

ADICIÓN DE REMOLACHA (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*) COMO PIGMENTO NATURAL EN LA DIETA DE TRUCHAS (*Oncorhynchus mykiss*), ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA

(Artículo de investigación)

Andrea Nineth Monzón Merlo¹, Mikaela Mayra Fernández Siñani², Mónica Paola Quispe Aliaga³, Marcela Daniela Mollericona Alfaro⁴, Martha Gutierrez⁵

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del uso de remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*) como pigmento natural en la dieta de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en la Estación Experimental de Choquenaira, por motivo de la necesidad de información sobre el efecto de este tipo de alternativas naturales. Este estudio es de alcance exploratoria-descriptiva, cuantitativo - cualitativo, el estudio se desarrolló en el Municipio de Viacha provincia Ingavi a una latitud de -16.833 y longitud de -68.3667 en el departamento de La Paz. El factor de estudio fue la adición al 12% de harina de remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*) a la dieta regular. Para esta investigación se trabajó con dos pozas, cada una de 20 truchas respectivamente, adicionando la harina de remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*), en la dieta dos semanas antes de la faena. Fueron evaluadas las variables de nivel de pigmentación y ganancia de peso. Se obtuvieron los resultados mediante registro fotográfico donde el nivel de pigmentación fue medio y la ganancia de peso no se mostró afectada por la adición del pigmento. Se concluyó que la adición de remolacha es una opción como pigmentante natural en la carne de truchas, esto debido a que si causa un efecto positivo en la pigmentación de la carne de truchas.

Palabras clave: *Beta vulgaris*, trucha, *Oncorhynchus mykiss*, pigmento.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la trucha como alimento representa a nivel mundial el 17% del consumo de proteínas de origen animal (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación [FAO], 2014) y la falta de disponibilidad de este alimento en algunos países causa el bajo consumo de este producto.

La trucha o trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie nativa de Estados Unidos, que fue introducida a diferentes países que cuentan con lagunas altoandinas (De La Oliva, 2011). Carvajal-Vallejos et al. (2020) señalan que fue introducida al país en 1942 en lagos y lagunas del Altiplano, inicialmente en el lago Titicaca con el propósito de acuicultura y pesca deportiva, pero por un mal manejo ambiental eliminó a especies locales de *Orestias*; no hay estudios concretos que detallan el impacto de esto.

¹ Estudiante, octavo semestre, Programa de Medicina veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0004-2721-8947. monzonmerloandrea@gmail.com

² Estudiante, octavo semestre, Programa de Medicina veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0007-5023-0380. mikamay.mf@gmail.com

³ Estudiante, octavo semestre, Programa de Medicina veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0004-2984-0975. monikquiali@gmail.com

⁴ Docente investigadora. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0001-8243-781X. marcela.mollericonaalfaro@yahoo.com

⁵ Docente de Manejo y Conservación de Fauna Silvestre. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. marthagutimar@gmail.com

Bazyar et al. (2009) indican que un factor influyente en el consumidor y en el valor económico de la trucha arcoíris, es el color de su carne ya que la carne del pescado original es como la del pollo presenta un color blanco. El consumo de pescado es importante para la salud humana por su contenido de Omega 3 que benefician a la salud cardiovascular, disminuye los triglicéridos y el riesgo de insuficiencia cardiaca (Mayo Clinic, 2023). La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, 2021) recomienda tratar de comer al menos dos porciones de pescado a la semana y para mayor beneficio cocinarlo a la plancha, parrilla o al horno.

Aréchiga (2015) afirma que los productos sintéticos hasta la fecha han sido la fuente de pigmentos más utilizados en la acuicultura mundial, pero sin embargo esto representa un incremento económico en la dieta de los peces. Vojdani A. y Vojdani C. (2015) coinciden que el uso de colorantes en la industria alimenticia llega a tener consecuencias inmunológicas y trastornos neuroconductuales, es así que se considera que el tema de la utilización de colorantes artificiales como importante en un tema de salud pública, teniendo que buscar opciones naturales para su reemplazo (Oplatox y Elliot, 2015).

Neverian et al. (2014) mencionan que el uso de pigmentos sintéticos en la industria alimentaria y la acuicultura, debido a los problemas de salud relacionados, promueven razones para el empleo de los pigmentos naturales como aditivos alimentarios. Los mismos autores, evaluaron las dosis 0, 2, 4 y 6 % de jugo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) como aditivo en la pigmentación del filete y el crecimiento de truchas arco iris, durante 60 días, obteniendo que los peces que recibieron las dosis de 4 y 6% se vieron afectados con una mayor pigmentación que los otros tratamientos, mientras que la tasa de crecimiento de peces con 6% se vio afectada significativamente de forma negativa. Concluyendo que la inclusión de 2 y 4% de jugo fue más confiable para una coloración y crecimiento adecuados.

Villota et al. (2019) indican que la remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*) posee betaínas que son pigmentos hidrosolubles aptos para la industria de alimentos, pero este es limitado ya que las betacianinas se degradan fácilmente al estar expuestas a humedad, temperatura, luz y oxígeno; se le debe suministrar este pigmento a los peces debido a que ellos mismos no son capaces de sintetizar los carotenoides y debido a esto tiene que estar incluido en su dieta (Parra, 2 de junio de 2020).

Salazar et al. (2019) señalan que es posible obtener un pigmento de la remolacha (*Beta vulgaris*) estable mediante un proceso de microencapsulación por un secado por atomización. El pigmento rosa-rojizo en truchas (*Oncorhynchus mykiss*) se debe a que en condiciones naturales consumen carotenos de color rojizo presentes en camarones y otros crustáceos, en condiciones de cultivo estos carotenos naturales o artificiales deben ser agregados en la dieta, siendo un costo extra para el productor. La calidad nutritiva no se ve afectada por la pigmentación, pero en el mercado la carne blanca reduce un 10 a 15 % en precio (García, 2020).

Debido a toda la problemática existente con el tema de pigmentos sintéticos el consumidor prefiere comprar trucha que tenga una coloración más rojiza y no blanca, asociándolo a un mejor sabor, por esto la comercialización de carne de truchas de Choquenaira no fue lo esperado y se busca mejorar esto sin colorantes artificiales (M. Gutiérrez, 24 de febrero de 2023).

Para un consumo orgánico de la población ya que normalmente se lo consume con la adición de un pigmento sintético llamado carofil rosa y así evitar este consumo sintético se busca trabajar con remolacha para la pigmentación de la carne de pescado; para el ser humano la remolacha cuenta con propiedades de alto contenido en hierro y ácido fólico, es un potente anticancerígeno ya que cuenta con antioxidantes como la betanina que estimula la producción de glóbulos rojos y aumenta el sistema inmune del organismo humano (Kitchen, 13 de julio 2020).

Cabrera (2018) analizó la incorporación de tres niveles de harina de betarraga (*Beta vulgaris*) en la pigmentación en pollos broiler en Aguaytía. El experimento se realizó en un galpón, utilizando pollos de la línea Cobb-500 sumando un total de 120 pollos de los cuales fueron distribuidos en tratamiento completamente al azar. Para el análisis organoléptico se utilizó el análisis descriptivo. Así mismo se llegó a que los tres tratamientos en pollos vivos no presentan diferencias significativas con respecto a la apariencia general, con excepción al brillo de las plumas, para pollos beneficiados no mostraron diferencias significativas en color de grasa, color y textura de carne.

Meza et al. (2018) señalan en su artículo que el uso de harina de remolacha *Beta vulgaris* como aditivo en la dieta para la pigmentación de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos, teniendo como objetivo evaluar el poder pigmentante de la harina de remolacha (*Beta vulgaris*) en la yema de huevo, evaluándose el efecto en el rendimiento productivo de las gallinas y el efecto en los componentes del huevo (albúmina, yema y cáscara), se utilizó un método completamente al azar con 54 gallinas dos tratamientos y un grupo de control, en cuanto al suministro de alimento. La investigación concluyó en que la harina de remolacha (*Beta vulgaris*) no funciona como pigmentante natural en la yema de los huevos.

Meza et al. (2022) en su artículo de los efectos de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en la elaboración de un botón de cerdo". El objetivo fue determinar el efecto de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en las características sensoriales de botones de cerdo. La metodología fue utilizar carne magra de cerdo y bovino, pigmentos naturales obtenidos por método Soxhlet en un laboratorio de bioquímica, formulando el producto cárnico evaluando propiedades organolépticas. Se concluyó que al aplicar el pigmento de remolacha (*Beta vulgaris*) se obtuvieron óptimos resultados siendo una buena fuente de alternativa para aplicarse en alimentos para dar un color atractivo.

Este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del uso de remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*) como pigmento natural en la dieta de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en la Estación Experimental de Choquenaira.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, ubicado dentro del municipio de Viacha provincia Ingavi a una latitud de -16.833 y longitud de -68.3667 en el departamento de La Paz-Bolivia, durante los meses de marzo y abril de 2023.

Material

Para la presente investigación se utilizó dos estanques de crianza de trucha, cada una con 20 truchas (*Oncorhynchus mykiss*) de aproximadamente 34 semanas de vida, al alimento suministrado se añadió polvo de remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*), máquina peletizadora, huevo, agua, horno, balanza, material de faeno, cámara fotográfica, paquete Microsoft Excel.

Metodología

Diseño

La investigación se abordó desde un enfoque cuali-cuantitativo. El tipo de investigación utilizada en este trabajo fue exploratoria-descriptiva en la parte exploratoria porque brinda información a la población y en la descriptiva se obtuvieron datos de ganancia de peso (Vásquez, 2005). Se utilizó un diseño no experimental con un propósito básico ya que el trabajo fue una investigación libre y orientada.

Población y muestra

La población estudiada para esta investigación fueron truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde de aproximadamente 34 semanas de edad, distribuida en dos pozas con 20 ejemplares respectivamente. En el primer estanque se suministró el alimento con pigmento natural durante dos semanas y la segunda poza sin ningún pigmento, para la respectiva comparación. Para la determinación de color se obtuvo registro fotográfico de truchas después del faeno y evisceración, realizando una comparativa de ambos estanques y con escala de bajo, medio alto nivel de pigmentación.

Pigmentación de carne

Se utilizó como componente orgánico la remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*) con relación al 12% de la dieta ya establecida para las truchas, el proceso fue cortar en rodajas y lavar con abundante agua para luego introducirlas al horno con mantequilla a 150° de 20 a 25 minutos, luego de ese tiempo fueron trituradas hasta que se obtuvo polvo con un peso total de 60 g. Se añadió 440 g de la premezcla establecida de alimento, la humedad se aportó con huevo y agua cantidad necesaria, esta mezcla fue procesada en la máquina de pellets, el producto obtenido se llevó a un ambiente controlado, para secar bajo sombra y protegido del viento como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Elaboración de pellets. Nota. Pellets en etapa de secado previa a suministrar a los peces.

Se suministró el alimento dos veces al día durante dos semanas, la cantidad de alimento de cada estanque fue determinada según la carga animal.

Escala identificación del nivel de pigmentación

Para la identificación de la intensidad de pigmentación que poseía el pescado, se realizó una escala con tres tipos de tonos del músculo en pescados faenados, denominándose intensidad de pigmento (bajo, medio y alto). Una vez que finalizado el faenado se procede a identificar el nivel de pigmentación que

presentaban tanto los peces que consumen la adición de remolacha y los peces que no fueron suplementados.

Tabla 1. Escala de pigmentación en la carne de los peces.

Niveles	Coloración
<p>BAJO Con una musculatura totalmente blanca</p>	
<p>MEDIO Musculatura regularmente rosada, no blanquecina</p>	
<p>ALTO Presencia de musculatura rosada o anaranjada</p>	

Ganancia de peso

La ganancia de peso se registró al inicio de la investigación, tomando en cuenta la mitad de la población de cada estanque, realizada al azar y con una red de pesca móvil, con una balanza electrónica y un recipiente con agua de la misma poza para pesar rápidamente a las truchas, el último peso fue realizado al finalizar la investigación previo faenado.



Figura. 2. Pesaje de las truchas, para el registro mediante el uso de una balanza electrónica.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron registrados en hoja de cálculo Excel y programado con las fórmulas respectivas para calcular el promedio de la ganancia de peso durante las dos semanas de duración de la investigación, respecto a la pigmentación se obtuvo registro y se promedió de acuerdo a la variable de intensidad (bajo, medio y alto). Para la variable ganancia de peso, se evaluó desde un punto de vista numérico y este fue verificado estadísticamente mediante la prueba T student.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Pigmentación de la carne

En el primer estanque se contó con 20 truchas de las cuales 5 fueron faenadas para el estudio y determinar mediante registro fotográfico si la pigmentación corresponde a nivel bajo, medio o alto. Los resultados expuestos en la Tabla 2, en cuanto a variable pigmentación en músculo corresponde a un nivel medio de pigmentación por la adición de remolacha en la dieta de los peces suministrada dos semanas antes del faenado.

Tabla 2. Nivel de pigmentación de la carne, estanque 1.

Nivel de intensidad	pez 1	pez 2	pez 3	pez 4	pez 5
Bajo					X
Medio	X	X	X	X	
Alto					



Figura. 3. Registro fotográfico de nivel de pigmentación en carne de trucha. Nota. Nivel medio de pigmentación en el músculo de las truchas faenadas del estanque 1 (con adición de beterraga).

Los datos expuestos en la Tabla 3, demuestran que la pigmentación del músculo de las truchas del estanque sin la aplicación de remolacha en la dieta y solo el consumo normal de sus pellets, evidencian un nivel bajo de pigmentación un color blanquecino en músculo del pescado.

Tabla 3. Nivel de pigmentación sin adición de pigmento del estanque 2.

Nivel de intensidad	pez 1	pez 2	pez 3	pez 4	pez 5
Bajo	X	X	X	X	X
Medio					
Alto					

Nota. Nivel de pigmentación en peces sin adición de remolacha en la dieta regular.

Como se observa en la Figura 4, se observa un nivel bajo en la pigmentación en músculo y branquias en pescado sin la adición de remolacha en su alimentación dos semanas antes del faenado.



Figura. 4. Nivel de pigmentación entre estanques, estanque 2 y estanque 1.

En la Figura 4 se logra observar la comparación en nivel de pigmentación en truchas faenadas, el color blanquecino en músculo pertenece a trucha extraída de la poza o estanque 2, seguida de la trucha con un tono rosado débil del estanque o poza 1, que demuestra el efecto del pigmento natural de la adición de remolacha.

Ganancia de peso

Los resultados expuestos en la Tabla 3, empleando el promedio para el análisis de la ganancia de peso en el estanque uno y dos fue de 38 g y 38,5 g respectivamente, siendo así que la adición del polvo de remolacha no interfiere en la ganancia de peso.

Tabla 3. Ganancia de peso en estanques uno y dos con dos semanas de diferencia.

	Estanque 1			Estanque 2		
	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia de peso (g)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia de peso (g)
Trucha 1	179	205	26	178	215	37
Trucha 2	184	202	18	147	169	22
Trucha 3	160	212	52	124	176	52
Trucha 4	172	210	38	127	149	22
Trucha 5	126	179	53	132	175	43
Trucha 6	142	198	56	143	166	23

Trucha 7	198	232	34	182	217	35
Trucha 8	130	175	45	212	274	62
Trucha 9	174	198	24	154	186	32
Trucha 10	211	245	34	132	189	57
Promedio ganancia de peso	38		Promedio ganancia de peso			38,5

Prueba T Student

Se observa en la Tabla 4, que $p(T \leq t)$ dos colas es superior a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y llega a afirmar que la ganancia de peso del estanque 1 con adición de remolacha y el estanque 2 sin ninguna adición, son iguales estadísticamente, ya que la diferencia alcanzada no es significativa.

Tabla 4. Análisis de T student.

Estadístico	Ganancia de peso(g) 1	Ganancia de peso (g)2
Media	38	38,5
Varianza	174	215,3888889
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	194,6944444	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-0,080126879	
$P(T \leq t)$ una cola	0,468510247	
Valor crítico de t (una cola)	1,734063607	
$P(T \leq t)$ dos colas	0,937020494	
Valor crítico de t (dos colas)	2,10092204	

Tomando en cuenta el objetivo de investigación que es determinar el efecto del uso de remolacha (*Beta vulgaris* var. *early wonder tall top*) como pigmento natural en la dieta de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en la Estación Experimental de Choquenaira y los resultados mostrados en la tabla 1 indican que si existió pigmentación en la carne evidenciada mediante registro fotográfico al momento del faenado. En la Tabla 3 se puede observar que añadir el polvo de remolacha a la dieta de las truchas no interfiere en la ganancia de peso.

Estos resultados al ser comparados con el estudio de Cabrera (2018) donde analizó la incorporación de harina de betarraga (*Beta vulgaris*) en la pigmentación en pollos broiler en Aguaytía que concluyó en no presentar diferencias significativas con respecto a la apariencia en general, al contrario, en peces como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) si se obtuvo cambios visibles en la coloración. Por otra parte, el estudio de Meza et al. (2018) sobre el uso de harina de remolacha *Beta vulgaris* como aditivo en la dieta para la pigmentación de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos concluyeron que no funciona como pigmentante natural en la yema de los huevos, a diferencia de la presente investigación que donde el uso de remolacha si tuvo efecto como pigmentante en la carne.

Neverian et al. (2014) en Irán también obtuvieron resultados positivos en la pigmentación de la carne de trucha, recomendando las dosis de 2 y 4% (en forma de jugo de remolacha) para mejorar la pigmentación en un período de 60 días. Farahani y Foroudi (2016) también investigaron los efectos de la remolacha como fuente de pigmento natural, comparando las dosis 5, 10 y 15%, obteniendo tras 45 días que las tasas más altas de carne roja e índice de piel fueron para el grupo de 10%.

Por último, el trabajo de Meza et al. (2022) titulado los efectos de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en la elaboración de un botón de cerdo que tuvo como conclusión la existencia de resultados óptimos como buena fuente alternativa para aplicarse en

alimentos, resultados que coinciden obtenido en el presente estudio. Sin embargo, es importante realizar la ampliación del presente estudio.

Con relación a la ganancia de peso, Khodadadi et al. (2015) al comparar los efectos de la administración oral de remolacha (*Beta vulgaris*) y repollo (*Brassica oleracea*) como fuente natural de β -caroteno en niveles de 1, 3 y 5 por ciento sobre el crecimiento de *Carassius auratus* obtuvieron que el 1% de remolacha mostró mejores resultados para la ganancia de peso, pero un índice de conversión de alimentos más bajo en comparación con los tratamientos con repollo.

CONCLUSIONES

Al presentarse un efecto positivo en la pigmentación de la carne de truchas se determinó que el uso de remolacha como pigmento natural aporta una tonalidad rosada a una escala media de la deseada, esto sin que interfiera en la ganancia de peso comercial para el faenado ya que entre ambos estanques se denota que no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa para la ganancia de peso de las truchas evaluadas.

Se recomienda un tiempo mayor a dos semanas en el uso del pigmento natural de la remolacha a un menor porcentaje que el 12%, además de la adición de aceite para mejorar la palatabilidad de los pellets para evitar rechazo.

BIBLIOGRAFÍA

Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos [FDA]. (2023, 29 de marzo). *Consejos sobre el consumo de pescado*. <https://www.fda.gov>

Aréchiga P., MA, Moreno L., AD, Gil R., GL, Montoya M., CE, Chong C., O., Vargas C., MA, & Vega V., F. (2015). *Inclusión de hibiscus sabdariffa en alimentos experimentales para macrobrachium tenellum: Efectos en la pigmentación, crecimiento y supervivencia e-Gnosis*, 13:1-14. <https://www.redalyc.org/pdf/730/73040668001.pdf>

Bazyar Lakeh, M. R. Ahmadi, S. Safi, T. Ytrestøyl¹⁴ and B. Bjerkgeng. (2009). *Growth performance, mortality and carotenoid pigmentation of fry offspring as affected by dietary supplementation of astaxanthin to female rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) broodstock*.35–39. https://www.researchgate.net/publication/229631912_Growth_performance_mortality_and_carotenoid_pigmentation_of_fry_offspring_as_affected_by_dietary_supplementation_of_astaxanthin_to_female_rainbow_trout_Oncorhynchus_mykiss_broodstock

Cabrera- Santos, F. (2018). *Incorporación de tres niveles de harina de beterraga en la pigmentación y comportamiento productivo de pollos broiler en Aguayta* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali] Archivo Digital. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3813/00000>

Carvajal-Vallejos, F. M., Maldonado, M., y Zeballos, A. J. (2020). Distribución y estado de conocimiento de la trucha (Salmoniformes: Salmonidae) en Bolivia. *Revista Hidrobiología Neotropical y Conservación Acuática* 1(2), 233-249.

De la Oliva, G. (2011). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39144546/19_Manual_Buenas_Practicas_Acuicolas_en_el_cultivo_de_la_trucha_Arco_Iris-libre.pdf

Farahani, M., Y. S., S., y Foroudi, F. (2016). Nutritional effect of red beet (*Beta vulgaris*) on color of meat and skin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Environment*, 8(1), 223-228. http://www.aejournal.ir/mobile/article_16611.html?lang=en

Garcia, L. Nohemy. (2020). *¿Por qué la carne de trucha es de color rojizo en Colombia?*. Tecnología en acuicultura. Universidad del Pacífico. <http://www.unipacifico.edu.co:8095/publicacionesunipa/documentos/FichaTecnicaTA-004.pdf>

Isabela. (2020). *Remolacha: conoce sus propiedades y beneficios*. Delicias Kitchen. <https://deliciaskitchen.com/remolacha/>

Khodadadi, M., Shapoori, M., Javaheri Baboli, M., y Alamdari, R. (2015). The effect of beet (*Beta vulgaris*) and cabbage (*Brassica oleracea*) on the growth performance (factors) of goldfish (*Carassius auratus*). https://jmstr.ntb.iau.ir/m/article_521127.html?lang=en

Mayo Clinic. (2023, 29 de marzo). *Omega-3 del pescado: por qué comer pescado ayuda al corazón*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/heart-disease/in-depth/omega-3/art-20045614>

Meza, C. A. A., Zambrano, P. A. V., Solórzano, M. V. T., Sánchez, J. H. S., y Nevárez, G. J. C. (2022). Efecto de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en la elaboración de un botón de cerdo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 2273-2289. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1650/2315>

Meza-Quintero, Myriam., Hinojosa-Quintero, Felix y Vega-Mandon, Albeiro. (2018). Uso de pigmentos naturales para la coloración de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos en aves de postura de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 4(7).

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51263733/Avances_de_investigacion_en_Medicina_Veterinaria_y_Produccion_Animal_2016-libre.pdf?1483979456=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAvances_de_investigacion_en_Medicina_Vet.pdf&Expires=1679676671&Signature=EMc5rVg0sIisn6SgoW90FEUgsuJ9Nt9NdMS-R2jHm6pkbXMvGpUAZ51urVCeWUjd1EvWszyEYxB5DaLmyuB1zsXJ4Bx7jz6wzHeiMyN3RNULYLcofr2aZKhSMC8yZg8bNpr6scdDG9dNCoGNm9XxMsXWUM-BDhjNgr6BJyJ1Hbw88~ZQIL3fVdHEwAVp3cS8hVFHxWw5MRkb13lt~MbrdhKP4zZVpCCch0Pv6atqVb3Oh5rCskB8qO6qxNZSYmcPqKqcjgk~RMDZg7vAXrK9r6HRrQrMMbwV3YGAPQb9xIwEpdA9kECbQrBMJ1yFKqZ-NC33Iv6MxKZiDsizVngvg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4Z

Neverian, H. A., Sharif, E. A., & Bayrami, A. (2014). Effect of red beet juice (*Beta vulgaris*) on pigmentation of fillet and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In *Biological Forum* (Vol. 6, No. 2, pp. 110-114). Satya Prakashan. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153170078>

Oplatowska-Stachowiak, M., & Elliott, C. T. (2017). Food colors: Existing and emerging food safety concerns. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(3), 524-548. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.889652>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (2014). *Manual Práctico para el Cultivo de la Trucha Arcoiris*. <https://www.fao.org/3/bc354s/bc354s.pdf>

Parra, Eduardo. (2 de junio de 2020). *Pigmentación de truchas: Medidas para mejorar el color y optimizar nuestra inversión* [Conferencia]. <https://www.youtube.com/watch?v=FZxvAiv5bi4>

Salazar Llangari, K. G., Flores, L. M., Coba Carrera, R. L., y Brito Moina, H. L. (2019). Obtención de Betacianinas de la Remolacha (*Beta vulgaris*). *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 228-238.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.849>

Villota García, V. P., Bonilla Lucero, M. L., Segura Mestanza, J. H., Coba Carrera, R. L., y Brito Moina, H. L. (2019). Colorantes naturales para uso alimenticio. *Ciencia Digital*, 3(2.4), 88-98.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.4.510>

Vojdani, A., & Vojdani, C. (2015). Immune reactivity to food coloring. *Alternative therapies in health and medicine*, 21 (1), 52-62. <https://www-scopuscom.vpn.ucacue.edu.ec/record/display.uri?eid=2-s2.084928059369&origin=resultslist&sort=plff&src=s&st1=Immune+reactivity+to+food+coloring&sid=4140ad05e9fd9c075c8a0ddfa0b604cd&sot=b&sdt=b&sl=49&s=TITLE-ABSKEY%28Immune+reactivity+to+foo>