Bioacústica: una semilla en cada nota

159 CIN2018A10164

CENTRO UNIVERSITARIO MÉXICO, A.C.

Carolina Fernández Espinosa, Pablo Gómez Limón, Jorge Anuar Salum Kuri,

Asesor: Julián José Náder García

Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud.

Biología Experimental

14 de febrero de 2018

ÍNDICE TEMÁTICO

Resumen	**3**
Resumen en inglés y español	5
Introducción	7
Fundamentación teórica	7
Hipótesis	12
Metodología	12
Resultados	13
Conclusiones	16
Referencia	17

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La música, desde la antigüedad, ha formado una parte substancial en las culturas, comenzando con un fin meramente religioso, hasta llegar a convertirse en un arte de

fácil comprensión, haciéndolo a éste universal pero introspectivo a la vez, siendo un factor de cohesión social, garantizando la perduración de ésta. A diferencia de otras artes, la música no solo se limita al ser humano, teniendo repercusión tanto en animales como plantas. En el caso de las plantas, se sabe que la música juega un papel importante en su desarrollo.

En esta investigación utilizaremos la música clásica en sus diferentes etapas, cada una con características propias para ver la repercusión que cada una tendrá en la germinación y crecimiento de las plantas de frijol.

OBJETIVOS: Nuestros objetivos son observar el crecimiento de las plantas de frijol en presencia de notas musicales y escalas distintas, comprobar la repercusión que los distintos periodos musicales tienen sobre el crecimiento de las plantas, así como verificar si la composición armónica tiene algún efecto sobre las plantas.

PROCEDIMIENTO: Para el primer experimento se sembraron 8 lotes compuestos por 10 cajas de Petri con 3 semillas de frijol bayo cada una, de tal manera que cada lote tuviese 30 semillas. A 7 de ellos se les administró estímulos sonoros con distintas notas de la escala mayor de Do (do, re, mi, fa, sol, la, si) y un grupo de referencia al que no se le aplicó ninguna nota.

Se regaron cada tercer día por 21 días, se midió la longitud del tallo y se compararon los tamaños. Se pudo observar que el lote de la nota Si, la cual era la de mayor frecuencia, tuvo menor altura y se desarrollaron menos plantas, además presentó mayor cantidad de hongos. Sus hojas tuvieron una medida de 1.4 cm.

Las distintas frecuencias entre las notas generaron diversos resultados, comprobando que las vibraciones de la música sí tiene efecto sobre las plantas. Como se demostró, las frecuencias altas disminuyen el crecimiento de los frijoles comprobando la hipótesis. Además, se descubrió que determinadas frecuencias favorecen el crecimiento, como las de Fa (el lote de esta nota fue la que mejores resultados tuvo; sus hojas fueron las más grandes, midiendo 5.5 cm, germinaron más y tuvo menos cantidad de hongos) y Sol y que otras lo desfavorecen, aunque sean menos altas que las demás, tal es el caso de Do, Mi, La y Si.

En el segundo experimento se sembraron 6 lotes compuestos por 5 cajas de Petri con 5 semillas de frijol bayo cada una, de tal manera que cada lite tuviese 25 semillas. A 5 de ellos se les administraron 3 distintas piezas de distintos compositores (Beethoven, Chopin, Bach, Mozart y Rachmaninoff) y al 6to grupo fue el grupo testigo.

Las piezas utilizadas fueron:

A-Beethoven: Sonata Patética I, Sonata op 273, Sinfonía 5.

B-Chopin: Ballade No. 1 G minor, Nocturne 20 C#m, Polonesa 22 Brillante.

C-Bach: Preludio Suite Am, Violin Concerto D minor, Invención 13 en Am

D-Mozart: Sinfonía 25 Gm, La Flauta Mágica, Sinfonía 40.

E-Rachmaninoff: Piano Concerto No. 2 (Movimientos I y III), Preludio Op C#.

Se regaron cada tercer día por 21 días, se midió la longitud del tallo, el tamaño de las hojas y raíces.

Al finalizar el experimento, los lotes presentaron distintos resultados, mientras unos tenían raíces más gruesas y abundantes, además de que tuvieron una mayor altura, como es el caso de Beethoven y Chopin, otras, como Mozart y Rachmaninoff crecieron menos que el grupo testigo y sus raíces fueron mucho más delgadas que las antes mencionadas.

CONCLUSIONES:

La tasa de germinación y el crecimiento de las plantas se ha visto influido por la tonalidad de las piezas que se les puso en el segundo experimento, y no fueron afectados por el carácter (mayor o menor) o la estructura armónica (ritmo, carácter emotivo, velocidad), por lo cual, se fundamentan los resultados obtenidos en el primer experimento, en donde las notas Do, Re y Fa fueron las de mejores resultados, ya que tuvieron más cantidad de frijoles germinados y mayor altura.

RESUMEN

Bioacústica: una semilla en cada nota.

La música, el arte universal que capta nuestros sentidos, probablemente desde el primer momento de conciencia de la vida, sigue siendo incomprensible para muchas de nuestras afirmaciones lógicas y biológicas. Este proyecto busca investigar cómo la música afecta la biología en las plantas y si ciertos tipos de música pueden ser benéficos o dañinos.
El estudio de la música a partir de su aspecto teórico centrándose en campos tales como el ritmo, melodía, armonía, escalas y su función en la música, convierten a la música clásica en el eje principal de la investigación al estar llena de contrastes entre períodos y en cada uno de ellos la transformación de la música a partir de formas inimaginables.
Las plantas estarán expuestas a la música durante todo su crecimiento. Se estudiará cómo las plantas reaccionan a diferentes notas dependiendo de su frecuencia acústica, escalas mayores y menores, diferentes tipos de ritmos, diferentes períodos, autores y sentimientos, y finalmente el contraste entre la música tonal y atonal para mezclar todos esos aspectos con el fin de observar cómo las plantas reaccionar ante ellos en términos de altura, longitud de las raíces y su fuerza, número de plantas cultivadas y características de la hoja para crear una visión completa de cómo la música afecta el desarrollo de la naturaleza y si la belleza puede existir realmente en el complejo orden de la naturaleza esperando contribuir en el desarrollo de la agricultura y los cultivos en general.

Palabras clave: Música, frijol, germinación, escalas, compositores.

Bioacustic: a seed in every note.

Music, the universal art that catches our senses since probably the first conscientious moment of life, still incomprehensible to much of our logical and biological statements. Questions such as: How does music affects our brain? Or how music acts in the sensorial and cognitive development of all creatures cannot be totally and accurately

answered. This project pretends to answer some of them and to recognize how music affects biology in plants and if certain types of music can be beneficial or harmful.

Studying music from its theoretical aspect focusing on fields such as rhythm, melody, harmony, scales and his function in music, classical music is the main axis of the research being filled of contrasts between periods and each of them transforming music from unimaginable forms.

Plants will be exposed to music during all his growth. Experiments will study how plants react to different notes depending on his acoustic frequency, major and minor scales, different types of rhythm, different periods, authors and feelings and finally contrasting tonal and atonal music to mix all of those aspects in order to observe how plants react to them in terms of height, length of roots and its strength, number or grown plants and leaf characters to create a complete vision of how music affects the development of nature and if beauty can really exist in the complex order of nature hoping to contribute in the development of farming and crops in general.

INTRODUCCIÓN:

- Planteamiento del problema:

La música, desde la antigüedad, ha formado una parte substancial en las culturas, comenzando con un fin meramente religioso, hasta llegar a convertirse en un arte de fácil comprensión, haciéndolo a éste universal pero introspectivo a la vez, siendo un factor de cohesión social, garantizando la perduración de ésta. Pero a diferencia de otras artes, la música no solo se limita al ser humano, teniendo repercusión tanto en animales como plantas. En el caso de las plantas, se sabe que la música juega un papel importante en su desarrollo.

En esta investigación utilizaremos la música clásica en sus diferentes etapas, cada una con características propias para ver la repercusión que cada una tendrá en la germinación y crecimiento de las plantas de frijol.

- Objetivos

Observar el crecimiento de las plantas de frijol en presencia de notas musicales y escalas distintas.

Comprobar la repercusión que los distintos periodos musicales tienen sobre el crecimiento de las plantas.

Verificar si la composición armónica tiene algún efecto sobre las plantas.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La música es el arte de combinar sonidos y silencios de manera armónica, conjuntando armonía, ritmo y melodía. La música está formada por notas que a su vez generan escalas. Un sonido puede considerarse grave o agudo, es lo que llamamos altura del sonido, esta altura depende únicamente de la frecuencia de las vibraciones del cuerpo emisor. La altura de los sonidos se mide en hercios (Hz), que es el número de oscilaciones, ciclos o vibraciones por segundo de un sonido (ciclo/ segundo). Cuanto mayor sea esta magnitud, más agudo será el sonido resultante. Para la interpretación de una melodía no es tan importante la frecuencia absoluta de cada una de las notas, sino la relación que existe entre ellas. Una escala es una sucesión de notas continuas que siguen una regla armónica específica, determinando la distancia que existe entre

sonido y sonido. Un ejemplo de esta es la que obedece a la distancia de tono-tono-tono-semitono-tono-tono-tono-tono-semitono, siendo esta solo para escalas mayores. Un ejemplo es Do mayor (do, re, mi, fa, sol, la, si). Entre cada nota de la escala, la frecuencia aumenta, generando un sonido más agudo, por lo tanto, Si será más agudo que La y éste, a su vez, mayor que Sol.

Popularmente se conoce como música clásica al conjunto de corrientes musicales que surgieron a partir del siglo XV hasta nuestros días y que comprenden la música que se rige por conocimientos académicos y sistematizados por lo cual también se le conoce como música Académica o música Culta. En su gran mayoría esta música se caracterizó por una estructura armónica definida expresada de modo de escalas y tonalidades armónicas siguiendo esta línea hasta principios del siglo XX. Sin embargo, estrictamente hablando se considera en la historia del arte como periodo clásico a todo el trabajo artístico realizado entre los años 1750 a 1821, entonces, a lo que nosotros llamamos música clásica en realidad es un conjunto de varias etapas musicales, siendo estas:

La música clásica es la corriente musical que comprende principalmente la música producida o basada en las tradiciones de la música litúrgica y secular de Occidente, principalmente Europa Occidental. En realidad, el término debiera corresponder únicamente a la música culta compuesta en el período clásico, de mediados del siglo XVIII hasta principios del XIX. Pero el uso lo ha extendido también a la música seria compuesta entre el medioevo y el presente.

La música clásica surgió tomando elementos de otras tradiciones musicales: la música de la Antigua Grecia, la música de la Antigua Roma (sobre todo por sus contribuciones teóricas) y la música de la Iglesia católica (principalmente el canto gregoriano). Los hitos que definieron su rumbo, sin embargo, fue el descubrimiento y posterior desarrollo de la polifonía, así como el posterior desarrollo de la armonía, la revolución musical conocida como el Ars nova y la evolución de la notación musical, además del estudio de la estética musical. Con la era de los descubrimientos que comenzó en el siglo XV y posterior colonialismo, la música clásica llegó a otros continentes y sufrió una síntesis con las tradiciones musicales de los nuevos territorios. Encontramos expresiones de la música clásica en Estados Unidos (p.ej. Charles Ives), Latinoamérica (p.ej. Alberto

Ginastera, Heitor Villa-Lobos, José Ángel Montero), Asia (p.ej. Tōru Takemitsu, Tan Dun), África y Oceanía, pero que están conectadas a la música clásica de tradición europea.

Desde la antigua Grecia (en lo que respecta a música occidental) existen formas de notación musical. Sin embargo, es a partir de la música de la edad media (principalmente canto gregoriano) que se comienza a emplear el sistema de notación musical que evolucionaría al actual. En el Renacimiento cristalizó con los rasgos más o menos definitivos con que lo conocemos hoy, aunque -como todo lenguaje- ha ido variando según las necesidades expresivas de los usuarios.

PERIODOS HISTORICOS

Existe un sistema de división de la historia de la composición de la música clásica en distintos períodos que es ampliamente aceptado. Las fechas son generalizaciones, ya que los períodos se sobreponen unos a otros. Algunas voces autorizadas subdividen los periodos, la fecha o el género. Sin embargo, debe notarse que estas categorías son arbitrarias; por ejemplo, el uso del contrapunto y la fuga, que es considerada una característica del Barroco, fue continuado por Mozart, a quien se considera un compositor clásico, y por Beethoven, a quien normalmente se le describe como en medio del periodo clásico y romántico; y también por Brahms, quien es clasificado como romántico. De acuerdo con este sistema, las principales divisiones son:

RENACIMIENTO (XV-XVII)

Características:

Música renacentista: Entre 1450 y 1600, hallamos un mayor uso de instrumentos, múltiples líneas melódicas y el uso de los primeros instrumentos graves o bajos.

Representantes: Palestrina, Claudio Monteverdi.

Música barroca: Entre 1600 y 1750. Surge el uso de tonalidades más complejas, en lugar de la modalidad y el contrapunto. Se popularizan los instrumentos de teclado (el clavicémbalo y el órgano).

Representantes: Vivaldi, Bach.

Música clásica: Entre 1730 y 1820, fue una era importante que estableció varias de las normas de composición y estructura. El período clásico también está marcado por la desaparición del clavicémbalo y el clavicordio en favor del nuevo piano, que a partir de ese momento se convirtió en el instrumento predominante para la interpretación en teclado y la composición.

Representantes: Mozart, Haydn.

Música romántica: Entre 1815 y 1910. Período en que se codificó la práctica, se expandió el papel de la música en la vida cultural y se crearon instituciones para la enseñanza, ejecución y conservación de las obras musicales.

Representantes: Beethoven, Schumann, Schubert, Chopin, Liszt, Wagner, Tchaikovsky.

Música moderna: Entre 1905 y 1985. Representó una crisis en los valores de la música clásica y su rol dentro de la vida intelectual, y la extensión de la teoría y la técnica. Algunos teóricos, como Arnold Schoenberg en su ensayo Brahms, el progresivo, insisten en que el Modernismo representa una progresión lógica de las tendencias en la composición del siglo XIX. Otros sostienen un punto de vista opuesto, que indica que el modernismo representa el rechazo o la negación del método de composición clásica.

Representantes: Mahler, Debussy, Schöenberg, John Cage, Philip Glass.

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es una especie de cosecha anual, originaria de Mesoamérica y Sudamérica, sus numerosas variedades se cultivan en todo el mundo para el consumo. El frijol forma parte de lo que se conoce como la trilogía de alimento de la época prehispánica, en este contexto los nahuas llamaban *ayocotl* al frijol, al llegar los españoles se estableció como frisol, que proviene del catalán *fesol*, y éste del latín *phaseolus*, que hacía referencia al conjunto de plantas proveedoras de alimento en forma de leguminosa. Pertenece a la familia de las leguminosas junto con los chicharos, las habas, la soya, los mezquites y los huizaches. Lo que conocemos como frijol es la semilla que se extrae de la vaina ya madura, pues la vaina tierna se llama ejote y normalmente se utiliza como verdura y guarnición. En el mundo se conocen alrededor

de 150 especies de frijoles, de las cuales 50 se encuentran en México con gran variedad de tamaños, colores y requerimientos ecológicos. Por su alto contenido en proteínas y minerales, es básico para la alimentación de la población; ocupa el segundo lugar en importancia después del maíz.

Etapas de desarrollo de la Planta del Frijol Común

V0 –Germinación: Empieza cuando la semilla que se ha sembrado absorbe agua y se hincha.

V1 – Emergencia: los cotiledones del 50% de las plántulas del cultivo aparecen al nivel del suelo.

V2 – Aparición de las hojas primarias: inicia cuando están desplegadas las hojas primarias del 50% de las plantas del cultivo.

V3 – Primer hoja trifoliada: Esta etapa se inicia al desplegarse la primera hoja trifoliada en el 50% de las plantas del cultivo.

V4 – Tercer hoja trifoliada: Cuando el 50% de las plantas del cultivo ha desplegado su tercera hoja trifoliada.

R5 – Prefloración: se inicia cuando en el 50% de las plantas aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos según sea el hábito de crecimiento

R6 – Floración: Cuando está abierta la primera flor en el 50% de las plantas del cultivo

R7 – Formación de las vainas: Después de la fecundación de la flor, la corola se marchita y la vaina empieza a crecer. Cuando aparece la primera vaina en el 50% de las plantas del cultivo se considera iniciada la Etapa R7.

R8 – Llenado de vainas: La Etapa R8 empieza cuando en el 50% de las plantas del cultivo la primera vaina cesa de alargarse y empieza a llenarse debido al crecimiento de las semillas.

R9 – Maduración: Se inicia cuando la primera vaina del 50% de las plantas de un cultivo cambia su color verde por amarillo o pigmentado.

- Hipótesis

Si al cultivo de plantas de frijol se le administran estímulos sonoros, crecerán más que el grupo testigo.

Si a un cultivo se le administra una progresión armónica más estructurada y tonal, crecerá más que con música disonante.

Si la frecuencia sonora es mayor (más aguda), la planta crecerá a menor altura.

METODOLOGÍA

EXPERIMENTO 1

Se sembraron 8 lotes compuestos por 10 cajas de Petri con 3 semillas de frijol bayo cada una, de tal manera que cada lote tuviese 30 semillas. A 7 de ellos se les administró estímulos sonoros con distintas notas de la escala mayor de Do (do, re, mi, fa, sol, la, si) y un grupo de referencia al que no se le aplicó ninguna nota.

Se regaron cada tercer día por 21 días, se midió la longitud del tallo y se compararon los tamaños.

EXPERIMENTO 2

Se sembraron 6 lotes compuestos por 5 cajas de Petri con 5 semillas de frijol bayo cada una, de tal manera que cada lite tuviese 25 semillas. A 5 de ellos se les administraron 3 distintas piezas de distintos compositores (Beethoven, Chopin, Bach, Mozart y Rachmaninoff) y al 6to grupo fue el grupo testigo.

Las piezas utilizadas fueron:

A-Beethoven: Sonata Patética I, Sonata op 273, Sinfonía 5.

B-Chopin: Ballade No. 1 G minor, Nocturne 20 C#m, Polonesa 22 Brillante.

C-Bach: Preludio Suite Am, Violin Concerto D minor, Invención 13 en Am

D-Mozart: Sinfonía 25 Gm, La Flauta Mágica, Sinfonía 40.

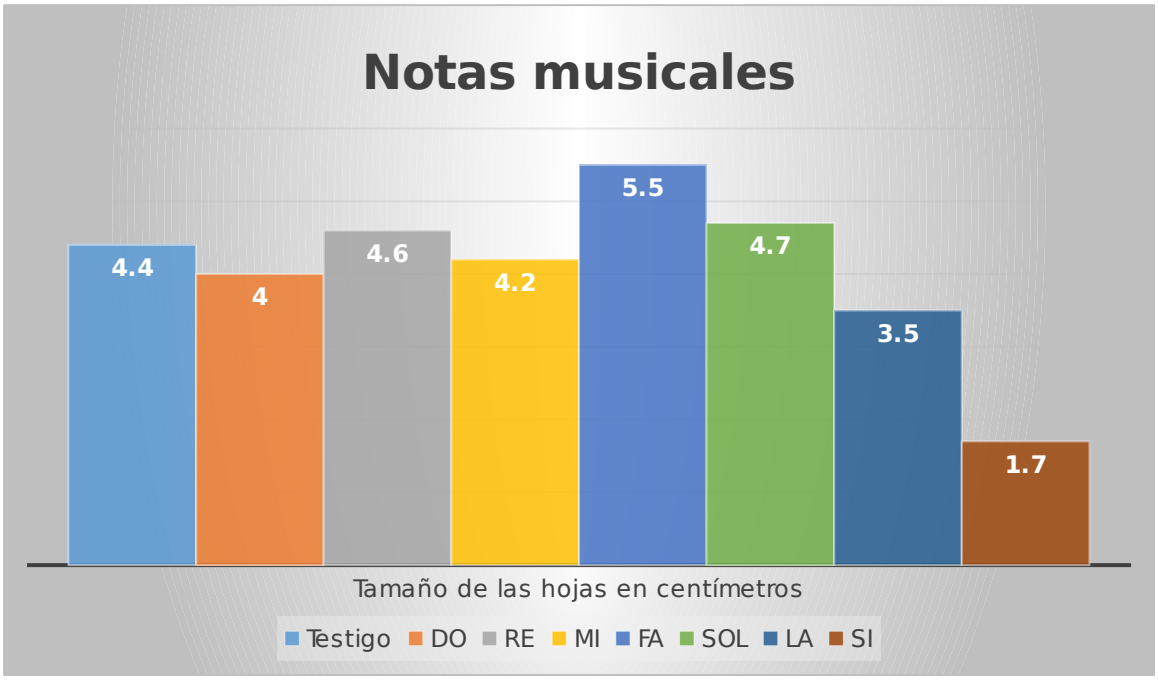
E-Rachmaninoff: Piano Concerto No. 2 (Movimientos I y III), Preludio Op C#.

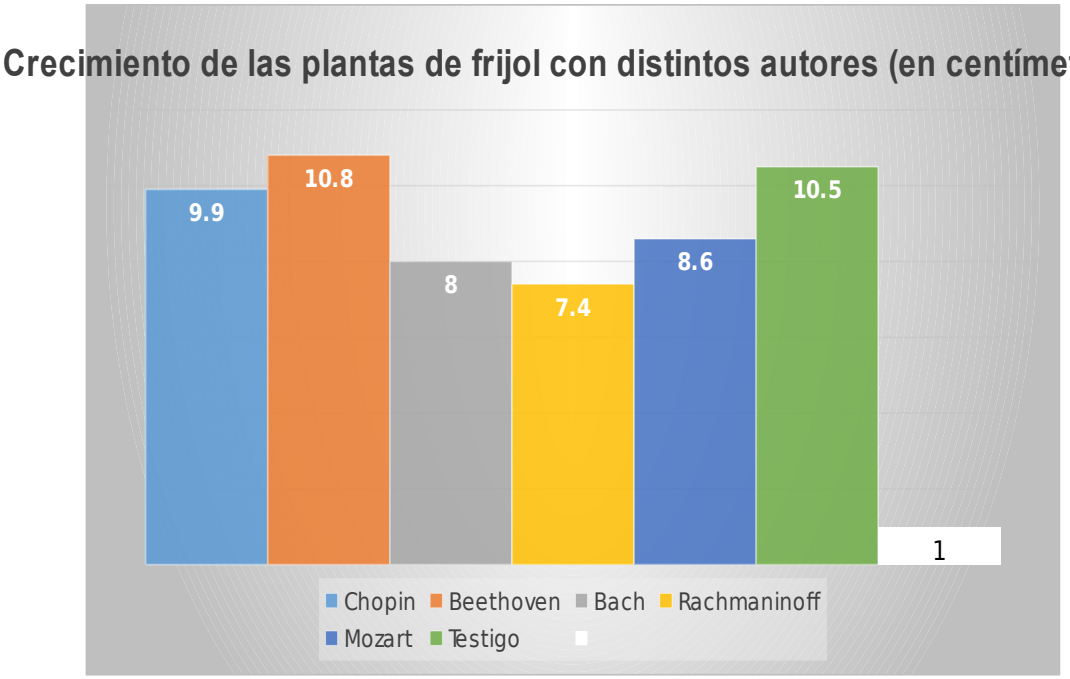
Se regaron cada tercer día por 21 días, se midió la longitud del tallo, el tamaño de las hojas y raíces.

RESULTADOS

Experimento 1:

	Testigo	**Do**	**Re**	**Mi**	**Fa**	**Sol**	**La**	**Si**
Medida de hojas en cm	4.4	4	4.6	4.2	5.5	4.7	3.5	1.7
Tallo	Grueso	Largo y ancho	Largo y ancho	Cortos	Largos	Mediano	Medio y corto	Delgado y corto
Semillas no desarrolladas de 30	10	4	2	6	2	8	15	8
Cantidad de hongos	Muchos	pocos	Pocos	medio	Muy pocos	pocos	muchos	muchos


Notas musicales
4.4
4
4.6
4.2
5.5
4.7
3.5
1.7
Tamaño de las hojas en centímetros
Testigo
DO
RE
MI
FA
SOL
LA
SI


Crecimiento de las plantas de frijol con distintos autores (en centímetros)
9.9
10.8
8
7.4
8.6
10.5
1
Chopin
Beethoven
Bach
Rachmaninoff
Mozart
Testigo

CRECIMIENTO DE TALLOS Y RAÍCES		
	Raíces	Tallos
Chopin Raíces gruesas y abundantes.		
Beethoven Raíces delgadas y abundantes.		
Bach Raíces finas y escasas.		
Rachmaninoff Raíces delgadas y abundantes.		

Mozart Raíces delgadas y escasas.		
Testigo Raíces finas y escasas.		

CONCLUSIONES (PARCIALES)

En el primer experimento, observamos que las notas que presentaron mayor tasa de germinación y altura fueron Do, Re y Fa, mientras que en Si, por ser la nota con mayor frecuencia, germinaron menos y su altura fue considerablemente menor, además los hongos se propagaron más en éste lote.

En el segundo experimento, las plantas de los autores Beethoven, Chopin y Rachmaninoff presentaron mayor tasa de germinación y altura, ya que se les proporcionaron piezas con las tonalidades de las notas que presentaron mejores resultados en el primer experimento, mientras que el cultivo de Mozart fue el que obtuvo los resultados menos favorables, además de que presentó mayor cantidad de hongos, al haber elegido piezas con las tonalidades que presentaron menor tasa de germinación y altura.

Hasta el momento, la tasa de germinación y el crecimiento de las plantas se ha visto influido por la tonalidad de las piezas que se les puso en el segundo experimento, y no fueron afectados por el carácter (mayor o menor) o la estructura armónica (ritmo, carácter emotivo, velocidad), por lo cual, se fundamentan los resultados obtenidos en el primer experimento, en donde las notas Do, Re y Fa resultaron las de mejores

resultados, ya que fueron las que tuvieron más cantidad de frijoles germinados y mayor altura.

Para la presentación del proyecto se analizarán las partituras individualmente para sacar un promedio de las notas predominantes y poder tener conclusiones más precisas.

REFERENCIAS

- Fernández de C., F., Geps, P. y López M. (1986). ETAPAS DEL DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRIJOL COMÚN (*PHASOLEOS VULGARIS L.*). Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Lechón, M. (2008). CARACTERÍSTICAS DE LA MÚSICA RENACENTISTA RELACIÓN HISTÓRICA PLÁSTICA- MUSICA. 17 de diciembre de 2017. Departamento de Plástica y Música. Sitio web: https://sites.google.com/a/usuario.iesrayuela.com/artrayuela-2/renacimiento/caractersticas-de-la-msica-renacentista
- Mulcair, C. (1914). HISTORIA DE LA MÚSICA MODERNA. Barcelona: Sociedad General de Publicaciones Editorial.
- Revista Suma. (2008). MATEMÁTICAS EN LA MÚSICA. 15 de enero del 2018, de Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas Sitio web: http://www.fespm.es/sites/revistasuma.es/IMG/pdf/59/017-021.pdf
- ROLAND, C. (1981). HISTORIA UNIVERSAL DE LA MÚSICA. Paris: Aguilar Editorial.
- Rowel, I. (1999). Introducción a la Filosofía de la Música. Barcelona: Gedisa
- Salvat, M. (1973). MÚSICA CONTEMPORÁNEA. Barcelona: Salvat Editores.
- SUBIRÁ, J. (1947). HISTORIA DE LA MÚSICA TOMO 1. Barcelona: Salvat Editores.

- Kroeze, MSc. (2017). INFLUENCE OF MUSIC ON PLANTS. Octubre 25, 2017, de CANNA Sitio web: http://www.cannagardening.com/influence_of_music_on_plants