

Concentración de pH en hojas de cultivares clónales de jocote (*Spondias purpurea* L.) en el Arboretum Alain Meyrat de la Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua

Concentration of pH in leaves of clones cultivars of Jocote (*Spondias purpurea* L.) in the Arboretum Alain Meyrat of the Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua

Francisco Giovanni Reyes Flores¹, Ernesto Ramón Tunnermann G.¹, Rosa María Reyes Pérez¹, Agnes Marjorie Vindell Blandón², Tania Patricia Ochoa Aguirre².

¹ Docentes investigadores de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA), Universidad Nacional Agraria

² Graduados de la Carrera de Ingeniería Forestal – FARENA



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la concentración de pH en los foliolos de 17 cultivares clónales de *Spondias purpurea* L., ubicados en el Arboretum Alain Meyrat de la Universidad Nacional Agraria. La metodología utilizada se desarrolló en diversos momentos: recolección del material vegetativo, selección de 20 hojas de cada cultivar clonal en buen estado (sanas, verdes y completas), pesaje de la masa verde de los foliolos separándolos del raquis rotulados con según cultivar clonal. Para la determinación de la concentración de iones H⁺ (pH) se procedió a recortar los foliolos y el raquis, utilizando estandarizadamente 3g de cada muestra, mismas que se maceraron con un mortero de porcelana hasta obtener materia molida. Seguidamente se determinó en forma cualitativa la solubilidad de los foliolos, haciendo uso de solventes como el agua (H₂O), benceno (C₆H₆), etanol (CH₃-CH₂-OH), y tetracloruro de carbono (CCl₄), utilizando 3ml de cada solvente. Se empleó un pHmetro para determinar la concentración de iones H⁺ de las muestras antes y después del uso de solventes. Se observó que el cultivar San Franciscano posee mayor concentración de iones H⁺, por tanto mayor acidez, manteniendo ese comportamiento en todos los solventes empleados, al igual que el raquis seco. Este resultado permitió concluir que la presencia de ácidos orgánicos es alta y, por tanto, la especie es fitoquímicamente recomendable para la elaboración de infusiones. Lo que respecta a los foliolos secos, el cultivar Cocer obtuvo la mayor acidez.

Palabras clave: arboretum, cultivar, filiolos, infusiones, acidez.

ABSTRACT

This research aims to determine the concentration of pH in the leaflets of 17 clonal cultivars *Spondias purpurea* L., located in the Arboretum Alain Meyrat of the National Agrarian University. The methodology used was developed at various times, such as the collection of plant material, selection of 20 sheets of each clonal cultivar in good condition (healthy, green and full), weighing using a balance of the green mass of leaflets separating them rachis which were labeled with the name of each clonal cultivar. Regarding the determination of the concentration of H⁺ ions (pH) proceeded to cut the leaflets and the rachis, standard fashion using 3g of each sample were macerated with same as a porcelain mortar until ground matter. Then determined qualitatively solubility of the leaflets, using solvents such as water (H₂O), benzene (C₆H₆), ethanol (CH₃-CH₂-OH) and carbon tetrachloride (CCl₄), using 3ml of each solvent. A pH meter was used to determine the concentration of H⁺ ions (pH) of the samples before and after the use of solvents. It was observed that the growing San Franciscano has a higher concentration of H⁺ ions, thus increasing acidity, maintaining this behavior in all solvents used, like dry rachis; This result led to the conclusion that the presence of organic acids is high and therefore the species is phytochemically recommended for the preparation of infusions. Regarding dry leaflets, Cook cultivar had the highest acidity.

RECURSOS NATURALES

El potencial de hidrógeno (pH), en su determinación y control es de gran importancia en las industrias de alimentos, en la utilización y control de microorganismos y enzimas; en la clarificación y estabilización de jugos de frutas y vegetales y de productos fermentados de frutas y cereales; en la producción de mermeladas y jaleas cuya textura está determinada por la concentración del ion hidrógeno (Phillips *et al.*, 2000). Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y la estabilidad de los mismos. Los valores de acidez pueden ser muy variables, en el caso de las frutas, varían desde 0.2 a 0.3%, en manzanas de poca acidez hasta de 6% en el limón (al ácido cítrico puede constituir hasta 60% de los sólidos solubles totales de la porción comestible). Los ácidos predominantes en frutas son: cítrico (en la mayoría de las frutas tropicales), el málico (manzana) y el tartárico (uvas y tamarindo). (García y Teyon, 1993).

Uno de los principales componentes de la hoja de *Spondias purpurea* L, es la Vitamina C o Ácido Ascórbico ($C_6H_8O_6$). Químicamente, este es un compuesto orgánico hidrosoluble de seis átomos de carbono relacionado con la estructura química de la glucosa ($C_6H_{12}O_6$). Su papel biológico principal es el de actuar como cofactor en diversas reacciones enzimáticas que tienen lugar en el organismo. El ácido ascórbico actúa como coenzima de las hidroxilasas de prolina y lisina (aminoácidos), encargadas de hidroxilar la lisina y prolina en el protocógeno, modificación necesaria para que éste pueda formar los enlaces cruzados y así formar las fibrillas de colágeno.

En Nicaragua, existe una gran riqueza en plantas de diferentes especies, diversidad de utilidad y por ende el aprovechamiento económico. En este sentido, es importante destacar las plantas de fruticultura, como el jocote (*Spondias purpurea* L). Según Baraona (2000), es una fruta muy popular entre la población del trópico, pero poco cultivada comercialmente. Algunos estudios fitoquímicos y bromatológicos demuestran la presencia de nutrientes esenciales en las folíolos de jocote, con alto potencial en el tratamiento de ciertas patologías.

La información científica generada en este trabajo de investigación se orienta a difundir en diferentes sectores sociales las grandes aplicaciones que poseen los cultivares clonales a partir de la determinación del pH en los folíolos de los 17 cultivares de *Spondias purpurea* L. En Nicaragua existe muy poca información sobre la especie, sin embargo, esta información ha dado evidencia que es una fruta de fácil propagación y con un potencial económico rentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El Arboretum de la Universidad Nacional Agraria, es un espacio natural que está dedicado principalmente al cultivo, cuidado y conservación de árboles, arbustos y otras plantas de interés científico, para formar colecciones vivas de plantas arbóreas, con la inten-

ción de estudiarlos científicamente (Bustillo y Peña, 2012). El clima predominante es de Sabana Tropical (Aw) según clasificación de Koppen. Este clima, se caracteriza por presentar una marcada estación seca de cuatro a cinco meses de duración.

Recolección del material vegetativo. Se realizó un recorrido en el Arboretum Alain Meyrat de la Universidad Nacional Agraria, lugar donde se encuentran la plantación de 17 cultivares clonales. La muestra estuvo conformada por 20 hojas de cada cultivar clonal considerando las siguientes condiciones: hojas verdes, sanas y completas. Se utilizó una tijera podadora de mano y las muestras fueron empacadas en sobres de papel previamente rotulados.

Pesado de la muestra. Una vez colectadas las muestras, se cortaron y separaron los folíolos del raquis, determinándose la masa verde de ambas, para ello se utiliza una balanza digital para definir tres gramos de cada muestra (folíolos y raquis). Posteriormente se colocan las muestras en bolsas plásticas selladas y rotuladas y se guardan en un refrigerador por un periodo de 24 horas –para conservar la humedad- previo al trabajo en el laboratorio.

Maceración. Se maceran con un mortero de porcelana hasta obtener materia molida y pastosa, esto se realizó con el fin de liberar los ácidos orgánicos presentes en la estructura foliar.

Utilización de solventes químicos. Para determinar la solubilidad de la hoja (materia seca) en forma cualitativa se utilizan solventes como el agua (H_2O), etanol (CH_3-CH_2-OH), benceno (C_6H_6) y tetracloruro de carbono (CCl_4). Para ello fue necesario utilizar una probeta graduada y medir 3 ml de cada solvente.

La vitamina C es un compuesto orgánico, sin embargo su solubilidad en disolventes orgánicos es baja y alta en agua, esto es debido a la formación de puentes de hidrógeno con las moléculas de agua. Por ejemplo, a 20°C, 1g de ácido ascórbico se solubiliza en 3 ml de agua, pero en etanol requiere 30 ml de etanol. En otros solventes orgánicos va disminuyendo la solubilidad del mismo.

Medición del pH de folíolos y raquis verdes. Este procedimiento se realizó con ayuda del pHmetro CRISON debidamente calibrado. Para evitar errores en la medición del pH se limpia la punta del electrodo con agua destilada y luego con una toalla limpia después de cada análisis, inmediatamente se anota el valor de pH obtenido. Se determina el potencial de hidrógeno de cada muestra a temperatura ambiente (25°C). En los 3 g de cada muestra de folíolos y de raquis ya macerados se aplica 3 ml por separado de cada solvente químico: agua, benceno, tetracloruro de carbono, etanol (líquidos), con la finalidad de obtener una solución homogénea; además se da la medición del pH del folíolo y el raquis directo de la maceración.

La escala del pH va desde 0 hasta 14. Los valores menores que 7 indican el rango de acidez y los mayores que 7 el de alcalinidad o basicidad. El valor 7 se considera neutro. En 1909, el bioquímico danés Soren Sorensen inventó la escala pH para medir la acidez (Chang, 1999). En la figura 1, se observa la escala utilizada para medir los valores de pH en las foliolos de los 17 cultivares clonales de *Spondias purpurea L.*

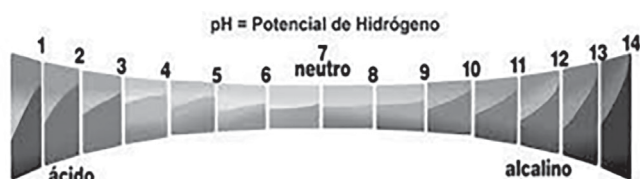


Figura 1. Escala de valores de pH.
Fuente: Chang (1999).

Peso de muestra seca. Después del secado de los foliolos y raquis (deshidratación o pérdida de la humedad) haciendo uso del horno EHRET, en un periodo de 2 días a 60^o C, se procede al pesaje de las mismas empleando la balanza analítica, con la finalidad de identificar la cantidad de agua perdida (deshidratado) asociada a cada muestra.

Estimación de la pérdida de humedad en las hojas de *Spondias purpurea L.*, en la preparación de materia seca. La cantidad conocida de producto se deseca a una temperatura hasta obtener un peso constante. El peso obtenido después de la desecación y calculado su porcentaje, representa el extracto seco. Se estableció la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de humedad y materia seca:

$$\text{Porcentaje de Humedad (\%)} = (\text{PV} - \text{PS} / \text{PV}) \times 100$$

Dónde: **PV:** Peso verde de los foliolos
PS: Peso seco de los foliolos

Una vez encontrando el porcentaje de humedad se deriva la ecuación para obtener el porcentaje de Materia seca:

$$\text{Porcentaje de materia seca (\%)} = 100 \% - \% \text{ Humedad}$$

Determinación de los valores de pH en la elaboración de Infusiones de *Spondias purpurea L.* Se procede a medir el pH de los foliolos y raquis ya secados en horno; en una estufa marca SANKEY se calienta 1 galón de agua destilada, se rotula cada vaso en donde se encuentran contenidos 1g de cada muestra (foliolos y raquis), mezcladas con 1 oz de agua destilada caliente para comprobar que los foliolos y el raquis de cada muestra se disuelven y obtiene cierta coloración procedente de estas; se deja reposar en un periodo de 1 hora; seguidamente se mide el pH de cada muestra.

Análisis estadístico. Para determinar la mayor acidez con respecto al solvente mezclado con las muestras maceradas se procedió a emplear análisis estadístico mediante las tablas de distribución de frecuencias. Las tablas de frecuencias son herramientas de estadística donde se colocan los datos en columnas representando los distintos valores recogidos en la muestra (una parte de la población a estudiar) y las frecuencias (las veces) en que ocurren.

Variables a evaluar

Determinación del pH de los foliolos y raquis verdes. Se recolectaron hojas, tomando en cuenta que serán utilizadas para determinar el pH de cada cultivar clonal y así demostrar cual es el que posee mayor acidez, con respecto a los solventes utilizados.

Determinación del pH de foliolos y raquis secos. El proceso de desecación de las hojas se realiza con el fin de demostrar la cantidad de agua perdida en cada muestra de foliolos y raquis de *Spondias purpurea L.* Posteriormente se mide el pH para identificar si sucedan variaciones en la acidez ocasionadas por la deshidratación foliar.

Determinación del pH de las infusiones de *Spondias purpurea L.*, utilizando agua destilada. Con esta variable se pretende demostrar mediante la medición de pH de las muestras de foliolos y raquis secados en horno cuáles presentan mayor acidez y, por tanto, con mayor riqueza fitoquímica para la elaboración de infusiones. Se entiende acá como riqueza fitoquímica la presencia de ácidos orgánicos benéficos para la salud humana, como el ácido ascórbico, por ejemplo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación de los valores de pH ácido en las muestras de foliolos y raquis de *Spondias purpurea L.* Para una mejor comprensión de esta investigación y dado que se obtuvieron valores de pH menores a 7 (soluciones ácidas) se consideró emplear una escala del pH mostrada por las muestras de los cultivares clonales obtenidos en el laboratorio. Para esto se consideró tres escalas de clasificación: Fuertemente ácido <3.5, Ácido 3.5 - 5.5, y débilmente ácido 5.5 - 6.8.

Determinación de pH en foliolos empleando maceración directa a nivel de laboratorio con diversos solventes

Maceración directa. Se indica que el 82.3 % con un total de 14 cultivares clonales empleando las muestras directas de la maceración se clasifica como Fuertemente Ácido, y un 17.7 % que representan 3 cultivares se ubica como Ácido, no habiendo reflejado ningún cultivar en Débilmente Ácido. En este caso los foliolos poseen un componente ácido en su mayoría, se debe tomar en cuenta que la recolección se realizó solamente en la época húmeda del año. Esta prueba se puede

RECURSOS NATURALES

considerar como testigo del pH debido a que no se emplea ninguno de los solventes químicos.

Determinación de pH con el solvente benceno. En 14 cultivares clonales se obtuvo un 76% empleando el solvente Benceno, aplicado en las muestras se clasifica como Fuertemente Ácido, y un 23.5 % que representa 3 cultivares restantes se ubica como Ácido, no encontrándose ningún cultivar en Débilmente ácido. Se determinó en este caso que los folíolos poseen un componente ácido en su mayoría. Al comparar los cultivares directos de la maceración empleando el solvente Benceno se observó que en los cultivares Chicha y Verde dulce aumentó su nivel de concentración de pH como Ácido (Cuadro 2); al contrario del cultivar Jirón antes de utilizar el solvente se consideraba Ácido y al aplicar Benceno disminuyó su nivel y ahora es clasificado como Fuertemente ácido.

Determinación de pH con el solvente tetracloruro de carbono (CCl₄). Al clasificar de acuerdo al pH, se indica que el 88.2 % representando 15 de los cultivares clonales empleando el solvente Tetracloruro de carbono se clasifica como Fuertemente ácido, y un 11.8% con un total de 2 cultivares se ubica como Ácido, no habiendo reflejado ningún cultivar en Débilmente ácido. Los folíolos poseen en su mayoría un componente ácido. Comparando los cultivares directos de la maceración utilizando el solvente Tetracloruro de carbono se observó que en los cultivares Cocer y Guaturco aumentó su nivel de concentración de pH por lo que se les considera según la clasificación de pH como Ácido, por el contrario del cultivar Jirón antes de utilizar el solvente se consideraba Ácido; al aplicar Tetracloruro de carbono disminuyó su nivel y clasificándole como Fuertemente ácido.

Determinación de pH con el solvente etanol. El 64.7 % de los cultivares clonales en total se encontraron 11 utilizando el solvente Etanol se clasifica como Fuertemente ácido, y un 35.3 % que representa 6 cultivares se ubica como Ácido, no se encontró ningún cultivar en la clasificación Débilmente ácido. Los folíolos poseen un componente ácido en su mayoría.

Realizando la comparación de los cultivares directos de la maceración empleando el solvente Etanol se observó que en los cultivares de Cocer sabanero, Verde dulce y Guaturco aumentaron su nivel de concentración por lo que se les considera según el cuadro 2 como Ácido, no reflejándose ningún cultivar que disminuya su concentración de pH.

Determinación de pH con el solvente agua destilada. Se indica que el 76.5 %, totalizando 13 cultivares clonales empleando las muestras con Agua destilada se clasifica como Fuertemente ácido, y un 23.5 % restante con total de 4 cultivares, se ubica como Ácido, no habiendo reflejado ningún cultivar en Débilmente ácido, por lo que se puede afirmar que las folíolos poseen un componente ácido en su mayoría.

Empleando el Agua destilada en los cultivares directo de maceración se observó que en el cultivar Verde dulce aumentó su nivel de concentración por lo que se considera según la clasificación de pH como Ácido.

Nivel de pH en raquis empleando maceración directa a nivel de laboratorio con diversos solventes

Maceración directa. El 47.1 % de los cultivares clonales empleando las muestras de raquis directas de la maceración representa 8 cultivares que se clasifica como Fuertemente ácido, y un 52.9 % obteniendo 9 cultivares, se ubica como Ácido, no reflejado ningún cultivar en Débilmente ácido. En este caso el raquis posee un componente ácido, se debe tomar en cuenta que la recolección se realizó solamente en la época húmeda del año.

Determinación de pH con el solvente benceno. Al emplear las muestras con el solvente Benceno resultó que el 64.7% se clasifica como Fuertemente ácido con un total de 11 muestras, y un 35.3 % representando en la diferencia 6 muestras se ubica como Ácido, no encontrándose manifestado ningún cultivar en Débilmente ácido. Implementando en el raquis el mismo procedimiento de comparación que en los folíolos se reveló que en los cultivares directo de la maceración empleando en solvente Benceno en los cultivares Guaturco, Rosa y Bejuco aumentó su nivel de concentración por lo que se supone según la clasificación de pH como Ácido, el cultivar Agosteoño previo al utilizar el solvente se consideraba Ácido y al aplicar Benceno disminuye su nivel y es clasificado como Fuertemente ácido.

Determinación de pH con el solvente tetracloruro de carbono. Al aplicar Tetracloruro de Carbono el 35.3 % con un total de 6 muestras de los cultivares clonales se clasifica como Fuertemente ácido, y un 64.7 % representa la diferencia con 11 muestras, se ubica como Ácido, no encontrándose reflejado ningún cultivar en Débilmente ácido. El raquis posee un componente ácido en su mayoría.

Empleando el solvente Tetracloruro de carbono y al comparar las muestras directas de la maceración se observó que en los cultivares Rosa, Tamalito, Mico y Chicha aumentan su nivel de concentración por lo que se les considera como Ácido, el cultivar Agosteoño se consideraba Ácido y al aplicar Tetracloruro de carbono disminuyó su nivel clasificándole como Fuertemente ácido.

Determinación de pH con el solvente etanol. Se indica que el 5.9 % representa 1 muestra de los cultivares clonales manipulando las muestras con el solvente Etanol se ubica como fuertemente ácido, y un 94.1 % en diferencia con 16 muestras en total se clasifica como Ácido, no habiendo reflejado ningún cultivar en Débilmente ácido. El raquis posee un componente ácido en su mayoría.

En la maceración directa aplicando Etanol se observó que en los cultivares de Tamalito, Cocer sabanero, Mico, Diente de perro, Tamalchoco, Cabezón y Chicha aumentan su nivel de concentración por lo que se les considera Ácido; quedando el cultivar San franciscano en el nivel Fuertemente ácido.

Determinación de pH con el solvente agua destilada. Se indica que el 47.1 %, representando 8 muestras de los cultivares clonares aplicando Agua destilada se clasifica en el nivel de pH Fuertemente ácido, y un 52.9 % la diferencia se representa con 9 muestras se identifica como Ácido, no reflejado ningún cultivar en Débilmente ácido. Empleando el solvente agua destilada en las muestras directas de maceración se revela que el cultivar Diente de perro aumentó su nivel de concentración por lo que su valor de pH se considera Ácido; al contrario del cultivar Rosa antes de utilizar el solvente se considera Ácido y al aplicar Agua destilada disminuyó su nivel a Fuertemente ácido.

Determinación de la concentración de pH para la elaboración de infusiones empleando agua destilada

Determinación del pH en foliolos secos. Este refleja el 35.3 % en foliolos secos de los cultivares clonares aplicando Agua destilada para la elaboración de las infusiones, se clasifica en el nivel de pH Fuertemente ácido, y un 64.7 % se identifica como Ácido, no encontrándose ningún cultivar en Débilmente ácido. El raquis contiene un componente ácido en su mayoría.

Determinación del pH en raquis seco.

Se indica que el 35.3 % de las muestras de raquis seco, aplicando Agua destilada para la elaboración de las infusiones se clasifica en el nivel de pH Fuertemente ácido, y un 64.7 % se identifica como Ácido, no reflejado ningún cultivar en Débilmente ácido. Al cotejar las muestras de raquis secos para elaboración de infusiones con las muestras de foliolos secos se reveló que poseen igual porcentaje de concentración de pH; los cultivares de Cocer y Mico aumenta su nivel de concentración por lo que según la clasificación de pH como Ácido. Los cultivares San franciscano y Bejuco disminuye, se clasifica como Fuertemente ácido.

Representación gráfica de los valores pH empleando solventes químicos determinar el nivel de concentración de acidez

Valores de concentración de los niveles de pH en foliolos macerados. En la figura 1, según análisis estadístico realizado a través de la distribución de frecuencias y haciendo uso de la media aritmética obtenida en cada formulación realizada para determinar la concentración de acidez en los foliolos, el solvente Tetracloruro de carbono es el que posee menor nivel de pH con un promedio de 3.08, seguido de los solventes Benceno y Agua destilada con promedio de 3.2.

El solvente Etanol es el que posee mayor promedio (4.07). Esto significa según la escala de pH elaborada para este estudio (Cuadro 1) que las muestras de foliolos al estar en contacto con los solventes Tetracloruro de carbono, Benceno y Agua destilada se encuentran en el rango Fuertemente ácido, por lo tanto el Tetracloruro de carbono es el que posee mayor concentración de acidez. El Tetracloruro de carbono demuestra una baja solubilidad ya que este presenta un comportamiento menos polar o apolar el cual provoca un incremento en el grupo hidroxilo H⁺ al estar en contacto con los foliolos.

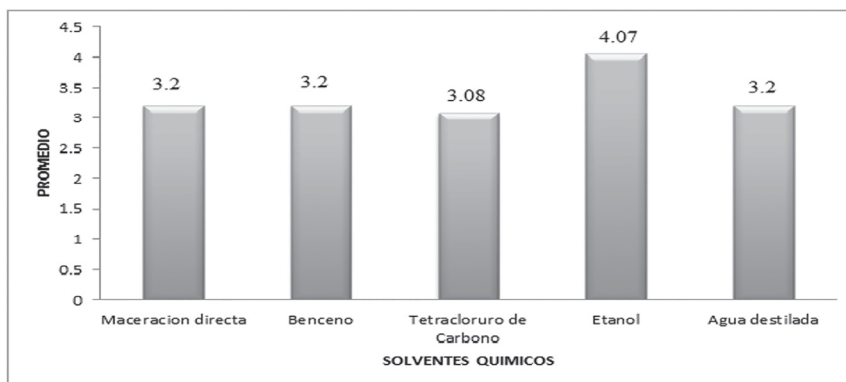


Figura 2. Valores de pH según el nivel de concentración alcanzado por los solventes utilizados en las foliolos de los cultivares clonales de *Spondias purpurea L.*, estudio elaborado en laboratorio, 2015.

Valores de concentración de los niveles de pH en raquis macerado. Según análisis estadístico realizado a través de la distribución de frecuencias y haciendo uso de la media aritmética para determinar la concentración de acidez en el raquis el solvente Benceno, posee el menor nivel de pH con un promedio de 3.5; seguido de los solventes Tetracloruro de carbono y Agua destilada de los cuales se obtuvo una media similar de 3.91 y el solvente Etanol obtuvo el promedio mayor (4.38) al igual que la media aritmética obtenida en la determinación de acidez en los foliolos.

RECURSOS NATURALES

Esto significa según la escala de pH elaborada para este estudio que el solvente Benceno se encuentra en un nivel Fuertemente ácido, por lo tanto es el que posee mayor concentración de acidez. El Benceno presenta una bajo comportamiento debido a la baja solubilidad al estar en contacto con el raquis macerado (figura 3).

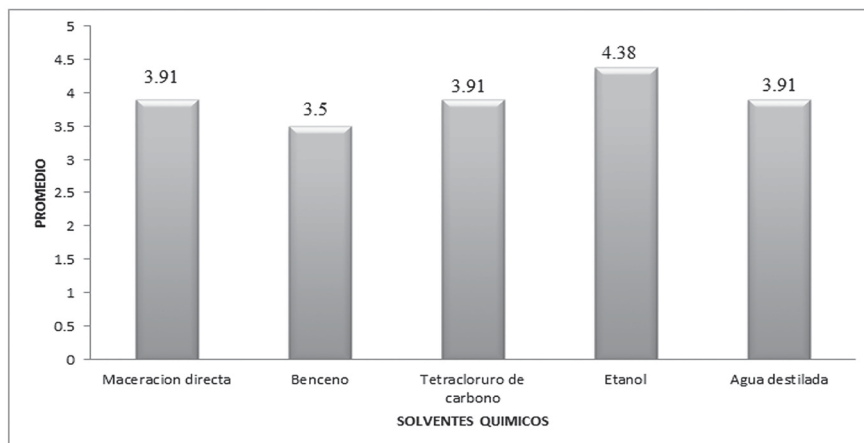


Figura 3. Valores de pH según el nivel de concentración alcanzado por los solventes utilizados en los raquis de los cultivares clonales de *Spondias purpurea L*, estudio elaborado en laboratorio, 2015.

CONCLUSIONES

Al comparar las variaciones de pH en las foliolos de los 17 cultivares clonales de *Spondias purpurea L*, y empleando el análisis estadístico mediante las tablas de distribución de frecuencias, se afirma que el solvente tetracloruro de carbono es el solvente que genera la menor acidez en las soluciones y al clasificarlo con la escala de pH se demuestra que es el solvente con menor concentración de iones H⁺. Debido a la

baja solubilidad, se presentó un comportamiento menos polar o apolar el cual provocó la poca formación de puentes de hidrógeno.

Al comparar las variaciones de pH en el raquis, se comprueba que el solvente benceno es el que presenta menor acidez, por tanto es el solvente con menor concentración de iones H⁺, sin embargo los valores alcanzados permite clasificar estas soluciones en el rango fuertemente ácido según escala de pH elaborada para este estudio.

Al estimar la pérdida de humedad tanto en foliolos como el raquis se observó que el cultivar clonal Rosa es el que pierde mayor contenido de humedad en el proceso de desecación.

Las muestras de foliolos en los cultivares clonales de San franciscano, Mico, Cocer y Rosa son los que poseen valores de pH menores a 3.5 al estar en contacto con los solventes químicos, por lo tanto según la escala de pH asignada para esta investigación son los cultivares con mayor concentración de acidez.

El cultivar clonal de San Franciscano es el que posee mayor concentración de iones H⁺, por ser el que posee un valor de pH menor a 3.5 en el raquis al estar en contacto con los solventes.

De acuerdo al pH obtenido de los foliolos y raquis secos se comprueba que el foliolo del cultivar Cocer y el raquis de San Franciscano son los que poseen mayor concentración de iones H⁺, por tanto tienen mayor riqueza fitoquímica para la elaboración de infusiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baraona, M; Rivera, G. 2000. Desarrollo del jocote (*Spondia purpurea L*) y de las (*Psidium friedrichsthalianum Berg*) en el bosque húmedo premontano de Costa Rica. San José, CR. 23 p.
 Bustillo, Y; Peña, A. 2012. Establecimiento y caracterización dendrológica de cultivares clonares *Spondia sp*, en el Arboretum de la Universidad Nacional Agraria. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua NI. p 5-65.
 Chang, R. Química. 1999. Mc Graw Hill. 6 ed. México, MX. 144 p.
 García, J; Teyon, J. 1993. Formulación y nomenclatura de química inorgánica: Normas I.U.P.A.C. Tebarflores S. Madrid, ES. 89 p.
 Phillips, S; Victor, S; Strozak, C. 2000. Química conceptos y aplicaciones. Mc Graw Hill. México, MX. 28 p.