentro del campo de la investigación científica, la experimentación juega un papel importante para su desarrollo. Tal es el caso de la Acuicultura, la cual se encarga de estudiar el crecimiento de los organismos acuáticos en condiciones controladas; como peces, moluscos y crustáceos. Este último grupo debido a su amplia variedad de especies y su distribución, adquieren un valor importante dentro de la alimentación humana. En la mayoría de los países, el cultivo de algunas especies de este grupo se encuentra aún en experimentación, siendo este el caso de los cangrejos de río también conocidos como "cangrejos reguladores" o "acociles"; los cuales en algunos países son explotados con fines comerciales y de repoblación, y en otros considerados plagas.

La explotación de estos organismos como se menciono anteriormente puede realizarse de dos formas, una a través de la explotación de tipo natural o por medio de la explotación de tipo comercial. La primera tiene como fin la

reproducción, requiriéndose un conocimiento previo de las poblaciones existentes y las posibilidades de conservación que tengan. La segunda tiene como finalidad la realización del cultivo de los organismos ya sea de tipo intensivo o extensivo. El cultivo extensivo es en realidad una explotación natural con alguna manipulación humana, mientras que el intensivo consiste en la realización de tres fases: reproducción, cría de organismos juveniles y engorde. (Bautista, C. 1988)

Con respecto al engorde de los organismos las dietas utilizadas en el cultivo de crustáceos varían en función del país y de la especie. En Japón, por ejemplo, se utilizan bivalvos crudos troceados, restos de peces y pequeños crustáceos. En Europa carne de bivalvos y cangrejos. En Tailandia y en la India, el arroz o sus derivados, moluscos, restos de crustáceos y peces son los principales alimentos naturales utilizados.

1.2 Antecedentes

Los cangrejos han cobrado importancia como producto alimenticio comercial en varias partes de Europa y Estados Unidos, los consumidores más entusiastas de cangrejos son los franceses, se sabe que hay granjas de estos crustáceos que están operando en este país desde 1880. Sin embargo el área de producción mas importante de cangrejos es Luisiana, el único estado norteamericano con antecedentes de cultura francesa. En la mayoría de las granjas la especie dominante es el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*), pero en unas pocas zonas producen (*Procambarus blandingi*).

En nuestro país el cultivo de estos organismos no ha tenido un desarrollo tan avanzado debido a diversas razones, entre las que podemos mencionar, su comportamiento, desarrollo y adaptabilidad al cautiverio, por lo que actualmente la búsqueda de respuestas a estas incógnitas ha llevado a los investigadores a la experimentación con estos organismos.

Cordero (1990) publica los resultados acerca de la evaluación realizada a 3 dietas de alimento peletizado para el cangrejo rojo *Procambarus clarkii*. En este estudio se evaluaron en el laboratorio, bajo tres diferentes condiciones de temperatura, tres dietas. Los criterios de evaluación empleados fueron la aceptación y asimilación de las dietas, y el consumo energético en cada una de las situaciones experimentales, ya que estos factores determinan la energía potencial para el crecimiento del organismo. La mayoría de las respuestas de *P. clarkii* resultaron depender de las dos variables: la aceptación de dos de las dietas fue mayor a la temperatura más baja, mientras que la tercera fue consumida preferentemente en condiciones de alta temperatura. La eficiencia de asimilación fue alta (entre 85.8 y 92.5%) en todas las situaciones experimentales. La relación entre consumo energético y temperatura fue diferente para cada una de las dietas, lo cual modificó el cuadro obtenido de la evaluación basada únicamente sobre aceptación y asimilación de las mismas dietas.

Palacios-Guillén *et al.*, (2002) presenta su estudio acerca de aspectos de reproducción, alimentación, y crecimiento en cautiverio de *Cambarellus montezumae*. El objetivo de la investigación fue el de optimizar la tasa de reproducción en cautiverio y de obtener un mayor número de hembras ovígeras por unidad de tiempo y espacio con menor mortalidad para su cultivo masivo. El trabajo dio inicio con la captura de organismos vivos de *Cambarellus montezumae* en los canales de Xochimilco los cuales fueron llevados al laboratorio C-8-1 del Departamento el Hombre y su Ambiente de la UAM-Xochimilco. Se realizaron dos experimentos para comparar porcentajes reproductivos; el primero en invierno en donde se ocuparon cuatro acuarios de 20 litros cada uno, con aireación, filtros de plataforma, tubos de PVC para sus refugios individuales y temperatura ambiente. En el primer experimento llevado a cabo en invierno el acuario uno y dos contaron con ocho hembras y cuatro machos y el acuario tres y cuatro con 15 hembras y ocho machos. El segundo experimento se llevó a cabo en primavera, en igual forma al anterior pero con diferentes densidades de organismos: acuario uno

y dos con cinco hembras y dos machos, acuario tres y cuatro con cinco hembras y tres machos. En el experimento de Invierno (Diciembre, Enero y Febrero de 2002) a temperatura promedio 18.5 °C, en los acuario uno y dos se obtuvieron seis hembras ovígeras y en el tres y cuatro cinco hembras ovígeras. En el segundo experimento en Primavera (Marzo, Abril y Mayo de 2003) a temperatura promedio de 22 °C, en los acuarios uno y dos se obtuvieron cuatro hembras ovígeras mientras que en el tres y cuatro un total de seis. En el segundo experimento a pesar de que la densidad de carga fue menor (cinco organismos por acuario), el porcentaje de hembras ovígeras fue mayor que en el primero de un 80% a un 100% de eficiencia comparada con el primer experimento a menor temperatura en donde se obtuvo con la densidad de ocho hembras por acuario una eficiencia de 75% y de sólo un 26.6% en la densidad de 15 organismos hembras por acuario. En este sentido la densidad óptima obtenida en el experimento es de cinco hembras y tres machos por acuario, con un porcentaje reproductivo del 100% en tres meses lo que corresponde a 250 hembras y 150 machos por m³. Para la alimentación se utilizó alimento balanceado con un porcentaje de proteína 35%, grasa 5%, fibra cruda 25% y humedad 10% y alimento vivo como *Tubifex*, *Artemia* y *Daphnia* dando esto dos veces por semana.

Rodríguez-Serma y Carmona- Osalde (2002) presenta su estudio acerca del balance energético del acocil *Cambarellus montezumae*, pérdida de energía en la tasa metabólica, El objetivo de esta investigación fue determinar las pérdidas de energía por el metabolismo y su efecto en la nutrición de los acociles de la especie *Cambarellus montezumae* (Saussure). Este trabajo involucró un estudio con acociles juveniles, obtenidos en la Presa Guadalupe Victoria del Estado de México. Los organismos se alimentaron con *Elodea* sp. (planta acuática que se encuentra disponible en su hábitat) sometida a un proceso de ensilado de 15 días. El sistema experimental consistió en cuatro cajas de plástico de 25 litros, de las cuales dos se mantuvieron a 17°C y las otras dos a 23°C. Dentro de éstas se colocaron 15 cámaras de 1 litro con tres acociles en cada una, teniendo cinco

niveles de ración en cada temperatura (0, 1, 3, 5, 10 porcentaje del peso del ejemplar por día -% ind/día-) y tres réplicas por nivel. Las ecuaciones se expresan en calorías/ejemplar en un lapso de 24 horas. En conclusión, la temperatura de 17 °C mostró la mayor tasa de consumo, así como la mejor eficiencia de asimilación. El nivel de ración 5 presentó la mayor tasa de ingesta considerando la relación consumo-crecimiento de *C. montezumae*. El alimento ensilado no fue adecuado para el óptimo crecimiento de esta especie.

Bustillos-Garza *et al.*, (2002) presentaron la evaluación acerca del efecto de una dieta natural y una formulada en el engorde, supervivencia y la densidad de cultivo de cangrejos rojos juveniles *Procambarus clarkii*. Durante 45 días de estudio se evaluaron dos dietas con las que se alimentaron a los organismos, la primera elaborada a base de berro (*Nasturtium sp.*) en dos formas fresca y en un forraje detrítico microbiano, la segunda fue un peletizado elaborado a base de trucha de la marca Silver Cup. Se colocaron de 3 a 6 individuos en cajas de 50 x 60 cm con cinco replicas por cada densidad y dieta.

Los resultados obtenidos mostraron que se obtuvo un valor medio de peso entre $.2940 \pm .0620$ gr. En cuanto a la supervivencia se observó que los cangrejos alimentados con berro y mantenidos a una densidad de 3 individuos por jaula fue baja (80%).

El crecimiento en cuanto a peso obtenido con la dieta formulada para ambas densidades fue de 1.4979 y 2.1489 gr. por individuo colocados de 6 a 3 por caja respectivamente. En contraste los cangrejos alimentados con berro presentaron un aumento en el peso de .7573 y 1.0868 gr. por individuo colocados de 6 a 3 por caja respectivamente. Mediante una prueba de Duncan y ANOVA se demostró que entre los tratamientos si había diferencia significativa con una confianza de $P < .05$. Por lo que se concluyó que a pesar de la importancia de la

comunidad microbiana en el suplemento de nutrientes para el engorde de los cangrejos este alimento no tenía un gran efecto comparado con la dieta formulada.

Rodríguez Maldonado *et al.*, (2002) mostraron los resultados obtenidos de la comparación en el crecimiento de *Cambarellus montezumae* en laboratorio y en condiciones de campo en jaulas de cultivo. El efecto de dos dietas fue comparado en el crecimiento del cangrejo, los ingredientes crudos de las dietas utilizados fueron: Dieta A , Amarantho (40%), Pluma de pollo (30%), Levaduras de cerveza (30%). Dieta B, comida de conejo (conejina) de la marca Purina (50%), Harina de carne de vaca y cerdo (50%). Los niveles de proteína y energía contenida en las dietas fueron: 26.44%, 4458 kcal/g y 21.23% y 3974 kcal/g por dieta A y B respectivamente.

El crecimiento fue medido semanalmente durante 20 semanas y la comparación del crecimiento fue hecho entre machos, entre hembras y entre ambos en una muestra. El mejor crecimiento fue obtenido con la dieta A, siendo esta 38% superior a la dieta B ($p < 0.01$) ,bajo condiciones de laboratorio el crecimiento fue un poco mas bajo 10% que en el cultivo en campo. Por lo que con el fin de promover las actividades acuaculturales se aconseja el uso de la dieta A para el crecimiento del caparazón recién formado y en la etapa temprana de desarrollo y la dieta B en las subsecuentes fases de cultivo o en el mantenimiento de las especies de cangrejos para la producción de nuevos organismos.

Celma– Pohle (2003) dio a conocer los resultados preliminares acerca de sus observaciones sobre el cultivo de *Cambarellus montezumae* en condiciones de laboratorio. En este estudio se modificaron parámetros como son la temperatura, el pH, oxigenación y alimentación con el fin de incrementar la tasa de natalidad y sobrevivencia. La hipótesis que se fundamento, fue considerar que al variar los factores ambientales se encontrará la combinación que permita tener un rendimiento adecuado en la producción de la especie. Los resultados hasta el

momento muestran una dificultad en la crianza, ya que al establecer las condiciones adecuadas de cultivo para el acocil, también se incrementó la población de una chinche depredadora (corixidae), que causa la muerte de los acociles. En cuanto a los demás parámetros, se observó que los adecuados fueron; temperatura de 21° C, pH 7-7.4, *Elodea* para su alimentación y agua corriente para proporcionar la oxigenación. Obteniendo un rendimiento en la producción del acocil.

En el mismo año Latournerié presentó su estudio el cual tenía el fin de generar la información básica que permita producir y optimizar el crecimiento de crías del acocil *Cambarellus montezumae*. Para dicho estudio se colectaron hembras ovígeras de *C. montezumae* en la presa Atlangatepec, Tlaxcala, las cuales se trasladaron al laboratorio para su aclimatación y término del desarrollo embrionario. Temperatura: 23-25°C, O₂ disuelto: 4-6 mg/l, pH: 7.1-8.4, dureza total: 280 mg CaCO₃/l, durante 2-3 semanas, la alimentación durante este lapso fue mediante charal fresco en trozos. Posterior a esta etapa, las crías liberadas se agruparon y se distribuyeron en forma aleatoria en dos lotes (control/experimental), con dos réplicas en cada caso, a temperatura de 24±1°C. Durante la fase de crecimiento, las crías del lote experimental se alimentaron los primeros 10 días con nauplios de *Artemia* y posterior a esta etapa con una mezcla de *Artemia* y charal; la alimentación se realizó tres veces por semana a saciedad. El lote control se alimentó con "camaronina" en tiempos y ración similares.

Se realizaron pesajes (± 0.005 g) del total de los organismos de cada lote, al inicio, 15 y 35 días, el lote exp. también a los 60 días, durante esta etapa se midió la supervivencia, tasa de crecimiento (TIC) y la producción de tejido acorde a Chapman. Los resultados obtenidos indicaron que el lote experimental tuvo un crecimiento significativamente superior al control (p < 0.000), la producción de biomasa fue 16.2 veces superior en el lote experimental que el control (70.18 mg contra 4.62 mg), la sobrevivencia fue 64.3 % y 100% en el lote experimental y control respectivamente. Los datos del estudio en conjunto con resultados de otros

ensayos de crecimiento, permitirán acotar regímenes para la producción de crías de acocil de esta especie que podrían emplearse para prácticas de cultivo y/o repoblamiento en diversos hábitat.

1.3 Planteamiento del problema

La alimentación de las especies criadas en cautiverio se presenta como un problema central en el desarrollo de los cultivos en acuicultura, principalmente entre aquellas especies que son candidatas a ser explotadas. Lo anterior se debe, en primer lugar, a la gran dependencia que exhibe el rendimiento final (en Kg. de biomasa/Kg. de alimento), respecto a la cantidad y calidad de alimento suministrado al cultivo, y en segundo; a la nutrición de los animales que es influencia por las condiciones de producción empleadas.

Además, las grandes cantidades de alimento requeridas para las operaciones de los cultivos de los organismos generan, un gasto económico importante de producción. Esto debido principalmente a los procesos de metamorfosis que presentan organismos como los crustáceos que experimentan cuatro etapas de alimentación: etapa de alimentación larvaria, postlarvaria, juvenil y adulta, lo que ha llevado a que la alimentación a base de dietas de tipo fresco (elaboradas con crustáceos o bivalvos), estén siendo obsoletas debido a que son muy perecederas, originando esto la fabricación de piensos compuestos.

Por el momento no existen piensos con una formulación completa que satisfagan los requerimientos nutricionales de los crustáceos, además el desconocimiento de aspectos referidos a la alimentación retrasa la solución de uno de los principales problemas que presenta el cultivo de estos animales como lo es el encontrar el alimento adecuado que beneficie al cultivo sin generar un gasto excesivo en su uso y además beneficie la economía del cultivo reduciendo costo en lo que a alimentación se refiere.

1.4 Justificación

Los camarones y langostinos, actualmente están entre los organismos con mayor demanda en los mercados internacionales. Esta situación y la alta producción en sistemas acuícolas ha llevado a la búsqueda y aprovechamiento de especies nuevas, las cuales puedan ser aprovechadas en el ámbito de la acuicultura y atender la demanda que están presentando.

En México existe una gran variedad de especies acuáticas tanto nativas como introducidas, susceptibles de ser aprovechadas en explotaciones acuícolas tal es el caso de los cangrejos de río o acociles. Los estudios realizados con estos organismos no han sido completamente satisfactorios, ya que actualmente aun existe un desconocimiento parcial o total de factores indispensables para el desarrollo de una biotecnología de cultivo como son: su biología, hábitos de vida y requerimientos alimenticios y nutricionales.

Con base en lo anterior el presente estudio brindará información sobre el aprovechamiento de una especie de cangrejo de río nativa de la zona, así como del posible comportamiento y resistencia de la especie en condiciones de cautiverio, y de la aceptación que tenga para el consumo de alimentos de tipo comercial para su desarrollo

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar el incremento de peso de cangrejos de río bajo el efecto de dos tipos de alimento comercial: Purina trucha iniciador IMU y Premium Turtle Bites, en condiciones de laboratorio

1.5.2 Objetivos particulares

- Comparar el incremento en peso de los organismos
- Determinar el alimento de mejor funcionamiento para el incremento de peso
- Comparar supervivencia y mortandad entre cada una de las dietas

1.6 Hipótesis

Los cangrejos alimentados en condiciones de laboratorio con dos dietas comerciales cuyo balance nutricional es distinto, presentarán un incremento en peso, el cual deberá de ser diferente debido al contenido nutricional de cada dieta.

1.7 Breve descripción del contenido

El presente estudio se describe en cuatro capítulos en el primero de introducción, se resalta la importancia de los cangrejos de río *Procambarus aztecus* como un grupo de crustáceos potencialmente explotables en un futuro inmediato con fines alimenticios y comerciales, situación que fundamenta la realización de este tipo de estudios a nivel experimental, a continuación en el segundo capítulo se describen los métodos y técnicas empleadas en la fase experimental del laboratorio y campo, así como los tiempos empleados y los modelos estadísticos usados para la interpretación de los resultados. El tercer capítulo de resultados agrupa básicamente resultados generales, resultados de análisis preliminares y resultados de análisis definitivos, en el primer caso se muestran los resultados de las mediciones a lo largo del experimento, en el segundo caso se presenta el ordenamiento y representación gráfica y descriptiva de la información obtenida y por último se comprueba estadísticamente mediante el MANOVA, observándose que si existe un incremento en el peso de los organismos el cual no es estadísticamente significativo. En el capítulo cuatro de conclusiones se hace la interpretación de los resultados haciendo énfasis en las

principales causas y efectos de los resultados obtenidos, lo que permite definir las conclusiones para este estudio, así como las sugerencias para mejorar el planteamiento para estudios posteriores dentro de esta temática.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Aspectos generales

Los organismos sujetos al estudio se colectaron con la ayuda de redes de cuchara o por medio de la captura directa con la mano. Una vez colectados los organismos fueron transportados al Laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Biología, en bolsas de plástico y con agua del medio a la cual se le inyectará oxígeno cerrándola inmediatamente con una liga de neopreno.

Los organismos colectados y previamente aclimatados se mantuvieron en cajas de plástico de 40 litros con agua del medio y aeración constante, bajo una temperatura de 21° C alimentándoseles diariamente. Así mismo se, llevaron acabo recambios de agua parciales para cada vez que fue necesario para evitar una baja en cuanto a la calidad del agua, mientras que la dieta suministrada consistió en dos alimentos de tipo comercial. Todo esto durante un lapso de tiempo de 4 a 5 semanas.

Se llevo un seguimiento del peso de los organismos cada semana con ayuda de una balanza granataria, para registrar el incremento en peso que fueran presentando.

2.2 Diseño estadístico

Durante el desarrollo del experimento se utilizaron un total de 48 organismo los cuales fueron repartidos en 6 cajas de plástico de 40 litros, que se mantuvieron en condiciones de laboratorio bajo una temperatura de 21°C.

Cada una de las taras se dividió en cuatro cuadrantes que contuvieron a 2 organismo un macho y una hembra por cada cuadrante.

A los organismos de tres de las cajas se les suministro uno de los alimentos el cual se asigno como Tratamiento 1 (Purina trucha iniciador IMU), dándole a cada uno una ración del 1% de su peso. De igual manera a los organismos de las tres cajas restantes se les suministro el otro alimento que se asigno Tratamiento 2 (Premium Turtle Bites), suministrándose la misma cantidad de ración que al primero. Manejándose con esto un total de 12 replicas por cada tratamiento. La forma de asignación de los tratamientos a las cajas respectivas se realizo en forma aleatoria

2.3 Análisis estadístico

2.3.1 Análisis preliminares

Como fase inicial del análisis estadístico se realizo un análisis exploratorio de los datos obteniéndose las medidas descriptivas básicas: media y desviación estándar, las cuales proporcionaron un conjunto de elementos conceptuales que en conjunto con el estudio de las ideas y procedimientos de la representación gráfica apoyan a la comprensión del fenómeno.

Para la representación gráfica se utilizaron los siguientes:

- a) Gráfico de cajas y alambres: nos permite visualizar las características generales del colectivo de datos en términos de la distribución de los mismos a lo largo del rango de valores. Indica de esta manera, la forma de concentración de observaciones en ese rango. Además se compararán los cambios de la distribución a través del tiempo.
- b) Gráfico de perfiles: este gráfico es como el de barras paralelas, el cual crea un perfil sobre un conjunto de barras paralelas para cada grupo de

individuos, esto con el fin de conocer si los tratamientos son homogéneos o mejor uno que otro.

- c) Curvas de crecimiento: se utilizaron técnicas considerando las medidas repetidas sobre el sobre tiempo de cada uno de los individuos.

2.3.2 Análisis definitivos

Para el análisis definitivo de los datos, se utilizó la técnica del MANOVA con el fin de determinar las diferencias entre los grupos o tratamientos, manejándose para esto que la hipótesis nula contrastada es la igualdad de vectores de medias de la variable dependiente múltiple (peso) entre los grupos, contrastándose en este caso la igualdad de un valor teórico el cual combina óptimamente las medidas dependientes múltiples dentro de un valor único que maximiza las diferencias entre grupos, (Hair, J. *et al.* 2000).

Para evaluar el efecto de los alimentos sobre el conjunto (vector) de medias de la variable peso se utilizaron los siguientes estadísticos:

- ❖ Lambda de Wilks
- ❖ Criterio de Pillai
- ❖ Traza Hotelling-Lawley
- ❖ Máxima Raíz de Roy

Cabe mencionar que después de proceder a realizar los contrastes multivariantes del MANOVA se comprobaron los supuestos de: independencia, igualdad de matrices de varianza-covarianzas y normalidad.

Todos los análisis antes mencionados se llevaron acabo con ayuda de los programas estadístico S-PLUS 6.1 (Insightful Corp, 2002) y Statistica (Stat-Soft, 2002).

3. RESULTADOS

3.1 Análisis preliminares

Los cangrejos a los cuales se les suministro el tratamiento 1 (alimento Trucha Iniciador IMU) presentaron un promedio de 3.0708 gr. de peso inicial y 3.7083 gr. de peso final, en tanto que los cangrejos a los que se les suministro el tratamiento 2 (alimento Premiun Turtle Bite) presentaron un promedio de 2.7916 gr. de peso inicial y 4.0166 gr. de peso final, (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Pesos promedios de los organismos a lo largo del experimento.

Tratamiento	Parámetro	Inicio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
TRATAMIENTO 1	\bar{x}	3	3,0125	3,2166	3,3375	3,525	3,7083
	S	0,7503	1,1093	1,1487	1,3934	1,6684	1,737
TRATAMIENTO 2	\bar{x}	2,7916	3,0208	3,175	3,4541	3,7708	4,0166
	S	0,8591	0,8392	0,8773	0,925	0,9429	0,972

Al inicio del experimento los dos grupos presentaron un promedio de peso inicial ligeramente distinto alrededor de los 3 gr., siendo en este caso el grupo de los cangrejos que serian sometidos al tratamiento 1 los que presentaban un mayor peso. Después de una semana transcurrida ambos grupos igualaron su peso promedio dándose en el caso de los cangrejos del tratamiento 1 una ligera disminución, en tanto que en los del tratamiento 2 se dio un incremento. A partir de la segunda semana ambos grupos incrementaron su peso dándose de nueva cuenta una similitud entre ambos grupos.

A partir de la tercera semana los dos grupos continuaron incrementando su peso dándose esto de manera distinta ya que el incremento de los cangrejos del

tratamiento 1 fue menor al de los del tratamiento 2, continuando así hasta la quinta semana donde finalizó el experimento. (Ver Figura 1)

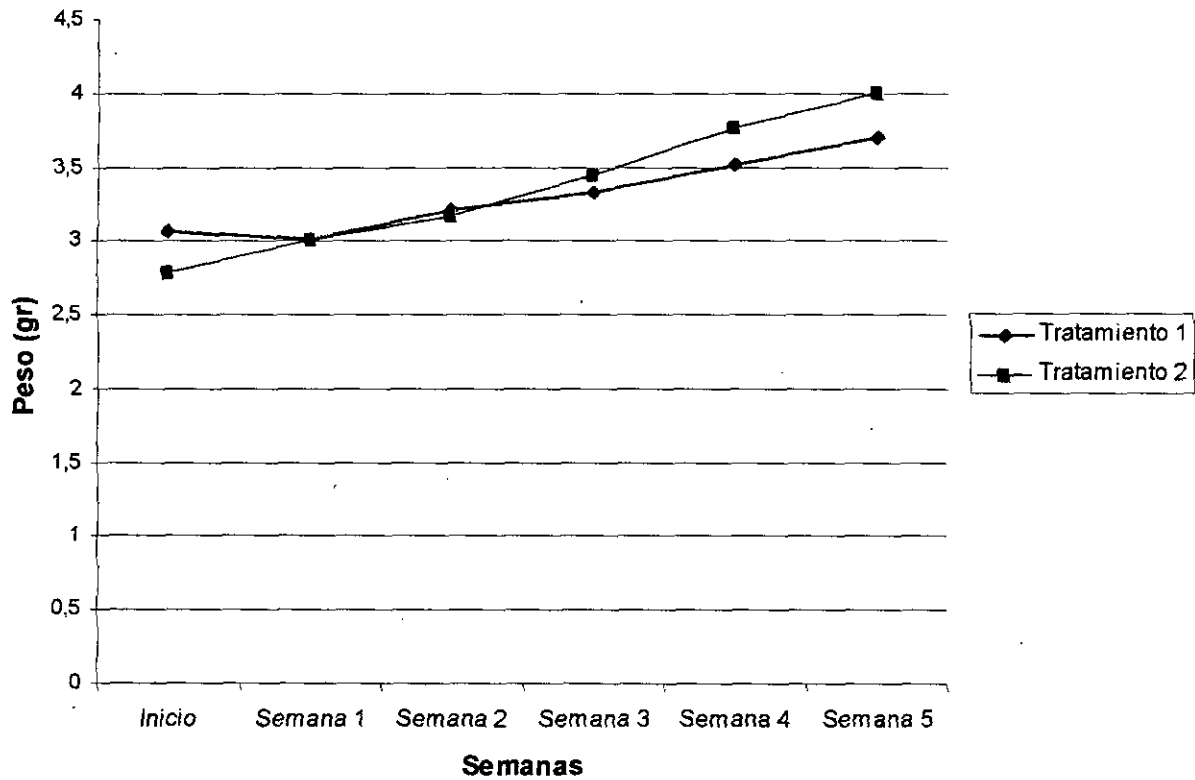


Figura 1 Comportamiento de los cangrejos río bajo el efecto de los tratamientos de Trucha iniciador IMU y Premiun Turtle Bite

En el tratamiento 1 se produjo una distribución en el incremento de peso cambiando este cada semana; presentándose una mayor variabilidad en las semanas 1, 2, 3 y 5, en tanto que en las semanas 4 y 6 se dio un cambio con menor variabilidad. (Ver Figura 2)

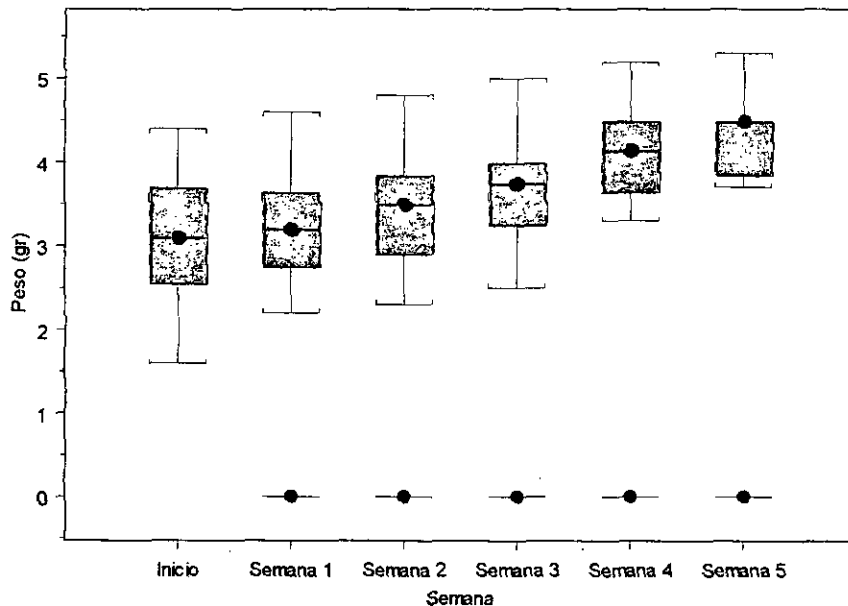


Figura 2. Efecto del Tratamiento 1: Alimento Trucha Iniciador IMU.

El tratamiento 2 de igual manera que el tratamiento 1 produjo una distribución en el incremento de peso de los cangrejos, cambiando cada semana con una variabilidad grande entre ellas hasta la última semana del experimento. (Ver Figura 3)

Por lo que se observa, que ambos tratamientos si produjeron un incremento en el peso de los cangrejos, pero claramente puede notarse que en el caso del grupo sometido al tratamiento 1 su respuesta fue más notoria que en el del tratamiento 2, esto se aprecia en las variabilidades altas y bajas que presenta el primero a lo largo de las cinco semanas, en tanto que el segundo la variabilidad que se dá es alta todo el tiempo. En cuanto a la ganancia en peso se puede observar que los cangrejos sometidos al tratamiento 2 presentaron un mayor incremento. (Ver Figura 4)

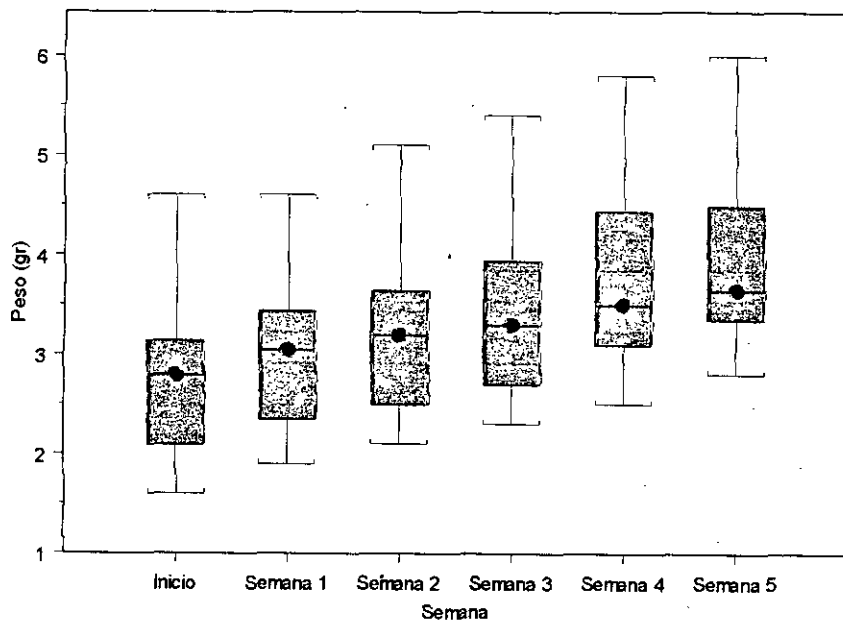
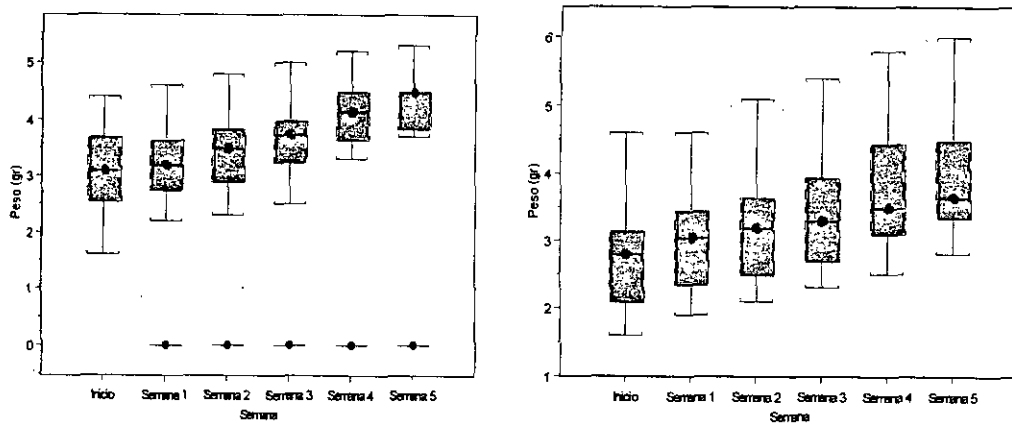


Figura 3. Efecto del Tratamiento 2: Alimento Premiun Turtle Bite.



Tratamiento 1
Alimento Trucha iniciador IMU.

Tratamiento 2
Alimento Premium Turtle Bites

Figura 4. Comparación de los tratamientos.

3.2 Resultados análisis definitivos

El resultado de la prueba MANOVA, arrojó un valor del p-value de .3156, por lo que podemos decir que tenemos suficiente evidencia para no rechazar la hipótesis nula y decir que los dos grupos presentan vectores de medias iguales, indicándonos así que no hay diferencia significativa sobre el peso ganado de los cangrejos con los dos tratamientos, (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Resumen del MANOVA de los dos grupos

Estadístico	Estadístico	F-calculado	Num. g.l.	Den g.l.	Pr > F
Lambda de Wilks	0.84845409	1.22	6	41	0.3156
Criterio de Pillai	0.15154591	1.22	6	41	0.3156
Traza Hotelling-Lawley	0.17861415	1.22	6	41	0.3156
Máxima raíz de Roy	0.17861415	1.22	6	41	0.3156

Los supuestos: independencia, igualdad de varianzas-covarianzas y normalidad, no presentaron problemas es decir se cumplieron.

El grupo de cangrejos sometidos al tratamiento 1 presentó un porcentaje supervivencia del 83.34% y una mortandad del 16.66%, en tanto que el grupo sometido al tratamiento 2 presentó una supervivencia del 100%.

4. CONCLUSIONES

4.1 Discusión general

La supervivencia es definida como el porcentaje de individuos que viven en diversas edades en una población, en el caso de la acuicultura este es uno de los principales puntos a cubrir sobretodo con especies con las cuales se comienza a trabajar con miras a ser explotada para fines comerciales. En este estudio el manejo de una temperatura constante de 21° C, oxigenación adecuada, pH neutro mantenido mediante al cuidado de la calidad del agua y la alimentación constante de los organismos ayudaron a obtener una supervivencia alta, estas condiciones fueron las mismas utilizadas en el estudio realizado por Celma-Phole (2003) en las observaciones del cultivo de *Cambarellus montezumae* estableciéndolas como las adecuadas para una producción optima del cangrejo; además el uso de los contenedores individuales utilizados en estudios como en el de Rodríguez-Serma (2002) para determinar el balance energético, ayudo a observar de una manera mas clara el efecto de las dietas sobre los organismos.

Los promedios finales de 3.7083 gr. para el alimento Trucha iniciador IMU y 4.0166 gr. para el alimento Premium Turtle Bites reflejan que los organismos si presentaron un ligero incremento en su peso, el cual tanto estadísticamente como desde el punto de vista de la acuicultura no es significativo (Coll, J. 1991), este incremento nos hace pensar que el contenido nutricional en ambos alimentos no satisface las necesidades nutrimentales para un incremento mas notorio en el peso de los cangrejos, pero si puede satisfacer las necesidades para ser utilizadas en el mantenimiento para la producción de nuevos organismos.

El comportamiento del peso en ambos grupos bajo el efecto de los dos alimentos no es similar, los grupos no son paralelos en cuanto a su comportamiento a lo largo del experimento dándose una respuesta diferente pero

poco significativa de cada grupo para cada tratamiento. El grupo sometido al tratamiento 1 tuvo una mejor respuesta al tratamiento en comparación con el grupo sometido al tratamiento 2, pero es este el que tuvo un mayor incremento en el peso a pesar de tener una respuesta lenta al tratamiento sometido.

4.2 Recomendaciones

- Es posible que el pobre incremento en peso de los cangrejos se deba a la etapa en la que se encontraban, por lo que se sugiere en estudios futuros organismos cuya etapa se de preferencia cría o juvenil.
- Se recomienda manejar periodos de tiempo más largos para el desarrollo del experimento, con el fin de evaluar de una manera mas detallada el efecto de los alimentos.
- Variar factores como temperatura, densidad de organismos o tiempo de suministro de alimentos ayudaran a ampliar los conocimientos para el manejo de estos organismos
- Realizar estudios comparativos manejando alimento natural y comercial.
- Determinar mas detalladamente el impacto económico del uso eficiente del alimento así como su efecto en la calidad del agua.

REFERENCIAS

- Bautista, C. (1988) **Crustáceos Tecnología de Cultivo**. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 67-71
- Bernabe, G. (1989) **Acuicultura**. Ed. Omega, Barcelona. pp. 977
- Bustillos-Garza, N.; Gabino A. Rodríguez-Almaraz; Roberto Mendoza-Alfaro; Jesús Montemayor-Leal; Carlos Aguilera-González. 2002. **The effect of natural and formulated diets and two culture densities on growth and survival of juvenile red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*)**. In: Memories of 14th International Symposium, International Association of Astacology. Celebrado del 4-10 de Agosto, 2002. Querétaro, México. pp. 64
- Celma – Pohlenz A. B.; J. A. García Oviedo. (2003). **Observaciones sobre el cultivo de *Cambarellus montezumae*, en condiciones de laboratorio**. In: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Zoología del 19 a 23 de Octubre 2003. Puebla de los Ángeles, Puebla, México.
- Coll, J. (1991). **Acuicultura Marina Animal**. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. pp. 275
- Garza, A. (1988). **Diseños experimentales. Métodos y Elementos de Teoría**. Ed. Trillas, México.
- Hair, J.F.; R.E. Anderson (2000). **Análisis Multivariante**. Ed. Prentice Hall, Madrid, España. pp. 763
- Hernández-Vergara, M. P. (2001). **Contribución al conocimiento de los requerimientos nutricionales del cangrejo de río, *Cherax quadricarinatus* Von Martens**. Tesis de Doctorado en Ciencias, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida. Departamento de Recursos del Mar, Mérida, Yucatán. pp. 22
- Hoffman. J.(1983) **Así se Crían Cangrejos de Río**. Ed. Marzo 80, Barcelona, España. pp. 107
- Latournerié Cervera, J.R.; A.R. Estrada Ortega y R. Maldonado Rodríguez. (2003) **Supervivencia, crecimiento y producción de crías del acocil *Cambarellus montezumae***. In: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Zoología del 19 a 23 de Octubre 2003. Puebla de los Ángeles, Puebla, México.

Lee, D. O'C.; J. F. Wickins (1997). **Cultivo de Crustáceos**. Ed. ACRIBA, S.A. Zaragoza, España. pp.435

Lerch, G. (1977) **La experimentación de las ciencias biológicas y agrícolas**. Ed. Científico-Técnica, La Habana. pp. 1-6

Morones-Guzman, N. O. (1995). **Metodología Estadística en el Análisis de Datos con Medidas Repetidas**. Tesis de Licenciatura en Estadística, Facultad de Estadística, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

Palacios-Guillén J.A.; F. Arana-Magallón; R. Pérez-Rodríguez y V. Vicente-Velásquez (2003). **Aspectos de reproducción, alimentación, y crecimiento en cautiverio de *Cambarellus montezumae*, Saussure 1858., (Crustacea: Decapoda) de Xochimilco**. In: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Zoología del 19 a 23 de Octubre 2003. Puebla de los Ángeles, Puebla, México.

Rodríguez Maldonado, R.; A. L. Barcena Briones; J. R. Latournerié Cervera (2002). **Comparisons on the growth of *Cambarellus montezumae* under laboratory and field conditions in culture cages**. In: Memories of 14 th International Symposium, International Association of Astacology. Celebrado del 4-10 de Agosto, 2002. Querétaro, México. pp.69

Rodríguez-Serna, M.; Carmona-Osalde, C. 2002. **Balance energético del acocil *Cambarellus montezumae* (Saussure) (Crustacea: Astacidae: Cambaride)** perdida de energía en la tasa metabólica. 36 (18), 128-134

Villalobos, A. (1983) **Crayfishes of México**. Smithsonian Institution Libraries, and the National Science Foundation, Washington, D. C. pp. 153-170

Programas Estadísticos

Insightful Corp, 2002 S-PLUS 6.1

Staff-Staff, 2002. **Statistica**

A N E X O

Anexo I. Base de datos

Tratamiento	Inicio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
1	3.4	3.5	3.7	3.9	4.5	4.5
1	4	4	4.2	4.5	5	5.3
1	3.9	3.1	3.5	3.8	4.5	4.5
1	3.9	4	4.1	4.4	4.5	4.5
1	2.8	3.2	3.5	3.7	4.5	4.5
1	2.5	2.8	2.8	3.5	3.8	4.5
1	4.1	4.2	4.3	4.5	4.5	4.5
1	3.2	3.3	3.4	3.8	4.3	4.5
1	3.5	3.6	4	4.3	4.5	4.5
1	3.9	3.9	3.9	4	4.3	4.5
1	1.6	2.3	2.5	3	3.5	3.7
1	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	4
1	2.3	3	3	3.5	3.8	3.9
1	3	3	3.4	3.6	3.9	4
1	3.4	3.4	3.6	3.9	4	4.6
1	2.2	2.2	2.9	3	3.3	3.8
1	2.6	2.7	2.9			
1	1.9	2.2	2.3	2.5		
1	4.4	4.6	4.8	5	5.2	5.3
1	2.9					
1	2.6	3	3.8	4	4.4	4.5
1	3.2	3.7	3.8	4	4.5	4.9
1	2.1					
1	3	3.2	3.3	3.5	3.8	4.5
2	4.3	4.6	4.8	5.4	5.8	6
2	4.4	4.5	4.6	5	5.3	5.7
2	3	3.8	3.9	4.5	4.9	5.7
2	3.2	3.4	3.6	4	4.5	4.8
2	1.8	2.2	2.2	2.6	3	3.2
2	2.2	2.4	2.6	2.9	3.3	3.5
2	3.4	3.5	3.7	3.9	4.4	4.2
2	2.1	2.4	2.5	2.8	3.2	3.5
2	4.6	4.6	5.1	5.3	5.5	5.8
2	3	3.4	3.4	3.6	3.7	3.9
2	2.8	3.2	3.2	3.3	3.5	3.7
2	3.1	3.1	3.4	3.6	3.8	4
2	2.8	3	3.2	3.3	3.5	3.6
2	3.9	3.9	4.1	4.5	4.9	5
2	2.5	2.7	2.9	3.2	3.6	4
2	2.9	3.2	3.2	3.3	3.5	3.6
2	2.1	2.3	2.5	2.8	3.2	3.5
2	1.6	1.9	2.3	2.7	3.3	3.3
2	1.8	2	2.1	2.5	2.7	3.3
2	1.9	2	2.1	2.3	2.5	2.8
2	2.2	2.4	2.5	2.7	3	3.4
2	3.1	3.4	3.6	3.7	3.9	4.1
2	2.3	2.5	2.5	2.7	3	3
2	2	2.1	2.2	2.3	2.5	2.8