

Determinación analítica y cuantitativa de antioxidantes presentes en el tomate chonto verdura típica del Quindío

Analytical and quantitative determination of antioxidants in tomato chonto typical vegetable from Quindío

I. García y H. Reyes

Recibido Octubre 13 de 2013 – Aceptado Junio 6 de 2014

Resumen - En el presente artículo se describe el proceso en el cual se realizó la recolección del tomate chonto en la etapa de pos-cosecha en el municipio de Filandia, Quindío, efectuándose la caracterización físico-química: Potencial de hidrógeno (pH), sólidos solubles (°Brix), actividad de agua (aw), color, acidez. Para ello, se utilizó la técnica de Espectrofotometría, UV-Visible para cuantificar la vitamina C, posteriormente se comparó con métodos electroquímicos. Con los datos preliminares obtenidos se pudo concluir que: a) la aw está muy cercana al valor teórico permitiendo establecer que este tomate tiene una textura más jugosa, tierna y masticable b) los °brix obtenidos nos indican que el tomate chonto tiene un alto valor nutritivo c) el potencial de hidrógeno nos indica la gran acidez del tomate demostrada posteriormente con los valores de la acidez titulable d) los resultados del color también reflejaron un tomate saludable rico en nutrientes e) el análisis espectrofotométrico nos permitió saber las concentraciones de vitamina C en el tomate.

Palabras Clave - electroquímica, espectro fotometría, Uv-visible, tomate, vitamina.

Abstract - This article describes the process in which tomato chonto was gathered in the postharvest stage in Filandia Quindío town, and physicochemical characterization was carried out: potential of hydrogen (pH), soluble solids (° Brix), water activity (aw), color, acidity. UV-Visible spectrophotometry technique to quantify vitamin C was used. It was compared with electrochemical methods. According to preliminary information the conclusions were: a) the aw is very close to the theoretical value; therefore, is possible to establish that this tomato has a juicy texture, tender and chewy b) °Brix obtained indicate that chonto tomato has a high nutritive value c) Potential hydrogen indicates the high acidity of the tomato subsequently demonstrated with the titratable acidity values. d) Color results also showed a nutrient rich and healthy tomato e) spectrophotometric analysis allowed to know the concentrations of vitamin C in tomatoes.

Key Words - *electrochemical, spectrum photometry, Uv-visible, tomato, vitamin.*

¹ Producto derivado del proyecto de Investigación “Determinación y cuantificación del L-acido ascórbico y α -tocoferol presentes en la ahuyama y el tomate chonto por métodos espectrofotométricos y electroquímicos”, apoyado por la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, Maestría en Química, Universidad del Quindío a través del grupo de investigación Químico en Investigación y Desarrollo Ambiental. Uniquindío.

I. García es Químico Puro, está cursando la Maestría en Química. Docente investigador de la Universidad La Gran Colombia, Armenia Colombia Campus La Santa María km 7 vía Armenia- La Tebaida (correo e.:irmaquimk@hotmail.com).

H. Reyes es Ph.D en Ingeniería Química y Nuclear, Director de la Maestría en Química de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías de la Universidad del Quindío. Docente investigador, Armenia Colombia Cra 14 Calle 12 N (correo e.: hreyes@uniquindio.edu.co).

I. NOMENCLATURA

AW: Actividad de agua
pH: Potencial de Hidrógeno
°Brix: Sólidos Solubles

II. INTRODUCCIÓN

Las vitaminas constituyen un factor muy importante en la salud humana, gracias a su capacidad antioxidante y las virtudes que cumplen en funciones específicas dentro del organismo. Teniendo en cuenta que el efecto de la globalización en la actualidad genera estrés en la mayoría

de personas, [9-10] estas sustancias químicas se vuelven esenciales en la prevención de múltiples enfermedades de tipo cardiovascular, envejecimiento prematuro, cáncer y demás que ponen en riesgo la vida [3-8].

El ser humano debe incorporar en su dieta cantidades de vitamina C y vitamina E necesarias que ayuden a realizar procesos metabólicos tales como estimular el sistema inmunitario para combatir virus y bacterias, acción anticoagulante, creación de ATP, dopamina, hormonas peptídicas y tirosina entre otras. Por lo tanto la ingesta de las mismas debe ser regular y lo más natural posible [12-13].

Por esta razón el fruto como el tomate chonto (*Lycopersicon esculentum*) frecuentemente cultivado en el Quindío, resulta ser muy rico en L- ácido ascórbico, por lo cual centra nuestra atención debido a la importancia de la cuantificación de este componente para el beneficio de los consumidores [4-7].

El objetivo de esta investigación es caracterizar los parámetros fisicoquímicos del tomate chonto y la determinación de vitamina C por Espectrofotometría UV-Visible. [1-2].

III. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

A. Procedimiento experimental

Para llevar a cabo la caracterización físico-química se recolectaron las muestras del tomate chonto en un sector cercano al municipio de Filandia Quindío en la etapa de pos-cosecha, en este caso se escogió el tomate maduro dado que en esta etapa de madurez tiene mayores índices de antioxidantes, posteriormente se realizó la determinación de los siguientes parámetros: actividad de agua (aw), potencial de hidrógeno (pH), grados brix (°Brix), color y acidez titulable. Para cada una de las variables medidas se tomaron 9 tomates de forma aleatoria y se dividieron en tres bloques los cuales fueron escogidos completamente al azar.

La actividad de agua se pudo determinar tomando las muestras de tomate y macerándolas hasta la homogenización. Teniendo ya las muestras maceradas se llevaron al higrómetro a una temperatura de $\pm 23,7^{\circ}\text{C}$ y se tomaron las lecturas respectivas.

En la determinación de grados brix (cantidad de azúcar), se licuó el fruto, se filtró y se puso en un vaso precipitado de 150 ml, después se tomó una gota de la muestra y se colocó en el refractómetro, se observó en dirección de la luz y se tomó la lectura para cada una de las muestras basándose en la escala que tiene el aparato.

En cuanto los valores de color, se tomaron muestras de los tomates previamente licuados, se colocaron en el colorímetro y se midieron los parámetros que se describirán más adelante.

Para la acidez titulable las muestras de tomate fueron licuadas y filtradas tres veces de tal manera que no quedaran

residuos sólidos en la solución, antes de realizar la titulación se estandarizó el hidróxido de sodio con biftalato de potasio, después de tener las soluciones de las muestras de tomate (1ml de jugo de tomate/9 ml de agua destilada), se les agregaron dos gotas de fenolftaleína y se procedió a la titulación con hidróxido de sodio.

Por último para el potencial de hidrógeno las muestras antes licuadas se filtraron y se colocaron en beakers de 100ml y por último se leyeron los valores de pH en el pHmetro.

Después de determinar los análisis físico-químicos se procedió a realizar los análisis espectrofotométricos los cuales se determinaron por el Método Colorimétrico de la 2-Nitroanilina, estandarizados en el Departamento de Química, U.N., Bogotá. Para este análisis se tomaron 5 tomates al azar. Se tomó una solución patrón de ácido ascórbico preparada en ácido oxálico al 0,15% en concentración de vitamina/cm³.

Se filtró sobre gasa el zumo de tomate, en un vaso de precipitados de 100 cm³ previamente tarado y con una pipeta de 5cm³ se midieron 5cm³ de del jugo libre de semillas y hollejos; posteriormente a 1cm³ de jugo se le agregaron 4cm³ de solución de ácido oxálico al 0,15%, se agitó y se dejó en reposo por unos 3 minutos. Por último se filtró con papel filtro seco y este constituyó el extracto problema.

Para la preparación de la curva de calibración se rotularon 10 tubos de ensayo y se adicionaron en su orden los siguientes reactivos:

TABLA I. ORDEN DE PREPARACION DE LOS REACTIVOS EN LA DETERMINACION DE LA VITAMINA C

| | B | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| nilina cm3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| de sodio | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| | | | | | | | |
| bsoluto cm3 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 |
| Patrón de Ac. Ascórbico | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 |
| de Ac. Ascorbico | | | | | | | |
| ácido oxálico | 0,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,3 |
| | | | | | | | |
| % cm3 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| de agua destilada cm3 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 |

Se leyeron cada una de las muestras a 540nm ajustando el 100% de transmitancia.

Con los valores de absorbancia en las ordenadas y concentración en mg de vitamina C/cm³ en las abscisas, se construyó una curva de calibración, posteriormente se interpoló el valor de la absorbancia y se hallaron las concentraciones de las soluciones problema, los cálculos

fueron expresados en mg de ácido ascórbico/100cm³ de zumo.

B. Discusión de resultados

El agua además de ser un elemento esencial para la vida es además uno de los principales componentes de los alimentos y, por si sola, un factor determinante para su conservación y seguridad. La actividad de agua (*a_w*) es la cantidad de agua libre en el alimento, es decir, el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas. La actividad de agua tiene un valor máximo de 1 y un valor mínimo de 0, cuanto menor sea este valor, mejor se conservará el producto. La actividad de agua está relacionada con la textura de los alimentos: a una mayor actividad, la textura es mucho más jugosa y tierna; sin embargo, el producto se altera de forma más fácil y se debe tener más cuidado [5].

En la tabla II se encuentra que los valores de actividad de agua son altos, los cuales nos indican que este tipo de tomate posee una textura muy jugosa y tierna, sin embargo con probabilidades de ataques de ciertos microorganismos los cuales pueden ser contralados con simples técnicas como la refrigeración.

TABLA II. ACTIVIDAD DE AGUA (AW) PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS DE TOMATE CHONTO

| Actividad de agua | | |
|-------------------|----------|----------|
| Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 |
| 0,987 | 0,991 | 0,989 |
| 0,987 | 0,990 | 0,994 |
| 0,988 | 0,989 | 0,984 |

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta o verdura [3].

La cantidad de sólidos solubles presentes en el fruto depende del potencial fisiológico y genético de éstos para desarrollarlos. Existen factores que pueden influir en este proceso, como son alta área foliar, nivel de asimilados exportados por las hojas, nivel de importación de asimilados y metabolismo de carbohidratos de la fruta [15].

Los grados Brix también tienen que ver con el grado de madurez y el valor nutritivo de las frutas y verduras, el porcentaje de sólidos totales en el fruto de tomate corresponde de 5 a 8,5%. Dentro de los sólidos, el 25% está dado por compuestos insolubles, como celulosa y proteínas; el 75% restante corresponde a sólidos solubles, los cuales son de gran importancia para la calidad industrial del tomate. En la tabla III se representan los sólidos solubles y estos resultados muestran que el tomate chonto indicó tener un grado alto de madurez y ser un fruto sano y nutritivo [16].

TABLA III. SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX) TOMATE CHONTO

| Grados brix | | |
|-------------|----------|----------|
| Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 |
| 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| 8,5 | 8,5 | 8,5 |

Los parámetros de color *L**, *a** y *b** en una muestra de alimento, designan: *L**, la luminosidad (0=negro y 100=blanco); *a**, el color rojo (valores positivos) o verde (valores negativos) y *b**, el color amarillo (valores positivos) o azul (valores negativos) [11]. Los cambios de coloración durante la maduración de los frutos de tomate resultan en cambios de los valores *L**, *a** y *b**. Los valores positivos de (*a*) nos demuestran el grado de coloración del tomate, es decir las grandes proporciones de licopeno, lo que señala que la maduración del tomate chonto analizado tiende a los de los rojizos. Los valores de (*L*) tienden a disminuir de la escala de 0-100, esto nos indica que ocurrió un oscurecimiento o disminución de la luminosidad causado por la síntesis de los pigmentos rojos, igual para la coordenada (*b*) que posee valores pequeños debido a la disminución del color naranja y la aparición del color rojo [14].

TABLA IV. PARÁMETROS DEL COLOR

| Color | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 |
| a | 14,3 | 13,2 | 15 |
| L | 38,7 | 40,9 | 40,3 |
| b | 9,9 | 10,8 | 11,7 |
| c | 17,4 | 17 | 19,1 |
| h | 34,7 | 39,3 | 38 |

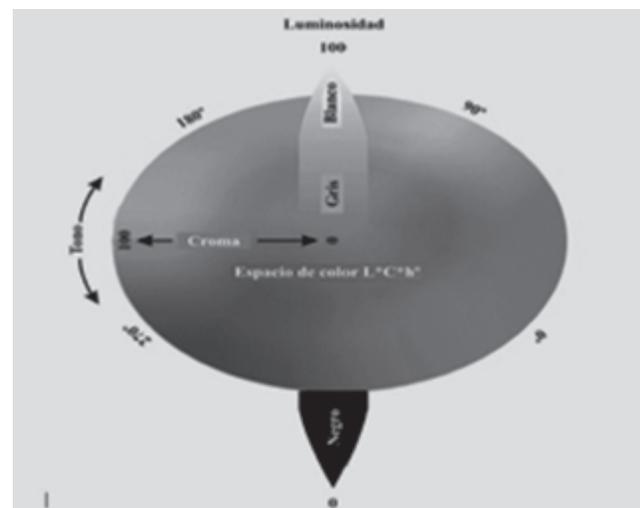
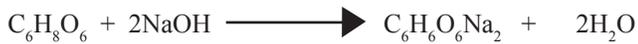


Fig. 1. Representación del espacio cromático cilíndrico CIE, *L**, *C**, *h**.

Los resultados del pH fueron: bloque 1: 4,37; bloque 2: 4,40; y bloque 3: 4,56 respectivamente, lo que demostró la gran acidez del tomate chonto debido al estado de madurez en el que se encontraba y las síntesis químicas que ocurrieron en esta etapa de maduración.

Para los cálculos del porcentaje de acidez presente en el jugo de tomate se tuvo en cuenta la reacción que se presenta a continuación:



Acidez: $1,0007\text{g/L} = 0,25\%$.

Estos resultados indicaron que el tomate posee 0,25% de ácidos libres, en este caso el ácido ascórbico que es el más abundante en esta verdura, con esta determinación se pudo comprobar la presencia de ácido ascórbico en el tomate chonto.

El análisis espectrofotométrico UV-Visible se realizó para determinar las concentraciones de vitamina C presentes en el tomate chonto, de esta manera se determinó una curva de calibración y posteriormente el análisis de la muestra problema y se obtuvieron los resultados que se encuentran a continuación. Más adelante en estudios posteriores estos resultados serán comparados con los obtenidos por estudios electroquímicos.

En la figura 2 se encuentran contenidos los datos de la curva de calibración de la vitamina c, en el eje X se hallan los valores de la concentración en mg/mL y en el eje Y se hallan los valores de la absorbancia.

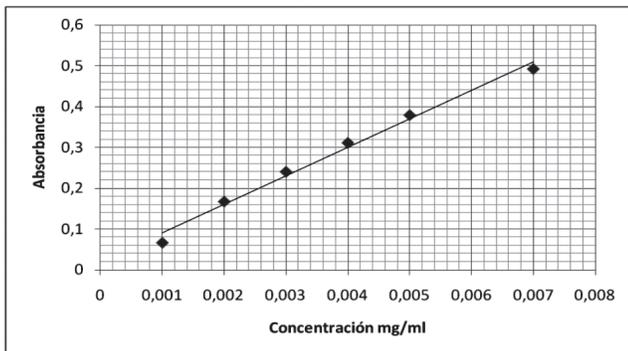


Fig. 2. Curva de calibración de la vitamina C.

En la tabla V están contenidos los valores de concentración y absorbancia obtenidos en el análisis espectrofotométrico realizado, estos valores nos indican que las concentraciones de ácido ascórbico presentes en el jugo de tomate chonto están en el rango de 0,001 y 0,002 mg de ácido ascórbico/ml de zumo analizado.

TABLA V. VALORES DE ADSORBANCIA Y CONCENTRACIÓN DE ACIDO ASCÓRBICO PRESENTE EN EL TOMATE CHONTO.

| Acido Ascórbico | | |
|-----------------|-------------|-----------------------|
| | Absorbancia | Concentración (mg/mL) |
| Tomate 1 | 0,081 | 0,001 |
| Tomate 1 | 0,115 | 0,001 |
| Tomate 2 | 0,082 | 0,001 |
| Tomate 2 | 0,167 | 0,002 |
| Tomate 3 | 0,083 | 0,001 |
| Tomate 3 | 0,178 | 0,001 |
| Tomate 4 | 0,052 | 0,001 |
| Tomate 4 | 0,134 | 0,002 |
| Tomate 5 | 0,107 | 0,001 |
| Tomate 5 | 0,188 | 0,002 |

Al comparar estos resultados con los obtenidos por [15, 16] se observa que la concentración es similar, debido posiblemente al estado de maduración de la especie vegetal, lo cual indica una alta solubilidad de ácido ascórbico.

IV. CONCLUSIONES

Los parámetros de caracterización físico-químicos analizados han demostrado que el tomate chonto es un alimento rico en nutrientes, posee una textura muy jugosa tierna y masticable. También se pudo establecer que en la etapa de madurez analizada había un gran porcentaje de ácidos libres como el ácido ascórbico contribuyendo a la posterior cuantificación del mismo.

El análisis espectrofotométrico UV-Visible, permitió cuantificar las concentraciones de ácido ascórbico presentes en el jugo de tomate chonto, de esta manera se pudo establecer que en el zumo de esta verdura hay concentraciones entre 0,001 y 0,002 mg/ml de vitamina C, lo que permitirá en estudios posteriores establecer la capacidad antioxidante de los mismos por métodos electroquímicos como la voltamperometría y se comparará con la espectrofotometría UV-Visible ya analizada, para así determinar cuál es el mejor método de análisis cuantitativo para este fruto típico del Quindío.

REFERENCIAS

- [1] David J. Williams, David Edwards, Sharon Pun, Mridusmita Chaliha, Yasmina Sultanbawa. Profiling ellagic acid content: The importance of form and ascorbic acid levels. *Food Research International*, Volume 66, pp. 100-106, 2014.
- [2] Remini, C. M., Amine B., Nawel A., Manuel D., Khodir M. Degradation kinetic modelling of ascorbic acid and colour intensity in pasteurised blood orange juice during storage. *Hocine. Food Chemistry, In Press, Accepted Manuscript, Available online 23 October 2014.*
- [3] Cardona E, Ríos L, and Restrepo G. Extracción Del Carotenoide Licopeno Del Tomate Chonto (*Lycopersicum Esculentum*). *Vitae, Revista de La Facultad De Química Farmacéutica*. Volumen 13 número 2, pp. 44-53, 2006.
- [4] Meng N, Gary G. Hou, Xiaodan Li, Li Wang, Zhengxing Chen. Inhibitory effects of ultrasound combined with ascorbic acid or glutathione on enzymatic darkening of whole-wheat raw noodles.

- LWT Food Science and Technology*, Volume **59**, Issue 2, Part 1, pp. 901-907, 2014.
- [5] A. Nath, S. Mandal, R.K. Singh, Bidyut C. Deka, S.V. Ngachan. Chapter 4 – Ascorbic Acid, β -Carotene and Antioxidant Activity of Broccoli During Short-Term Refrigerated Storage. *Processing and Impact on Active Components in Food*, pp. 27-34, 2015.
- [6] T. Young, T., Juvik, J and Sullivan, J. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* Vol. 118. Pp. 286-292. 1993.
- [7] J. Bezert, Sistema de pago por calidad de tomate. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Curso Internacional de Tomate Industrial. Viña del Mar. 1-3 diciembre. pp. 7-10, 1994.
- [8] M. Brewer, G. Rodriguez, M.J. Gonzalo, C. Anderson, L. Lang, D. Sullivan, N. Dujmovic, K. Fujimuro, S. Gray and E. Van Der Knaap. "Tomato Analyzer User Manual" Versión 2.2.0.0. Consultado el 25 de abril del 2010.
- [9] Sarubin F., Thomson C. "The Health Professional's Guide to Popular Dietary Supplements". 3rd ed. Chicago, IL: American Dietetic Association; 2007
- [10] Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. "Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids". National Academy Press, Washington, DC, 2000.
- [11] F. Artés-Calero, F. Artés-Hernández. "Tratamientos postrecolección del tomate fresco". Tendencias e innovaciones, Capítulo 10, pp. 109-120. In: Tomates, Producción y comercio. Ediciones de Horticultura S.L. Reus, España. ISBN 84-87729-48-7 2004.
- [12] Gómez A., Ceballos N., Orozco F and Parra C. Efecto Del Sistema De Producción En Semitecho Sobre El Desarrollo, Rendimiento Y Calidad Del Tomate (*Solanum Lycopersicum L.*). *Agron.* Vol. **18** (2), pp. 47 - 57, 2010.
- [13] Barros, L., Falcão, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M., and Ferreira, I. C. F. R. "Antioxidant activity of *Agaricus sp.* Mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays". *Food Chemistry*, Vol. **111**, pp. 61–66, 2008
- [14] Leubolt, R., Klein, H. "Determination of sulphite and ascorbic acid by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection", *J. Chromatography*. Vol. **640**. pp. 271–277, 1993.
- [15] Euroresidentes, "Alimentos-Vitamina E", sitio en internet, encontrado Noviembre 20 del 2012. Disponible: <http://www.euroresidentes.com/Alimentos/vitaminas/vitamina-e.htm>
- [16] Georgios T., Costas D., Nikolaos N., Panagiotis K., Georgios A. Low temperature storage affects the ascorbic acid metabolism of cherry tomato fruits. *Plant Physiology and Biochemistry*, Vol. **84**, pp. 149-157, 2014.

IRMA MARÍA GARCÍA GIRALDO es Químico Puro egresada de la Universidad del Quindío- Colombia, con un Diplomado en Pedagogía y Docencia Universitaria de la universidad La Gran Colombia, Armenia y terminando los estudios de Maestría en Química con énfasis en Química Analítica en la Universidad del Quindío.

Actualmente es profesor medio tiempo de la Universidad La Gran Colombia, Armenia, Colombia y Directora del grupo de investigación Green Science y hace parte del Grupo Químico en Investigación y Desarrollo Ambiental. Ha sido docente de la Universidad del Quindío. Entre sus áreas de trabajo investigativo se encuentran La Ingeniería Electroquímica, Los Procesos ambientales, el Tratamiento de residuos sólidos y líquidos, el Diseño de Bio-adsorbentes, entre otros. Igualmente ha participado como conferencista en diferentes congresos nacionales e internacionales.

HENRY REYES PINEDA es ingeniero Químico egresado de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales con Especialización en Educación Ambiental, Especialización en Ingeniería Electroquímica y Corrosión, Diploma de Estudios Avanzados en Tecnologías de Membranas, Electroquímica y medio Ambiente Seguridad Nuclear y con un Doctorado en Ingeniería Química y Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia, España.

Actualmente es profesor de tiempo completo de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia y Director de la Maestría en Química desde el 2010 y hace parte del Grupo Químico en Investigación y Desarrollo Ambiental.

Ha sido docente de la Universidad de Caldas, Universidad Nacional, Sede Manizales y Universidad Autónoma de Manizales. Entre sus áreas de trabajo investigativo se encuentran La Ingeniería Electroquímica, Los Procesos ambientales, el Tratamiento de residuos sólidos y líquidos, el Diseño de Reactores, entre otros. El Doctor Reyes Pineda, se graduó en el 2007, obteniendo la máxima calificación en su Tesis Doctoral: "Cum Laude"

Ha sido profesor visitante en tres oportunidades a la Universidad Politécnica de Valencia, España y en dos ocasiones a la Universidad de Santa Cruz del Sur, Brasil, desarrollando actividades académicas e investigativas. Igualmente ha participado como conferencista en diferentes congresos nacionales e internacionales.