

Señales eléctricas de extractos vegetales usados en el tratamiento de afecciones humanas, una revisión

Electrical signals from plant extracts used in the treatment of human diseases, a review

Joaquín Antonio Quiroz Carranza, Citlalli Cantú Gutiérrez

Recibido: el 5 de noviembre de 2019

Aprobado: el 10 de enero de 2020

Resumen

La electrofisiología vegetal es una disciplina científica consolidada, posee un buen soporte teórico, sobre todo en lo que se refiere a las señales eléctricas en plantas vivas. Aún hace falta estudiar las señales eléctricas de los extractos de plantas medicinales y de las diluciones usadas actualmente para el tratamiento de afecciones humanas. En este artículo se revisa la literatura especializada y se describe una sencilla metodología mediante la cual se propone medir el voltaje de las sustancias extractoras previo al proceso extractivo: agua, alcohol y solución hidro-alcóhólica, y posteriormente en los extractos y sus diluciones. Lo anterior para contribuir al entendimiento de los efectos positivos de los extractos de plantas medicinales en la estimulación, inhibición y equilibrio de las función de sistemas, órganos o tejidos animales. Posteriormente habrá que registrar la relación entre la tensión eléctrica de las diluciones y la estimulación de las funciones electrofisiológicas de los sistemas, órganos o tejidos animales, incluido el ser humano.

Palabras clave: Señales eléctricas, extractos vegetales, afecciones humanas

Asociación Red Verde, A.C Carretera Federal 120, 1. Local 108. Col Vista Hermosa, Tequisquiapan, Querétaro, México. CP.76750. Correspondencia: cenciart@yahoo.com.



Abstract

The plant electrophysiology is a consolidated scientific discipline, has a good theoretical support, especially in regard to electrical signals in living plants. It is still necessary to study the electrical signals of medicinal plant extracts and the dilutions currently used for the treatment of human conditions. In this article the specialized literature is reviewed and a simple methodology is developed by means of which it is proposed to measure the voltage of the extracting substances prior to the extractive process: water, alcohol and hydro-alcohol solution, and later on the extracts and their dilutions. The above to contribute to the understanding of the positive effects of extracts of medicinal plants in the stimulation, inhibition and balance of the function of animal systems, organs or tissues. Subsequently, the relationship between the electrical voltage of the dilutions and the stimulation of the electrophysiological functions of the animal systems, organs or tissues, including the human being, must be recorded.

Key words: *Electrical signals, plant extracts, human affections*

Introducción

En la década de 1980 el médico mexicano Eugenio Martínez Bravo desarrolló una terapéutica que denominó microdosis. Esta terapéutica se basa en la aplicación, sobre receptores sensoriales del cuerpo humano (Blasco, 2005), de una cantidad pequeña de tintura vegetal, extracto animal, mineral o fármaco, en una dilución entre mil a 15 mil veces menores que las dosis usuales de infusiones, remedios o fármacos convencionales (Moglia y Castiglione, 2008).

La terapéutica de las microdosis parte del hecho de que todas las células presentan una diferencia de potencial a ambos lados de su membrana, de-

nominada potencial de membrana, la existencia de este potencial confiere a la células la propiedad de excitabilidad. Las neuronas y las fibras musculares, se consideran células eléctricamente excitables, mientras que las células glandulares y epiteliales se consideran células eléctricamente poco excitables (Buño y Araque, 2007). Además de la excitabilidad, las células presentan la propiedad denominada conductibilidad, estas dos propiedades las capacitan para generar y transmitir señales eléctricas (Alfaro, 2005). Así mismo es conocido que los tejidos y órganos animales y vegetales poseen diferentes propiedades eléctricas, las cuales

pueden verse alteradas, por lo que las funciones fisiológicas, cuando se ven comprometidas no se realizan de forma equilibrada (García-Arribas, et al., 2001).

En la actualidad ya es aceptada la existencia de tensión eléctrica en los animales y vegetales, y que dicho potencial direcciona e influye en los procesos biológicos como son la embriogénesis, la regeneración celular y la cicatrización de heridas. La tensión eléctrica pueden ser de origen endógeno o exógeno, la de origen exógeno mejora las características eléctricas endógenas encargadas de los procesos biológicos (Moncada et al., 2010; Moncada et al., 2011a; Moncada et al., 2011b). La estimulación eléctrica y electromagnética ha sido utilizada en diversos tratamientos como diabetes, úlceras, insuficiencia vascular, consolidación de fracturas, circulación y migración de células epiteliales, aumento de la producción de fibroblastos, niveles de colagenasa, disminución de edemas, entre otros (Moncada et al., 2011a).

La conductividad eléctrica en células vegetales se sucede mediante la difusión de iones (K^+ , Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , H^+) (Fromm y Lautner, 2007; Chen et al., 2016) a través de la membrana celular, puesto que los iones muestran una carga eléctrica neta al poseer un número distinto de protones y elec-

trones, por lo que el movimiento neto de iones es un movimiento de cargas que produce una corriente eléctrica (Alfaro, 2005). Lo anterior concuerda con la ley de Ohm que señala que la magnitud de una corriente eléctrica que pasa entre dos puntos es igual al cociente entre la tensión eléctrica o voltaje y la resistencia del conductor por la que atraviesa dicha corriente (López et al., 2016).

Cuando una célula recibe un estímulo apropiado, como puede ser una señal eléctrica de bajo voltaje, manifiesta cambios en la permeabilidad de la membrana, genera potenciales de acción, ocurren procesos de despolarización y repolarización, estos eventos se denominan bioeléctricos. Los procesos bioeléctricos son fundamentales en la comunicación dentro de la planta, entre plantas de la misma especie y de otras especies vegetales, así como entre las plantas y otros organismos no vegetales, como los animales (Witzany, 2008). La estimulación de pulsos eléctricos en una especie vegetal por efecto de la administración de extractos de otras plantas fue registrado por Nakajima et al., (1993), con la aplicación de extractos de *Melia azadirach*, *Astripomea* sp., *Azadirachta indica*, *Solanum* sp. y *Aloe graminícola* sobre *Mimosa pudica*.

Gurovich (2012) explica que un cam-



bio en el potencial de la membrana crea ondas de despolarización la cual afecta membranas de células cercanas, generando un impulso, que se propaga a las células excitables adyacentes. Estas señales eléctricas pueden propagarse a corta o larga distancia en los tejidos del floema vegetal. De acuerdo con Tyler (2017), el potencial eléctrico natural tiene como función contribuir a la curación y regeneración de procesos fisiológicos de los organismos.

Las células nerviosas de los animales y las células del floema en la plantas comparten una propiedad fundamental: poseen membranas excitables a través de las cuales se pueden propagar los potenciales de acción (Volkov, 2006). Por otra parte se reconoce ampliamente que las plantas poseen memoria sensorial a corto y largo plazo, incluida la transgeneracional. En contraste con las señales químicas como las hormonas, las señales eléctricas son capaces de transmitir información rápidamente a grandes distancias; los potenciales eléctricos han sido medidos a nivel de tejido y de planta entera (Volkov et al., 2008). Como se mencionó, las plantas poseen memoria, es decir la capacidad de almacenar el estado de un sistema en un momento dado y acceder a esta información en un momento posterior (Marder, 2013;

Volkov, 2018). Esta memoria es regulada por voltaje y se ha observado en semillas, partes vegetativas, flores y frutas (Volkov, 2018).

De esta forma y de acuerdo con la hipótesis de Martínez (2013), el recorrido, en el cuerpo humano, de las señales eléctricas generadas por las diluciones de plantas medicinales denominadas microdosis comienza en las papilas gustativas de la lengua, de allí pasa, a través de las inervaciones subepiteliales, a la médula espinal, donde el estímulo es conducido al hipotálamo y la corteza cerebral, desde donde es dirigido al órgano, tejido o sistema correspondiente denominado punto efector o blanco. De esta forma, de acuerdo con dicha hipótesis, la aplicación de microdosis estimula, inhibe o equilibra la función del sistema, órgano o tejido involucrado.

Las diluciones o microdosis aplicadas sobre los receptores gustativos, excitan patrones electrofisiológicos específicos, debido a las señales eléctricas de las especies vegetales de origen y generan una respuesta que estimula, inhibe o equilibra las funciones orgánicas eliminando dolencias y males.

En este sentido existe evidencias experimentales como las mencionadas por Moghaddasi et al., (2017) quienes observaron mejorías significativas en los patrones electrofisiológicos de ar-

terias de rata con la aplicación oral de aceite de oliva. Dimpfel et al., (2018), observaron mejoras en la electrofisiología del hipocampo y sus efectos en la memoria de largo plazo mediante la ingesta de *Rhodiola rosea*. Por su parte Asuqui et al., (2013) verificaron el efecto positivo de extracto alcohólico de *Spondias mombin* sobre la pituitaria, útero y ovario de ratas; Malin, (2011), llama la atención sobre las propiedades electrofisiológicas de *Centella asiática*, *Zizyphus Mauritania*, *Myristica fragrans* y *Mitragyna speciosa* como plantas medicinales con potencial para tratar afecciones del sistema nervioso central y periférico. Al-Awar y Al-Eriani (2017) observaron efectos significativamente positivos sobre los patrones eléctricos de cuatro áreas del cerebro de conejos aplicando extracto alcohólico de hojas de *Catha edulis*. Punnea et al., (2017) observaron efectos en la electrofisiología del intestino de ratones con la aplicación de extractos etanólicos de baja concentración de mirra (*Commiphora sp.*), manzanilla (*Chamomilla sp.*) y café (*Coffea arabiga*). Savtschenko et al., (2013) reporta los efectos positivos de preparaciones acuosas de *Leonorus cardiaca* sobre los patrones electrofisiológicos del corazón. Weerateerangkul et al., (2013) mencionan los efectos positivos sobre la electrofisiología del fe-

nómeno de la disfunción eréctil evitando daños por el uso del sildenafil. Ritter et al., (2010) reportan los efectos electrofisiológicos en el corazón por el uso de extractos refinados de *Leonorus cardiaca*.

Los receptores gustativos, sitio de recepción de las microdosis, se encuentran distribuidos en distintas áreas de la lengua y presentan cuatro tipos de células: las de tipo I o de soporte, las de tipo II que presentan vellosidades, las de tipo III presentan vesículas sinápticas, las cuales hacen conexión con las fibras nerviosas y las tipo IV, se denominan progenitoras. Las células de la lengua aunque no son de origen nervioso sino epitelial, es decir eléctricamente poco excitables, están inervadas por fibrillas en su extremo basal, provenientes de un plexo nervioso subepitelial, por ello cuando se aplica un sustancia estimulante en éstas se provoca una pérdida del potencial de membrana, es decir ocurre una despolarización. Las aferencias o trasmisiones gustativas van de la lengua al tronco encefálico y hacen sinapsis con el bulbo raquídeo y de allí parten hacia el hipotálamo (Morales et al., s/f).

Las señales eléctricas se transmiten, a través de las membranas celulares, de un lugar a otro del cuerpo. Estas señales son cambios breves e intensos del potencial de la membrana celular



que se propagan y reciben el nombre de impulsos nerviosos o potenciales de acción (Blasco, 2005), los cuales ocurren, en las plantas, a una velocidad de entre 0.05 cm/s a 40 m/s (Volkov y Brown, 2006). Para la clasificación de las señales eléctricas vegetales Chen et al., (2016) desarrollaron un algoritmo matemático utilizando parámetros como son la actividad, la movilidad y la complejidad, esto con base en los resultados obtenidos de mediciones en plantas vivas, pero no se han medido en extractos vegetales acuosos, alcohólicos o hidro-alcohólicos ni la explicación del estímulo eléctrico generado en el cuerpo humano y sus respuestas terapéuticas. Lo anteriormente explicado sucede porque cada especie vegetal posee parámetros eléctricos específicos reconocidos incluso por sus polinizadores (Callier, 2016, Gómez, 2016). Las señales eléctricas presentes en células y tejidos vegetales se han estudiado, más intensivamente desde 1966 y se ha evidenciado que contribuyen a regular una variedad de respuestas fisiológicas en los vegetales como son la elongación, la respiración, la adquisición y transporte de agua, entre otros (Sibaoka, 1966; Pickard, 1973; Shiina y Tazawa, 1986; Dziubinska et al., 1989; Davies et al., 1991, citados por Fromm et al., 1995). Gurovich (2012) señala que la razón

por la cual las plantas desarrollan vías de transmisión eléctricas está relacionada con su necesidad de responder rápidamente a los factores estresantes del ambiente. El patrón de señales eléctricas es específico para cada especie vegetal, aunque es influido por la edad de la planta, la altura, su estado fisiológico y las condiciones del microambiente del sitio de crecimiento (Hutchinson & Matt, 1977; Stoutjesdijk & Barkman, 1992; Ksenzhek et al., 2004; Volkov y Brown, 2006; Gómez, 2016).

Las plantas producen un amplio rango de fitoquímicos, muchas de estas moléculas son neuroreguladores en animales, incluidos los humanos. Por ejemplo la melatonina es un compuesto asociado con los ritmos circadianos de muchos organismos, incluidas las plantas, su mayor concentración está localizada en el floema y se ha sugerido que su acción está centrada en procesos electroquímicos; por su parte el glutamato vegetal tiene todas las características del glutamato de los receptores animales (Gurovich, 2012).

Considerando que los patrones eléctricos en la fisiología vegetal y animal son un hecho confirmado, y que estos patrones comunican señales que contribuyen al comportamiento fisiológico, la memoria y la comunicación de las plantas, incluida la trans-genera-

cional, y que se ha identificado concordancia entre patrones eléctricos vegetales y animales, es necesario verificar cuantitativamente los patrones eléctricos de los extractos y diluciones de plantas medicinales usados en el tratamiento de afecciones en humanos, porque como todo proceso de conocimiento, el uso, la aplicación y la validación de las respuestas de los beneficios de las diluciones de extractos vegetales denominados microdosis atraviesa un momento de controversia. Hay quienes niegan su validez, pero como todo proceso innovador requiere del análisis, la discusión y verificación de resultados. En este sentido hay dos vertientes de verificación: la cualitativa y la cuantitativa, la primera puede ser estimada mediante la percepción subjetiva del beneficio obtenido, de acuerdo con los parámetros o síntomas identificados por quien padece la afección, como pueden ser dolor, inflamación, cansancio, entre otros, antes y después de la ingesta de microdosis. Estos resultados ya reconocidos empíricamente, pero no documentados, han sido cuestionados señalando el efecto placebo, aunque al incrementar la muestra de pacientes y el registro de evidencias y obteniendo resultados similares en tiempo de respuesta, intensidad y proceso curativo, la validez perceptual se puede fortalecer.

La verificación cuantitativa implica necesariamente la generación de conocimiento sobre diversos tópicos, uno de ellos es la identificación de patrones eléctricos en los extractos y diluciones de especies vegetales medicinales y su potencial efecto sobre los patrones eléctricos de órganos, tejidos o sistemas del cuerpo humano o animal.

Como se mencionó existen células eléctricamente excitables y no excitables, las excitables abren y cierran canales de iones. En ambos tipos de células el potencial de la membrana posee un valor estable, denominado potencial de reposo, el cual se encuentra caracterizado por la ausencia de fluctuaciones, este potencial de reposo varía entre -20 milivolts (mV) a -200 mV, de acuerdo con el tipo de célula (Gurovich, 2012). Muchas de las células del cuerpo humano funcionan adecuadamente en un ambiente de -20 a -25 milivoltios (mV), esto equivale a un pH de 7.35 a 7.45. Para repararse y curarse requieren un ambiente de -50 mV, es decir un pH de 7.88. Cada órgano, tejido o fluido del cuerpo humano posee un pH y una tensión eléctrica (mV) determinados, como se muestra en el Tabla 1.



Órgano / secreción	pH	Tensión eléctrica (mV)
Bilis	7.8	-45.71
Cerebro	7.1	-5.71
Corazón	7.0-7.4	0 / -22.86
Hígado	7.2	-11.43
Hueso	7.4	-22.86
Intestino delgado	7.5-8.0	-28.57 / 57.14
Músculo esquelético	6.9-7.2	5.71 / 11.43
Orina	4.5-8.0	142.86 / -57.14
Saliva	6.0-7.4	57.14 / -22.86
Sangre arterial	7.4-7.45	-22.86 / -25.71
Sangre capilar	7.35-7.4	-20 / -22.86
Sangre venosa	7.3-7.35	-17.14 / -20
Secreción gástrica	1.0-3.5	342.86 / 200
Secreción pancreática	8.0-8.3	-57.14 / -74.29

Fuente: Vázquez, C. E. y Rojas, P.T.G. (2016)

Tabla 1. Valores de pH y tensión eléctrica en diferentes órganos y secreciones

Actualmente la terapéutica denominada microdosis recomienda el uso de las diluciones de tinturas vegetales, extractos animales y de fármacos con base en la información sistematizada de la herbolaria tradicional y científica. En este artículo se propone un sencillo procedimiento metodológico para caracterizar la tensión eléctrica (mV) de las tinturas vegetales y sus diluciones, y entender si existen variaciones entre especies y si este patrón eléctrico pudiera estar asociado con el de órganos y secreciones animales, incluido el ser humano, lo que en su momento podría estudiarse, estimarse y contribuir a responder ¿cómo el voltaje de la dilución de extracto vegetal, animal o farma-

cológico, estimula, inhibe o equilibra la función de los sistemas, órganos o tejidos para promover su reparación y curación? como se ha observado empíricamente.

Es necesario verificar la existencia de patrones eléctricos en las diluciones de extractos de plantas medicinales usadas bajo la denominación general de microdosis, actualmente aplicadas, de forma tradicional y popular, en el tratamiento de afecciones y dolencias diversas, para comprender la relación entre las frecuencias eléctricas de cada planta medicinal y su relación potencial con la del órgano o tejido blanco. El procedimiento general, para la verificación cuantitativa de la tensión eléctrica de los extractos y diluciones de plantas medicinales que se propone se describe a continuación:

Materiales y métodos

Colectar o adquirir plantas frescas de las especies medicinales seleccionadas. De cada una preparar un ejemplar para su depósito en el herbario correspondiente con su respectivo voucher.

Medición de la tensión eléctrica (mV) de soluciones de extracción

Considerando el protocolo general de preparación de las diluciones denominadas microdosis, se requiere hacer la medición de los patrones eléctricos de las soluciones de extracción, que son: alcohol etílico de caña o grano al 96%, agua purificada no destilada y soluciones hidroalcohólicas al 80% y 30% respectivamente, a las cuatro soluciones se les debe medir la tensión eléctrica con un medidor de voltaje en milivoltios (mV), para identificar las variaciones provocadas a las soluciones por las plantas medicinales durante el proceso extractivo, una vez realizadas las extracciones acuosas, etílicas y las correspondientes diluciones o microdosis. Todas las mediciones se realizarán en el laboratorio a temperatura ambiente registrándose en triplicado y reportando el dato promedio de cada especie.

Preparación de las plantas en fresco

Se troza cada una de las especies seleccionadas y se colocan 3 gramos de cada una de ellas en tres recipientes (n=3) y se les adiciona agua caliente (aproximadamente 90 ° C).

Secado de las plantas

El resto del material vegetal se pesa y se deshidrata a temperatura ambiente, protegido de la luz solar, hasta que alcance un peso constante, como se realiza bajo el método tradicional.

Molido

Del material deshidratado se tritura 100 gramos en un molino de cuchillas, de cada una de las plantas, hasta su total disgregación, se somete a un cribado para retirar las secciones que no se hubieran molido y tener un material homogéneo.

Pesado de muestras

Se pesan 3 muestras (n= 3) de 3 gramos de material deshidratado, de cada especie, en una balanza digital. Las muestras deshidratadas se colocan en frascos de vidrio y se rotulan con el nombre de cada una de las especies señalando el número de réplica.



Preparación de infusiones y extractos

A las tres muestras de cada una de las especies, en fresco, se les agrega 30 ml de agua purificada caliente (aproximadamente 90 ° C), se deja reposar por un periodo de 60 minutos. A las tres muestras deshidratadas de cada especie se les adiciona 30 ml de alcohol etílico al 80% y se les deja macerar durante 15 días, agitando los frascos durante un minuto diariamente. De cada muestra acuosa y alcohólica se toma un mililitro al cual se le añaden 29 ml de una solución hidroalcohólica al 30% y se mezclan.

Medición de la tensión eléctrica (mV) de extractos y diluciones

A las muestras a las que se les adiciona agua caliente se les mide la tensión eléctrica (mV), pasados 60 minutos. A las muestras que se les adiciona alcohol etílico al 80% se les mide la tensión eléctrica al final del periodo de maceración, es decir después de 15 días. Y a las muestras preparadas en forma de microdosis se les mide inmediatamente después de su preparación, es decir a los 60 minutos para las muestras frescas y a los 15 días para las deshidratadas. En todos los casos la tensión eléctrica (mV) se registra usando el equipo correspondiente. Existen en el mercado algunos con un rango de -1999 a 1999 mV.

Análisis de la información

Los datos de tensión eléctrica (mV) obtenidos de cada una de las muestras y tratamientos se almacenan en una hoja de cálculo Excel y se obtiene la media aritmética, la desviación estándar de cada especie, así como el coeficiente de variación.

Análisis de Resultados

Los datos de tensión eléctrica (mV) de cada una de las especies preparadas serán: a) con agua purificada caliente, b) maceración por 15 días en alcohol etílico al 80% y c) en forma de microdosis (dilución al 30%), de las dos condiciones en fresco y deshidratadas, mismos que se almacenarán en un base de datos Excel. Se obtiene la media aritmética, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Con estos datos se forman grupos de similitud. La comparación de medias entre grupos se realiza mediante ANOVA de una vía y la subsecuente prueba de Tukey usando SPSS statistics. El valor de $p < 0.05$ se considerará como significativo.

Discusión

El desarrollo de un procedimiento metodológico para verificar cuantitativamente la tensión eléctrica de

tinturas y diluciones de plantas medicinales, lo cual no se ha realizado hasta la fecha, implica necesariamente que este sea claro y repetible. Los procedimientos electrofisiológicos se han llevado a cabo en plantas y animales vivos de forma invasiva usando electrodos, no hay referencias sobre la medición de señales eléctricas de extractos vegetales usados en afecciones humanas, pero sí de sus efectos sobre ciertos patrones electrofisiológicos de animales como en Moghaddasi et al., (2017), Dimpfel et al., (2018), Asuqui et al., (2013), Malin, (2011) y Al-Awar y Al-Eriani (2017) y en plantas como en Nakajima et al., (1993).

Por lo anteriormente mencionado es necesario iniciar registrando la tensión eléctrica (mV) de las soluciones de extracción usadas normalmente en la elaboración de extractos y sus diluciones como se hace de forma tradicional y popular, posteriormente se mide la tensión eléctrica de los extractos acuoso, alcohólico al 80% e hidro-alcohólico al 30% (en forma de microdosis) de las plantas medicinales recomendadas por la herbolaria tradicional. De esta forma se conocerán las variaciones causadas a la tensión eléctrica de las soluciones de extracción, por parte de las plantas medicinales y las diferencias en el extracto acuoso, alcohólico al 80% e hidro-alcohólico al 30%, así como entre las diversas plantas medicinales.

Conclusiones

Los resultados obtenidos de tensión eléctrica (mV) de soluciones extractoras serán tensión eléctrica de: a) extracto acuoso, b) alcohólico al 80% e c) hidro-alcohólico al 30%, así como de las diluciones de diferentes plantas medicinales. Las diferencias encontradas se deberán a la influencia de las especies vegetales utilizadas (Ndhlala, et al., 2010). Posteriormente será necesario evaluar detalladamente el impacto de las diluciones hidro-alcohólicas de las plantas medicinales (microdosis) en sujetos con alteraciones electrofisiológicas en órganos o tejidos, registrando las alteraciones previas y después de la aplicación de la dilución, con base en la terapéutica propuesta por el médico mexicano Eugenio Martínez Bravo, que aunque se conocen resultados empíricos positivos, es necesaria su registro documental, esto se puede hacer posteriormente para correlacionar la tensión eléctrica de la dilución del extracto vegetal y su efecto para estimular, inhibir o equilibrar la función de los sistemas, órganos o tejidos para promover su reparación y curación .



Referencias

Al-Awar, M. S. A. y A. Y. Al-Eriani M. 2017. Effect of the ethanolic extrac of *Catha edulis* leaves on the electrical activity on some brain centers of male rabbits. *Int. Biol. Biomed. J.* 3 (3): 133-137. <http://ibbj.org/article-1-121-fa.pdf>

Alfaro, V. 2005. El potencial de membrana. Potenciales de reposo. Potenciales electrotónico y local. En: *Fisiología animal*. (Eds.) Teresa Pages, Josefina Blasco y Luis Palacios. Textos docentes. Universidad de Barcelona. pp. 17-22. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=WcUUNQv2LtkC&oi=fnd&pg=PA29&dq=quimiorreceptores+gustativos&ots=HVg5p4FmzN&sig=Hd6Y_Ke12898mz396V3hFHN7-zQ#v=onepage&q=quimiorreceptores%20gustativos&f=false

Asuquo, O. R.; O. O. K, Oko; E. S. Brownson; G. B. Umoetuk & I. S. Utin. 2013. Effects of ethanolic leaf extrac of *Spondias mombin* on the pituitary-gonadal axis of female Wistar rats. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 2 (3):169-173. [https://doi.org/10.1016/S2305-0500\(13\)60141-4](https://doi.org/10.1016/S2305-0500(13)60141-4)

Blasco, J. 2005. Los tejidos excitables. El potencial de acción: origen y propagación. En: *Fisiología animal*. (Eds.) Teresa Pages, Josefina Blasco y Luis Palacios. Textos docentes. Universidad de Barcelona. pp. 29-33. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=WcUUNQv2LtkC&oi=fnd&pg=PA29&dq=quimiorreceptores+gustativos&ots=HVg5p4FmzN&sig=Hd6Y_Ke12898mz396V3hFHN7-zQ#v=onepage&q=quimiorreceptores%20gustativos&f=false

Buño, W. & A. Araque 2007. Propiedades eléctricas de las células excitables. En: *Maestría en neurociencia y biología del comportamiento*. Sección II. Características de los componentes celulares del tejido nervioso. Instituto Cajal. CSIC. Madrid, España. 147-173.

Callier, V. 2016. Video: How bees sense a flower's electric field. <https://www.sciencemag.org/news/2016/05/video-how-bees-sense-flower-s-electric-field>.

Chen Y.; D. J. Zhao, Z. Y. Wang, Z. Y. Wang, G. Tang & L. Huang. 2016. Plant electrical signal classification based on waveform similarity. *Algorithms* 9: 70; DOI:10.3390/a9040070.

Dimpfel, W.; L. Schombert & A. G. Panossian, 2018. Assessing the quality and potential efficacy of comercial extracts of *Rhodiola rosea* L. by analyzing the Salidroside and Rosavin content and the electrophysiological activity in hippocampal long-term potentiation, a synaptyc model of memory. *Frontiers in Pharmacology* Vol. 9 Article 425. Pp. 11. ps://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/issues/305167/

Fromm, J; M. Hajirezaei & I. Wilke 1995. The biochemical response of electrical signaling in the reproductive system of *Hibiscus* plant. *Plant Physiology* 109:375-384. DOI.org/10.1104/pp.109.2.375

Fromm J. & S. Lautner. 2007. Electrical signals and their physiological significance in plants. *Pant, Cell and Environment* 20:249-257. DOI.org/10.1111/j.1365-3040.2006.01614.x

García-Arribas, O.; M. Pérez-Calvo; S. Muñoz; J. M. Escribiano; J. M. Miranda; M. Sancho; J. L. Sebastián; L. P. Rodríguez; J. A. Garrido & R. Ribas. 2001. Determinación de la permitividad y conductividad eléctricas a la frecuencia de microondas de varios tejidos de ratas tratadas con cadmio. *Anal. Real. Acad. Farm.* 67:15-25.

Gómez H., K. B. 2016. Electrofisiología y termoelectricidad en sistemas vegetales. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Fisicoquímica. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida, Departamento de Física Aplicada. Mérida. Pp. 56

Gurovich, L. A. 2012. Electrophysiology of Woody plants. En: *Electrophysiology-From plants to heart* (Eds. Saeed Orai), InTech. Pp. 1-24. <http://www.intechopen.com/books/electrophysiology-from-plants-to-heart/plant-electrophysiology>

Hutchinson, B.A. & D.R. Matt, 1977. The distribution of solar radiation within a deciduous forest. *Ecological Monographs* 47:185-207.

Ksenzhek, O.; S. Petrova & M. Kolodyazhny 2004. Electrical properties of plant tissues. Resistance of a maíz leaf. *Bulg. J. Plant Physiol.* 30(3-4):61-67

López, H. E.; J. C. López de la Cruz & H. Solís. 2016. La electricidad y la electrónica como base para la electrofisiología y la biofísica de membranas. *Archivos de neurociencias.* 21 (4):22-35.



Malin, A. J. 2011. Interesting Asian Plants: Their compounds and effects on electrophysiology and behaviour. *Malaysian Journal of Medicinal Sciences*. 18 (4):1-4.

Martínez, B. E. 2013. Microdosis fácil y bien. Conforme al método original del Dr. Eugenio Martínez Bravo.

Marder, M. 2013. Plant intelligence and attention. *Plant signaling & Behavior* 8 (5):1-5.

Moglia, J. C. & M. C. Castiglione, 2008. Microdosis de plantas medicinales: una alternativa para la utilización sustentable de los recursos vegetales del Bosque Chaqueño. *Quebracho- Revista de Ciencias Forestales* 15:64-67.

Moghaddasi, M.; M. Taati; H. Noroozi; S. B. Lirgeshasi; S. Pourkhodad; B. Delfan & A. Nazari, 2017. The effects of olive leaf extract administration on the cerebral hypoperfusion-induced electrophysiological alterations in rat heart. *Herbal Medicines Journal* 2(3): 105-113.

Morales P. J. M.; E. M. Mingo S. & M. A. Caro G. s/f. *Fisiología del Gusto*. Libro Virtual de Formación ORL. Pp. 1-8

Moncada A., M. E.; J. A. De la Cruz S. & C. R. Pinedo J. 2011a. Los campos bioeléctricos y algunas aplicaciones médicas-Revisión. *Revista Ingeniería Biomédica* 5 (9): 50-59.

Moncada A., M. E. & J. de la Cruz. 2011b. La actividad electrodérmica-Revisión. *Ingeniería e Investigación* 31(2):143-151.

Moncada A., M. E.; M. P. Saldarriaga; A. F. Bravo & C. R. Pinedo. 2010. Medición de la impedancia eléctrica en tejido biológico-Revisión. *Revista Tecnológicas* 25:51-76.

Nakajima, S.; Ch. Aoki; M. Okamoto; N. Baba & J. Iwasa. 1993. Electrical pulse generation from *Mimosa pudica* by administering other plant extracts. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 57:11, 1976-1977, DOI: 10.1271/bbb.57.1976

Ndhlala, A. R.; M. Moyo & J. V. Staden. 2010. Natural antioxidants: Fascinating or mythical biomolecules?. *Molecules* 15: 6905-6930. doi:10.3390/molecules15106905

Pumnea T.; A. Sibaev; B. Lipowicz & M. Storr. 2017. The herbal extracts of myrrh, chamomile and coffee charcoal modulate intestinal neurotransmission and motility in murine small intestine. *EC Gastroenterology and Digestive System* 4.1: 15-30.

Ritter M.; K. Melichar; S. Strahel; K. Kutcha; J. Schulte; L. Sartiani; E. Cerbai; A. Mugelli; F. W. Mohr; H. W. Rauwald & S. Dhein. 2010. Cardiac and electrophysiology effects of primary and refined extracts from *Leonorus cardiaca*. *Planta Medica* 76(6):572-582. DOI: 10.1055/s-0029-1240602.

Stoutjesdijk, P. H. & J. J. Barkman 1992. Microclimate, vegetation and fauna. Oplus Press AB, Knivsta, Sweden. Pp. 215.

Savtschenko A.; S. Dhein & H. W. Rauwald. 2013. The antiarrhythmic effects of lavandulifolioside and ferulic acid from *Leonorus cardiaca* on cardiac electrophysiology. *Zeitschrift für Phytotherapie* 34:25. DOI: 10.1055/s-0033-1338227

Tyler, S. E. B. 2017. Nature's electrical potential: a systematic review of the role of bioelectricity in wound healing and regenerative processes in animal, humans, and plants. *Frontiers in physiology* 8, 627. DOI. 10.3389/fphys.2017.00627

Vázquez, C. E. y Rojas, P.T.G. 2016. pH: Teoría y 232 problemas. Departamento de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa. Pp. 152

Volkov, A. G. & C. L. Brown 2006. Electrochemistry of plant life. En: *Plant electrophysiology. Theory and methods* (Ed.) Alexander G. Volkov. Springer. The Netherlands. Pp. 437-457.

Volkov, A. G.; H. Carrell; T. Adesina; V. S. Markin & E. Javanov. 2008. Plant electrical memory. *Plant Signaling & Behavior* 3:7:490-492.



Volkov, A. G. 2018. Memristors and electrical memory in plants. En: Memory and learnig in plants. Signaling and communication in plants (Eds.) Baluska F., Gagliano M., Witzany. Pp. 139-161

Weerateerangkul P.; S. Surinkaew; S. C. Chattipakorn & N. Chattipakorn. 2013. Effect of *Kaempferia parviflora* Wall. Ex. Baker on electrophysiology of the swine hearts. *Indian Journal of Medical Research* 137:156-163.

Witzany, G. 2008. The biosemiotics of plant communication. *The American Journal of Semiotics* 24 (1-3):39-56