

Estudio sobre la influencia de la intensidad luminosa y color de fruta en pájaros consumidores de fruta en el Bosque Protector “Cerro Blanco”

Josué Naranjo¹, Fernando Morante², Jocelyn Chong-Qui³, Francisco Montalván², Nabil Morocho²

¹Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – Escuela de Biología, Av. 25 de Julio y Pío Jaramillo

²Escuela Superior Politécnica del Litoral, Km. 30.5 Vía Perimetral, contiguo a la ciudadela Santa Cecilia, 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

³Universidad Abierta Interamericana – Buenos Aires

naranjobonini@yahoo.com, fmorante@espol.edu.ec, fmontalv@espol.edu.ec, nmorocho@espol.edu.ec

Resumen

Debido a su limitado rango visual, es más fácil para las aves diferenciar frutos que presenten colores intensos, como rojo, negro, blanco, etc. Dado que las especies de plantas frutales dependen mucho de las aves, se han visto obligadas a presentar características que aseguren la dispersión de sus semillas para su germinación posterior en suelos fértiles. Las aves son beneficiadas al consumir los nutritivos tejidos que rodean a las semillas obteniendo así una crucial fuente de alimento, de igual forma las plantas se ven beneficiadas pero en términos de la dispersión de sus semillas a lugares lejanos de los árboles madre. Esta es la razón por la cual las plantas han desarrollado frutos de colores intensos. En base a estas teorías y el trabajo de Mauro Galetti, se decidió relacionar el consume de los frutos en función del color y de la intensidad lumínica de su ambiente. A través de esta investigación se ha probado que el color del fruto es clave para atraer a potenciales aves dispersoras a los frutos. Por otro lado, se determinó que la intensidad lumínica también cumple un rol importante en el consume de los frutos. Una de las hipótesis que se intentó probar fue que los frutos de colores rojo y negro son preferidos por encima de los frutos blancos. Sin embargo la otra hipótesis planteada fue que en lugares con mayor intensidad lumínica los frutos rojos y negros iban a ser preferidos que en lugares con menor intensidad lumínica, y los resultados demostraron que los frutos negros no fueron afectados por la intensidad lumínica. El consumo de frutos negros es casi igual al de frutos rojos. Además, los frutos blancos tuvieron un mayor consume en lugares con menor intensidad lumínica que en lugares con alta intensidad lumínica. En lugares con alta intensidad lumínica, los frutos rojos fueron los únicos exitosos. A través de esta investigación también se ha logrado comprobar que los frutos rojos y negros son preferidos por encima de los blancos, tal como se propuso al inicio de esta investigación.

Palabras clave: ave, fruto, color del fruto, dispersión de semillas, intensidad lumínica.

Abstract

Due to their limited visual range, birds find it easier to differentiate fruits that display intense colors, such as red, black, white, etc. Since fruit plants are very dependent on birds, they had to develop some characteristics that assure that their seeds would be dispersed for latter germination in fertile soil elsewhere. Birds benefit from consuming the nutritious tissues surrounding the seeds and can obtain their crucial food source, whereas plants benefit from the dispersal of their seeds away from the parent plant. That is the reason why plants are compelled to produce fruits with intense colors. Based on these theories and on Mauro Galetti's work, it was decided to relate the consumption of fruits with their color and the light intensity surrounding them. Through this investigation, it is proven that fruit color is important for attracting birds to fruits. On the other hand, the intensity of sunlight also plays an important role in the consumption of fruits. One of the hypotheses that has been attempted to prove, is that fruits with red and black colors are preferred over fruits with light colors. However, the other hypothesis was that in places with higher light intensity red and black fruits were going to be preferred over those in places with less light intensity, and the results showed that the black colored fruits were not affected by light intensity. Still, black color fruits consumption is almost equal to the consumption of the red colored fruits. Also, white fruits are more often consumed in places with less light intensity than in places with more light intensity. In places with more light intensity, red color is most successful, not white or black. This investigation also proved that red and black fruits are preferred over white fruits, as proposed at the beginning of this study.

Key Words: bird, fruit, fruit color, seed dispersal, light intensity.

1. Introducción

La idea para este trabajo nació porque han habido investigaciones realizadas en bosques semi deciduos en el sureste de Brasil, donde se ha estudiado cómo el color del fruto (rojo, negro o blanco), hábitat (bordes antropogénicos e interior del bosque) y la fragmentación del hábitat influyen en la remoción de frutos artificiales. Este tipo de estudios se ha realizado frecuentemente en ecosistemas de Brasil, tales como el bosque Atlántico y el Pantanal. En el Ecuador, el cual tiene ecosistemas similares, no se han realizado aún este tipo de estudios y por lo tanto a través de esta investigación se trata de determinar si la teoría desarrollada en los bosques Brasileños puede ser aplicada en otros ecosistemas Neotropicales, tales como el bosque seco tropical encontrado en el Ecuador.

En los estudios realizados en Brasil, los científicos utilizaron frutas artificiales hechas de arcilla, las cuales fueron colocadas en la vegetación a una altura de entre 1 y 2 metros y revisadas luego de 48 y 96 horas para identificar marcas de picos de ave en la fruta. Las tres variables en cuestión afectaron la probabilidad de consumo de los frutos artificiales. Los frutos rojos y negros fueron los que estadísticamente mostraron más marcas de picos de ave que los frutos blancos. La probabilidad de consumo de frutos era menor en el interior que al borde del bosque, y menor en fragmentos de hábitat pequeños que en los grandes. Sin embargo, la disminución del consumo de frutos en fragmentos pequeños comparados con fragmentos grandes fue más acentuada en frutos rojos y negros que en frutos blancos. Los resultados mostraron que la reducción de hábitat y bordes afectan las posibilidades de que un fruto sea consumido por aves, lo cual podría afectar la salud y desarrollo de la planta en el fragmento de bosque [1].

Lo que se trata de probar es si el color del fruto, así como la intensidad lumínica, afectan la actividad frugívora de las aves en Cerro Blanco. Esto es similar a la investigación previamente mencionada pero, en lugar de estudiar el efecto de hábitat y tamaño de fragmento, se estudia el efecto de color e intensidad de luz solar.

1.1 Bosque Protector Cerro Blanco

El Bosque Protector Cerro Blanco es un bosque tropical seco de una extensión de 6000 hectáreas, con una diversidad biológica de 54 especies de mamíferos que incluye ocelotes, jaguares, búhos, arañas, monos capuchinos, venados de cola blanca, pecarí de collar, mapaches, pájaros carpinteros, y el famoso Guacamayo Verde Mayor en peligro de extinción, bien conocido como el Papagayo de

Guayaquil, símbolo del bosque protector Cerro Blanco. Es el paraíso de ornitólogos, puesto que es el hábitat de 213 especies, incluyendo 30 especies de aves de presa. Es una parte vital que representa el 2% de los cientos de bosques similares alrededor del mundo. Su vegetación depende mucho del clima; durante la temporada lluviosa (Enero – Mayo), toda la vegetación se vuelve completamente verde y hay flujos de agua en las quebradas; durante el resto del año el bosque es seco y algunos árboles pierden sus hojas para sobrevivir de la intensa luz solar. En las 6000 hectáreas de bosque se han reportado 850 especies vegetales.

La conservación del área comenzó en Abril de 1989, cuando 2000 hectáreas fueron declaradas como “Bosque Protector”. En Julio de 1994 la zona protegida fue extendida a 1500 hectáreas. Hoy en día, gracias a la Fundación Pro Bosque, una institución sin fines de lucro fundada en 1992 y que actualmente administra la reserva, la zona protegida se ha extendido a 6000 hectáreas. La reserva está ubicada cerca de la ciudad de Guayaquil, en la última extensión de la Cordillera Chongón Colonche [2]. El objetivo de Pro-Bosque para Cerro Blanco es el de crear un destino turístico con una infraestructura adecuada, que incluya alojamiento, y al mismo tiempo que se permita el uso sustentable de los recursos naturales y mejora a la calidad de vida de las comunidades adyacentes al bosque. La Fundación trabaja restaurando el bosque con árboles nativos, conduciendo estudios científicos, y asegurando la supervivencia de las especies dentro de la reserva forestal [3].

Cerro Blanco tiene: un teatro al aire libre, un sistema de senderos naturales de diferentes longitudes, áreas de paseo y camping, una zona de parqueo, y el centro de cría “Guacamayo Verde Mayor”. También cuenta con uno de los viveros de plantas más grandes de la costa, con una extensión de 1 hectárea y que está dedicada a la producción de plantas nativas y endémicas, además de plantas frutales ornamentales. De Enero a Mayo, el bosque está totalmente verde y el agua abundante permite que los pájaros aniden, mientras que desde Junio hasta Diciembre, que corresponde a la temporada seca, las hojas de los árboles se vuelven de color café-rojizo. Los visitantes pueden escoger entre los diferentes senderos a seguir durante su recorrido, los cuales pueden durar entre 1 y 4 horas. Hay 5 senderos naturales, incluyendo un sendero autoguiado, que tiene una longitud de 500 metros, con una duración de 20 minutos y que tiene árboles gigantes y letreros didácticos que explican todos los detalles de la flora y la fauna. El siguiente sendero, el sendero “Canoa”, tiene una extensión de 1177 metros y su recorrido puede durar dos horas y media, es un escenario de extensa vegetación y un lugar

donde los animales van a beber agua y comer peces, camarones y cangrejos. El tercer y cuarto sendero, llamados "Buena Vista Largo" y "Buena Vista Corto" respectivamente, son para las personas que están interesadas en aventuras mayores; el primero de estos senderos tiene una longitud de 5000 metros y demora 5 horas en recorrerse; el segundo sendero tiene una extensión de 3000 metros y demora 3 horas en recorrerse; ambos senderos van hacia la parte más alta de la montaña desde donde se puede divisar el sendero "Canoa", una parte del Golfo de Guayaquil, etc.; allí se puede encontrar bastantes mamíferos, aves, insectos, plantas con poderes curativos, árboles de madera fina, etc. El quinto sendero, conocido como "La Avenida de los Pájaros", consiste de un sendero autoguiado de 300 metros de longitud, que puede ser recorrido en 15 minutos; allí se pueden apreciar diferentes especies de aves [4].

1.2 Estrategias de dispersión

Debido a que las aves tienen un rango de visión muy limitado, las plantas tuvieron que desarrollar estrategias para atraerlas y así dispersar sus semillas. Se ha postulado que el color es muy importante para atraer las aves al fruto. En la naturaleza, los frutos presentan colores muy brillantes y contrastantes cuando han madurado, tales como rojo, negro, anaranjado, blanco, azul metálico o, en el caso de las semillas, negras con fondo amarillo, que en general son colores fácilmente detectados por las aves [5]. Estos frutos son llamados ornitocóricos y sus semillas presentan adaptaciones para que puedan ser consumidas por las aves sin ellas sufrir daño alguno ya que deben resistir procesos digestivos antes de ser regurgitadas o defecadas. Los frutos comestibles en general presentan características atractivas para agentes dispersores, por ejemplo, morfología, tamaño de semilla, fenología, color, olor, pulpa nutritiva, una protección externa que evita que las aves las ingerian cuando aún no está madura, etc. Estos atributos varios de los frutos son considerados como adaptaciones de las plantas para incrementar las posibilidades de ser ingeridas por dispersores de semillas [6].

La energía destinada a producir pulpa le representa a la planta un costo que probablemente no tiene otro propósito que el de atraer dispersores y proteger las semillas. Los dispersores de semillas, por otra parte, también tienen sus gastos energéticos. Como en la mayoría de relaciones mutualistas, algunos frugívoros y plantas frutales han desarrollado estrategias para sobreponerse a estos costos sin perder los beneficios. Por ejemplo, algunas aves se alimentan de la pulpa del fruto y desechan las semillas al pie del árbol madre, y de ese modo se evita el costo energético de ingerir la fruta. Unas pocas especies de plantas han desarrollado también

frutas con ningún valor nutricional, presumiblemente para engañar a los frugívoros a ingerir sus semillas. Estas plantas tienen el beneficio de la dispersión sin el costo de la producción de frutos nutritivos. Una de tales estrategias consiste en esconder pequeñas frutas y semillas entre las hojas que son luego ingeridas por herbívoros. Otra estrategia es la de exhibir semillas coloridas que asemejan frutas ornitocóricas carnosas [7].

1.3 ¿Por qué las plantas necesitan dispersar semillas?

Para que una planta se reproduzca exitosamente, una vez que sus semillas se hayan formado, es necesario que éstas se dispersen a un lugar donde puedan enraizarse. A través de la dispersión de las semillas mediante animales, una dependencia mutua entre las plantas y los dispersores se ha establecido, llevando en muchos casos a un proceso de co-evolución [8].

La ventaja de alejarse del árbol madre es que de esa forma se asegura que la nueva planta crecerá y continuará la reproducción. No tiene sentido que un nuevo árbol crezca bajo el árbol madre, donde existe una sombra que bloquearía la tan esencial luz solar.

1.4 Aves frugívoras como dispersores

Las aves son los principales dispersores de semillas y frutos y, generalmente, lo hacen de manera accidental mientras comen en un árbol haciendo caer algunos frutos al suelo. Las interacciones mutualistas entre plantas en flor y vertebrados frugívoros llegaron a su clímax en los bosques tropicales, donde muchas especies de aves y mamíferos contribuyen exitosamente a la dispersión de semillas de diferentes familias de plantas. Especialmente en los neotrópicos, las aves frugívoras comprenden un componente significativo pero frágil del total de la biomasa vertebrada, siendo fuertemente afectada por la fragmentación o deterioro del hábitat, trayendo consecuencias desconocidas a las plantas para quienes ellos dispersan. Las plantas se benefician de la dispersión de sus semillas por parte de las aves y es por eso que producen frutos con colores intensos. Las aves que dispersan estas frutas se llaman aves frugívoras. La frugivoría es una relación mutualista; las plantas y los animales han forjado una relación beneficiosa en lo que respecta a ciertas estrategias de dispersión por parte de las plantas [8].

Los dispersores de semillas se benefician de consumir los tejidos nutritivos que rodean las semillas (pulpa) y obtener una fuente crucial de alimentos, mientras que las plantas se benefician de la dispersión de sus semillas lejos de la planta madre

a un nuevo hábitat y a lugares lejanos a la zona de la planta madre. Esta relación tiene ventajas para ambas partes: la planta usa recursos para envolver las semillas con una cobertura carnosa y nutritiva, atractiva para las aves que a cambio ingieren bastante fruta, digieren la cobertura y arrojan la semilla lejos del árbol original [7].

Los dispersores juegan un rol más importante en las comunidades tropicales que en lugares templados donde hay frutos solamente durante una parte del año. Es por esto que las aves están obligadas a tener dietas combinadas que les permita obtener comida y sobrevivir durante el año. En las zonas tropicales hay frutas todo el año y es por esto que las especies son productivas todo el tiempo [7].

2. Metodología

En base a la investigación Brasileña, se determinaron dos hipótesis: 1) Si los frutos son rojos o negros, entonces serán preferidos sobre los blancos por las aves ya que sus colores son fáciles de identificar; 2) En lugares con mayor intensidad lumínica, los frutos rojos y negros serán preferidos porque son más fáciles de detectar.

Para confirmar estas hipótesis se utilizaron las técnicas de Mauro Galetti, un famoso científico Brasileño, que ha realizado varios estudios de frugivoría en bosques Brasileños. En la investigación que hizo descubrió que el color del fruto, aparte del tamaño y tipo de hábitat, afectó significativamente la probabilidad de consumo del mismo. Los resultados de esta investigación indican que los colores rojos y negros fueron consumidos por igual, pero a pesar de esto, ambos fueron más consumidos que los frutos blancos. Siguiendo esto, se trató de determinar si estos resultados fueron los mismos en los bosques ecuatorianos, los cuales tienen características similares a los bosques brasileños.

El objetivo de esta investigación es hacer observaciones focales del consumo de frutos en árboles en cuanto se relaciona al color de las mismas (los cuales han sido previamente seleccionados) y determinar qué color es el preferido (rojo, negro o blanco). Otro objetivo es el de determinar si los colores contrastantes de frutos (rojo y negro) son preferidos sobre el blanco o si los colores contrastantes son preferidos sobre el blanco en lugares con mayor intensidad luminosa.

Primero, se identificaron las diferentes especies de árboles, algunos de éstos ubicados en zonas de mayor intensidad lumínica que otras. Esta investigación se realizó en su mayoría en el área de parqueo de la reserva, pero también en los puntos de inicio de los senderos "Canoa" y "Buena Vista". En

cada zona se seleccionaron 3 especies diferentes de árboles para hacer las pruebas. Sobre estos árboles se colocaron ocho frutos artificiales hechos con arcilla a una altura de aproximadamente 1.70 metros (66 pulgadas) sobre el suelo. Los frutos fueron colocados entre las hojas, en las ramas y en ocasiones en el tronco.

Una vez determinados los árboles y colocados los frutos sobre los árboles, se procedió a medir la intensidad lumínica con un medidor de intensidad Lutron lx-100. Se utilizaron ocho árboles diferentes en total, pero en algunas ocasiones se utilizó el mismo árbol varias veces. Luego se hicieron observaciones por árbol, y observaciones focales de marcas de picaduras hechas por los pájaros en cada fruto luego de 24 horas. Una vez obtenida la información se tuvo que comparar la cantidad de frutos consumidos con el color e intensidad lumínica. En otras palabras, se tuvo que determinar qué color era el preferido en los árboles con mayor intensidad de luz que en aquellos con menor iluminación. Luego, la información fue procesada utilizando el coeficiente de correlación (r), que relaciona cómo la intensidad de luz influye en el número de frutos picados. En otras palabras, es la intensidad entre las dos variables. Con el coeficiente de correlación los resultados fueron analizados en diagramas de dispersión para posterior interpretación. Las variables que fueron utilizadas en los gráficos y en el Coeficiente de Correlación fueron: X (controlada) \rightarrow color e intensidad de luz (lux) y Y \rightarrow número de frutos picados por color.

3. Recolección de Datos

Los datos fueron recolectados en Cerro Blanco, los días domingo, de 6 AM a 12 PM, y en días regulares de 4 a 6 PM. Los materiales e instrumentos que se utilizaron en cada visita fueron: arcilla (para moldear la fruta modelo), medidor de intensidad luminosa Lutron lx100 (para medir la intensidad de luz solar), binoculares, un cuaderno de apuntes, cintas (para marcar los árboles en se está experimentando), una cámara de fotos, un reloj, una guía de aves, una cinta métrica. El clima estuvo lluvioso y los árboles estuvieron bastante crecidos así que se escogieron los árboles de tamaño mediano. Se colocaron en los árboles 8 frutos y se hicieron observaciones por un determinado tiempo para ver si algunas aves se acercaban a los frutos; se hicieron observaciones por dos o tres días en cada árbol. Mientras se hacían las observaciones, se anotaban los datos de árbol de observación, número de frutas de arcilla que se usaron, color, intensidad luminosa promedio, número de visitas, especies de pájaros y el número de marcas de picos.

Se hicieron cambios en la metodología porque, como ya se ha mencionado, no se notó nada durante las observaciones de una hora. Durante esa hora ningún pájaro se acercó a las frutas. En vez de esto, se colocaron ocho frutos artificiales en los árboles, marcaron los árboles y se midieron las alturas. Veinte y cuatro horas después, se retornó a revisar si los frutos habían sido picados. Dado que la actividad de aves esperada fue entre las 6 AM y 12 PM, se midió la intensidad lumínica durante este periodo para así obtener el promedio de intensidad lumínica para cada árbol.

4. Análisis de Datos

Una vez obtenida la información, se aplicó el método de Coeficiente de Correlación (r). Este método determina la relación entre el número de picadas en los frutos artificiales y la incidencia de la luz. Un Coeficiente de Correlación que está entre 0.75 y 1 de muestra que hay una fuerte relación directamente proporcional entre ellos y un valor "r" entre -0.75 y -1 indica que existe una relación inversamente proporcional fuerte entre las variables.

La fórmula que se utilizó para este método es la siguiente:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Donde "x" es la intensidad lumínica promedio, "y" es el número de frutos picados y "n" es el número de árboles que fueron utilizados para cada color. Finalmente, para dibujar los gráficos y diagramas, se utilizó el programa Microsoft Excel.

Con las tablas de observación y recolección de datos, se procedió a poner esa información en tablas resumidas y más específicas. Se colocó la información en tablas separadas de acuerdo al color de los frutos junto con la intensidad luminosa que acompañó a cada uno.

5. Procesamiento de datos

Para calcular "r" se necesita calcular cantidades extra de información. A continuación se presenta la tabla para **frutos rojos**:

x [promedio de intensidad lumínica]	y [número de frutos de frutos picados]	x ²	y ²	xy
1,305	7	1,703,025	49	9,135
1,085	1	1,177,225	1	1,085
1,325	3	1,755,625	9	3,975
435	1	189,225	1	435
61.5	0	3782.25	0	0
251	1	63001	1	251

El coeficiente de correlación es:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$r = \frac{6(14,881) - (4,462.5)(13)}{\sqrt{6(4,891,883.25) - 19,913,906.25} \sqrt{6(61) - 169}}$$

$$r = \frac{89,286 - 53,550}{\sqrt{29,351,299.5 - 19,913,906.25} \sqrt{366 - 169}}$$

$$r = \frac{35,736}{\sqrt{9437.393.25} \sqrt{197}}$$

$$r = \frac{35,736}{(3,072.034057)(104.03566885)}$$

$$r = 0.828794385$$

Véase la figura 1

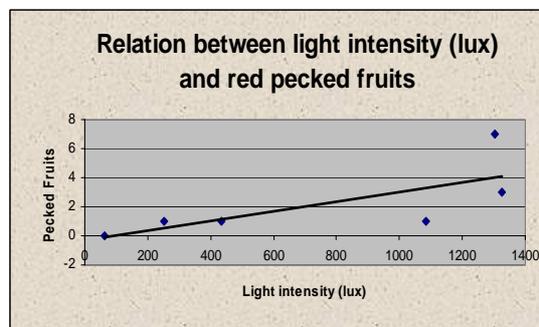


Figura 1. Relación entre lux y picotazos en frutos rojos

Esta es la tabla para *frutos negros*:

X [promedio de intensidad luminica]	Y [número de frutos picados]	x^2	y^2	xy
4,020	3	16,160,40	9	12,060
1,705	1	2,907,025	1	1,705
3,015	3	9,090,225	9	9,045
134.5	0	18090.25	0	0
129.5	1	16770.25	1	129.5
348.5	6	12,152.25	36	2091

El coeficiente de correlación es:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$r = \frac{6(25,030.5) - (9,352.5)(14)}{\sqrt{6(28,204,662.75) - (87,469,256.25)} \sqrt{6(56) - 196}}$$

$$r = \frac{150,183 - 130,935}{\sqrt{169,227,976.5 - 87,469,256.25} \sqrt{336 - 196}}$$

$$r = \frac{18,816}{\sqrt{81,758,720.25} \sqrt{140}}$$

$$r = \frac{19,248}{(9,042.052878)(11.83215957)}$$

$$r = 0.179909687$$

Véase la figura 2

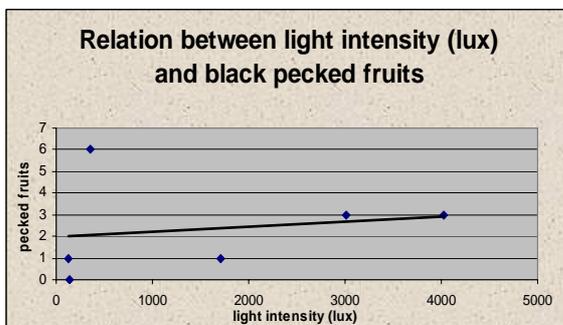


Figura 2. Relación entre lux y picotazos en frutos negros

Esta es la tabla para *frutos blancos*:

X [promedio de intensidad luminica]	Y [número de frutos picados]	x^2	y^2	xy
305	0	93,025	0	0
3,027	0	9,162,729	0	0
195	0	38,025	0	0
141	1	19881	1	141
79.5	0	6,320.25	0	0
144.5	0	20,880.25	0	0

El coeficiente de correlación es:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$r = \frac{6(141) - (3892)(1)}{\sqrt{6(9,340,860.5) - 15,147,664} \sqrt{6(1) - 1}}$$

$$r = \frac{864 - 3892}{\sqrt{56,045,163 - 15,147,664} \sqrt{6 - 1}}$$

$$r = \frac{-3,046}{\sqrt{40,897,499} \sqrt{5}}$$

$$r = \frac{-3,046}{(6,395.115245)(2.449489743)}$$

$$r = -0.194449082$$

Véase la figura 3.

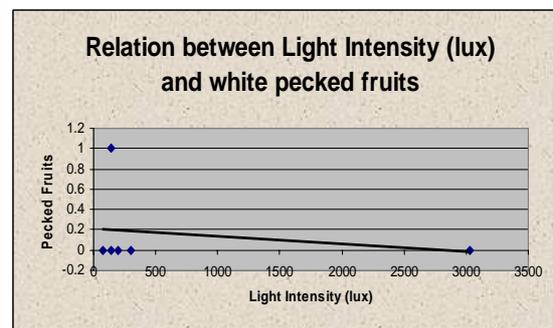


Figura 3. Relación entre lux y picotazos en frutos blancos

6. Conclusiones

Los resultados de esta investigación fueron similares a los resultados obtenidos en Brasil. Las conclusiones de Mauro Galetti fueron que los frutos rojos y negros fueron consumidos por igual, y al mismo tiempo fueron consumidos más que los frutos blancos. En el bosque protector Cerro Blanco, al igual que en Brasil, los frutos negros y rojos fueron preferidos a los frutos blancos.

En términos de intensidad lumínica, el color rojo fue el que más aceptación tuvo en lugares tanto con poca como con baja intensidad de la luz. Este resultado prueba que la hipótesis sobre que el color rojo es preferido al blanco en lugares con mayor luminosidad es correcta.

Por otra parte, el color negro no fue afectado por la intensidad lumínica, pero aún así, el consumo de frutos negros es aproximadamente igual al consumo de frutos rojos. Esto puede ser comparado con el coeficiente de correlación, el cual tuvo un resultado bajo. También, los frutos negros en Cerro Blanco necesitan acompañarse de colores más vivos para atraer a los dispersores por lo que en ocasiones utilizan el color rojo en su superficie.

El bajo coeficiente de correlación (r) muestra que el color blanco es mayormente consumido en lugares con menor intensidad lumínica que en sitios de mayor concentración de luz. La razón de esta observación es que el color blanco es más contrastante en lugares de poca iluminación.

Aunque algunas de estas hipótesis fueron probadas, existen aún algunas incertidumbres que deben ser consideradas. La razón de por qué se tuvo que cambiar la metodología fue porque no se observó a ninguna ave visitar los árboles, y se especula que esto pudo ser debido a que el árbol estaba descubierto o que la presencia de humanos ahuyentó a los individuos. También, el clima y la estación del año pudieron haber afectado el comportamiento de las aves. En este caso, cuando el clima estuvo lluvioso, las aves se dispersaron dentro del bosque y no en las áreas donde se realizó el estudio. Durante la temporada seca, las aves estuvieron mayormente en el área donde se colocaron los frutos artificiales, esto es, al borde del bosque.

Entre las 4 y 6 PM, las aves incrementan nuevamente su actividad, así que es importante tener en cuenta que a esas horas no se tomaron datos sobre la intensidad lumínica.

De realizarse investigaciones similares en el futuro, se recomienda que las observaciones sean realizadas en puntos más distantes pero que estén

dentro de un rango de observación con binoculares. En futuros trabajos también se pueden realizar observaciones sobre las preferencias de las aves frugívoras. También se podría determinar si los frutos en el interior del bosque son más consumidos que en la periferia del mismo. Es posible también determinar si el consumo de frutos varía de acuerdo a la estación y clima y analizar cuáles son los preferidos.

En conclusión, ya que el bosque protector Cerro Blanco es similar a los bosques brasileros, los resultados de Mauro Galetti son similares a los nuestros. Por lo tanto, es posible concluir que las hipótesis sobre consumo de frutos establecidas al comienzo de este artículo son válidas en ambas regiones.

7. Bibliografía y Referencias

- [1] Galetti, M., Alves-Costa, C., Cazetta, E., "Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit color on the consumption of ornithocoric fruits" *Biological Conservation* 111, 2003, pp. 269–273.
- [2] Cerro Blanco characteristics.
[<http://www.gttours.com/2002/codigo/tours/ECMT200.html>]
- [3] Pro Bosque's characteristics.
[<http://www.cotr.bc.ca/ecuador/cerroBlanco.asp>].
- [4] Cerro Blanco characteristics.
[<http://www.visitaguayaquil.com/76.gy>]
- [5] Seed dispersal:
[http://rainforest_australia.com/Fruits_and_Seed_Dispersal.htm]
- [6] Seed dispersal.
[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/sec_11.htm]
- [7] Galetti, M., *Seed Dispersal of Mimetic Fruits: Parasitism, Mutualism, Aposematism or Exaptation* *Biological Conservation* 111, 2003, pp. 269–273.
- [8] Seed Dispersal.
[<http://bolphot.chemonics.net/BOLETIN/BOLETI/spot>]

