

# ¿El tipo de papel afecta el rendimiento de la lectura? Estudio de concordancia utilizando papel de caña de azúcar

Rodrigo M. Torres<sup>a</sup>, Gustavo J. Galperín<sup>b</sup>, Juan S. Rivero<sup>c</sup>, Pablo Daponte<sup>d</sup>, Daniel Sabella<sup>e</sup>,  
María J. Botta<sup>f</sup>, Nicolás Garcés<sup>g</sup>, Roberto Albertazzi<sup>h</sup>, Virginia Zanutigh<sup>h</sup>

<sup>a</sup> ROMAT Creator Center, Colonia Avellaneda (Entre Ríos), Argentina.

<sup>b</sup> Hospital Lagleyze, Buenos Aires, Argentina.

<sup>c</sup> Oftalmo Medicina Ocular, Córdoba, Argentina.

<sup>d</sup> Centro Integral de Salud Visual Dr. Daponte, Buenos Aires, Argentina.

<sup>e</sup> Instituto Oftalmológico Mar del Plata, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>f</sup> Consultorios Botta Ruiz, Buenos Aires, Argentina.

<sup>g</sup> Clínica Santa Lucía, San Juan, Argentina.

<sup>h</sup> Centro de Ojos Quilmes, Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

**Recibido:** 15 de abril de 2024.

**Aprobado:** 17 de mayo de 2024.

## **Autor corresponsal**

Dr. Rodrigo M. Torres  
ROMAT Creator Center  
Las Calandrias 4789  
Colonia Avellaneda (Entre Ríos), Argentina  
romator7@gmail.com

**Oftalmol Clin Exp** (ISSNe 1851-2658)

2024; 17(2): e241-e254.

## **Conflictos de interés**

El desarrollo del presente estudio ha sido financiado en parte por la empresa Ledesma Argentina, Sociedad Anónima Agrícola Industrial (SAAI).

## **Agradecimientos**

A la Lic. Julieta Aldana Varese, de la empresa Ledesma, por facilitar material e interactuar para poder desarrollar esta investigación.

A la Lic. María Victoria Lamarque, encargada del sector CAO Positivo (Consejo Argentino de Oftalmología) por apoyar, estimular y facilitar la realización de ideas.

A la Lic. Mariana Schiffer, secretaria ejecutiva del CAO, por resolver todos los temas administrativos siempre de forma amable, amena y efectiva.

A la Mg. Andrea Mendes Guimaraes, coordinadora general del Consejo Argentino de Oftalmología.

A la comisión directiva del CAO, por confiarnos la realización de tareas disruptivas en el ámbito de investigación, innovación y desarrollos.

A los organizadores de las Jornadas Regionales CAO-Bonaerenses y REBECOS 2023, quienes facilitaron la ejecución del estudio en Mar del Plata, Argentina.

A todos los médicos que asistieron al congreso y participaron del estudio, quienes cedieron parte de su tiempo de formación para colaborar con esta investigación.

## Resumen

**Objetivo:** Evaluar el grado de concordancia respecto del rendimiento de la lectura con el papel blanco estándar y el papel producido a partir de caña de azúcar.

**Métodos:** Se desarrolló un estudio transversal para comparar cuatro versiones de la cartilla de lectura Byromat-CAO, definidas como PBlack, PNatBlack, PBlue y PNatBlue, según el tipo de papel (Nat: papel Ledesma, Argentina) y el color de la tinta (negra "Black" o azul: "Blue"). La población evaluada fue de oftalmólogos asistentes a un congreso (noviembre de 2023). Se evaluó la agudeza visual (AV) de cerca, el tiempo total de lectura y la cantidad de parpadeos. Se realizó una prueba de regresión lineal de Pearson y el nivel de concordancia se analizó mediante la prueba de Bland-Altman ( $p < 0,05$  = estadísticamente significativo).

**Resultados:** Participaron 104 oftalmólogos con una edad media de  $39,1 \pm 12,4$  años. No se encontraron diferencias estadísticas para la AV ( $p: 0,72$ ), obteniéndose una correlación positiva ( $R^2: 0,83$ ;  $p: 0,02$ ), con un buen nivel de concordancia en el análisis de Bland-Altman. En cuanto al tiempo total de lectura, al comparar entre grupos independientes se observó un menor tiempo para PNatBlack vs PBlack ( $p: 0,03$ ) y para PNatBlue vs PBlue ( $p: 0,04$ ). La frecuencia de parpadeos fue estadísticamente menor ( $p < 0,001$ ) para PNatBlue y PNatBlack.

**Conclusiones:** La agudeza visual cercana resultó equivalente entre las cuatro variantes pero el tiempo de lectura y la frecuencia de parpadeo fueron menores con el papel Nat, lo que resultó en ventajas para la lectura.

**Palabras clave:** papel de caña de azúcar, visión cercana, lectura, tiempo de lectura, frecuencia de parpadeos.

## Does paper type affect reading performance? Concordance study using sugarcane paper

### Abstract

**Objective:** To evaluate the concordance level with respect to reading performance, between standard white paper and paper produced from sugarcane.

**Methods:** A cross-sectional study was developed to compare four versions of the Byromat-CAO read-

ing chart, defined as PBlack, PNatBlack, PBlue and PNatBlue, according to paper type (Nat: Ledesma paper, Argentina) and ink color (black "Black" or blue: "Blue"). The population evaluated was ophthalmologists attending a congress (November 2023). Near visual acuity (VA), total reading time and number of blinks were evaluated. A Pearson linear regression test was performed and the level of agreement was analyzed using the Bland-Altman test ( $p < 0.05$  = statistically significant).

**Results:** A total of 104 ophthalmologists participated, with a mean age of  $39.1 \pm 12.4$  years. No statistical differences were found for VA ( $p: 0.72$ ), obtaining a positive correlation ( $R^2: 0.83$ ;  $p: 0.02$ ), with a good agreement level in the Bland-Altman analysis. Regarding total reading time, when comparing between independent groups, a lower reading time was observed for PNatBlack vs PBlack ( $p: 0.03$ ) and for PNatBlue vs PBlue ( $p: 0.04$ ). Flicker frequency was statistically lower ( $p < 0.001$ ) for PNatBlue and PNatBlack.

**Conclusions:** Near visual acuity proved equivalent between the four variants, however reading time and blink rate were lower, with the sugarcane paper, resulting in advantages for reading performance.

**Keywords:** sugarcane paper, near vision, reading, reading time, blinking rate.

## O tipo de papel afeta o desempenho de leitura? Estudo de concordância utilizando papel de cana-de-açúcar

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar o grau de concordância quanto ao desempenho de leitura com papel branco padrão e papel produzido a partir de cana-de-açúcar.

**Métodos:** Foi desenvolvido um estudo transversal para comparar quatro versões da cartilha de leitura Byromat-CAO, definidas como PBlack, PNatBlack, PBlue e PNatBlue, de acordo com o tipo de papel (Nat: papel Ledesma, Argentina) e a cor da tinta (preto "Preto" ou azul: "Azul"). A população avaliada foi de oftalmologistas participantes de uma conferência (novembro de 2023). Foram avaliados a acuidade visual para perto (AV), o tempo total de leitura e o número de piscadas. Foi realizado teste

de regressão linear de Pearson e o nível de concordância foi analisado pelo teste de Bland-Altman ( $p < 0,05$  = estatisticamente significativo).

**Resultados:** Participaram 104 oftalmologistas com idade média de  $39,1 \pm 12,4$  anos. Não foram encontradas diferenças estatísticas para AV ( $p: 0,72$ ), obtendo-se correlação positiva ( $R^2: 0,83$ ;  $p: 0,02$ ), com bom nível de concordância na análise de Bland-Altman. Em relação ao tempo total de leitura, na comparação entre grupos independentes, foi observado menor tempo para PNatBlack vs PBlack ( $p: 0,03$ ) e para PNatBlue vs PBlue ( $p: 0,04$ ). A frequência de piscadas foi estatisticamente menor ( $p < 0,001$ ) para PNatBlue e PNatBlack.

**Conclusões:** A acuidade visual para perto foi equivalente entre as quatro variantes, mas o tempo de leitura e a frequência de piscar foram menores com o papel Nat, o que resultou em vantagens para a leitura.

**Palavras-chave:** papel de cana-de-açúcar, visão de perto, leitura, tempo de leitura, taxa de piscar.

## Introducción

Luego de haber superado la pandemia del coronavirus, las interacciones digitales mediadas por pantallas tuvieron un gran auge en su crecimiento, pero más allá de las evidentes ventajas, se han comenzado a conocer algunos problemas relacionados con la salud y en particular con el sistema visual, encontrando —sólo por enunciar algunas de las más conocidas— el impacto que han tenido en relación con la miopía<sup>1-3</sup>, con el síndrome de ojo seco<sup>4-5</sup> y con la afectación del ciclo circadiano<sup>6</sup>.

También existe una tendencia mundial orientada a disminuir y/o evitar directamente la utilización del papel por el efecto negativo que tiene sobre el medioambiente, considerando que su producción tradicional se asocia con la deforestación y los efectos relacionados con el cambio climático<sup>7-8</sup>. En respuesta a este problema y a la limitación que tienen las pantallas, existe una alternativa sostenible que es la producción de papel derivado de restos de la caña de azúcar<sup>9-11</sup>, lo que forma parte de un desarrollo tecnológico de la empresa Ledesma Argentina, Sociedad

Anónima Agrícola Industrial (SAAI) para su producto “Ledesma NAT”, que es papel producido completamente a partir de caña de azúcar.

El papel Ledesma Nat se caracteriza por tener la particularidad de que toda su cadena de producción es amigable con el medio ambiente. Se produce a partir de la pasta de la caña de azúcar y no es necesario planificar plantaciones de árboles que luego serán destinados a su tala. Este papel tampoco tiene aditivos blanqueadores de origen químico. Esto genera que su color, aunque es claro, no sea del todo blanco y se define como color de tonalidad “natural”. Resulta interesante destacar que existe una presunción popularmente establecida hace muchos años —sobre todo por las editoriales de libros— de que el papel con tonalidades beige claro o ahuesado es más agradable, ya que se postula que genera menos reflejos y de esta forma ocasiona menos fatiga visual que el papel blanco, facilitando el proceso de la lectura de libros de texto. Algo similar sucede con la agradable percepción que se le atribuye al papel Ledesma Nat por su tipo de tonalidad, además de aspectos no visuales como los relacionados con el tacto y el olfato. Sin embargo, estos comentarios que en principio parecerían contar con la aprobación de los usuarios y lectores en general, no tienen hasta la actualidad un sostén validado en ciencias que la visión. No hemos encontrado hasta el presente estudios científicos que avalen estos conceptos.

Por este motivo, se generó una hipótesis a comprobar con el fin de conocer si el papel Ledesma Nat resulta beneficioso con el sistema visual o si es equivalente (no es inferior) en cuanto a criterios de legibilidad en los medios más habituales como podrían ser libros de texto, diarios y revistas. Para evaluar esto, se diseñó un estudio que tuvo por objeto comparar aspectos de la lectura utilizando una cartilla estandarizada en escala logarítmica que es una prueba de visión cercana apta para medir aspectos relacionados con el desempeño en la lectura. El propósito fue realizar un análisis de concordancia entre determinados parámetros visuales comparando un test producido en papel tradicional (blanco, con texto en color negro, como patrón de prueba) frente a otros con el mismo sistema de impresión pero

utilizando papel Ledesma NAT, y evaluar complementariamente variantes con texto impreso en tinta azul.

## **Materiales y métodos**

### ***Diseño de estudio***

Se realizó un estudio transversal para comparar el nivel de concordancia entre cuatro versiones del test de lectura en escala logarítmica Byromat del Consejo Argentino de Oftalmología (CAO)<sup>12</sup>. Cada prueba se diferenció por el tipo de papel (blanco o Nat) y por el color de la tinta de impresión (negra o azul). El estudio tuvo lugar durante un congreso de médicos oftalmólogos desarrollado en Mar del Plata (Buenos Aires), Argentina, el 24 y 25 de noviembre de 2023. El comité de ética del CAO aprobó el estudio; las autoridades locales del congreso de Mar del Plata también dieron su aprobación y los investigadores participantes se comprometieron y desarrollaron las tareas adhiriendo a los enunciados de la declaración de Helsinki. Además, a cada uno de ellos se le informó y se obtuvo su consentimiento previo al comienzo de las pruebas, que para el caso de este estudio fue un consentimiento verbal. A cada participante se le explicó que se deseaba conocer si existían diferencias o equivalencias en los parámetros que se describirán a continuación, comparando cuatro versiones de la cartilla de lectura Byromat, pero sin expresar la hipótesis del trabajo a fin de evitar tener un sesgo involuntario y que pudiera inclinarse a elegir el papel Ledesma Nat, por ejemplo por un aspecto ecológico. La ejecución del estudio fue monitoreada por una persona externa a los investigadores, controlando el desarrollo de las pruebas y la interacción con los participantes.

### ***Población de estudio***

La población de estudio consistió en médicos oftalmólogos que asistieron a un evento científico nacional denominado “Jornadas Regionales CAO Bonaerenses - REBECOS 2023”. En esta reunión, el día 25 de noviembre también se llevó a cabo la asamblea anual del CAO de tal forma que

se combinó una situación donde se obtuvo una participación de médicos de las distintas provincias de la Argentina y con diferentes edades. En cuanto a su formación, no hubo una restricción y se incluyeron a profesionales voluntarios: desde residentes hasta médicos jubilados que asistieron al congreso.

Como requisito de inclusión para participar en este estudio era necesario que el examinado pudiera leer y no tuviera una condición ocular que afectase su capacidad visual de cerca. Para conocer esta información de manera previa al inicio de las pruebas, se le preguntó directamente su nivel de visión lejana que debía ser de al menos 0.2 LogMAR, con o sin anteojos o lentes de contacto e independientemente de tener antecedentes de cirugías oculares. Al conformarse para el estudio una población de médicos oftalmólogos, esta información para decidir quiénes serían excluidos del estudio se pudo obtener de forma simple durante el interrogatorio inicial. Igualmente, ante el supuesto de detectar algún participante que hubiera manifestado que no tenía problemas visuales y se hubiese detectado luego una limitación durante las pruebas, la persona se identificaría luego y se excluiría del procesamiento final de datos por no cumplir con el criterio de inclusión. Se le informó luego a ese oftalmólogo de su separación.

### ***Parámetros a evaluar y procedimientos***

Los parámetros principales fueron datos relacionados con mediciones de la capacidad de lectura, como la agudeza visual de cerca alcanzada, el tiempo total de lectura y la cantidad (frecuencia) de parpadeos realizados durante la prueba. Más adelante se describen en detalle los procedimientos de adquisición de datos de manera estandarizada para cada una de las pruebas.

#### **Interrogatorio (anamnesis) inicial**

A cada médico se le hizo una serie de preguntas destinadas a conocer aspectos demográficos (sexo, edad) y también sobre sus antecedentes oculares, indagando sobre patologías oculares y condiciones como por ejemplo cirugía de cataratas, cirugía refractiva, uso de anteojos, uso de

lentes de contacto. Ninguna de las condiciones previas fue motivo de exclusión, siempre y cuando hubiera manifestado tener una buena capacidad visual binocular de lejos (al menos de 0.2 LogMAR).

Luego, a cada médico se le solicitó que realizara el test de lectura con anteojos o sin ellos, de acuerdo con su costumbre al realizar sus tareas de lectura habituales con cada una de las cuatro pruebas, como se explica más adelante.

#### **Condiciones experimentales: ambiente del sitio de la prueba**

El día previo al evento científico se eligió un lugar para realizar las pruebas: no tenía ventanas cercanas, contaba con iluminación artificial que podía controlarse y que era puntual simple, asegurando en forma constante entre 80 a 100 cd/m<sup>2</sup>, que es la intensidad de luz mínima requerida para realizar el test de lectura con cualquier cartilla estandarizada en escala logarítmica<sup>12</sup>. La distancia de lectura fue de 32 cm, algo que se midió con cada participante a través de una regla antes de comenzar con las pruebas, pero además los participantes fueron instruidos en mantener esa posición y fueron controlados en el transcurso de cada test.

Las condiciones experimentales que se buscaron recrear fueron las mínimas requeridas, generando un ámbito que además de ser simplemente reproducible buscó representar una situación de lectura de la vida diaria de cualquier persona o el escenario común de una consulta oftalmológica. Para medir las condiciones de luz y distancia inicialmente se utilizó un instrumento de medición láser que permitió determinar el área de trabajo en relación con las posibles posiciones y distancias que tendría el sujeto examinado y la cartilla de lectura. Luego, con un luxómetro profesional calibrado, se constató el nivel de luz en ese sector de trabajo, considerando diferentes variantes de posición dinámica del sujeto a evaluar (como por ejemplo si el médico se inclinaba hacia adelante, si se sentaba más atrás, etc.). El luxómetro se mantuvo encendido durante el transcurso de las pruebas para poder mantener mediciones constantes del flujo de luz ambiental. Esto fue de utilidad para realizar un monitoreo constante y

ante la detección de una disminución lumínica en el área de trabajo (sombra de la cabeza en la cartilla de lectura, por ejemplo, o posición inadecuada de la fuente de luz accesoria) se pudieron modificar y adecuar las condiciones para continuar en el rango lumínico establecido.

#### **Descripción de pruebas: visión, tiempo y parpadeos**

Un mismo operador registró los parámetros que se explicarán a continuación — nivel de agudeza visual de cerca, tiempo total de lectura utilizado y cantidad de parpadeos efectuados—, en cada participante. Este ejecutante fue entrenado especialmente en el desarrollo de estas pruebas. Los datos obtenidos se incluyeron en una hoja de cálculos en el momento inmediato posterior a la finalización de cada una de las cuatro pruebas que se le realizó a los médicos.

##### **Agudeza visual de cerca**

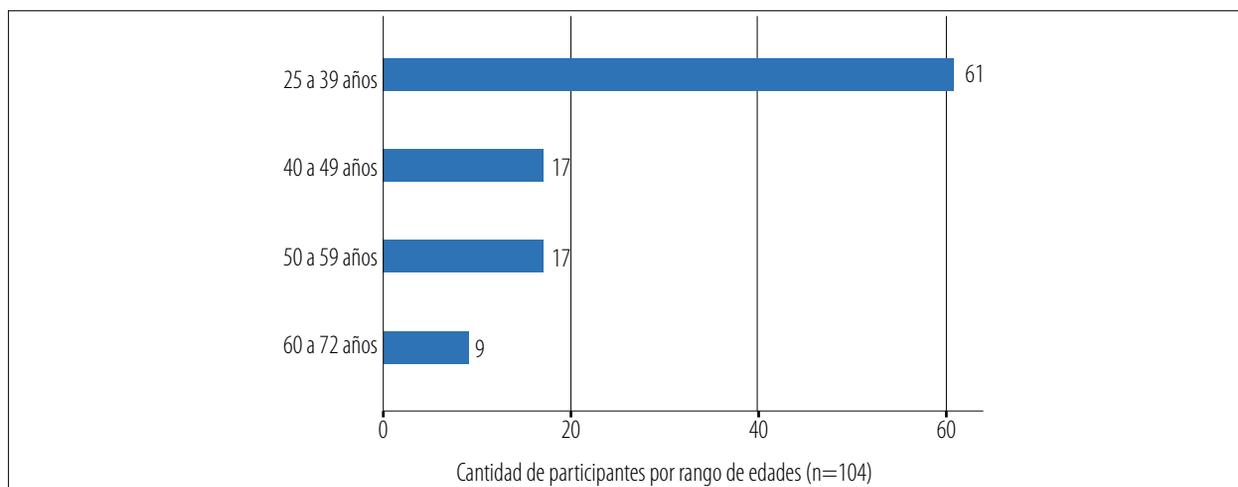
Para la realización de la prueba se le solicitó a cada participante que leyera en voz alta comenzando desde la parte superior (optotipos de frases de mayor tamaño). Los participantes fueron instruidos para continuar la lectura de manera natural hasta la parte del texto más pequeña que pudiera ver, anotando entonces la agudeza visual de cerca obtenida.

##### **Tiempo total de lectura**

En cada prueba de lectura se cronometró el tiempo, desde el comienzo de la lectura hasta la parte del texto más pequeña que pudiera ser leído por el participante, sin errores, frases entrecortadas o dudas. Si la persona no lograba leer la totalidad de los tres renglones del optotipo de frases se anotaba el nivel de visión anterior.

##### **Cantidad total de parpadeos**

Desde el inicio de la lectura hasta el final de cada prueba se contabilizaron y registraron los parpadeos realizados por cada participante mediante la observación directa. Para ser considerado parpadeo se registraron aquellos que eran completos, determinados mediante la observación del contacto entre párpados superiores e inferiores. Los movimientos palpebrales que no



**Figura 1.** Gráfico de barras horizontales que representan la cantidad de participantes en relación con su rango de edades.

llegaran a realizar la oclusión completa no fueron contabilizados como parpadeos.

### **Material a evaluar y su denominación**

Se denominó a cada una de las variantes de impresión de la cartilla de lectura Byromat-CAO según el tipo de papel utilizado y el color de tinta de impresión (negra o azul), como se describe a continuación:

- a. PBlack: papel blanco, impresión en tinta negra.
- b. PNatBlack: papel Ledesma Nat, tinta negra.
- c. PBlue: papel blanco, tinta azul.
- d. PNatBlue: papel Ledesma Nat, tinta azul.

El proceso de impresión aseguró una desviación estándar no superior a 0,03 mm, acorde con normas establecidas<sup>12</sup>. Para las versiones con texto en color azul, éste fue estandarizado con el color correspondiente a la escala de Pantone (Pantone 19-4052 Classic Blue TCX).

### **Aleatorización del orden de las pruebas en cada participante**

El comienzo de las pruebas se fue alternando con cada participante para mitigar la posibilidad de que los resultados de la última se vieran afectados por variables como el tiempo, la fatiga, la sed y el cansancio general. Para tal fin se comenzó en cada jornada (24 y 25 de noviembre) con la prueba al participante 1, y en los siguientes se

comenzó con la b, con la c, con la d y luego nuevamente con la prueba a.

### **Bioestadística**

Las variables paramétricas se analizaron para obtener el valor medio, el desvío estándar y el rango de los resultados. La adecuación de los datos cuantitativos a la distribución normal se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizó la prueba *t* de muestras independientes o la prueba *U* de Mann-Whitney para comparar dos grupos en función de la distribución de las variables.

El nivel de concordancia de las mediciones entre ambos procedimientos de medición de la PIO se realizó con un análisis de Bland-Altman con una prueba *t* pareada para indicar las diferencias entre ambas. Para evaluar la correlación entre las mediciones con cada uno de los materiales se realizó un test de regresión lineal de Pearson. Se consideró a los valores de  $p < 0,05$  como estadísticamente significativos. El programa utilizado para los cálculos estadísticos fue el XLMiner (Frontlines Systems).

### **Resultados**

Participaron 104 médicos oftalmólogos: 58 mujeres y 46 hombres. La edad media fue de 39,1  $\pm$  12,4 años (25-72). En la figura 1 se observa la

**Tabla 1.** Resultados de legibilidad. Comparación estadística considerando las cuatro versiones impresas de la cartilla de lectura en escala logarítmica Byromat-CAO.

|                                       | <b>PBlack</b>          | <b>PNatBlack</b>       | <b>PBlue</b>           | <b>PNatBlue</b>        | <b>p</b>          |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| AVC<br>LogMAR                         | 0,08 ± 0,11<br>(25-72) | 0,07 ± 0,11<br>(25-72) | 0,08 ± 0,10<br>(25-72) | 0,07 ± 0,09<br>(25-72) | 0,72              |
| Tiempo total de lectura<br>(segundos) | 53,5 ± 7,6<br>(37-73)  | 51,3 ± 7,1<br>(38-72)  | 51,3 ± 7,9<br>(38-74)  | 51,1 ± 8,5<br>(35-75)  | 0,08              |
| Parpadeos                             | 4,9 ± 1,8<br>(2-14)    | 3,9 ± 1,8<br>(2-12)    | 5,1 ± 1,8<br>(2-15)    | 3,9 ± 1,7<br>(1-10)    | <b>&lt;0,001*</b> |

Abreviaturas. PBlack: papel blanco, impresión en tinta negra. PNatBlack: papel Ledesma Nat, tinta negra. PBlue: papel blanco, tinta azul. PNatBlue: papel Ledesma Nat, tinta azul. AVC: agudeza visual de cerca alcanzada, expresada en escala logarítmica. \*: expresa diferencia estadísticamente significativa.

distribución de la población en relación con los rangos de edades.

En cuanto a los antecedentes de salud, generales y oculares, dos participantes tenían diabetes y 8 manifestaron tener HTA, mientras que 4 tenían hipotiroidismo. En total 20 manifestaron utilizar anteojos sólo para leer o de forma permanente (y así realizaron las pruebas de lectura), 9 tenían puestas lentes de contacto, 3 estaban operados de cataratas con implantes intraoculares que les permitían ver de cerca sin anteojos y 6 participantes estaban operados de cirugía refractiva (4 operados con la técnica LASIK, uno operado con PRK y otro participante tenía implantadas lentes fáquicas de cámara posterior de la marca ICL).

En relación con los resultados de las tres pruebas principales, se presentan en la tabla 1 comparando a las cuatro variantes de manera conjunta, que también se describirán posteriormente por separado (pruebas de comparación independientes test contra test), considerando también el coeficiente de correlación y el análisis de concordancia de Bland Altman.

### **Agudeza visual de cerca**

Al comparar la visión de cerca entre los cuatro grupos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p: 0,72$ ). Tampoco se encontraron diferencias al realizar comparaciones independientes por grupos entre PBlack vs PNatBlack

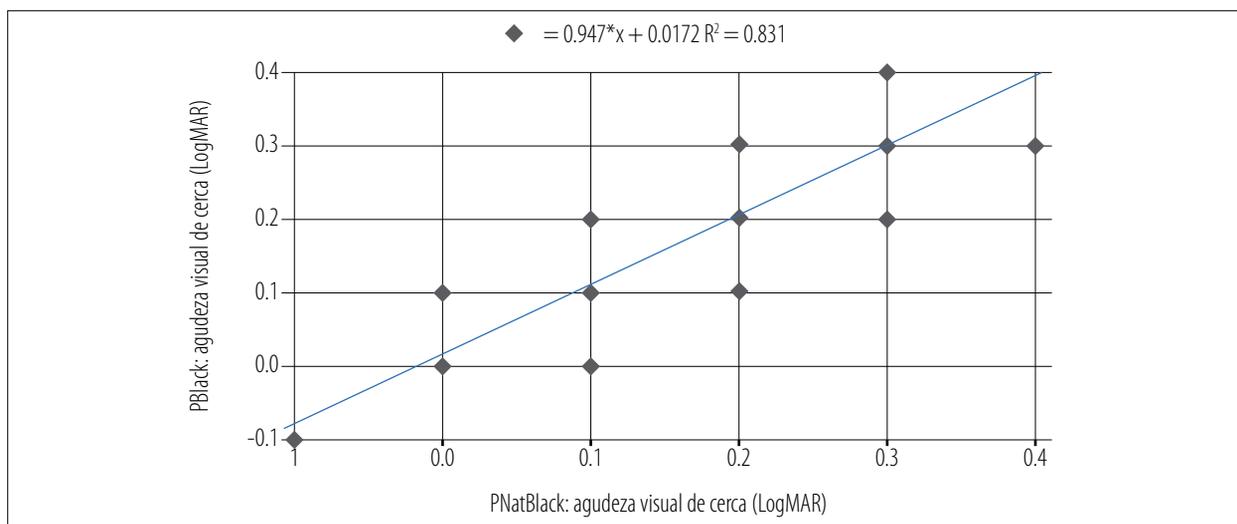
( $p: 0,39$ ), PBlack vs PBlue ( $p: 0,85$ ), PNatBlack vs PNatBlue ( $p: 0,99$ ) y PBlue vs PNatBlue ( $p: 0,58$ ).

Al realizar un análisis de regresión lineal para comparar el coeficiente de correlación entre los resultados de visión obtenidos con PBlack vs PNatBlack se observó un puntaje de correlación positivo alto ( $R^2 = 0,831$ ), que es estadísticamente significativo ( $p: 0,02$ ) (fig. 2). Algo similar sucedió al comparar PBlue vs PNatBlue (fig. 3).

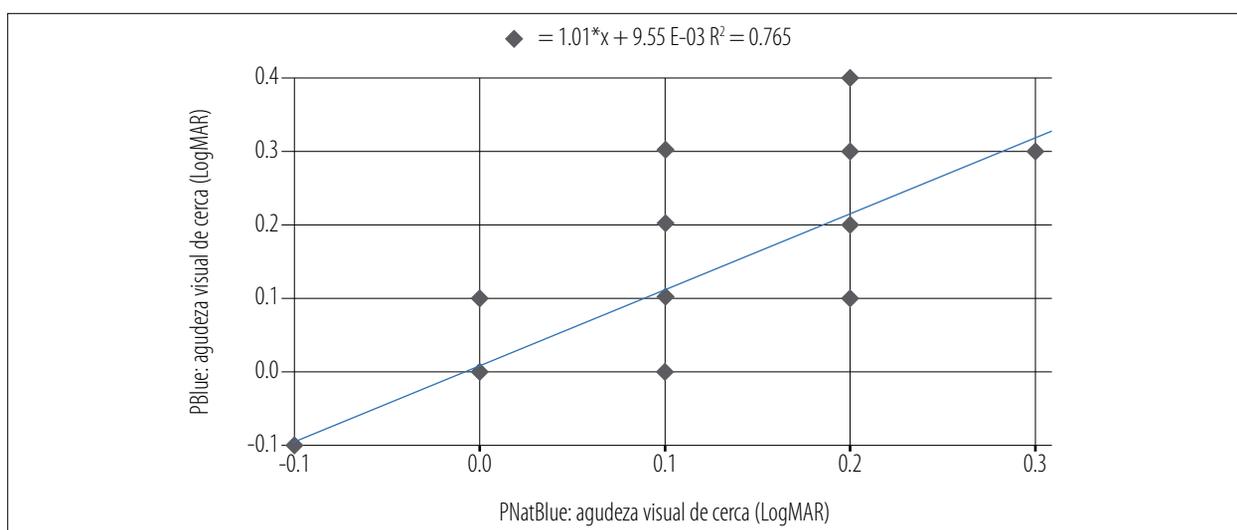
### **Tiempo total de lectura**

Respecto del tiempo de lectura empleado por cada participante para poder completar cada prueba, al realizar el análisis comparativo entre los cuatro grupos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $0,08$ ). Al comparar entre grupos independientes, tampoco se encontraron diferencias entre PNatBlack vs PNatBlue ( $p: 0,85$ ) y PBlue vs PNatBlue ( $p: 0,82$ ), pero sí detectaron diferencias estadísticamente significativas para PBlack vs PNatBlack ( $p: 0,03$ ) y entre PBlack vs PBlue ( $p: 0,04$ ).

Cuando se realizó la ecuación de correlación, entre PBlack y PNatBlack se encontró un valor positivo de  $R^2: 0,62$  ( $p: 0,03$ ) y al comparar PBlue contra PNatBlue también ( $R^2 = 0,73$ ;  $p < 0,01$ ). Los datos gráficos y la ecuación derivada se presentan en las figuras 4 y 5 correspondientes. Asimismo, al realizar un análisis complementario de Band Altman se comprobó que las pruebas tienen un



**Figura 2.** Regresión lineal para comparar la agudeza visual de cerca obtenida con el test de lectura Byromat en papel blanco frente a papel Nat, impresos con tinta de color negro.



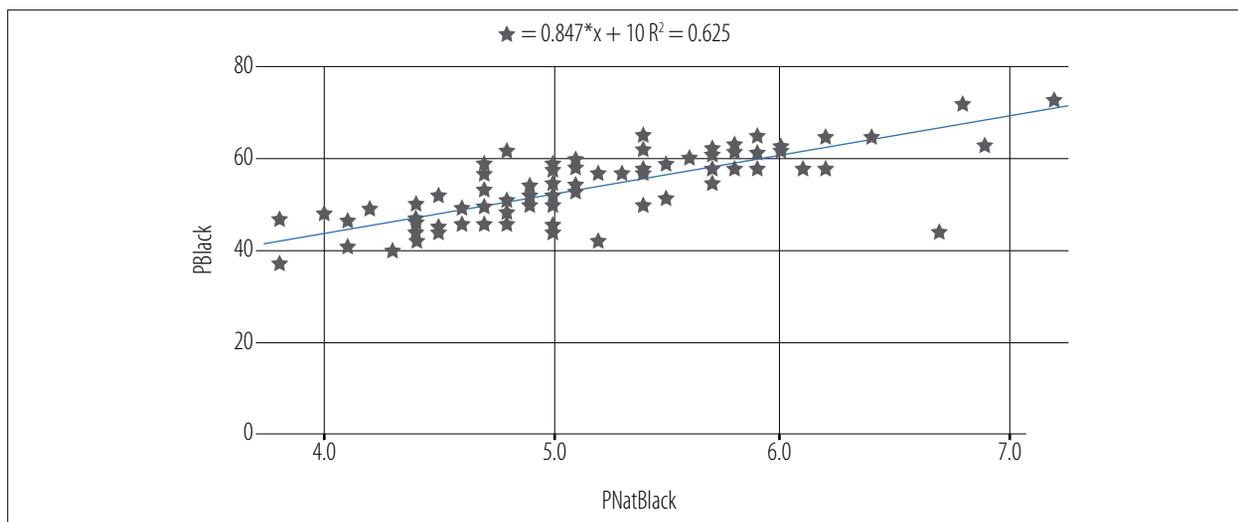
**Figura 3.** Regresión lineal para comparar la agudeza visual de cerca obtenida con el test de lectura Byromat en papel blanco frente a papel Nat, impresos con tinta de color azul.

alto nivel de concordancia, utilizando el patrón de PBlack o cualquiera de las otras versiones.

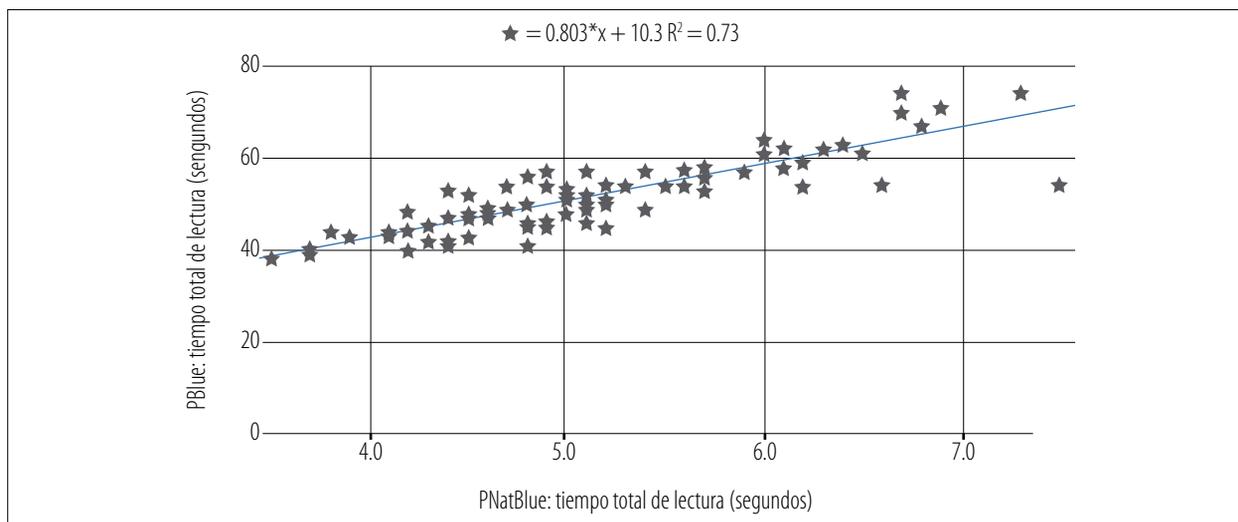
### Frecuencia de parpadeo

Al evaluar la cantidad de parpadeos realizados durante el total de cada prueba la diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ), con menos parpadeos medios para PNatBlue y más parpadeos para PBlue. Al realizar la comparación

entre grupos, la diferencias fueron las siguientes: PBlack vs PNatBlack ( $p < 0,01$ ) y PBlue vs PNatBlue ( $p < 0,01$ ). Mientras que no se encontraron diferencias entre PNatBlack vs PNatBlue ( $p: 0,78$ ) y entre PBlack vs PBlue ( $p: 0,54$ ). Al evaluar el nivel de correlación, entre PBlack vs PNatBlack se encontró nivel de correlación medio, de  $R^2 = 0,61$  ( $P < 0,001$ ) y al comparar PBlue vs PNatBlue el nivel de relación fue menor ( $R^2 = 0,43$ ) (figs. 6 y 7).



**Figura 4.** Regresión lineal para comparar el tiempo total de lectura alcanzado con el test de lectura Byromat en papel blanco frente a papel Nat, impresos con tinta de color negro.



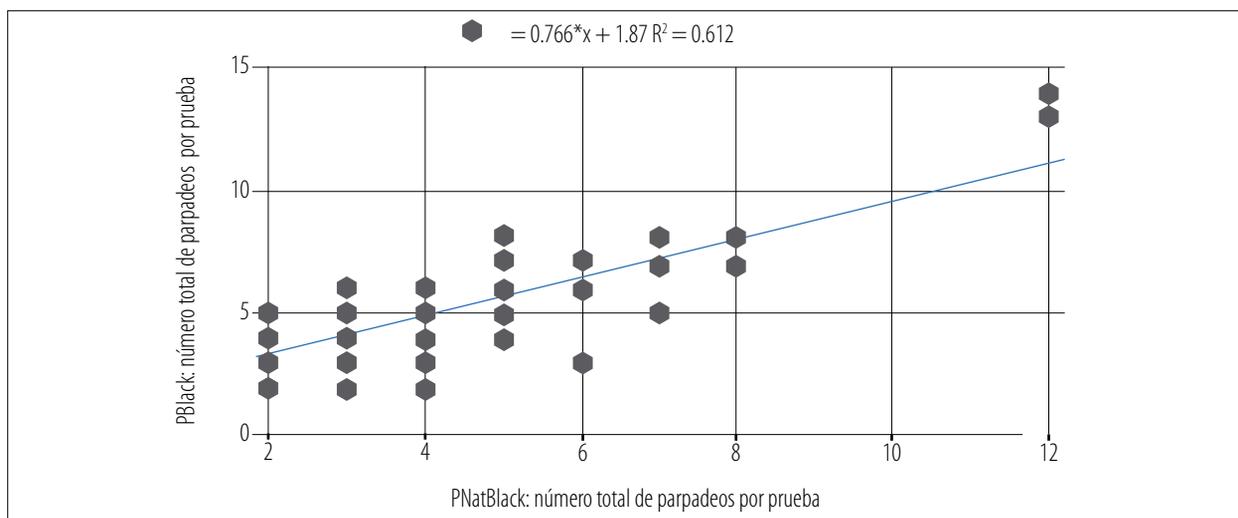
**Figura 5.** Regresión lineal para comparar el tiempo total de lectura alcanzado con el test de lectura Byromat en papel blanco frente a papel Nat, impresos con tinta de color azul.

## Discusión

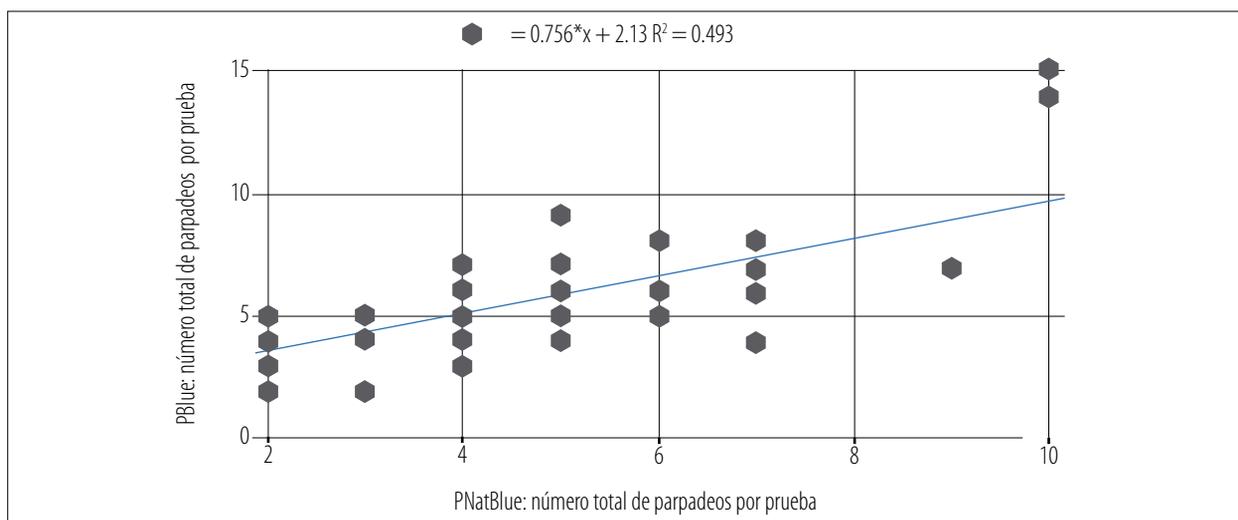
Al considerar el preconcepto popular de que la tonalidad natural del papel podría tener algunas ventajas para la visión de cerca se desarrolló el presente estudio donde se compararon dos soportes físicos del texto: uno en papel tradicional y otro en papel Ledesma Nat, agregando complementariamente la variable de imprimir el texto en tinta negra y en tinta azul, resultando cuatro materiales de lectura diferentes, desarrolla-

dos sobre una cartilla en escala logarítmica, de manera de poder evaluar la agudeza visual de cerca y otros parámetros asociados a la *performance* de lectura, como el tiempo total y la frecuencia de parpadeos.

Si se considera la función de visión de contrastes, fisiológicamente el mejor valor para nuestra percepción visual sería aquel que tienda al máximo, como sucede en el contraste que existe entre el color negro y el blanco, siendo el extremo opuesto (muy bajo contraste) algo que puede lle-



**Figura 6.** Regresión lineal para comparar frecuencia de parpadeos realizados por cada participante durante la realización de cada prueba de lectura desarrollada con el test de Byromat, en papel blanco frente a papel Nat, impresos con tinta de color negro.



**Figura 7.** Regresión lineal para comparar frecuencia de parpadeos realizados por cada participante durante la realización de cada prueba de lectura desarrollada con el test de Byromat, en papel blanco frente a papel Nat, impresos con tinta de color negro.

gar incluso al límite mínimo de discriminación visual, conceptos y conocimientos que se aplican hace tiempo para generar ayudas ópticas en personas con baja visión<sup>13</sup>. Esta base de física óptica, que incluso resulta de aplicar el sentido común, no se relaciona con los materiales empleados en la industria editorial, ya que la mayoría de los libros utilizan papeles de tonalidades diferentes al blanco (tendientes a colores cercanos al beige).

Esto es motivado por el concepto ya arraigado respecto de que el papel con este tipo de tonalidad resulta más “agradable” para la lectura. Si bien se ha estudiado el impacto del color, la iluminación y los soportes utilizados para materiales de lectura —sobre todo con la incursión de las pantallas y los medios digitales<sup>14-17</sup>— no existe evidencia científica hasta el momento que justifique por qué una persona puede “preferir” para leer un

papel que tenga una tonalidad natural que no sea blanco, como sucede con el papel que es íntegramente elaborado a partir de la caña de azúcar. Un aspecto relevante de este estudio fue determinar científicamente que independientemente del soporte de papel utilizado, esto no afectaba a la agudeza visual alcanzada de cerca. En relación con lo comentado anteriormente, significa que el menor nivel de contraste existente en las pruebas con papel de caña de azúcar frente al papel blanco (con tinta negra o azul) o en la prueba de papel blanco con tinta negra frente a su versión en tinta azul (menor contraste) no llegan a tener significancia que logre afectar la capacidad de discriminación visual, lo que resulta por lo tanto equivalentes en este parámetro.

Una de las ventajas que tienen las cartillas de lectura en escala logarítmica con optotipos de frases es que se pueden medir otros parámetros, los que clínicamente y desde un punto de vista práctico permiten comprender cómo se desempeñan los procesos visuales de una persona, más allá de una función puntual como es la agudeza visual<sup>18</sup>. En nuestro estudio se evaluó el tiempo total de lectura, algo que se realizó solicitando que la persona examinada lea en voz alta. Leer en voz alta resulta algo que podría tener muchas diferencias interpersonales, no sólo en relación con su nivel de formación sino también con aptitudes personales ligadas a factores como timidez o vergüenza de hacerlo en voz audible, como también con alteraciones de procesamiento visual de origen neurocognitivo o neurodegenerativo, tal como sucede en la dislexia, Parkinson o Alzheimer<sup>19-23</sup>. En esta investigación, los resultados del tiempo total de lectura en la población de médicos evaluados no mostraron diferencias estadísticamente significativas al comparar las cuatro variantes del material, pero al realizar la comparación entre los cuatro materiales de prueba de forma independiente (uno contra uno) se detectó un menor tiempo de lectura con los papeles producidos a partir de caña de azúcar, tanto para el texto impreso en tinta color negro como en color azul versus el papel blanco. Esto significa que los participantes pudieron leer lo mismo, alcanzando el mismo nivel de agudeza visual, pero empleando menos tiempo cuando el papel utilizado era aquel de tonalidad natural.

Este hallazgo del estudio resulta muy importante porque se transforma en una evidencia que puede comenzar a explicar científicamente por qué las personas en general pueden percibir que este tipo de papel, de tonalidad natural, es más “agradable y cómodo” para la visión, independientemente de que en el caso del papel hecho a partir de caña de azúcar resulte ser más beneficioso con el medioambiente y que se transforme en otro motivo por el cual una persona justifica su elección. Justamente para evitar sesgos, considerando el contexto en el cual se realizaron las pruebas —es decir, un congreso médico de una entidad que tiene un sector que busca estimular el desarrollo de actividades sustentables y que analiza el impacto de la institución y sus actos en el medioambiente (CAO Positivo)—, se evitó anticipar a los participantes que uno de los materiales a evaluar tenía cualidades benéficas en este aspecto (papel Ledesma Nat).

Ahora bien, en relación con los parpadeos hay dos grandes aspectos que discutir: por un lado lo relacionado con la cantidad de parpadeos y por otro, al método de evaluación utilizado en el estudio.

Respecto de la cantidad total de parpadeos, se evaluó durante el tiempo de lectura en cada prueba y no hubo diferencias entre las versiones de papel Nat con textos impresos en tinta azul o tinta negra, pero sí fue estadísticamente menor la cantidad de parpadeos realizados con papel Nat frente al papel blanco en cualquiera de sus versiones. Para interpretar este dato debemos considerar en primer lugar que el parpadeo basal e involuntario resulta necesario para mantener la salud de la superficie ocular, facilitando el recambio y el mantenimiento de la película lagrimal<sup>24-25</sup>. Un déficit de parpadeo puede originar alteraciones patológicas por un fenómeno de desecación, como los que pueden ocurrir en el síndrome de visualización de pantallas<sup>25-26</sup> o en casos con falta completa de parpadeo ante parálisis faciales<sup>27</sup>. Pero el exceso de parpadeo puede originar una condición patológica por fricción y afectación de la película lagrimal como se observa en casos extremos en pacientes con blefaroespasmos<sup>28</sup>. Algo importante de destacar es lo publicado por el grupo de trabajo “Tear Film and Ocular Surface

Society” (TFOS) que resaltan las diferencias entre leer utilizando pantallas o papel, ya que generalmente al leer en papel la mirada se dirige hacia abajo disminuyendo el área de exposición y por lo tanto de desecación<sup>25</sup>. Asimismo, los autores resaltan que una de las expresiones en las personas con síndromes de visualización de pantallas es justamente el aumento en la frecuencia de parpadeos (al contrario de lo que expresamos unas oraciones antes), lo cual se motiva de forma refleja justamente por disconfort y/o molestias oculares<sup>25</sup>. Esto que parece confuso se explica y comprende de la siguiente forma: al comienzo hay una disminución de la frecuencia de parpadeos hasta un punto crítico donde se afecta la superficie ocular, se generan estímulos de disconfort y se dispara una secuencia de parpadeos reflejos que buscan mitigar el malestar ocular, con abundante secreción lagrimal y aumentando el tiempo de oclusión y protección de la superficie ocular en función de una unidad de tiempo. Esta situación que se presenta con un aumento de parpadeos también se traduce como “fatiga” visual.

Una interpretación de los resultados de nuestro estudio, pero que requiere tomar en contexto los otros dos parámetros evaluados (agudeza visual y tiempo total de lectura), expresa que con el papel producido a partir de caña de azúcar los participantes pudieron leer lo mismo en menos tiempo y con menor necesidad de parpadear. Esto podría simplificarse al interpretar que un papel produce menos fatiga visual y por eso se puede leer más rápido. Los parámetros “velocidad de lectura y cantidad de parpadeos” en nuestro caso parecen estar relacionados. Lo opuesto podría suponer que ante más molestias para leer se necesita parpadear más veces y por eso se tarda más en leer lo mismo. Con otro tipo de diseño de estudio con pruebas de lectura más extensas (durante más tiempo), sería interesante evaluar la superficie ocular luego de cada actividad de lectura.

Pero para agregar más complejidad a la comprensión del parpadeo, el patrón de normalidad es diferente dependiendo de la actividad y la atención requerida, por lo cual sobre el concepto de que la frecuencia normal de parpadeo es de 12 a 15 por minuto, hace mucho tiempo que se conoce<sup>29</sup> que en personas sanas disminuye

durante la lectura en papel a un promedio de 4,5 parpadeos por minuto, siendo estos valores similares a lo que hemos obtenido en cualquiera de nuestros 4 grupos de pruebas. Por otra parte, en una persona que se encuentra relajada y conversando, su frecuencia de parpadeo normal puede estar entre 20 a 22 por minuto<sup>29-30</sup>. Pero algo que no hemos evaluado en este estudio y que no resulta simple de analizar objetivamente es la característica y calidad de cada parpadeo, considerando no sólo su amplitud, sino también la tensión ejercida por las estructuras palpebrales durante el movimiento. Todos estos matices determinan que el parpadeo resulte en algo que pueda facilitar o dificultar la lectura, ocasionando o siendo expresión de disconfort y fatiga visual. Esto nos lleva a discutir la metodología empleada en nuestro estudio para evaluar el parpadeo, donde se contabilizaron como parpadeos sólo a los movimientos que originaron la oclusión completa del globo ocular, lo que evaluó y determinó un observador entrenado para esta tarea. Igualmente, con los avances de la tecnología este aspecto podría mejorarse mediante la utilización de algún soporte electrónico que realice la contabilización de manera automática y que de forma ideal pudiera evaluar las características de los parpadeos antes mencionadas. También se podrían haber realizado videograbaciones para ser analizadas diferidamente por un observador, como publicaron Mitchell y colaboradores<sup>26</sup>. Sin embargo, la forma empleada en este estudio ha sido ampliamente utilizada por otros autores y sigue siendo una forma válida en la actualidad de evaluar la frecuencia de parpadeo, que incluso se toma de referencia cuando se desean testear nuevos métodos basados en imágenes<sup>29-32</sup>.

## Conclusión

Al comparar los resultados encontramos que utilizando el papel de tonalidad natural producido a partir de caña de azúcar, los participantes tuvieron un menor tiempo total de lectura y una menor necesidad de parpadear para llegar a leer la misma cantidad de palabras y alcanzar el mismo nivel máximo de agudeza visual de cerca.

Si bien se deberán realizar más estudios que evalúen más parámetros y en una población mayor, nuestros datos permiten comenzar a aportar evidencias científicas avalando que el tipo de papel utilizado tiene un impacto sobre el rendimiento de lectura. Resultará muy interesante el diseño de futuras investigaciones que puedan plantear escenarios para evaluar hasta qué punto puede ser importante que una persona alcance a leer lo mismo pero utilizando menos tiempo y dependiendo de las características del papel.

## Referencias

5. Foreman J, Salim AT, Praveen A *et al.* Association between digital smart device use and myopia: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health* 2021; 3: e806-e818.
6. Yang Z, Wang X, Zhang S *et al.* Pediatric Myopia Progression During the COVID-19 Pandemic Home Quarantine and the Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Public Health* 2022; 10: 835449.
7. Biswas S, El Kareh A, Qureshi M *et al.* The influence of the environment and lifestyle on myopia. *J Physiol Anthropol* 2024; 43: 7.
8. Mehra D, Galor A. Digital Screen Use and Dry Eye: A Review. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2020; 9: 491-497.
9. Al-Mohtaseb Z, Schachter S, Shen Lee B *et al.* The Relationship Between Dry Eye Disease and Digital Screen Use. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 3811-3820.
10. Lin YJ, Yen JY, Lin PC *et al.* Circadian typologies and insomnia in individuals with internet gaming disorder comorbid with attention deficit/hyperactivity disorder. *Sci Rep* 2023; 13: 12764.
11. Portmann R, Beyerle U, Davin E *et al.* Global forestation and deforestation affect remote climate via adjusted atmosphere and ocean circulation. *Nat Commun* 2022; 13: 5569.
12. Ou X, Jiang H. The Impact of Environmental Regulation on Firm Performance: Evidence from the Pulp and Paper Industry in China. *Int J Environ Res Public Health* 2023; 20: 2982.
13. Mahmud MA, Anannya FR. Sugarcane bagasse - A source of cellulosic fiber for diverse applications. *Heliyon* 2021; 7: e07771.
14. Shabbirahmed AM, Haldar D, Dey P *et al.* Sugarcane bagasse into value-added products: a review. *Environ Sci Pollut Res Int* 2022; 29: 62785-62806.
15. Sharma D, Agrawal S, Nagpal R *et al.* Production of eco-friendly and better-quality sugarcane bagasse paper using crude xylanase and pectinase biopulping strategy. *3 Biotech* 2023; 13: 61.
16. Torres RM, River J, Daponte P. Cartillas de lectura en escala logarítmica: ¿por qué el test de Jaeger es obsoleto en el presente? *Oftalmol Clin Exp* 2023; 16: e320-e331.
17. Virgili G, Acosta R, Bentley SA *et al.* Reading aids for adults with low vision. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 4: CD003303.
18. Wilkins AJ, Sihra N, Myers A. Increasing reading speed by using colours: issues concerning reliability and specificity, and their theoretical and practical implications. *Perception* 2005; 34: 109-120.
19. Uccula A, Enna M, Mulatti C. Colors, colored overlays, and reading skills. *Front Psychol* 2014; 5: 833.
20. Monger LJ, Wilkins AJ, Allen PM. Pattern glare: the effects of contrast and color. *Front Psychol* 2015; 6: 1651.
21. Maleki A. Why does library holding format really matter for book impact assessment? Modelling the relationship between citations and altmetrics with print and electronic holdings. *Scientometrics* 2022; 127:1129-1160.
22. Radner W. Reading charts in ophthalmology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2017; 255: 1465-1482.
23. Laubrock J, Kliegl R. The eye-voice span during reading aloud. *Front Psychol* 2015; 6: 1432.
24. De Luca M, Pontillo M, Primativo S *et al.* The eye-voice lead during oral reading in developmental dyslexia. *Front Hum Neurosci* 2013; 7: 696.
25. Adedeji VI, Vasilev MR, Kirkby JA, Slattery TJ. Return-sweep saccades in oral reading. *Psychol Res* 2022; 86: 1804-1815.
26. De Looze C, Dehsarvi A, Suleyman N *et al.* structural correlates of overt sentence reading in mild cognitive impairment and mild-to-mo-

- derate Alzheimer's disease. *Curr Alzheimer Res* 2022; 19: 606-617.
27. Terao Y, Tokushige SI, Inomata-Terada S *et al.* How do patients with Parkinson's disease and cerebellar ataxia read aloud? Eye-voice coordination in text reading. *Front Neurosci* 2023; 17: 1202404.
28. Napoli PE, Nioi M, Mangoni L *et al.* Fourier-domain OCT imaging of the ocular surface and tear film dynamics: a review of the state of the art and an integrative model of the tear behavior during the inter-blink period and visual fixation. *J Clin Med* 2020; 9: 668.
29. Wolffsohn JS, Lingham G, Downie LE *et al.* TFOS lifestyle: impact of the digital environment on the ocular surface. *Ocul Surf* 2023; 28: 213-252.
30. Mitchell T, Murri M, Pflugfelder SC. Video viewing blink rate in normal and dry eyes. *Eye Contact Lens* 2021; 47: 442-444.
31. Erkol G, Kiziltan ME, Uluduz D, Uzun N. Somatosensory eye blink reflex in peripheral facial palsy. *Neurosci Lett* 2009; 460: 201-204.
32. Defazio G, Hallett M, Jinnah HA *et al.* Blepharospasm 40 years later. *Mov Disord* 2017; 32: 498-509.
33. Bentivoglio AR, Bressman SB, Cassetta E *et al.* Analysis of blink rate patterns in normal subjects. *Mov Disord* 1997; 12: 1028-1034.
34. Abusharha AA. Changes in blink rate and ocular symptoms during different reading tasks. *Clin Optom (Auckl)* 2017; 9: 133-138.
35. Gisler C, Ridi A, Hennebert J *et al.* Automated detection and quantification of circadian eye blinks using a contact lens sensor. *Transl Vis Sci Technol* 2015; 4: 4.
36. Mbamba M, Mzumara T, Chisale P, Afonne J. The distribution of blinkrate among Malawian young adults: a cross-sectional study. *Sci Rep* 2023; 13: 2039.