

Recibido: 19/11/16; Aceptado: 10/12/16

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://www.revistacentros.com>

indexada en



[http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave\\_pais=33](http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33)



## VARIACIÓN INDIVIDUAL CONSISTENCIA EN EL TIEMPO Y/O CONTEXTOS EN *Poecillia gillii*.

INDIVIDUAL VARIATION CONSISTENCY IN TIME AND / OR  
CONTEXTS IN *Poecillia gillii*.

Reynaldo Vargas<sup>1</sup>, Ivonne Guerra<sup>2</sup>, Iris Gómez<sup>2</sup>, Aniceto Barrios<sup>2</sup>.

- 1- Programa de Inserción SENACYT-Universidad de Panamá 2016, asignado a La Extensión Universitaria de Aguadulce. [rvargas661@mail.com](mailto:rvargas661@mail.com).
- 2- Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Centro Regional Universitario de Coclé, Universidad de Panamá.

### RESUMEN

Los estudios de consistencia en rasgos de comportamiento es un tema que ha ganado interés en la última década por sus posibles implicaciones a nivel adaptativo para las especies. Sin embargo, la literatura reporta pocos estudios sobre la consistencia de comportamientos en el tiempo y a través de diferentes contextos. Nosotros investigamos si las diferencias individuales en las respuestas de comportamiento entre dos subpoblaciones separadas por la prueba de toma de riesgo individual, son consistentes en el tiempo y a través de diferentes contextos. Quinientos individuos juveniles de *Poecillia gillii*, fueron evaluados por la prueba de toma de riesgo individual, repitiéndola cuatro meses después evaluando la consistencia temporal. Treinta y dos individuos de los extremos de la variación individual denominados subpoblación audaces y subpoblación tímidos (SPA y SPT, respectivamente) fueron evaluados en tres pruebas

individuales: campo abierto, nuevo objeto, y alimentación. Se demostró que la prueba de toma de riesgo separa adecuadamente consistencia temporal en ambas subpoblaciones. Solo encontramos consistencia contextual en una de las subpoblaciones. En conclusión, la prueba de toma de riesgo puede predecir consistencia temporal. La fortaleza de la consistencia contextual muestra diferencias entre los extremos de la variación individual en comportamiento.

**Palabras claves:** Variabilidad animal, consistencia de comportamiento, toma de riesgo, *Poecillia gillii*.

## **ABSTRACT**

Studies of consistency in traits of behavior is an issue that has gained interest in the last decade because of its possible implications at an adaptive level for species. However, literature reports few studies investigating the consistency of behaviors over time and across different contexts. We investigate whether individual differences in behavioral responses between two subpopulations separated by the individual risk-taking test are consistent over time and across contexts. Five hundred young individuals of *Poecillia gillii* were evaluated by the individual risk-taking test, repeating it four months later, evaluating the temporal consistency. Thirty-two individuals from the extremes of individual variation called bold and shy subpopulations (SPA and SPT respectively) were evaluated in three individual tests: open field, novel object, and feeding. It was shown that the risk-taking test adequately separates temporal consistency in both subpopulations. We only found contextual consistency in one of the subpopulations. In conclusion the risk-taking test can predict temporal consistency. The strength of contextual consistency shows differences between the extremes of individual variation in behavior.

**Keywords:** Animal variability, behavioral consistency, risk taking, *Poecillia gillii*

## **INTRODUCCIÓN**

La creciente literatura en el campo de la variación individual de comportamiento ha cambiado con el transcurrir del tiempo desde considerar principalmente la variación del comportamiento como relevante únicamente entre especies, hasta el reconocimiento de que la variación está presente también dentro de las especies e incluso dentro de las poblaciones. Actualmente, los estudios revelan que la variación a nivel individual muestra diferencias consistentes en el comportamiento entre individuos provenientes de condiciones ecológicas similares en sus respuestas a cambios ambientales (Gosling, 2001; Réale *et al.*, 2007). Cuando las diferencias son consistentes a través del tiempo y/o contexto, se dice que existe un síndrome de comportamiento (Sih *et al.*, 2004), también conocido con otros términos como: estilo de afrontamiento o “coping style”

(Koolhaas *et al.*, 1999), temperamento (Réale *et al.*, 2007), o personalidad animal (Gosling, 2001).

El termino consistencia se refiere a comportamientos que se caracterizan por una alta previsibilidad o correlación durante medidas repetidas (estabilidad temporal o continuidad) o a través de varias situaciones, incluso si el nivel promedio general de esta medida cambia (Budaev and Zworykin, 2002). La consistencia en la personalidad no significa que el valor del rasgo medido no cambie con la edad o las condiciones ambientales; por el contrario sugiere que aunque ocurran cambios las diferencias individuales en gran parte se mantienen (Réale *et al.*, 2007). Sin embargo, estudiar la consistencia de comportamiento individual en los animales es un tema complejo ya que, de acuerdo a los fundamentos de la selección natural, un rasgo de un fenotipo debe agruparse alrededor de una media y sus desviaciones deben desaparecer en un ambiente estable. (Krebs and Davies 2006).

La variación individual puede ser estudiada a través de empleo de pruebas de comportamientos adaptadas a la especie; una de las pruebas que se ha utilizado para estudiar la variación individual en comportamiento es la prueba de toma de riesgo (Budaev, 1997; Dingemanse and Réale, 2005). En el caso específico de peces los resultados de investigaciones sostienen que son capaces de realizar evaluaciones precisas del tipo de riesgo para generar respuestas adaptativas que pueden separar la población en diferentes fenotipos de comportamiento (Kelly and Magurran, 2003). El tipo de respuesta en toma de riesgo en un entorno completamente nuevo; puede utilizarse para caracterizar cómo cada individuo varia en un continuo, desde los fenotipos extremos categorizados como tímidos y audaces (Sneddon, 2003).

La familia Poeciliidae es uno de los grupos de peces dominantes en Centro América, habitando un amplio rango de hábitats (Bussing, 1998). Una de las especies representativas de esta familia es *Poecillia gillii*, de la cual existen reportes de investigaciones en temas de comportamiento en Costa Rica y Panamá (Chapman *et al.*, 1991; Chapman and Chapman, 1993; Jordan *et al.*, 2006). Sin embargo, no conocemos la existencia de ningún estudio que haya evaluado aspectos de consistencia de comportamiento en esta especie. Con estos antecedentes el objetivo de nuestra investigación fue evaluar la consistencia del comportamiento en el tiempo y a través de

diferentes contextos en subpoblaciones *P. gillii*, separados por la prueba de toma de riesgo.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Animales experimentales y condiciones de alojamiento.**

Los animales experimentales consistieron en juveniles sexualmente inmaduros de *P. gillii*, criados en una laguna artificial (122x 92x100 cm). Aproximadamente 500 individuos fueron transferidos a tanques rectangulares de 90 litros, ubicado en el laboratorio de acuicultura de La Extensión Universitaria de Aguadulce para un periodo de aclimatación de 15 días, antes de iniciar la primera parte experimental. El tanque de alojamiento se le adaptó un sistema de recirculación con filtros mecánicos y biológicos, realizando intercambio de 1/4 de su volumen de agua cada semana. Se alimentaron hasta la saciedad dos veces al día, en la mañana y en la tarde con un pienso seco, disponible en el comercio (Bettabit®, ver [www.biomaa.com](http://www.biomaa.com)). La temperatura fue de  $29\pm 0,5$  (media $\pm$  desviación estándar); las concentraciones de oxígeno se mantuvieron en  $5,37\pm 0,16$ mg/L (miligramos x litro), ambas mediciones se realizaron diariamente durante el periodo experimental. Adicionalmente se realizaron controles semanales de Amoniac, Nitrito, Nitrato. El ciclo de luz/oscuridad se estableció en 12:12 (0600-1800 horas).

### **Protocolo y procedimiento experimental.**

La primera parte del experimento se desarrolló en los meses de febrero y marzo 2016. Los peces experimentales fueron separados por la prueba de toma de riesgo individual para explorar un ambiente nuevos en tres categorías conductuales, audaces (A), intermedios (I), tímidos (T) (adaptado de MacKenzie *et al.*, 2009; Wong *et al.*, 2012). Cincuenta peces de aproximadamente  $0.500 \pm 0.2$  gramos (media $\pm$  desviación estándar) de los dos extremos en la variación individual en toma de riesgo para explorar un ambiente nuevo denominados de aquí en adelante como las subpoblaciones de audaces (SPA) y las subpoblaciones de tímidos SPT, fueron marcados por grupo realizando un pequeño corte en la aleta caudal y transferidos a una laguna similar a la de crecimiento. Los individuos intermedios fueron eliminados del experimento. Cuatro meses después se da inicio a la segunda parte del experimento. La laguna fue drenada y los individuos

fueron trasladados al laboratorio de acuicultura de La Extensión Universitaria de Aguadulce. Finalizado este periodo de cuatro meses no se recuperaron 13 individuos SPA y 6 SPT. En el laboratorio se detectaron algunos individuos con lesiones mecánicas que podrían comprometer su comportamiento los cuales fueron removidos. Los individuos restantes se aclimataron por un periodo de 15 días. Finalizado el periodo de aclimatación fueron evaluados por la prueba de toma de riesgo individual (reprueba) para determinar consistencia temporal (Koolhaas *et al.*, 1999; Dall *et al.*, 2012). Se seleccionaron 32 individuos de cada uno de los extremos de la variación individual en comportamiento que mostraron consistencia temporal frente a la prueba de toma de riesgo, fueron pesados, se determinó la longitud total y el factor de condición de Fulton. Un día después de la prueba de toma de riesgo individual se da inicio a la evaluación de consistencia contextual (Sih *et al.*, 2004). Los individuos experimentales fueron evaluados en tres contextos diferentes: prueba de campo abierto (Godwing *et al.*, 2012); nuevo objeto (Ruiz-Gómez *et al.*, 2011); prueba de alimentación (Castanheira *et al.*, 2013). El orden de prueba fue asignado al azar por fenotipo e individuo.

## **Pruebas experimentales.**

### **Toma de riesgo individual prueba y reprueba.**

El tanque de prueba consistió en un tanque de vidrio de 20 litros (40x20x25cm), el lado opuesto y los lados laterales al observador se cubrieron con papel azul, así como también el lado de observación se cubrió en 3/4 partes para reducir el estrés y aislar del medio externo. Se dividió 1/3 de su longitud, con un separador equipado con una puerta corrediza, formando un área de refugio en uno de los extremos. El ambiente nuevo consistió en el restante espacio abierto del tanque. Toma de riesgo individual se midió como la latencia en segundos tomado por un individuo para dejar la seguridad de un refugio. Representa la disposición de explorar un ambiente nuevo y potencialmente peligroso (Huntingford and Coyle, 2007).

Un pez individual se transfirió del tanque de habituación y se colocó en el área de refugio del tanque de prueba, cubriendo la parte superior con papel azul, dejando 10 minutos para reducir el estrés de manipulación. El tiempo de prueba consistió en 5 minutos. Aquellos peces con latencias inferiores a 60 segundos fueron seleccionados

como audaces, aquellos peces con latencias entre 60-240 segundos fueron seleccionados como intermedios y aquellos peces con latencias superiores a 240 segundos fueron seleccionados como tímidos. Los tiempos de corte de la prueba fueron establecidos de pruebas pilotos preliminares.

### **Registro de variables productivas.**

Treinta y dos individuos, con comportamientos consistentes en la prueba de toma de riesgo individual se seleccionaron para la segunda parte del estudio, se les registró el peso y la longitud total y se determinó el factor de condición de Fulton para cada uno de ellos (Blackwell *et al.*, 2000).

### **Prueba de campo abierto.**

Un día después de la segunda prueba de toma de riesgo individual (consistencia temporal) los peces se sometieron a una segunda prueba conductual denominada de campo abierto (Budaev, 1997).

El tanque de prueba consistió en un tanque de 20 litros (40x20x25cm), el lado opuesto y los lados laterales al observador se cubrieron con papel azul para reducir el estrés y aislar del medio externo, habilitado una pieza de PVC blanca (10 cm de diámetro, 30 cm de alto ) en el centro del tanque como zona de refugio. Cada individuo se transfirió del tanque de habituación y se colocó en el área de refugio del tanque de prueba, se dejó 10 minutos para su habituación, el refugio se cubrió en su parte superior con papel azul. Finalizado el periodo de habituación la pieza de PVC fue retirada en su totalidad y se observó el comportamiento del individuo por 5 minutos. Nosotros evaluamos congelamiento (Godwing *et al.*, 2012). Congelamiento se definió como la ausencia total de movimientos excepto para las branquias y los ojos.

### **Prueba de nuevo objeto**

Finalizada la prueba de campo abierto se dio inicio a la prueba de nuevo objeto. El tanque de prueba consistió en un tanque de 20 litros (40x20x25cm), el tanque fue cubierto en su totalidad con papel azul para reducir el estrés y aislar del medio externo. El tanque de prueba fue equipado con una zona de refugio similar a la descrita en la

prueba de toma de riesgo individual (ver apartado 2.3.1). El volumen de agua se mantuvo a 10 cm del fondo del tanque. El nuevo objeto consistió de 3 piezas de Lego®, de color rojo unidas (6x3x2.5 cm), colocadas en el centro del tanque a una altura de 3 cm del fondo, dibujando una zona de 5 cm de radio alrededor del objeto (Castanheira *et al.*, 2013). Un pez individual se transfirió del tanque de habituación y se colocó en el área de refugio del tanque de prueba, cubriendo la parte superior con papel azul, dejando 10 minutos para reducir el estrés de manipulación. El tiempo de prueba consistió en 5 minutos. Se evaluó la latencia en segundos para entrar a la zona de 5 cm. La entrada a la zona marcada se consideró cuando el pez atravesó en una longitud de su cuerpo la línea trazada. Adicionalmente evaluamos número de veces que entró el pez en el área marcada y el tiempo que el pez permaneció en comportamiento de congelamiento. En esta prueba las observaciones se realizaron desde arriba.

### **Prueba de alimentación.**

La prueba se aplicó inmediatamente finalizada la prueba de objeto nuevo, reteniendo el individuo en una red para peceras de 15 x 12 cm, en la superficie del agua en uno de los extremos del tanque por un periodo de tiempo de 1 minuto (Silva *et al.*, 2010). El tanque de prueba consistió en un tanque de vidrio de 4 litros (23x13x13cm), el lado opuesto y los lados laterales al observador se cubrieron con papel azul para reducir el estrés y aislar del medio externo. Inmediatamente liberado de la red se adicionaron 5 pellet de pienso para peces (Bettabit®). Se evaluó la latencia para reasumir la alimentación después de una situación estresante (Moretz *et al.*, 2007). La latencia para reasumir la alimentación se definió como el tiempo que el pez tarda en capturar el primer pellets. Adicionalmente evaluamos el comportamiento de congelamiento.

Al final de las pruebas la totalidad del agua de cada uno de los tanques de prueba se cambió, evitando señales químicas que interfieran con el comportamiento del siguiente individuo.

### **Análisis estadístico.**

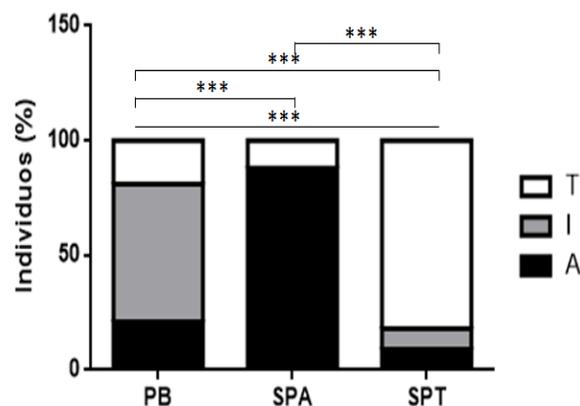
Nosotros empleamos el análisis Pearson Chi- cuadrado ( $\chi^2$ ), para identificar diferencias en el porcentaje de individuos de PB, SPA y SPT en la primera prueba de

toma de riesgo individual y la reprobación. Debido a que las variables estudiadas no mostraron una distribución normal ni homogeneidad de varianzas utilizamos estadística no paramétrica. Diferencias en las latencias para dejar el refugio en la prueba de toma de riesgo individual en la PB, SPA y SPT se evaluaron empleando la prueba de Kruskal Wallis. Resultados significativos se evaluaron con la prueba de comparaciones múltiples de Dunn's. Diferencias en variables morfométricas entre SPA y SPT se evaluaron por la prueba de U de Mann-Whitney. Correlaciones de comportamientos entre contextos se analizaron empleando el coeficiente de Spearman para cada fenotipo de toma de riesgo. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATISTICA versión 7 y Graph Pad Prism versión 6.

## RESULTADOS

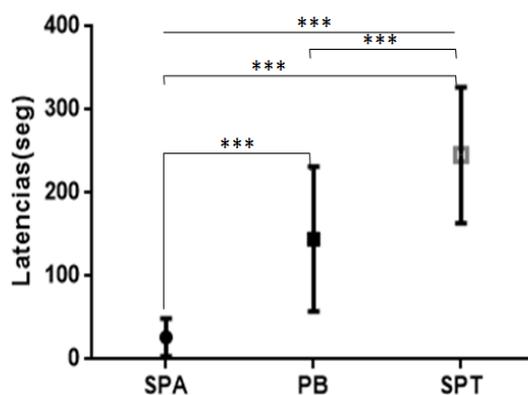
### Consistencia Temporal. Toma de riesgo individual prueba y reprobación.

Los resultados muestran que existen diferencias en el porcentaje de individuos dentro de cada categoría conductual, entre la primera prueba de toma de riesgo en grupos aplicada a la población base (PB, n= 500), y la segunda prueba aplicada 4 meses después a las subpoblaciones de audaces (SPA, n=32) y tímidos (SPT, n=32), ( $X^2= 262.1$ ;  $p < 0,0001$ ). La SPA muestra mayor porcentaje de individuos A que PB y SPT ( $X^2= 106.9$ ;  $p < 0,0001$ ;  $X^2= 77.3$ ;  $p < 0,0001$  respectivamente.). La SPT muestra mayor porcentaje de individuos T comparada con PB (;  $X^2= 125.5$ ;  $p < 0,0001$ ) (**Figura 1**).



**Figura 1.** Porcentaje de peces en cada categoría de toma de riesgo individual, en PB, y las subpoblaciones SPA y SPT, evaluados 4 meses después. \*\*\* $p < 0,001$ .

La Figura 2 muestra que existen diferencias en las latencias de salida en segundos de la PB sometida a la prueba de toma de riesgo individual y las subpoblaciones SPA y SPT evaluados por la misma prueba 4 meses después (Kruskall Wallis K-W= 96,16;  $p < 0,0001$ ). La prueba de comparaciones múltiples de Dunn's, muestra que existen diferencias significativas en las latencias para dejar el refugio entre PB y SPA, PB y SPT (Comparación de Dunn's  $p < 0,0001$ ;  $p < 0,0001$  respectivamente). Además existen diferencias significativas entre SPA Y SPT (Comparación de Dunn's  $p < 0,0001$ ).



**Figura 2.** Media ( $\pm$  DE), de la latencia en segundos de peces en cada categoría de toma de riesgo en PB, y las subpoblaciones SPA y SPT, evaluados 4 meses después. \*\*\* $p < 0,0001$ .

### Variabes productivas

La Tabla 1 muestra los resultados de la prueba U de Mann-Whitney muestra que no existen diferencias significativas en el peso, longitud total y factor de condición de Fulton en los peces SPA y SPT, evaluados 4 meses después por la prueba de toma de riesgo.

**Tabla 1.** Media ( $\pm$  DE) y resultados de la prueba U de Mann-Whitney de peso (g), longitud total (LT, mm) y factor de condición de Fulton (K), en las subpoblaciones SPA y SPT, evaluados 4 meses después por la prueba de toma de riesgo (asterisco indica diferencias significativas entre SPA y SPT. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ ).

A (N=36)		T= (N=36)		
VARIABLES	Media $\pm$ (DE)	Media $\pm$ (DE)	U	p
peso	0.823 $\pm$ 0.25	0.896 $\pm$ 0.32	483.5	0.70
Longitud Total	41.95 $\pm$ 2.00	41.91 $\pm$ 3.07	485.5	0.72
K	1.08 $\pm$ 0.21	1.18 $\pm$ 0.26	388.5	0.09

### Consistencia Contextual.

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman de las variables en los tres contextos evaluadas separadamente por fenotipo de toma de riesgo, muestran significancia en la subpoblación SPA entre una de las variables de objeto nuevo y alimentación (ver **Tabla 2**).

**Tabla 2.** Coeficiente de correlación de Spearman, para los diferentes contextos en la subpoblación SPA, (asterisco indica relaciones que son estadísticamente significativos entre contextos. \* $p < 0,05$ ).

Prueba		Campo	Nuevo Objeto			Alimentación	
		Abierto	LEN	NEN	TCN	LRA	TCA
Campo Abierto	TCC	1.00	0.25	0.27	0.05	0.09	0.12
	LEN	0.25	1.00	0.04	0.03	<b>0.36</b> *	0.22
Nuevo Objeto	NEN	0.27	0.04	1.00	0.15	0.13	0.21
	TCN	0.05	0.03	0.15	1.00	0.02	0.18
	LRA	0.09	<b>0.36</b> *	0.13	0.02	1.00	0.03
Alimentación	TCA	0.12	0.22	0.21	0.18	0.03	1.00

**Campo abierto:** TCC (tiempo en congelamiento en segundos). **Nuevo objeto:** LEN (latencia para entrar a una zona 5cm alrededor del nuevo objeto en segundos); NEN (número de entradas a la zona de 5 cm); TCN (tiempo en congelamiento en segundos). Alimentación: LRA (latencia para realimentarse en segundos); TCA (tiempo en congelamiento en segundos).

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman de las variables en los tres contextos evaluadas separadamente por fenotipo de toma de riesgo. La subpoblación SPT no mostró significancia entre los contextos evaluados (ver **Tabla 3**).

**Tabla 3.** Coeficiente de correlación de Spearman, para los diferentes contextos en la subpoblación SPT, (asterisco indica relaciones que son estadísticamente significativos entre contextos. \* $p < 0,05$ ).

Prueba		Campo	Nuevo Objeto			Alimentación	
		Abierto	LEN	NEN	TCN	LRA	TCA
Campo Abierto	TCC	1.00	0.03	0.11	0.01	0.09	0.17
	LEN	0.03	1.00	0.09	-0.06	0.04	-0.15
Nuevo Objeto	NEN	0.11	0.09	1.00	-0.02	0.26	0.30
	TCN	0.01	-0.06	-0.02	1.00	0.06	0.21
Alimentación	LRA	0.09	0.04	0.26	0.06	1.00	0.14
	TCA	0.17	-0.15	0.30	0.21	0.14	1.00

**Campo abierto:** TCC (tiempo en congelamiento en segundos). **Nuevo objeto:** LEN (latencia para entrar a una zona 5cm alrededor del nuevo objeto en segundos); NEN (número de entradas a la zona de 5 cm); TCN (tiempo en congelamiento en segundos). Alimentación: LRA (latencia para realimentarse en segundos); TCA (tiempo en congelamiento en segundos).

## DISCUSIÓN

Un primer resultado de nuestro estudio revela que la prueba de toma de riesgo individual, separa adecuadamente una población de *P. gillii*, en diferentes fenotipos de toma de riesgo y que estas diferencias se mantienen cuatro meses después de la primera prueba. Nosotros basamos nuestros resultados en la distribución porcentual de fenotipos de toma de riesgo en las subpoblaciones SPA y SPT. La subpoblación SPA mostró más del 85% de individuos con fenotipo audaz; mientras que un 82% de los individuos en la subpoblación SPT correspondieron al fenotipo tímido, cuatro meses después de la primera prueba de toma de riesgo. Este resultado indica que las diferencias en las latencias para dejar el refugio en ambas subpoblaciones son consistentes en el tiempo, este patrón similar de comportamiento se ha reportado para otras especies de peces como *Steatocranus casuarius* (Budaev *et al.*, 1999)

Un segundo resultado de nuestro estudio reveló que al menos una de las subpoblaciones mostró consistencia cuando fueron evaluados en diferentes contextos cuatro meses después de la prueba de toma de riesgo. Este resultado de nuestra investigación está de acuerdo con lo descrito para el fenotipo audaz “bold” en la literatura que son animales caracterizados por un estilo de afrontamiento en donde asumen mayores riesgos, tienen una mayor disposición para explorar ambientes nuevos, reasumen la alimentación más rápido después de una situación estresante y son altamente agresivos durante encuentros con individuos de la misma especie (Overli *et al.*, 2006; Frost *et al.*, 2007). En el caso específico de la prueba de alimentación la subpoblación SPA reasumió la alimentación primero que la subpoblación SPT esto concuerda con lo reportado para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), donde individuos seleccionados por sus bajos niveles de cortisol basal con patrones de comportamiento similares a los peces de la subpoblación SPA, reasumen más rápido la alimentación después de ser sometidos a una situación estresante (Overli *et al.*, 2002; Basic *et al.*, 2012).

La falta de consistencia mostrada por la subpoblación SPT puede estar relacionada con su capacidad para ajustar su comportamiento a través de contextos mostrando una mayor plasticidad (Frost *et al.*, 2007). No existe evidencia en nuestro estudio de que las diferencias en comportamientos observadas a través de contextos en la subpoblación SPA esté relacionadas con diferencias en peso, longitud total o el factor de condición de Fulton, como se ha descrito en la literatura para otras especies de peces de la misma familia (Brown *et al.*, 2007).

En conclusión, nosotros mostramos que la prueba de toma de riesgo es una prueba apropiada para evaluar consistencia temporal en *P. gillii*, a pesar de no existir consistencia contextual en una de las subpoblaciones.

Las subpoblaciones responden con patrones alternativos de respuesta frente a estímulos ambientales que pueden tener importantes implicaciones adaptativas.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Basic D, Winberg S, Schjolden J, Krogdahl Å, Höglund E.** (2012). Context dependent responses to novelty in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), selected for high and low post-stress cortisol responsiveness. *Physiology and Behavior*, 105: 1175-1181.
- Blackwell B, Brown M, Willis D.** (2009). Relative weight (WR) status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science*, 8:1-44.
- Brown C, Jones F, Braithwaite V.** (2007). Correlation between boldness and body mass in natural populations of the poeciliid *Brachyraphis episcopi*. *Anim Behav.*,68:1325-1329.
- Budaev S, Zworykin D, Mochev A.** (1999). Consistency of individual differences in behavior of the lion-headed cichlid, *Steatocranus casuarius*. *Behavioural Processes*, 48:49-55.
- Budaev S, Zworykin D.** (2002). Individuality in fish behavior. *Ecology and comparative psychology. Journal of Ichthyology*, 42:189-195.
- Budaev S.** (1997). Personality in the guppy (*Poecilia reticulata*): a correlational study of exploratory behavior and social tendency. *J. Comp. Psychol*, 111:399-411.
- Bussing, W.A.** (1998). *Peces de las aguas continentales de Costa Rica/ Freshwater fishes of Costa Rica*. San José: Editorial Universidad de Costa Rica. 468.
- Castanheira M, Herrera M, Costas B, Conceição L, Martins C.** (2013). Can We Predict Personality in Fish? Searching for Consistency over Time and across Contexts. *Plos One* , 8:1-9.
- Chapman L, Chapman C.** (1993). Desiccation, flooding, and the behavior of *Poecilia gillii* (Pisces: Poeciliidae). *Ichthyol. Explor. Freshwater*, 4:279-287.
- Chapman L, Kramer D, Chapman C.** (1991). Population dynamics of the fish *Poecilia gillii* (Poeciliidae) in pools of an intermittent tropical stream. *Journal of animal Ecology*, 60:441-453
- Dall S, Bell A, Bolnick D, Ratnieks F.** (2012). An evolutionary ecology of individual differences. *Ecology Letters*, 15: 1189-1198.

- Dingemanse N, Réale D.** (2005). Natural selection and animal personality. *Behaviour*, 142: 1165-1190
- Frost J, Winrow-Giffen A, Ashley P, Sneddon L.** (2007). Plasticity in animal personality traits: does prior experience alter the degree of boldness? *Proceedings of The Royal Society B*, 274: 333-339.
- Godwin J, Sawyer S, Perrin F, Oxendine SE, Kezios ZD.** (2012). Adapting the open field test to assess anxiety-related behavior in zebrafish. *Neuromethods*, 66: 181-189.
- Gosling SD.** (2001). From mice to men: what can we learn about personality from animal research? *Psychol Bull.* 127:45-86.
- Huntingford F, Coyle S.** (2007). Anti-predator defences in sticklebacks: trade offs, risk sensitivity and behavioural syndromes. In *Biology of the Three-Spined Stickleback* (Ostlund-Nilsson, S., Mayer, I & Huntingford, F. A., eds), 127-156 pp.
- Jordan R, Howe D, Beaver A, Dean A, Gould J.** (2006). Female Associative Behavior Accompanies Morphological Distinction in Two Panamanian Populations of the Molly *Poecilia gilli* (Kner). *Journal of Freshwater Ecology*, 21:47-52.
- Kelly JL, Magurran AE.** (2003). Effects of Relaxed Predation Pressure on Visual Predator Recognition in the Guppy. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54: 225–232.
- Koolhaas JM, Korte SM, De Boer SF, Van Der Vegt BJ, Van Reenen CG, Hopster H, De Jong IC, Ruis MAW, Blokhuis HJ.** (1999). Coping style in animals: current status in behavior and stressphysiology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23:925-935.
- Krebs JR, Davies NB.** (2006). *An Introduction to Behavioral Ecology*. London: Blackwell Scientific Publications
- Mackenzie S, Ribas L, Pilarczyk M, Capdevila DM, Kadri S, Huntingford FA.** (2009). Screening for coping style increases the power of gene expression studies. *Plos One*, 4: 1-5.
- Moretz J, Martins E, Robinson B.** (2007). Behavioral syndromes and the evolution of correlated behavior in zebrafish. *Behavioral Ecology*, 18: 556-562.

- Øverli Ø, Kotzian S, Winberg S.** (2002). Effects of cortisol on aggression and locomotor activity in rainbow trout. *Horm Behav* 42: 53-61.
- Øverli Ø, Sørensen C, Nilsson G.** (2006). Behavioral indicators of stress-coping style in rainbow trout: do males and females react differently to novelty? *Physiol. Behav.* 87:506-512.
- Réale D, Reader SM, Sol D, McDougall PT, Dingemanse NJ.** (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82: 291-318.
- Ruiz-Gómez M, Huntingford F, Øverli Ø, Thörnqvist P, Höglund E.** (2011). Response to environmental change in rainbow trout selected for divergent stress coping styles. *Physiol. Behav.*, 102:317-322.
- Sih A, Bell A, Chadwick J.** (2004). Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends in Ecology and Evolution*, 19:372-378.
- Silva P, Martins C, Engrola S, Marino G, Øverli Ø, Conceição.** (2010). Individual differences in cortisol levels and behaviour of Senegalese sole (*Solea enegalensis*) juveniles: Evidence for coping styles. *Applied Animal Behaviour Science*, 124: 75-81.
- Sneddon LU.** (2003). The bold and the shy: individual differences in rainbow trout, *J. Fish Biol*, 62: 971-975.
- Wong R, Perrin F, Oxendine S, Kezios Z, Sawyer S, Zhou L, Dereje S, Godwing J.** (2012). Comparing behavioral responses across multiple assays of stress and anxiety in zebrafish (*Danio rerio*). *Behaviour*, 149: 1205–1240.