

## Artículos

### Efecto de la ganancia de información en situaciones de forrajeo social en humanos

#### Effect of Information Gain in Social Foraging Situations in Humans

Juan Antonio Elenes-Rivera, Laurent Avila-Chauvet y Diana Mejía Cruz

Instituto Tecnológico de Sonora

#### Resumen

Durante la búsqueda de recursos (forrajeo), algunos organismos tienden a buscar sus propios recursos (producir), mientras que otros tienden a robar y/o acoplarse a las fuentes de alimento previamente descubiertas (parasitar). La ganancia de información es un factor que permite identificar eficientemente las fuentes de alimento y otros organismos. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la ganancia de información en la proporción de respuestas productoras mediante la tarea experimental Guaymas Foraging Task. La tarea consistió en la búsqueda y cosecha de alimento en un hábitat virtual (videojuego), donde las participantes podían desplazar un personaje virtual. Se manipularon cuatro condiciones que variaron en el ángulo y distancia de la cámara. Los resultados muestran que el índice productor fue mayor en las condiciones donde la distancia de la cámara era lejana. Este hallazgo implica que el aumento en el panorama de las zonas de búsqueda permite a quien participa ajustarse más rápido a las contingencias, incrementando la proporción de respuestas productoras. Por otra parte, el modelo de maximización de la tasa es capaz de predecir los cambios independientemente de la ganancia de la información. Sin embargo, la integración de factores individuales al modelo podría mejorar sus predicciones cuantitativas.

*Palabras clave:* forrajeo social, juego productor-parásito, modelo de maximización de la tasa, ganancia de información, humanos

#### Autores

Juan Antonio Elenes-Rivera. Instituto Tecnológico de Sonora

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0193-6957>

Laurent Avila-Chauvet. Instituto Tecnológico de Sonora

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6510-8034>

Diana Mejía Cruz. Instituto Tecnológico de Sonora

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2883-8003>

Autor para correspondencia: Laurent Avila-Chauvet e-mail: [laurent.ac.ags@gmail.com](mailto:laurent.ac.ags@gmail.com)

### Abstract

In social foraging situations some organisms tend to search their own resources (producer), while others tend to steal and/or join previously discovered food sources (scrounger). Information gain is a factor that allows for efficient identification of sources of food and other organisms. The aim of the study was to evaluate the effect of information gain on the proportion of producer responses using the experimental Guaymas Foraging Task. The task involved searching for and harvesting food in a virtual habitat (videogame), where participants could control a virtual character's movement. Four conditions were manipulated, varying the camera angle and distance. The results show that the producer index was higher in conditions where the camera distance was far. This finding implies that an increase in the overview of the search areas allows the participant to adjust more quickly to contingencies, increasing the proportion of producer responses. On the other hand, the rate maximization model is capable of predicting changes independently of the information gain. However, integrating individual factors into the model could enhance its quantitative predictions.

*Key words:* social foraging, producer-scrounger game, rate maximization model, information gain, humans

**DOI** <https://doi.org/10.36793/psicumex.v14i1.606>

**Recibido** 24– Noviembre- 2022

**Aceptado** 23 – Octubre - 2023

**Publicado** 28 – Marzo - 2024



## Introducción

Durante la búsqueda de recursos, forrajeo, los organismos se trasladan en hábitats compuestos por zonas de parche, las cuales contienen los recursos y zonas de transición, que separan físicamente las zonas de parche (Charnov, 1976). La teoría del forrajeo óptimo (TFO) es una familia de modelos que describe y/o predice cómo debería de comportarse un organismo para maximizar la cantidad de recursos durante el forrajeo, compensando los gastos energéticos y aumentando las ganancias (Gutiérrez et al., 1998).

Un episodio de forrajeo se compone de al menos dos momentos: 1) exploración, que se subdivide en búsqueda (comportamientos orientados a la localización de las fuentes potenciales de alimento), identificación (adquisición de información referente a las propiedades de las zonas de parche) y elección (aceptación o ingreso a una zona de parche); y 2) explotación, que se subdivide en manipulación (tiempo o esfuerzo requerido para poder consumir los recursos) y consumo (ingesta de los recursos) (Collier y Johnson, 2004).

En situaciones de forrajeo individual, la obtención de los recursos depende de la configuración del hábitat y de las habilidades particulares de cada organismo. En situaciones de forrajeo social, la obtención de los recursos dependerá de las estrategias adoptadas por otros miembros del grupo (Beauchamp, 2000), mismos que pueden indicar la presencia de fuentes de alimento y de depredadores, o modificar la disposición de los recursos (Stephens et al., 2008).

El juego productor-parásito señala que, en situaciones de forrajeo social, los miembros de un grupo tienden a elegir una de dos estrategias mutuamente excluyentes: 1) invertir tiempo y energía en buscar recursos o zonas de parche, (producir) ó 2) robar o acoplarse a una zona de parche previamente producida (parasitar). Cada integrante del grupo tenderá a elegir la estrategia que le permita maximizar el pago neto obtenido al finalizar el episodio de forrajeo (Alfaro et al., 2010; Stephens et al., 2008).



El modelo de maximización de la tasa es uno de los modelos matemáticos más utilizados para describir y/o predecir la proporción óptima de productores y parásitos dentro de un grupo (Vickery et al., 1991). Este modelo predice la estrategia evolutivamente estable o la combinación óptima de estrategias que permite la supervivencia del grupo. Si todos los miembros se comportan como parásitos, no obtendrían los recursos necesarios para asegurar su supervivencia. Por otro lado, si todos los miembros se comportan como productores, serían débiles ante la presencia de mutantes o nuevos miembros con una estrategia distinta (Beauchamp, 2000). Este modelo estima la proporción óptima de productores y parásitos a partir del tamaño del grupo ( $G$ ), la proporción de parásitos ( $qG$ ), la cantidad de alimento ( $F$ ), la ventaja de descubrimiento o hacer uso de manera individual del recurso previamente encontrado ( $a$ ) y la probabilidad de encontrar alimento ( $\lambda$ ) (Vickery et al., 1991). Las ecuaciones 1 y 2 describen la función de la tasa de ingesta productora y parasitaria respectivamente.

$$(1) \quad W_p = \lambda(a + (F - a)) / (1 + qG) \qquad (2) \quad W_c = pG\lambda(F - a) / (1 + qG)$$

Asimismo, el modelo de maximización de la tasa describe y/o predice el efecto de algunos factores ecológicos: 1) conforme aumenta el tamaño de grupo, habrá un incremento en la proporción de parásitos dentro del mismo, 2) conforme aumenten las unidades de alimento, se incrementará la proporción de parásitos y 3) conforme aumenta la ventaja de descubrimiento, se incrementará la proporción de productores. Las predicciones del modelo se han contrastado empíricamente en distintas especies, tales como arañas (Dumke et al., 2016), peces (Hansen et al., 2016), ratas (Alfaro et al., 2010) y humanos (Kim et al., 2019).

La ley de igualación señala que la preferencia por una u otra alternativa tenderá a igualar la tasa de reforzamiento (Herrnstein, 1974). Se estima que la proporción de respuestas productoras o parasitarias de los organismos tenderá a igualar la proporción de unidades consumidas como productores o parásitos. La ley de igualación pocas veces llega a tener una relación de equivalencia perfecta, por lo cual, la ley generalizada de igualación prevé estos sesgos y sugiere dos parámetros (ver ecuación 5). El parámetro de



sesgo (b) alude a todas aquellas desviaciones originadas dadas las características individuales de los organismos, mientras que el parámetro de sensibilidad (a) alude a todas aquellas desviaciones originadas dada la discriminación de las alternativas o la sensibilidad a las fuentes de reforzamiento (Baum, 1974).

Hasta el momento son pocos los estudios que han evaluado el juego productor-parásito en participantes humanos y, en su mayoría, han utilizado tareas computarizadas “por turnos” que no permiten la interacción simultánea entre participantes (Kameda y Nakanishi, 2002; Kim et al., 2019). La tarea utilizada para este estudio, Guaymas Foraging Task, permite la interacción simultánea entre los participantes y captura los elementos de un episodio de forrajeo. En 2023, Avila-Chauvet et al. realizaron un estudio, utilizando esta tarea, con usuarios diagnosticados con abuso de sustancias. Los resultados obtenidos señalan que los usuarios tienden a discriminar en menor medida las contingencias ambientales o ser menos sensibles a los cambios en la probabilidad y número de unidades de alimento. Se asume que este hecho surge debido a un problema de discriminación y adquisición de la información del contexto, la cual afecta su capacidad para la toma de decisiones.

En relación con el modelo de maximización de la tasa, este no toma en consideración algunos factores asociados con las características individuales de los organismos, como disponibilidad de información visual relativa y/o su perspectiva. Resulta interesante contrastar si el modelo es capaz de predecir los cambios en la proporción de productores independientemente de información visual relativa.

Por tales motivos, el experimento tiene como objetivos 1) evaluar el efecto de la ganancia de la información en la proporción de productores, 2) contrastar la predicción del modelo de maximización de la tasa con la ejecución de los participantes, y 3) evaluar la sensibilidad a partir de la ley de igualación. Es importante resaltar que los resultados de este estudio se suman a las pocas investigaciones que han evaluado el juego productor-parásito en humanos.



## **Metodología**

### **Participantes**

En este estudio se contó con un total de 16 participantes (mujeres universitarias), con un promedio de edad de 21.81 años ( $DS \pm 1.33$ , min. = 19, máx. = 25). Las participantes fueron seleccionadas a partir de un muestreo no probabilístico. Es importante destacar que, aunque en los escasos estudios realizados en participantes humanos no se ha encontrado un efecto del género en la preferencia por alguna estrategia, en este estudio se realizó un control del género debido a que en otras especies sí se ha reportado que el sexo está relacionado con la preferencia por una u otra estrategia (ver Harten et al., 2018).

La Junta de Revisión Institucional del Instituto Tecnológico de Sonora (ID 84) aprobó el protocolo. Todas las participantes dieron su consentimiento informado por escrito siguiendo la Declaración de Helsinki; además, el consentimiento declaró que las participantes permanecerían ciegas a las hipótesis y agrupaciones del estudio. Las participantes no fueron compensadas con dinero o algún otro recurso por su colaboración.

### **Instrumentos y aparatos**

Se utilizaron un televisor de 32'', conectado mediante un cable HDMI a una computadora para la reproducción de la tarea, y cuatro joysticks impresos en 3D.

### **Situación experimental**

El experimento se llevó a cabo a puerta cerrada en una oficina situada en el segundo piso de un edificio de la universidad. El televisor se ubicó sobre un escritorio a un metro de distancia de las sillas de las participantes con el propósito de proporcionar una mejor vista de la tarea experimental. En el lugar solo permanecieron seis personas, 4 participantes y 2 experimentadores.

### ***Tarea experimental: Guaymas Foraging Task (GFT)***

La tarea experimental es relativamente reciente, aun así, se ha utilizado en un estudio previo. Recrea virtualmente un hábitat donde los participantes se exponen a situaciones de forrajeo social.

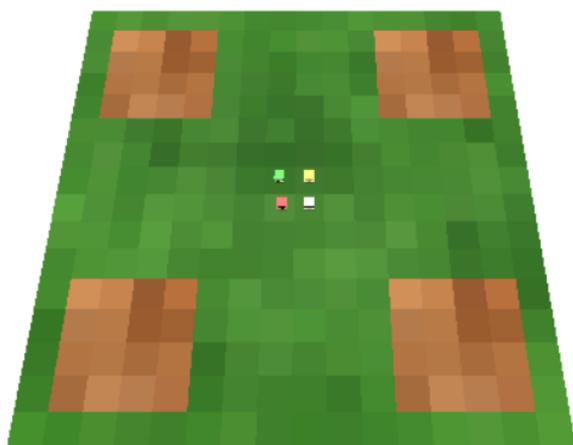


La tarea experimental consistió en la búsqueda y cosecha de zanahorias en un hábitat virtual (800 x 800 px) compuesto por cuatro zonas de parche (tierra) ubicadas en cada una de las cuatro esquinas del hábitat, las cuales fueron separadas físicamente por zonas de transición (Ver Figura 1). Cada una de las zonas de parche tiene una extensión de 200 x 200 px, mientras que el personaje virtual, “PV”, 25 x 20 px.

### Figura 1

*Impresión de pantalla de la distribución del hábitat*

🥕 0



Al iniciar el juego, quienes participan se encuentran posicionados en el centro del hábitat (Ver Figura 2) y pueden desplazar al personaje virtual (PV) en cualquier dirección utilizando el joystick. Una vez que los jugadores ingresan a una de las cuatro zonas de parche, tienen la oportunidad de “escarbar”; para hacerlo, el participante debe dejar presionado el joystick hasta que se habiliten los recursos con una probabilidad de 0.08, o bien, una “X” sobre el jugador que indica la ausencia de recursos. Una vez que el participante produce o encuentra las zanahorias, estas se muestran sobre la zona de parche y para recolectarlas el personaje deberá colisionar con las zanahorias; el total de las zanahorias recolectadas se mostrará en la esquina superior izquierda del hábitat.



## Figura 2

*Impresión de pantalla del hábitat: (45°, 80px)*



## Procedimiento

Las participantes fueron divididas en cuatro grupos, cada uno compuesto por cuatro personas. Antes de iniciar la sesión, a cada grupo se le proporcionaron las indicaciones de la tarea y, posteriormente, fueron expuestos a una fase de entrenamiento con una duración de 60 segundos. Durante esta fase, en la parte inferior de la pantalla se les instruía a las participantes en cómo producir una zona de parche y consumir las unidades de alimento. Antes de iniciar las fases experimentales, se les señalaba que trataran de recolectar la mayor cantidad de zanahorias para ganar el juego.

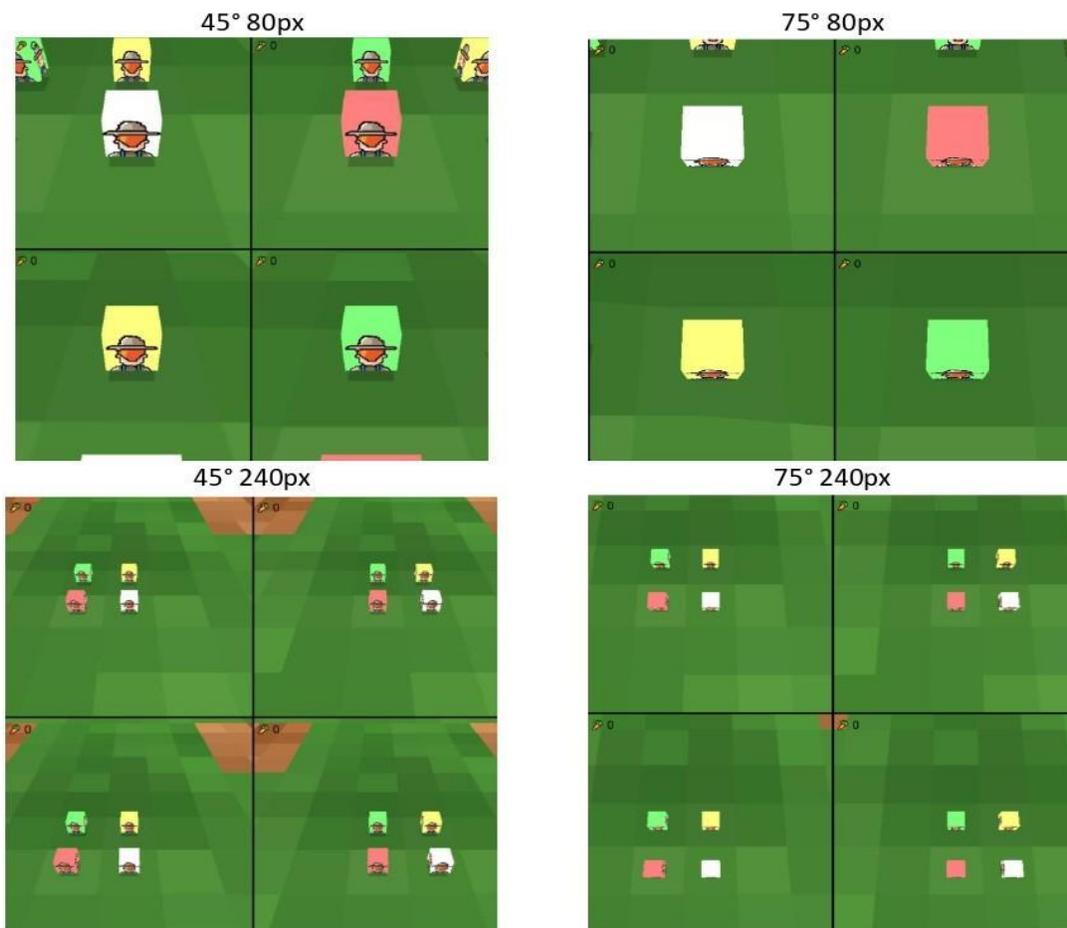
La presentación de condiciones fue aleatoria y cambiaron por grupo, de tal manera que cada grupo se expuso en orden diferente a las mismas condiciones. Los cuatro grupos se expusieron dos veces a cada una de las cuatro condiciones de ganancias de información que difieren en la distancia de la cámara respecto al personaje (cercano a la cámara: 80 px, y lejano a la cámara: 200 px) y el ángulo de visión de 45° y 75°



(Ver Figura 3). Cada condición tenía una duración de 4 minutos, sumando en total 32 minutos de experimento.

### Figura 3

*Condiciones de ganancia de información, ángulo y distancia de la cámara*



### Análisis de datos

Se calculó el índice productor para cada una de las participantes a partir del índice propuesto por Harten et al. (2018), en el cual  $R_p$  corresponde a respuestas productoras, mientras que  $R_s$  corresponde a respuestas parasitarias. Valores cercanos a 1, indican que las participantes tendieron a producir en mayor medida, índices cercanos a -1 sugieren que las participantes tendieron a parasitar en mayor medida (ecuación 3). Para los análisis posteriores se promedió el índice productor de las participantes.



$$(3) \quad P_i = (R_p - R_s) / (R_p + R_s)$$

Las predicciones del modelo de maximización de la tasa se calcularon a partir de la resta de 1 menos el cruce de la función de ingesta productora (ecuación 1) y la función (ecuación 2) de ingesta parásita. Para calcular cada una de las funciones se utilizó el tamaño del grupo ( $G = 4$ ), las unidades de alimento programadas ( $F = 15$ ), la probabilidad de encontrar alimento programada ( $\lambda = 0.8$ ) y el promedio de la ventaja de descubrimiento ( $a$ ) por cada uno de los grupos y condiciones ( $a$ ).

El índice de acuerdo ( $I_c$ ) entre el índice productor y las predicciones del modelo de maximización de la tasa (MMT) se calculó a partir de la resta de 1 menos diferencia absoluta entre el índice productor y las predicciones del modelo de maximización de la tasa (ecuación 4). Una prueba de Mauchly sugirió una distribución normal del índice de acuerdo, por lo cual se utilizó una prueba ANOVA para las comparaciones.

$$(4) \quad I_c = 1 - \text{abs}(P_i - \text{MMT})$$

Los valores de las pruebas de Kurtosis y Skewness para el índice productor y las unidades de alimento obtenidas tendieron a encontrarse entre los rangos de -1 y 1. Adicionalmente, la prueba de Mauchly sugiere una distribución normal. Se utilizaron pruebas ANOVA para comparar el índice productor, las unidades de alimento obtenidas y el índice de acuerdo.

Para el cálculo de los parámetros de sensibilidad y sesgo de la ley generalizada de igualación (ecuación 5), se trazó una regresión lineal entre la razón de respuestas productoras ( $R_p$ ) y parasitarias ( $R_s$ ) y el logaritmo de la razón de consumo productor ( $r_p$ ) y consumo parasitario ( $r_s$ ).

$$(5) \quad \log(R_p/R_s) = a \log(r_p/r_s) + \log b$$

## Resultados

En la Figura 4 se muestra el promedio del índice productor para cada una de las cuatro condiciones durante la primera y segunda exposición. En la primera exposición, el índice productor fue menor para todas las condiciones experimentales en contraste con la segunda exposición, con excepción de la condición



75°80px (cercano a la cámara y un ángulo mayormente enfocado en la imagen del personaje virtual) que fue mayor durante la primera exposición que en la segunda.

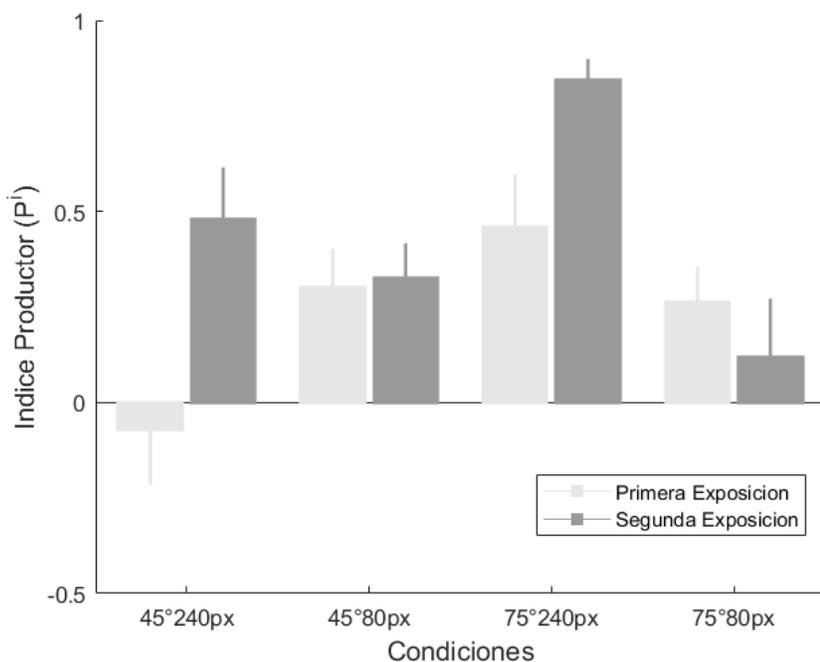
Durante la primera exposición, la condición 75°240px (lejano a la cámara) fue la que mostró un mayor índice productor ( $M = 0.45$ ,  $SD = 0.55$ ), seguida de las condiciones 45°80px ( $M = 0.30$ ,  $SD = 0.41$ ), 75°80px ( $M = 0.26$ ,  $SD = 0.37$ ), 45°240px ( $M = -0.07$ ,  $SD = 0.57$ ), respectivamente. Para la segunda exposición, las condiciones con mayor distancia de cámara mostraron mayor índice productor 75°240 ( $M = 0.84$ ,  $SD = .22$ ), 45°240 ( $M = 0.48$ ,  $SD = 0.53$ ) en contraste con las condiciones de menor distancia de la cámara 75°80 ( $M = 0.11$ ,  $SD = 0.53$ ) y 45°80 ( $M = 0.32$ ,  $SD = 0.36$ ).

Una prueba ANOVA de medidas repetidas señala un efecto de interacción entre la exposición y las condiciones ( $F [1], 33) = 3.55$ ,  $p = 0.025$ ,  $\omega^2 = 0.099$ ) y un efecto principal entre condiciones ( $F [1, 3] = 7.94$ ,  $p < 0.001$ ,  $\omega^2 = 0.19$ ). Una comparación post hoc de Holm mostró diferencias estadísticamente significativas entre la condición 75°240 y las condiciones 45°240 ( $p < 0.001$ ), 75°80 ( $p = 0.002$ ) y 45°80 ( $p = 0.04$ ). Es importante resaltar que, durante la segunda exposición, el índice productor fue mayor para las condiciones en las cuales la cámara se encontraba a 240px (mayor distancia).



**Figura 4**

*Índice producto-parásito para cada condición de la primera y segunda exposición*



En la Figura 5 se muestra el promedio del total de unidades de alimento cosechadas para cada una de las cuatro condiciones durante la primera y segunda exposición. Las participantes tendieron a recolectar mayor número de unidades durante la segunda exposición (75°240:  $M = 80.62$ ,  $SD = 5.99$ ; 45°240:  $M = 74.68$ ,  $SD = 11.56$ ; 45°80:  $M = 71.43$ ,  $SD = 6.80$ ) que en la primera (75°240:  $M = 74.25$ ,  $SD = 9.24$ ; 45°240:  $M = 59.87$ ,  $SD = 8.68$ ; 45°80:  $M = 68.68$ ,  $SD = 10.07$ ). Con excepción de la condición 75°80 ( $M = 71.87$ ,  $SD = 8.93$ ), la cual fue mayor en la primera exposición que en la segunda (75°80:  $M = 67.75$ ,  $SD = 12.65$ ).

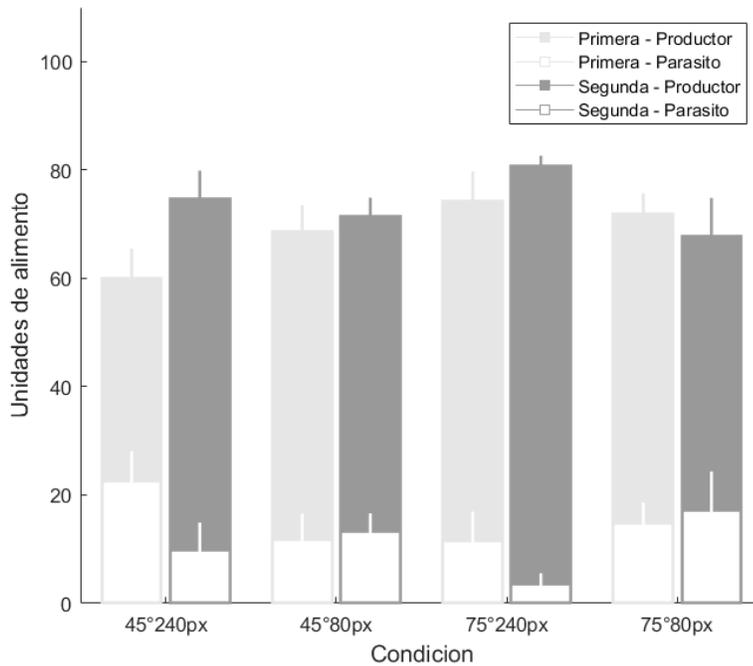
Una prueba ANOVA de medidas repetidas señala un efecto de interacción entre la exposición y las condiciones ( $F [1, 33] = 8.55$ ,  $p < 0.001$ ,  $\omega^2 = 0.171$ ), un efecto principal entre exposiciones ( $F [1, 3] = 7.07$ ,  $p = 0.020$ ,  $\omega^2 = 0.41$ ) y un efecto principal entre condiciones ( $F [1, 3] = 7.34$ ,  $p < 0.001$ ,  $\omega^2 = 0.17$ ). Una comparación post hoc de Holm mostró diferencias estadísticamente significativas entre la condición 75°240 y las condiciones 45°240 ( $p < 0.001$ ), 75°80 ( $p = 0.030$ ) y 45°80 ( $p = 0.028$ ). Es importante resaltar



que en la condición 75°240px (mayor distancia de la cámara), las unidades de alimento obtenidas y el índice productor fue mayor.

### Figura 5

*Unidades de alimento obtenidas como productores y parásitos*



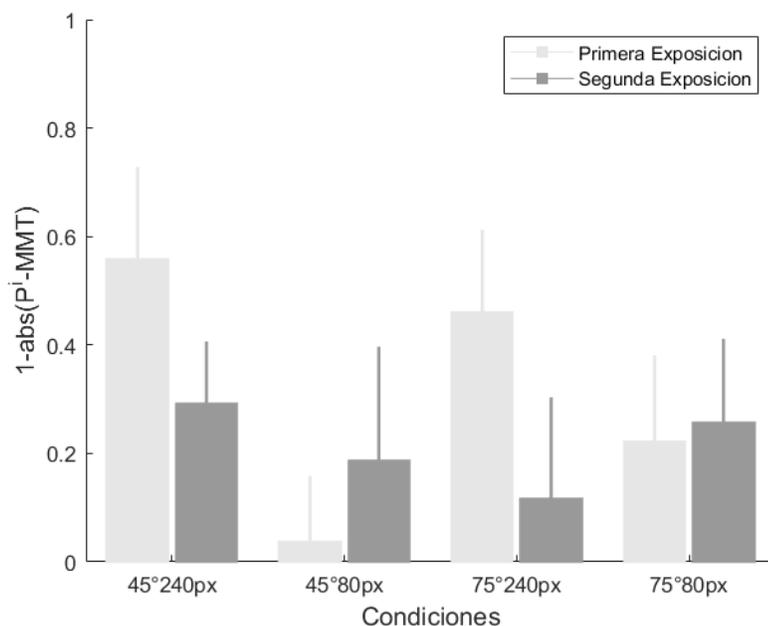
La Figura 6 muestra el índice de acuerdo entre el índice productor y las predicciones del modelo de maximización de la tasa para la primera exposición (75°240:  $M = 0.46$ ,  $SD = 0.30$ ; 45°240:  $M = 0.55$ ,  $SD = 0.34$ ; 75°80:  $M = 0.22$ ,  $SD = 0.31$ ; 45°80:  $M = 0.03$ ,  $SD = 0.24$ ) y segunda exposición (75°240:  $M = 0.11$ ,  $SD = 0.37$ ; 45°240:  $M = 0.29$ ,  $SD = 0.22$ ; 75°80:  $M = 0.25$ ,  $SD = 0.30$ ; 45°80:  $M = 0.18$ ,  $SD = 0.42$ ) en cada una de las condiciones.

Una prueba ANOVA señala que no existen efectos de interacción entre la exposición y las condiciones ( $F [1, 3] = 1.48$ ,  $p = 0.282$ ,  $\omega^2 = 0.08$ ) o de componentes principales (exposición:  $F [1, 3] = 0.601$ ,  $p = 0.495$ ,  $\omega^2 = 0.00$ ; condiciones:  $F [1, 3] = 1.058$ ,  $p = 0.414$ ,  $\omega^2 = 0.012$ ). Es importante resaltar que el modelo de maximización de la tasa no considera la perspectiva de los organismos ni la ganancia de la información.



**Figura 6**

*Índice de acuerdo entre el índice productor y modelo de maximización de la tasa*

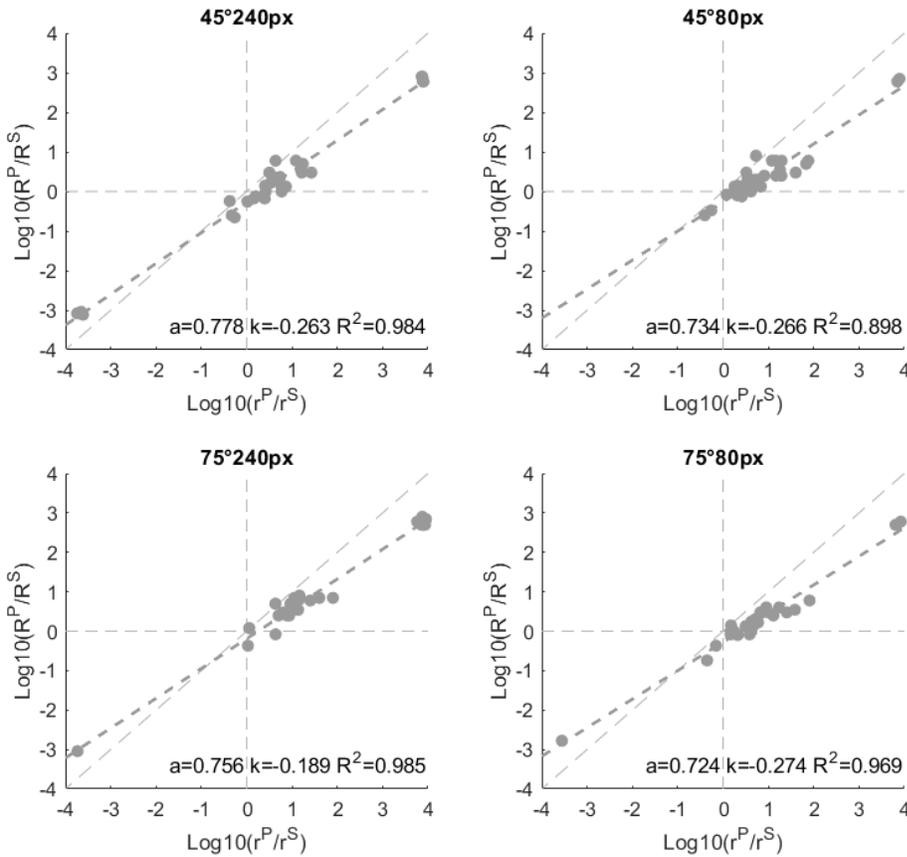


En la Figura 7 se muestra la relación entre el logaritmo de la razón de respuestas productoras y parasitarias, y el logaritmo de la razón de consumo productor y consumo parasitario. Se puede observar que la sensibilidad ( $a$ ) fue mayor en las condiciones en las cuales la distancia de la cámara era mayor ( $75^\circ 240$ :  $a = 0.778$ ;  $45^\circ 240$ :  $a = 0.756$ ), en contraste con las condiciones en las cuales la distancia de la cámara era menor ( $75^\circ 80$ :  $a = 0.724$ ;  $45^\circ 80$ :  $a = 0.734$ ). Este resultado sugiere que las participantes tendieron a subigualar o ejecutar en menor medida la estrategia productora en las condiciones donde la visión del hábitat era menor.



**Figura 7**

*Relación logaritmo de la razón de respuestas productoras y parasitarias, y logaritmo de la razón de consumo productor y consumo parasitario*

**Discusión**

En relación con el primer objetivo, los resultados señalan que las participantes tendieron a producir y/o parasitar en función de la perspectiva e información disponible (ángulo y distancia de la cámara). Las participantes mostraron un índice productor mayor durante la segunda exposición, en contraste con la primera, siendo la adquisición de experiencia sobre el videojuego (hábitat y controles) una posible explicación. Lo anterior corrobora que los organismos adquieren experiencia sobre el entorno en el que se encuentran, modificando conductas y mostrando preferencia por la estrategia más beneficiosa (Sacramento y Bicca-Marques, 2022).



Por otra parte, en las condiciones con mayor distancia de la cámara (240px), las participantes mostraron un índice productor mayor mientras que, en las condiciones en las cuales la cámara se encontraba más cercana, tendieron a parasitar (80px). El modelo de bandera (Heinen y Stephens, 2016) sugiere que en entornos inciertos los organismos tenderán a seguir las señales confiables que indiquen la disponibilidad de alimento (i.e., otros miembros del grupo). En las condiciones de 80px, la incertidumbre sobre el entorno era mayor, debido a que no podían observar la disponibilidad de recursos en otras zonas de parche o la posición de las otras integrantes del grupo cuando se encontraban alejadas. Por otro lado, en las condiciones donde la distancia de la cámara era mayor (240px), disminuía la incertidumbre. Esta condición proporcionaba más información a las participantes sobre el hábitat, permitiendo observar y seguir diferentes señales, favoreciendo la elección de estrategias productoras.

A medida que el organismo se desplaza por diferentes puntos de observación, obtiene más información para actuar sobre el ambiente (Gibson, 2014). Es posible hipotetizar que la percepción del movimiento del personaje virtual fuera menor en las condiciones donde la cámara se encontraba más cercana (80px), en contraste con las condiciones donde la cámara se encontraba más lejana (240px). Esta sensación (desplazamiento y poca información) pudo haber afectado la percepción del costo energético por producir, decrementando su probabilidad en las condiciones donde la cámara era cercana (80px). La teoría de forrajeo óptimo (Gutiérrez et al., 1998) señala que los organismos buscarán optimizar ganancias y minimizar costos distribuyendo su conducta de acuerdo con la calidad de las alternativas. Un factor importante es la distancia entre parches, lo que hay que recorrer de un parche a otro, y, si el organismo optimiza ganancias en un parche, ahí se quedará, de lo contrario, arribará a otro parche buscando maximizar (Cabrera et al., 2006).

En cuanto al segundo objetivo, en las predicciones del modelo de maximización de la tasa no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el índice de concordancia entre las condiciones. Este resultado señala que el modelo es capaz de realizar predicciones cualitativas sobre la proporción de



productores independientemente de la ganancia de la información. Sin embargo, es importante señalar que en ninguna de las condiciones se mostró un índice de concordancia igual a 1. En este sentido, la integración de factores individuales al modelo podría mejorar sus predicciones cuantitativas. Con relación a este punto, se han propuesto al menos dos modificaciones al modelo: 1) añadir parámetros que simulen la posibilidad de encontrar zonas de parche simultáneas (Dubois y Richard-Dionne, 2020), e 2) integrar una estrategia parasitaria en un nivel tráfico superior (Vickery, 2020).

Respecto al tercer objetivo, los resultados señalan que, en las condiciones donde el campo visual del hábitat era menor (80px), las participantes tendieron a ejecutar en menor medida la estrategia producir (sub-igualar). En este sentido, es razonable hipotetizar que el decremento en la estrategia productora fue resultado de una menor discriminación de las alternativas por la escasa información ambiental que proporcionaban estas condiciones. Por otro lado, en las condiciones donde la distancia de la cámara era mayor (240px), se observó menor sub-igualación, lo cual sugiere que las participantes eran más sensibles a las contingencias. Estas condiciones proporcionaban mayor información del hábitat, sus componentes y de las estrategias tomadas por otras participantes; información fundamental del ambiente para tomar decisiones y optimizar el episodio de forrajeo (Cabrera et al., 2006).

## **Conclusiones**

Estos resultados contribuyen a la comprensión de cómo la percepción y los estímulos ambientales pueden influir en la toma de decisiones en individuos que tienen dificultades para discriminar oportunidades del contexto y entre alternativas, como se menciona en el estudio realizado en personas con abuso de sustancias (Avila-Chauvet et al., 2023). Como se observa en los resultados, la discriminación de las contingencias ayuda a tomar mejores decisiones para optimizar recursos y modifica la cantidad de recursos obtenidos durante los episodios de forrajeo. Además, es relevante indagar en la interacción de características



individuales y las variables ambientales para ampliar la comprensión del comportamiento de los organismos durante situaciones de forrajeo en grupo.

Una de las limitaciones del estudio fue que solo se usó un televisor, por lo que las participantes podían ver donde estaban otros personajes virtuales en la pantalla, existiendo la posibilidad de tomar decisiones sobre qué conducta ejecutar (productor o parásito) con base en la información reflejada en los recuadros de otras participantes y no en el propio. A futuro, se planea realizar el mismo estudio usando cuatro pantallas (una para cada participante) y agrandar el tamaño de la muestra, así como ofrecer algún tipo de remuneración, con el objetivo de aumentar la competitividad entre quienes participan y obtener datos más robustos.

### **Conflicto de intereses**

Declaramos que no existen conflictos de intereses. Ninguno de los autores tiene afiliaciones financieras ni personales que puedan influir en el contenido del artículo.

### **Financiamiento**

Agradecemos al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) y al Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) por el financiamiento otorgado en el marco de las Convocatorias de Ciencia Básica y de Frontera (No. CF-2023-I-2522) y PROFAPI, respectivamente. Su generoso apoyo ha contribuido significativamente al financiamiento de becas para estudiantes y adquisición de equipo de laboratorio

### **Agradecimientos**

Agradecemos a Dr. Luis Alfaro por sus valiosas contribuciones para la mejora del manuscrito y al equipo del Laboratorio de Comportamiento Social e Inteligencia Artificial (LCSIA).



## Referencias

- Alfaro, L., García-Leal, Ó. y Cabrera, R. (2010). Estrategias de búsqueda y consumo de alimento en grupos de ratas expuestos a diferentes distribuciones de alimento. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 36(2), 93-109. DOI:10.5514/rmac.v36.i2.18485
- Avila-Chauvet, L., Cruz, D. M., García-Leal, Ó., & Kluwe-Schiavon, B. (2023). To Produce or Not to Produce? Contrasting the Effect of Substance Abuse in Social Decision-Making Situations. *Heliyon*, 9(9), e19714. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19714>
- Baum, W. M. (1974). On Two Types of Deviation from the Matching Law: Bias and Undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.22-231>
- Beauchamp, G. U. Y. (2000). Learning Rules for Social Foragers: Implications for the Producer–Scrounger Game and Ideal Free Distribution Theory. *Journal of Theoretical Biology*, 207(1), 21-35. <https://doi.org/10.1006/jtbi.2000.2153>
- Cabrera, R., Durán, Á. y Nieto, J. (2006). Aprendizaje social y estrategias de forrajeo en parvadas de palomas: efectos de la cantidad de alimento. *Revista Mexicana de Psicología*, 23(1), 111-121. <https://www.redalyc.org/pdf/2430/243020646013.pdf>
- Charnov, E. L. (1976). Optimal Foraging, the Marginal Value Theorem. *Theoretical Population Biology*, 9(2), 129-136. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(76\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0040-5809(76)90040-X)
- Collier, G. & Johnson, D. F. (2004). The Paradox of Satiation. *Physiology & Behavior*, 82(1), 149-153. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.04.041>
- Dubois, F. & Richard-Dionne, É. (2020). Consequences of Multiple Simultaneous Opportunities to Exploit Others' Efforts on Free Riding. *Ecology and Evolution*, 10(10), 4343-4351. <https://doi.org/10.1002/ece3.6201>
- Dumke, M., Herberstein, M. E., & Schneider, J. M. (2016). Producers and Scroungers: Feeding-Type Composition Changes with Group Size in a Socially Foraging Spider. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1828), 20160114. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0114>
- Gibson, J. J. (2014). *The Ecological Approach to Visual Perception: Classic Edition*. Psychology Press.
- Gutiérrez, G., Ardila, R., López, W., Pérez, A. M., Quiñones, R., y Reyes, F. (1998). *Manual de análisis experimental del comportamiento*. Biblioteca Nueva.
- Harten, L., Matalon, Y., Galli, N., Navon, H., Dor, R., & Yovel, Y. (2018). Persistent producer-scrounger relationships in bats. *Science Advances*, 4(2), e1603293. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1603293>
- Hansen, M. J., Ward, A. J., Fürtbauer, I., & King, A. J. (2016). Environmental Quality Determines Finder-Joiner Dynamics in Socially Foraging Three-Spined Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70(6), 889-899. <https://doi.org/10.1007/s00265-016-2111-5>
- Heinen, V. K., & Stephens, D. W. (2016). Blue Jays, *Cyanocitta Cristata*, Devalue Social Information in Uncertain Environments. *Animal Behaviour*, 112, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.11.015>
- Herrnstein, R. J. (1974). Formal Properties of the Matching Law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21(1), 159-164. <https://doi.org/10.1901%2Fjeab.1974.21-159>



- Kameda, T., & Nakanishi, D. (2002). Cost–Benefit Analysis of Social/Cultural Learning in a Nonstationary Uncertain Environment: An Evolutionary Simulation and an Experiment with Human Subjects. *Evolution and Human Behavior*, 23(5), 373-393. [https://doi.org/10.1016/S1090-5138\(02\)00101-0](https://doi.org/10.1016/S1090-5138(02)00101-0)
- Kim, H. R., Toyokawa, W., & Kameda, T. (2019). How do we Decide when (not) to Free-Ride? Risk Tolerance Predicts Behavioral Plasticity in Cooperation. *Evolution and Human Behavior*, 40(1), 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2018.08.001>
- Sacramento, T. S., & Bicca-Marques, J. C. (2022). Scrounging Marmosets Eat More when the Finder's Share is Low Without Changing their Searching Effort. *Animal Behaviour*, 183(1), 117-125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2021.11.003>
- Stephens, D. W., Brown, J. S., & Ydenberg, R. C. (Eds.). (2008). *Foraging: Behavior and Ecology*. University of Chicago Press. <https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/CABN.8.4.475.pdf>
- Vickery, W. L. (2020). Producing and Scrounging Can Have Stabilizing Effects at Multiple Levels of Organization. *Ecology and Evolution*, 10(6), 2969-2978. <https://doi.org/10.1002/ece3.6111>
- Vickery, W. L., Giraldeau, L. A., Templeton, J. J., Kramer, D. L., & Chapman, C. A. (1991). Producers, Scroungers, and Group Foraging. *The American Naturalist*, 137(6), 847-863. <https://doi.org/10.1086/285197>

**Cómo citar este artículo:** Elenes-Rivera, J. A., Avila-Chauvet, L., & Mejía Cruz, D. (2023). Efecto de la ganancia de información en situaciones de forrajeo social en humanos. *Psicumex*, 14(1), 1–20, e606. <https://doi.org/10.36793/psicumex.v14i1.606>

