



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Caracterización de oleorresinas de ají Tabasco y Cayenne bajo diferentes niveles de nitrógeno y humedad en el suelo**

**Luis Fernando Delgado Muñoz**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Palmira, Valle del Cauca, Colombia  
2019



# **Caracterización de oleorresinas de ají Tabasco y Cayenne bajo diferentes niveles de nitrógeno y humedad en el suelo**

**Luis Fernando Delgado Muñoz**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ciencias Agrarias**

Director: Doctor Mario Augusto García Dávila

Línea de Investigación:  
Fisiología de Cultivos

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Palmira, Valle del Cauca, Colombia  
2019



## **Dedicatoria**

*Dedico este trabajo a mi esposa Diana Marcela Díaz quien me brindó su apoyo incondicional durante todo el proceso de formación de mi maestría.*



## **Agradecimientos**

Agradezco especialmente a Dios por haberme permitido terminar este proceso con éxito, a mi esposa por toda su ayuda incondicional y a mi madre por haberme impulsado, apoyado y haberme brindado su mano durante mi maestría.

Agradezco a mi director de tesis Mario Augusto García, PhD por su apoyo y aportes en la realización de este proyecto. A mi asesor científico en el área de cromatografía líquida Harlen Gerardo Torres Castañeda, D.Cs, A la Ingeniera Agroindustrial Adriana Marcela Diaz por su colaboración en la cuantificación de alcaloides y finalmente a Armando Zapata Valencia MSc por sus aportes y colaboración durante la fase de campo en el Centro Experimental de Universidad Nacional de Colombia sede Palmira CEUNP.





## Resumen

Colombia cuenta con una gran variedad de cultivos de especies hortícolas, entre las cuales se encuentra el ají; esta hortaliza ha venido adquiriendo una gran importancia por sus posibles múltiples usos en fresco y aplicaciones agroindustriales. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Experimental del laboratorio de frutas y hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, el cual consistió en dos diferentes ensayos, uno de estrés por nitrógeno y el otro por estrés hídrico. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar para el experimento de estrés por nitrógeno y un diseño completamente al azar para el experimento de estrés hídrico. El objetivo del presente trabajo fue determinar la concentración de capsaicina, dihidrocapsaicina y capsaicinoides totales en relación a los diferentes estreses a los que fue sometido la planta. Los resultados mostraron una alta correlación inversa para el ensayo de estrés hídrico en donde las mayores concentraciones de alcaloides se detectaron en donde las plantas estuvieron más estresadas, mientras que para el ensayo de estrés por nitrógeno no hubo correlación alguna entre las diferentes aplicaciones y las concentraciones de capsaicinoides

**Palabras clave:** Estrés hídrico, capsaicinoides, nitrógeno, cromatografía líquida

## Abstract

Colombia has a great variety of horticultural species crops among which is Chile; this vegetable has been acquiring great importance for its possible multiple uses in fresh and agro-industrial applications. The experiment was carried out in the farm of the Experimental Center of the Fruit and Vegetable Laboratory of the National University of Colombia Palmira Headquarters, which consisted of two different tests, one of stress for nitrogen and the other for water stress. A randomized complete block design was used for the nitrogen stress experiment and a completely randomized design for the water stress experiment. The objective of the present work was to determine the concentration of capsaicin, dihydrocapsaicin and total capsaicinoids in relation to the different stresses to which the plant was subjected. The results showed a high inverse correlation for the water stress test where the highest alkaloid concentrations were detected where the plants were more stressed, while for the nitrogen stress test there was no correlation between the different applications and the concentrations of capsaicinoides

**Palabras clave: Estrés hídrico, capsaicinoides, nitrógeno, cromatografía líquida**

# Contenido

	Pág.
<b>1. Justificación .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>7</b>
2.1 Origen del ají.....	7
2.2 Importancia económica .....	7
2.3 Taxonomía del genero Capsicum.....	9
2.3.1 Aspectos botánicos.....	10
2.4 Usos del ají .....	10
2.5 Pungencia .....	11
2.5.1 Factores implicados en la pungencia.....	12
2.5.2 Capsaicinoides.....	13
2.5.3 biosíntesis de los capsaicinoides.....	16
2.5.4 Factores involucrados en la producción de capsaicinoides.....	17
2.5.5 Genéticos .....	17
2.5.6 Ambientales.....	18
2.5.7 Nutricionales.....	19
2.6 Oleoresina.....	20
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>23</b>
3.1 Objetivo general: .....	23
3.2 Objetivos específicos .....	23
<b>4. Metodología.....</b>	<b>25</b>
4.1 Localización del experimento .....	25
4.2 Tratamiento de semillas .....	25
4.3 Ensayo estrés hídrico.....	26
4.3.1 Diseño experimental.....	31
4.4 Ensayo estrés por nutrientes.....	31
4.4.1 Fertilización .....	32
4.4.2 Diseño experimental.....	34
4.5 Extracción de oleoresina (capsaicinoides).....	35
4.5.1 Análisis cuantitativo .....	36
<b>5. Resultados y discusión .....</b>	<b>39</b>
5.1 Lámina de agua de agua aplicada a los tratamientos de estrés por déficit de agua	39
5.2 Producción y rendimiento de ají fresco ensayo estrés déficit hídrico .....	40
5.3 Estandarización del método de extracción .....	42

5.4	Cuantificación y concentración de capsaicinoides ensayo estrés por déficit hídrico .....	44
5.5	Producción y rendimiento de ají fresco ensayo estrés por nitrógeno.....	46
5.6	Cuantificación y concentración de capsaicinoides ensayo estrés por déficit y exceso de nitrógeno .....	48
<b>6.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>51</b>
6.1	Conclusiones .....	51
6.2	Recomendaciones .....	51

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 2-1. Estructura base de los capsaicinoides</b> .....	14
<b>Figura 2-2. Capsaicinoides y capsinoides (Díaz, Pomar, Bernal, &amp; Merino, 2004)</b> ...	15
Figura 2-3. Biosíntesis de capsaicinoides (Vázquez-Flota et al., 2007) .....	17
<b>Figura 4-1. Semillero <i>Capsicum frutescens</i></b> .....	26
<b>Figura 4-2. Semillero <i>Capsicum annum</i></b> .....	26
<b>Figura 4-3: Maceta utilizada en el ensayo</b> .....	29
<b>Figura 4-4: aleatorización de los tratamientos de estrés por déficit hídrico</b> .....	31
<b>Figura 4-5. siembra ensayo estrés nutrientes. —: nitrógeno bajo, —: CEUNP, —: nitrógeno alto.</b> .....	35
<b>Figura 4-6. Construcción curva de calibración capsaicinoides</b> .....	36
<b>Figura 4-7: Curva de calibración de capsaicina</b> .....	37
<b>Figura 4-8. Curva de calibración de dihidrocapsaicina</b> .....	37
<b>Figura 5-1. Lamina total aplicada, material Ají Cayenne</b> .....	39
<b>Figura 5-2. Lamina total aplicada, material Ají Tabasco</b> .....	40
<b>Figura 5-3. Rendimiento fruto fresco ají Cayenne</b> .....	41
<b>Figura 5-4. Rendimiento fruto fresco ají tabasco</b> .....	41
<b>Figura 5-5. Diagrama de flujo de proceso de extracción</b> .....	42
<b>Figura 5-6. Cromatograma de estándares capsaicina y dihidrocapsaicina</b> .....	43
<b>Figura 5-7. Cromatogramas estandarización método de extracción. A: extracto etanolico. B: extracto clorofórmico.</b> .....	44
<b>Figura 5-8. Correlación entre producción en fresco y producción de capsaicinoides ají Cayenne</b> .....	45
<b>Figura 5-9. Correlación entre producción en fresco y producción de capsaicinoides ají Cayenne</b> .....	46
<b>Figura 5-10. Rendimiento fruto fresco ají Tabasco A: promedios de bloques. B: promedios de tratamientos</b> .....	47
<b>Figura 5-11. Rendimiento fruto fresco ají Cayenne. A: promedios de bloques. B: promedios de tratamientos</b> .....	48
<b>Figura 5-12. Correlación entre producción en fresco y producción de capsaicinoides ají Tabasco</b> .....	49
<b>Figura 5-13. Correlación entre producción en fresco y producción de capsaicinoides ají Cayenne</b> .....	49

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 2-1. Principales productores de Capsicum en el mundo. ....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 2-2. Principales productores de ají en Colombia (MADR, 2013) .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 4-1.: Rangos de profundidad máxima efectiva de las raíces (Zr) y fracción de agotamiento de la humedad en el suelo (p) para condiciones sin estrés hídrico, para cultivos comunes. ....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 4-2. tratamientos usados en el ensayo de estrés hídrico .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 4-3. Plan de nutrición usado en CEUNP .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 4-4. Tabla 3: fuente de nutrientes a utilizar .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 4-5. Fraccionamiento de los de los elementos nutritivos por etapas empleadas en CEUNP .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 4-6. Nitrógeno aplicado a cada tratamiento. ....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 4-7. aplicación de fertilizantes en cada tratamiento .....</b>	<b>34</b>

## Bibliografía

- Allen, R., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*.
- Azcon Bieto, J., & Talón, M. . (2008). *Fundamentos de fisiología Vegetal* (Segunda Ed; M.-H.-I. DE ESPAÑA, Ed.). Retrieved from <https://gradocienciasdelmar.files.wordpress.com/2012/09/fundamentos-de-fisiologc2a1a-vegetal-j-azcc2a6n-bieto-m-talc2a6n-mcgraw-hill-2000.pdf>
- Barbero, G. F., Ruiz, A. G., Liazid, A., Palma, M., Vera, J. C., & Barroso, C. G. (2014). Evolution of total and individual capsaicinoids in peppers during ripening of the Cayenne pepper plant (*Capsicum annum* L.). *Food Chemistry*, *153*, 200–206. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.068>
- Bolaños Benavides, M. M., & Rodríguez Araujo, E. A. (2009). FERTILIZACIÓN INTEGRADA : QUÍMICA , ORGÁNICA Y BIOFERTILIZACIÓN EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE AJÍ ( CAYENNE Y JALAPEÑO ). *Suelos Ecuatoriales*, *39*(1), 66–71.
- Bosland, P. W., & Votaba, E. J. (2012). *Peppers: vegetable and spice capsicums* (P. W. Bosland & E. J. Votaba, Eds.). <https://doi.org/10.1079/9781845938253.0000>
- Calva, G., Ochoa, A., Ríos, L. E., Sánchez, J., & Martínez, J. . (2000). Catabolismo de capsaicina en cultivos de células de *Capsicum*. *CINVESTAV*.
- Cárdenas-Navarro, R., Sánchez-Yáñez, J. M., Farías-Rodríguez, R., & Peña-Cabriales, J. J. (2004). LOS APORTES DE NITRÓGENO EN LA AGRICULTURA. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, *10*(2), 173–178.
- Cardona, J. ., Lopera, G. L., Montoya, a. M., Montoya, a. M., Peña, J. D., Gil, M., ... Restrepo, G. M. (2006). Obtención de oleoresina de pimentón (*Capsicum annum* L.). *Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*, *13*(1), 5–9.
- Castañón-Nájera, G., Latournerie-Moreno, L., Mendoza-Elos, M., Vargas-López, A., & Cárdenas-Morales, H. (2008). Colección y caracterización de Chile (*Capsicum* spp) en Tabasco, México. *Revista Internacional de BOTANICA EXPERIMENTAL*, *77*, 189–202.
- Cuadrado-García, L. N., Lpez-Roa, E. N., Bojaca-Aldana, C. R., & Almanza-Merchan, P. (2014). Nitrogen Influence in the Production of Tomato ( *Lycopersicum esculentum* L .) Seeded in Substrate in Sutamarchán ( Boyacá ). *Ciencia y Agricultura*, *11*(1), 85–90.
- De Mendiburu, F. (2019). *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-1*. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=agricolae>
- Díaz, J., Pomar, F., Bernal, A., & Merino, F. (2004). Peroxidases and the metabolism of capsaicin in *Capsicum annum* L. *Phytochemistry Reviews*, *3*(1–2), 141–157.

<https://doi.org/10.1023/B:PHYT.0000047801.41574.6e>

- Dorji, K., Behboudian, M. H., & Zegbe-Domínguez, J. A. (2005). Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying. *Scientia Horticulturae*, *104*(2), 137–149. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.08.015>
- Estrada, B., Pomar, F., Díaz, J., Merino, F., & Bernal, M. . (1999). Pungency level in fruits of the Padrón pepper with different water supply. *Scientia Horticulturae*, *81*(4), 385–396. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00029-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00029-1)
- FAO. (2017). FAOSTAT. Retrieved June 16, 2019, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fernandez Barbero, G. (2007). *Extracción, Análisis, Estabilidad Y Síntesis De Capsaicinoides*. Universidad de Cádiz.
- Fischer, G., & Miranda, D. (2012). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/257972716>
- Garcés, A., Fellman Moore, S., Gil Ortega, R., Jahn, M., S, M., & Andrés, A. (2007). Identification, validation and survey of a single nucleotide polymorphism (SNP) associated with pungency in *Capsicum* spp. *Theor Appl Genet*, *115*(7), 907–916.
- Giacalone, M., Forfori, F., & Giunta, F. (2014). Chili Pepper Compounds in the Management of Neuropathic Pain. In *Bioactive Nutraceuticals and Dietary Supplements in Neurological and Brain Disease: Prevention and Therapy* (pp. 187–195). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411462-3.00020-5>
- Giraldo Rojas, F. J., Gil Garzón, M. A., Alzate Tamayo, L. M., Restrepo Duque, A. M., Millan Cardona, L., Ordoñez Castillo, A. F., & Restrepo Restrepo, C. E. (2009). Comparación de métodos de extracción de oleorresina de páprika (*Capsicum annum* L.) convencionales con una tecnología amigable al medio ambiente. *Producción Mas Limpia*, *4*(1), 17–26.
- Giuffrida, D., Dugo, P., Torre, G., Bignardi, C., Cavazza, A., Corradini, C., & Dugo, G. (2013). Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. *Food Chemistry*, *140*(4), 794–802. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.060>
- Gonzalez-Zamora, A., Sierra-Campos, E., Luna-Ortega, J. G., Perez-Morales, R., Rodríguez Ortiz, J. C., & García-Hernández, J. L. (2013). Characterization of different capsicum varieties by evaluation of their capsaicinoids content by high performance liquid chromatography, determination of pungency and effect of high temperature. *Molecules*, *18*, 13471–13486. <https://doi.org/10.3390/molecules181113471>
- Gurung, T., Techawongstien, S., Suriharn, B., & Techawongstien, S. (2011). Impact of Environments on the Accumulation of Capsaicinoids in. *Hort Science*, *46*(12), 1576–1581.
- Harvell, K. P., & Bosland, P. W. (1997). The environment produces a significant effect on pungency of chiles. *HortScience*, *32*(7), 1292.
- Horna Urtecho, G. L., Ramírez Valverde, D. A., & Alfaro Sánchez, M. E. (2007). “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y EXPORTACION DE OLEORRESINA DE PAPIKA A ESTADOS UNIDOS. Universidad privada del norte.
- Hunziker, A. T. (1979). South america Solanaceae: a synoptic survey. In J. K. Hawke (Ed.),



- Biology and Taxonomy of Solanaceae* (pp. 49–85). Academic Press.
- Hurtado Tenorio, I. (2010). *BUSQUEDA DE RESISTENCIA A Phytophthora capsici Leonian EN GERMOPLASMA DE Capsicum spp.* (Cambridge University Press; Intergovernmental Panel on Climate Change, Ed.). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Inifap. (2009). *Sabor de México con el Chile Habanero de Yucatán*. Retrieved from [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/1528/chile\\_habanero.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/1528/chile_habanero.pdf)
- Jaimez, R. E. (2000). CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LA MATERIA SECA EN AJÍ DULCE BAJO CONDICIONES DE DÉFICIT DE AGUA. *Agronomía Tropical*, 50(2), 189–200. Retrieved from [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/AgronomiaTropical/at5002/arti/jaimez\\_r.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/AgronomiaTropical/at5002/arti/jaimez_r.htm)
- Johnson, C. D., & Decoteau, D. R. (1996). Nitrogen and potassium fertility affects Jalapeno pepper plant growth, pod yield, and pungency. *HortScience*, 31(7), 1119–1123.
- Kobata, K., Sutoh, K., Todo, T., Yazawa, S., Iwai, K., & Watanabe, T. (1999). Nordihydrocapsiate , a New Capsinoid from the Fruits of a Nonpungent Pepper , *Capsicum annuum*. *J. Nat. Prod*, 62, 335–336.
- López-Sánchez, C., Ochoa-Alejo, N., Palma Cruz, F., Pérez-Vargas, J., Esparza-García, F. J., & Calva-Calva, G. (2005). Metabolismo de fenilpropanoides en cultivos de raíces pilosas de *Capsicum spp.* que llevan un fragmento de un gen de PAL. *Congreso Nacional de La Sociedad de Biotecnología y Bioingeniería*. Merida, Yucatan, Mexico.
- MADR. (2010). *Agenda de investigación de cadenas productivas. Boletín informativo. Dirección de desarrollo tecnológico y protección sanitaria-proyecto transición de la agricultura.*
- MADR. (2013). Reporte: Producción nacional por producto. Retrieved March 24, 2016, from [http://207.239.251.112/www/htm3b/ReportesAjax/parametros/reporte16\\_2011.aspx?cod=16](http://207.239.251.112/www/htm3b/ReportesAjax/parametros/reporte16_2011.aspx?cod=16)
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (Segunda Ed; A. Press, Ed.). San Diego.
- Martinez Marulanda, A. C. (2015). *Requerimientos nutricionales de ají Capsicum annum L. y su relación con rendimiento bajo condiciones de Palmira, Valle del Cauca*. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Medina Lara, F., Echavarría Machado, L., Pacheco Arjona, R., Ruiz Lau, N., Guzmán Antonio, A., & Martínez Estevéz, M. (2008). Influence of Nitrogen and Potassium Fertilization on Fruiting and Capsaicin Content in Habanero Pepper ( *Capsicum chinense Jacq* .). *Hort Science*, 43(5), 1549–1554. Retrieved from <http://hortsci.ashspublications.org/content/43/5/1549.full.pdf+html>
- Milla, A. (2006). *Capsicum de capsia, cápsula : el pimiento*. In *Pimientos* (pp. 21–31).
- Muller, C. A. (2010). *Efecto de la relación amino/fosfato sobre la pungencia del frutoo de chile habanero Capsicum chinense Jacq. bajo ambiente controlado* (Universidad Autónoma de Querétano). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Neumann, R. (2004). *Ajies y Capsicina: desde especia, insecticida, defense personal hasta medicinal*. Retrieved from [http://www.produccion-animal.com.ar/temas\\_varios/temas\\_varios/38-ajies.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/temas_varios/temas_varios/38-ajies.pdf)

- Nuez Viñals, F., Gil Ortega, R., & Costa García, J. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes* (M. Empresa, Ed.). Madrid, España.
- OECD. (2006). *Safety Assessment of Transgenic Organisms*. Retrieved from <https://goo.gl/w7PNSn>
- Orbegoso Alvarez, G. (1954). *Reseña del cultivo. Identificación botánica y comparativa de rendimiento en fresco de variedades de ají*. Escuela Nacional de Agricultura.
- Pardey Rodríguez, C., & García Dávila, M. (2011). Mejoramiento en Capsicum al virus del mosaico deformante del pimentón (PEPDMV). *Rev. NTROPICA*, Vol. 6, pp. 33–39. Retrieved from <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/237>
- Pardey Rodríguez, C., García Dávila, M., & Vallejo Cabrera, F. A. (2009). Evaluación agronómica de accesiones de Capsicum del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. *Acta Agronómica*, 58(1), 23–28. Retrieved from [http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/9738/10290](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/9738/10290)
- Pardey Rodríguez, C., Posso, A. M., & García Dávila, M. (2010). Evaluación de accesiones de Capsicum spp. por su reacción al virus del mosaico deformante del pimentón (PepDMV). *Acta Agronómica*, 59(1), 97–102. Retrieved from <http://www.revele.com.veywww.redalyc.org/articulo.oa?id=169916223010>
- Pickersgill, B. (2004). Peppers and Chillies. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 4460–4467). <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/00904-4>
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.r-project.org/>
- Rafajlovska, V., Slaveska-Raicki, R., Klopcevska, J., & Srbinoska, M. (2011). Extraction of oleoresin from pungent red paprika under different conditions. *Mass Transfer in Chemical Engineering Process*, 111–132.
- Restrepo Gallego, M. (2007). Oleorresinas de capsicum en la industria alimentaria. *Revista Lasallista de Investigación*, 3(2), 43–47. Retrieved from [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/vol3n2/43-47\\_oleorresinas.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/vol3n2/43-47_oleorresinas.pdf)
- Rodas, H., Rodríguez, H., Ojeda, M., Vidales, J., & Luna, A. (2012). Curvas de absorción de macronutrientes en calabacita italiana (Cucurbita pepo L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(5), 57–60.
- Rodríguez Araujo, E. A., Bolaños Benavides, M. M., & Menjivar Flores, J. C. (2010). Effect of the fertilization on the nutrition and yield of the red pepper (Capsicum spp.) in the Valley of the Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*, 59(1), 55–64.
- Rodríguez Pardey, C. (2008). CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE ACCESIONES DE Capsicum DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA Y DETERMINACION DEL MODO DE HERENCIA DE LA RESISTENCIA A POTYVIRUS (PepDMV).
- Sánchez-Sánchez, H., González-Hernández, V. A., Cruz-Pérez, A. B., Pérez-Grajales, M., Gutiérrez-Espinosa, M. A., Gardea-Béjar, A. A., & Gómez-Lim, M. Á. (2010). Herencia de capsaicinoides en chile manzano (Capsicum pubescens R. y P.). *Agrociencia*, 44(6), 655–665. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-)

- 31952010000600005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sezen, S. Metin, Yazar, A., & Eker, S. (2006). Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. *Agricultural Water Management*, 81, 115–131. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.04.002>
- Sezen, Semih Metin, Yazar, A., & Tekin, S. (2019). Physiological response of red pepper to different irrigation regimes under drip irrigation in the Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 245, 280–288. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.037>
- Silva Aguilar, F. (2011). *Estimación de parámetros genéticos en el contenido de capsaicina y rendimiento en una cruce de pimentón cultivar serrano y aji cayenne (Capsicum annum) por medio del análisis de medias generacionales.*
- Vázquez-Flota, F., Miranda-Ham, M. de L., Monforte-González, M., Gutiérrez-Carbajal, G., Velázquez-García, C., & Nieto-Pelayo, Y. (2007). La biosíntesis de capsaicinoides, el principio picante del chile. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4), 353–360. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61030402>
- Zamudio Moreno, E. (2013). *Efecto del estrés hídrico sobre el metabolismo de capsaicinoides en frutos de chile habanero.* Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Zewdie, Y., & Bosland, P. W. (2000). Pungency of Chile (*Capsicum annum* L.) Fruit is Affected by Node Position. *Hort Science*, 35(6), 1174.
- Zewdie, Y., & Bosland, P. W. (2000). Evaluation of genotype, environment, and genotype-by-environment interaction for capsaicinoids in *Capsicum annum* L. *Euphytica*, 111, 185–190. <https://doi.org/10.1023/A:1003837314929>
- Zewdie, Y., & Bosland, P. W. (2001). Capsaicinoid profiles are not good chemotaxonomic indicators for *Capsicum* species. *Biochemical Systematics and Ecology*, 29(2), 161–169. [https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(00\)00041-7](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(00)00041-7)

- 31952010000600005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sezen, S. Metin, Yazar, A., & Eker, S. (2006). Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. *Agricultural Water Management*, 81, 115–131. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.04.002>
- Sezen, Semih Metin, Yazar, A., & Tekin, S. (2019). Physiological response of red pepper to different irrigation regimes under drip irrigation in the Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 245, 280–288. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.037>
- Silva Aguilar, F. (2011). *Estimación de parámetros genéticos en el contenido de capsaicina y rendimiento en una cruce de pimentón cultivar serrano y aji cayenne (Capsicum annum) por medio del análisis de medias generacionales.*
- Vázquez-Flota, F., Miranda-Ham, M. de L., Monforte-González, M., Gutiérrez-Carbajal, G., Velázquez-García, C., & Nieto-Pelayo, Y. (2007). La biosíntesis de capsaicinoides, el principio picante del chile. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4), 353–360. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61030402>
- Zamudio Moreno, E. (2013). *Efecto del estrés hídrico sobre el metabolismo de capsaicinoides en frutos de chile habanero.* Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Zewdie, Y., & Bosland, P. W. (2000). Pungency of Chile (*Capsicum annum* L.) Fruit is Affected by Node Position. *Hort Science*, 35(6), 1174.
- Zewdie, Y., & Bosland, P. W. (2000). Evaluation of genotype, environment, and genotype-by-environment interaction for capsaicinoids in *Capsicum annum* L. *Euphytica*, 111, 185–190. <https://doi.org/10.1023/A:1003837314929>
- Zewdie, Y., & Bosland, P. W. (2001). Capsaicinoid profiles are not good chemotaxonomic indicators for *Capsicum* species. *Biochemical Systematics and Ecology*, 29(2), 161–169. [https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(00\)00041-7](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(00)00041-7)