

APE

Revista Agropecuaria y Forestal

ISSN 2306-8795

Volumen 8 (2) 2019



Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales
(SODIAF)



“La investigación al servicio de la producción”

La Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF) se fundó el 20 de febrero del año 1992 y es una organización sin fines de lucro, que agrupa a más de 200 investigadores agropecuarios y forestales del país.

Valores de la SODIAF:

- *Calidad de la investigación*
- *Formación y crecimiento de sus miembros*
- *Promoción y difusión de las investigaciones*
- *Cooperación con instituciones nacionales e internacionales*
- *Establecimiento de un código ético*
- *Solidaridad con la mejora de las condiciones de trabajo para los investigadores*
- *Creación de opinión sobre nuevas tecnologías y problemas agropecuarios*

Misión de la SODIAF

Es una Sociedad sin fines de lucro, comprometida con la formación, crecimiento, ética y condiciones de trabajo de los investigadores, que promueve la calidad, difusión y pertinencia de las investigaciones, la cooperación nacional e internacional y que orienta a la sociedad sobre el desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario y forestal.

Visión de la SODIAF

Asegurar la calidad y pertinencia de las investigaciones agropecuarias y forestales en la República Dominicana; ser la primera institución dominicana de orientación sobre el desarrollo de tecnologías agropecuarias y forestales; y procurar un ambiente adecuado para el ejercicio del investigador.

Revista APF

Órgano de difusión de la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, Sodiaf.

La Revista APF de la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales es un mecanismo para contribuir con la difusión e intercambio de información sobre el quehacer científico y tecnológico. Se pone a la disposición del Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales e investigadores de la región del Caribe y América Latina. Está dirigida a un público global, interesado en las disciplinas biofísicas o socioeconómicas que inciden en el desarrollo de la agropecuaria y los recursos naturales.

Instituciones Auspiciadoras

- Ministerio de Agricultura (MA)
- Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf)
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf)
- Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (Cedaf)
- Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf)
- Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI)

Correspondencia:

Toda la correspondencia dirigida a la Revista debe dirigirse al Editor en Jefe:

José Richard Ortiz

Editor en Jefe

Revista APF

José Amado Soler 50, Ensanche Paraíso,

Santo Domingo, República Dominicana

(Oficinas del Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. - Cedaf)

Teléfono: 809-565-5603 Ext 222 (Cedaf)

Fax: 809-544-4727 Atención Sodiaf

Email: sodiaf@sodiaf.org.do • editor.revista@sodiaf.org.do

Sitio Web: www.sodiaf.org.do

Cita correcta: Revista APF. 2019. Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf). Santo Domingo, DO. Volumen 8(2).

Revista electrónica: <http://www.sodiaf.org.do/revista/index.php>

Editor en Jefe

José Richard Ortiz, Idiaf

Editor Asociado

Elpidio Aviles, Sodiaf

Consejo Asesor:

*José Pablo Morales
Universidad de Puerto Rico*

*Graciela Godoy
Idiaf*

*Modesto Reyes
UASD*

*Jesús Rosario
Sodiaf*

*Birmania Wagner
Sodiaf*

*Freddy Contreras
Idiaf*

*Elpidio Aviles
Idiaf/ Sodiaf*

Comité Editorial:

*Elpidio Aviles
Sodiaf*

*Gonzalo Morales
CEDAF*

Diseño y Diagramación

*Gonzalo Morales
Cedaf/Sodiaf*

Foto de Portada:

*Coffea arabica L., en la Lanza, Barahona.
Foto: José Richard Ortiz*

Revista APF

Revista Agropecuaria y Forestal

Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, Sodiaf



Revista APF - Vol 8 No 2, 2019

Contenido y Autores

Pág.

iii Editorial

Ing. Elpidio Aviles, M.Sc.

Presidente de la Junta Directiva Sodiaf 2018-2020

1 Epidemiología de la Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk) y aplicación para un sistema de alerta temprana en la República Dominicana

Quisqueya Pérez, Toribio Contreras y Antonio Cueva

9 Calidad del agua usada con fines agrícolas en la República Dominicana

José Cepeda

Revisión Bibliográfica

17 La okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) un cultivo con potencial para la humanidad: Una revisión

Elizabeth Tejada y Pedro Núñez

Artículo de Opinión

27 Mejoramiento genético de la yautía coco para manejo de la enfermedad Tizón foliar en la República Dominicana

Máximo Halpay

29 Revista APF

Instrucciones para autores

Editorial

La principal causa del cambio climático es el calentamiento global y tiene múltiples consecuencias negativas en los sistemas físicos, biológicos y humanos, entre otros efectos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) considera que el cambio climático reducirá la disponibilidad de agua, por lo que el recurso hídrico representa un gran desafío, la extracción de agua para la agricultura es aproximadamente 70% del total de extracciones de este recurso. También, se estima que más del 40% de la población rural del mundo vive en cuencas de ríos que carecen de agua. En algunas de estas zonas, entre el 80 y el 90% del agua se utiliza con fines agrícolas. Asimismo, otro desafío importante es el abastecimiento de agua. Se necesita proyectos de inversión en temas hídricos, América Latina es la región que más desperdicios y pérdidas genera en su cadena de valor de los alimentos, en las diferentes etapas. Esto exige una mejora de la infraestructura y tecnologías de calidad. Las respuestas humanas para hacer frente al cambio climático se han agrupado tradicionalmente en dos grandes categorías: la mitigación y la adaptación. La mitigación agrupa al conjunto de estrategias orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de origen humano, que son el alimento del cambio climático. La adaptación agrupa las estrategias orientadas a evitar o limitar los riesgos derivados del cambio climático, buscando un mejor ajuste a las condiciones climáticas actuales y futuras. En tal sentido, la Sodiaf que es una sociedad sin fines de lucro, que tiene como misión estar comprometida con la formación, crecimiento, ética y condiciones de trabajo de los investigadores; que promueve la calidad y difusión y pertinencia de las investigación cooperación nacional e internacional y orienta a la sociedad dominicana sobre el desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario y forestal y, en especial, la Junta Directiva de la Sodiaf (2018-2020) se siente satisfecha al entregar este nuevo número de la revista APF 8 (2), 2019 a la comunidad científica dominicana e internacional, así como a los estudiantes, técnico y productores del país.

Ing. Elpidio Aviles, M.Sc.

Presidente de la Junta Directiva Sodiaf 2018-2020

Epidemiología de la Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk) y aplicación para un sistema de alerta temprana en la República Dominicana

Quisqueya Pérez*, Toribio Contreras** y Antonio Cueva***

Abstract

In order to develop bioclimatic models of local application aimed at strengthening the Coffee Rust Alert System (SATR), in the period 2015 to 2017, an epidemiological study was developed in two regions of the Dominican Republic. The investigation recorded the duration of the biological cycle, the incidence and severity of the disease, plant phenology, temperature, relative humidity, precipitation, dew point and rainfall. As results of this investigation, the behavioral curves of the disease and its relationship with climatic and phenological factors of the crop were obtained. Advances in results obtained indicate that the duration of the incubation period (PI) of *H. vastatrix*, in Jarabacoa, ranged between 21 and 35 days, the complete biological cycle between 29 and 46 days; while, in the Polo area, the incubation period ranged from 22 to 35 days, the duration of the biological cycle was 29 to 45 days. The most influential climatic factors were temperature, number of days with rain and amount of rain accumulated. For the Polo area, the models $Y = 71.06 - 2.60 \text{ minimum temperature}$ were obtained for the incubation period forecast, with an R^2 equal to 81% and $Y = 72.59 - 0.08 \text{ (temp. Max) - 2.75 (temp. Min)}$ with an R^2 of 81%. In the validation of the PI forecast of both equations compared to the Rayner equation, only the first model and the Rayner equation had similar forecasts for the duration of the PI. In both areas, the behavior of the rust had three epidemic phases and its biological cycle was influenced by the maximum and minimum temperature and the number of days with rain. For the Jarabacoa area, two models were obtained for the incidence prognosis: first model $Y \text{ (Inc. \%)} = 246.4 - 8.03 \text{ Temp. Minimum} - 2.23 \text{ Temp. Maximum}$, with an $R^2 = 0.83$ obtained with climatic data recorded within the study plot and the second $Y = 340.18 - 6.08 \text{ Temp. Maximum} - 7.66 \text{ Temp. Minimum}$ with an R^2 of 0.81. Both models must be validated in subsequent studies.

Keywords: *rust, coffee, epidemiology, climate.*

Resumen

Con el propósito de desarrollar modelos bioclimáticos de aplicación local dirigidos a fortalecer el Sistema de Alerta para la Roya del Café (SATR), en el período 2015 al 2017, se desarrolló un estudio epidemiológico en dos regiones de la República Dominicana. En la investigación se registró la duración del ciclo biológico, la incidencia y severidad de la enfermedad, fenología de la planta, temperatura, humedad relativa, precipitación, punto de rocío y pluviometría. Como resultados de esta investigación se obtuvieron las curvas de comportamiento de la enfermedad y su relación con factores climáticos y fenológicos del cultivo. Avances de resultados obtenidos, indican que la duración del período de incubación (PI) de *H. vastatrix*, en Jarabacoa, osciló entre 21 y 35 días, el ciclo biológico completa entre 29 y 46 días; mientras que, en la zona de Polo, el período de incubación osciló entre 22 y 35 días, la duración del ciclo biológico fue de 29 a 45 días. Los factores climáticos de mayor influencia fueron temperatura, cantidad de días con lluvia y cantidad de lluvia acumulada. Para la zona de Polo, se obtuvieron para pronóstico de período de incubación, los modelos $Y = 71.06 - 2.60 \text{ temperatura mínima}$, con un R^2 igual a 81% y $Y = 72.59 - 0.08 \text{ (temp. max) - 2.75 (temp. min)}$ con un R^2 de 81%. En la validación del pronóstico de PI de ambas ecuaciones en comparación con la ecuación de Rayner, solo el primer modelo y la ecuación de Rayner tuvieron pronósticos similares para la duración del PI. En ambas zonas, el comportamiento de la roya tuvo tres fases epidémicas y su ciclo biológico estuvo influenciado por la temperatura máxima y mínima y el número de días con lluvia. Para la zona de Jarabacoa, se obtuvieron dos modelos para el pronóstico de incidencia: primer modelo $Y \text{ (Inc. \%)} = 246.4 - 8.03 \text{ Temp. Mínima} - 2.23 \text{ Temp. Máxima}$, con un $R^2 = 0.83$ obtenido con datos climáticos registrados dentro de la parcela de estudio y el segundo $Y = 340.18 - 6.08 \text{ Temp. Máxima} - 7.66 \text{ Temp. Mínima}$ con un R^2 de 0.81. Ambos modelos deben ser validados en estudios posteriores.

Palabras clave: roya, café, epidemiología, clima.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea arabica* L.) es de importancia socioeconómica para la República Dominicana, por su papel como generador de ingresos para el país y las familias cafetaleras y su rol en la protección de grandes superficies localizadas en las zonas montañosas, constituyendo la mayor masa boscosa con que cuenta

actualmente la nación.

La enfermedad Roya del cafeto causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk & Br, fue detectada en la República Dominicana en el año 1988. A partir de su detección, se realizaron investigaciones que determinaron el comportamiento de la enfermedad en diferentes zonas

*Investigadora. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), correo, qperez79@uasd.edu.do, **Instituto Dominicano del Café (Indocafe) y ***Profesor Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

de producción, como base para su manejo, manteniéndose la enfermedad como una más del cultivo durante veintidós años sin causar daños significativos. Sin embargo, la caficultura dominicana ha sido afectada por circunstancias adversas como la variabilidad de los precios en el mercado internacional y la escasa inversión del Estado Dominicano en el sector cafetalero, causas principales de la reducción de la producción por abandono de las áreas y deterioro de los cafetales, así como por los efectos de factores climáticos adversos, principalmente la destrucción de plantaciones a causa de los huracanes.

Como parte de la respuesta a esta crisis, se desarrolló un proyecto de investigación entre el 2015 y 2017, con el objetivo de actualizar el conocimiento sobre el comportamiento de la enfermedad en diferentes zonas geográficas y su relación con las condiciones climatológicas. En este artículo presentamos los resultados de esta investigación realizada en la zona cafetalera de Los Marranitos, en Jarabacoa, provincia La Vega y en La Lanza, Polo, provincia Barahona, localizadas en las regiones norcentral y el sur de la República Dominicana, respectivamente, durante el año 2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en dos zonas cafetaleras: Los Marranitos, Jarabacoa, provincia La Vega, localizado en la latitud 19.11667 y longitud -70.63333, a una altitud de 1,200 msnm, con pluviometría media anual de 1,436 mm, temperatura máxima y mínima de 29.7 y 16.4 grados Celsius, respectivamente, localizadas en la vertiente norcentral de la Cordillera Central y en la Lanza, Polo, provincia Barahona, localizada en la latitud 18.085509 y longitud -70.63333 en la Sierra de Bahoruco en el sur de la República Dominicana.

En los Marranitos, se seleccionó una finca sembrada con café de la variedad 'Caturra' de aproximadamente 7 años de sembrada con un marco de plantación de a dos por un metro, con sombreado regular, alta capacidad productiva. En Polo, se seleccionó un lote de la variedad 'Caturra', dentro de las instalaciones del Centro Sur de Desarrollo Agropecuario del Instituto Dominicano del Café (Indocafe), de aproximadamente 7 años de sembrada con un marco de plantación de dos por un metro, con media a baja capacidad productiva.

Los lotes fueron manejados igual que el resto de la finca, con la excepción de que no se realizaron aplicaciones de fungicidas.

Procedimiento de campo

La investigación se dividió en dos etapas:

Determinación del período de incubación y latencia. Para lo cual se llevaron mensualmente a las parcelas 20 plantas de café de la variedad 'Caturra', producidas

fuera de la zona cafetalera para garantizar que estuvieran libres de la enfermedad Roya del café. Se seleccionaron diez plantas, en cada una se tomaron cuatro hojas y se marcaron círculos donde eran inoculadas artificialmente con uredosporas frescas y libres del hongo *Lecanicillium lecanii*. Las plantas inoculadas se distribuyeron en las parcelas y a los 15 días se realizó la primera lectura y las siguientes cada tres días hasta que aparecieran los primeros síntomas y luego las primeras uredosporas. Las restantes diez plantas se distribuyeron dentro del lote a fin de que se produjera inoculación natural, las lecturas se hicieron siguiendo el mismo protocolo.

Determinación de la curva epidemiológica

Para el estudio de comportamiento de la enfermedad, se utilizó la metodología regional utilizada por los países miembros del Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (Promecafe) para estudios epidemiológicos, que consistió en seleccionar lotes de una hectárea de café de la variedad 'Caturra' el cual fue delimitado físicamente para garantizar la no aplicación de fungicidas. En cada lote se seleccionaron e identificaron 30 plantas y en cada una se escogieron 2 ramas o bandolas del estrato medio de la planta

Variables evaluadas

Se registraron cada 15 días las variables: número total de hojas en la rama (NTH), hojas nuevas (HN), hojas con Roya nueva (HRN) y severidad, esta última utilizando la escala diagramática de la Dirección Nacional de Vigilancia Fitosanitaria de México (2013)

Registro de variables climáticas

Para estos, registros se instaló en cada una de las parcelas, un Data Logger que registró cada dos horas por día, la temperatura, humedad relativa y punto de rocío.

Se obtuvieron los registros diarios de temperatura máxima y mínima, número de días con lluvia y milímetros diarios de las estaciones de la Oficina Nacional de Meteorología de Polo y Jarabacoa (Silvicultura) localizadas a unos tres kilómetros de las parcelas de estudio.

Análisis estadístico

Con los registros periódicos de la incidencia y los datos de pluviometría, temperatura máxima y mínima, punto de rocío y humedad relativa, se realizaron los análisis de correlación y regresión múltiple utilizando el paquete estadístico Infostat, para determinar la influencia de cada una de esas variables y de su conjunto en el comportamiento de la enfermedad. Los registros de cantidad de hojas con roya nueva (HRN) en las ramas evaluadas nos sirvieron de parámetro de ayuda para la estimación de la duración del período de incubación en las plantas evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Duración del ciclo biológico

La duración del ciclo biológico en el 1998, fue de 29 a 48 días en la Zona de Jarabacoa (Pérez *et al.* 1995) a 700-800 msnm, sin embargo, en PI determinado en este estudio para una altitud de 1,120 msnm en la misma zona para el 2016, osciló entre 21 y 34 días, bajo condiciones climáticas donde se esperaba que fuera más prolongado. Este comportamiento podría atribuirse a que la temperatura media se mantuvo en los rangos de 21 a 25 grados Celsius, adecuados para favorecer la duración del período de incubación.

En el caso de Polo, la duración del período de incubación osciló entre 22 y 35 días, bajo condiciones de altitud menor que Jarabacoa y con una temperatura media en-

tre 19 y 24°C, donde se esperaba un periodo de incubación mucho más corto que en Jarabacoa.

La temperatura mínima y máxima resultaron las variables más influyentes en la duración del ciclo biológico en Polo para evaluar la posibilidad de utilizar información climática de una estación meteorológica localizada a cinco kilómetros de la parcela, se realizó un análisis de correlación utilizando los datos de la estación climática y los obtenidos con un data logger dentro de la parcela, los análisis estadístico indican que en Polo, correlación entre el período de incubación y la temperaturas máxima R_2 de 58% P de 0.0006 y para la temperatura mínima, 0.31 (R_2 31% (con un P 0.013), igual ocurre con los datos registrados en la estación climática de la Oficina Nacional de Meteorología (Onamet), con un $R_2 = 90%$ para la temperatura mínima, con $P < 0.08$ y $R_2 = 69%$ para la máxima. Con $P < 0.013$.

Tabla 1. Duración del ciclo biológico en Polo y El Marranito

Mes	PI(días)_Jarabacoa 1120 msnm	CB (días)	PI (días)	CB (días) Polo a 891 msnm
E	32	40	35	45
F	35	43	35	45
M	30	41	35	42
A	21	29	22	29
M	28	42	22	29
J	28	36	23	30
J	28	37	23	42
A	29	40	25	35
S	26	36	25	37
O	26	40	27	41
N	32	46	27	41
D	34	42	30	45

Tabla 2. Relación entre la duración del PI con la temperatura obtenida con dentro de la parcela (Data logger) y de las estaciones de Oficina Nacional de Meteorología (Onamet) más próximas a las zonas.

Localidades	Duración PI (días)	Método obtención	Temp. Max	Temp. Min
Polo		Data logger	-0.58	-0.31
	PI Máximo = 35		$P < 0.0006$	$P < 0.013$
	PI Mínimo = 22	Onamet	-0.90	-0.69
Los Marranitos			$P < 0.08$	$p < 0.07$
	PI Máximo = 35	Data Logger	-0.43	-0.25
	PI Mínimo = 21		$P < 0.0027$	$P < 0.094$
		Onamet	-0.39	-0.21
			$P < 0.21$	$p < 0.009$

Para Jarabacoa, con los registros climáticos dentro de la parcela, también la temperatura fue el factor más influyente, con coeficiente de correlación de 43% y $P < 0.0027$ para la temperatura máxima y 25 % con $P < 0.094$ para la temperatura mínima con los registros de Onamet.

Para iniciar el proceso de validación de estas informaciones, se desarrollaron dos modelos utilizando el análisis de regresión para la duración del ciclo biológico y las variables meteorológicas utilizando el método Stepwise (paso a paso). Para Polo, resultó en la obtención de dos modelos para la duración del período de incubación $Y = 7.06 - 2.5 T_{min}$ con un R_2 de 79% y para la duración del Ciclo biológico $Y = 72.59 - 0.08 T_{max} - 0.275 T_{min}$ con un $R_2 = 71\%$.

La duración del ciclo biológico para las enfermedades policíclicas como la Roya del café es determinante porque influye en las fases de desarrollo de la enfermedad y puede utilizarse para predecir el desarrollo de la enfermedad en el campo. Esta es una información de relevancia arrojada por este estudio, ya que luego de su validación permitirá la estimación del desarrollo de la enfermedad. Los resultados de investigación para determinación del período de incubación y el ciclo biológico, indican que la temperatura es el factor climático más influyente, según Rayner, citado por IICA (1977) y Leguizamón (1998).

Se comparó los registros de período de incubación observado en Polo y el predicho por la ecuación de Rayner, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3.

Los estudios epidemiológicos sobre la Roya del café, realizados antes de la crisis del 2010, y los posteriores a esta crisis, en ambas zonas de estudio, indican que hay cambios en la biología del hongo asociado con el cambio climático.

Comportamiento de las epidemias en las zonas de estudio

En ambas zonas de estudio, el desarrollo de la epidemia se inicia en el período abril a mayo. En la zona de Polo, a una altitud de 980 msnm, la incidencia fue de 5 a 30%, se esperaba que los valores fueran mayores a los registrados en este estudio, dentro de la región donde la Roya produjo los mayores daños a raíz de la crisis.

El sistema compuesto por *Hemileia vastatrix* y el cultivo del café es influenciado de manera holística por la humedad y la temperatura en la zona de Polo, las variables climáticas que más influyeron de manera individual en el comportamiento de la enfermedad fueron las temperaturas máximas y la cantidad de lluvia caída con un R_2 de 36 y 25%, respectivamente.

En la zona de Jarabacoa, con una altitud de 1120 msnm, se registraron niveles de incidencia entre 27 y 80%. En esa zona, se esperaba que la incidencia fuera menor debido a la altura. En esa zona, las variables climáticas más influyente fueron la temperatura máxima y mínima y la cantidad de lluvia caída, con un $R_2 = 50\%$.

Tabla 3 Comparación entre PI observado y pronosticado por las ecuaciones de Rayner y modelo 2 Polo, La Lanza

Meses	PI observado en campo	PI Pronosticado con la Ecuación De Rayner $Y = 90.61 - 0.408 T_{max} - 0.408 T_{min}$	PI Pronosticado por Ecuación 2 Polo $Y = 7.06 - 2.5 T_{min}$
E	35	35.	35
F	35	34.	35
M	35	34.	35
A	22	32	22
M	22	31	22
J	23	31	23
J	23	30.	23
A	25	30	26
S	25	31	25.
O	27	31	26.
N	27	31	27
D	30	34.	30

Según varios autores, la cantidad de inoculo residual, así como la virulencia y agresividad en la fase de menor incidencia, determina la severidad en la siguiente epidemia, Avelino (2013).

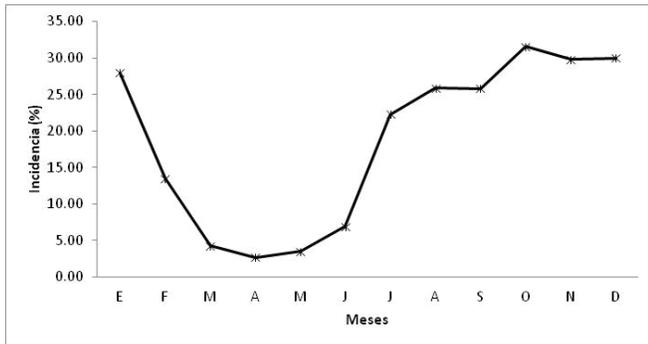


Figura 1. Curva epidemiológica de la Roya en Polo en 2016.

Como se observa en la Figura 2, el inoculo residual medido como porcentaje de hojas enfermas fue cinco veces superior en Jarabacoa al inicio de la epidemia, lo pudo haber influido en el comportamiento de la enfermedad durante todo el año.

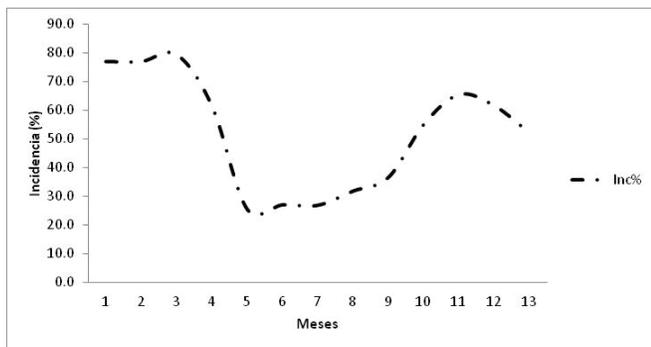


Figura 2 Curva epidemiológica de la Roya en Jarabacoa en 2016.

Las características de ambas fincas, marcada por una diferencia en cantidad de plantas y capacidad productiva combinado con el efecto de las condiciones climáticas, incidieron en el comportamiento de la epidemia en ambas zonas, Rayner (1961), Rijo y Rodríguez (1978) y Cadena (1978).

En la zona de Polo, la cantidad de días con lluvia osciló de 17 a 30 días, mayor a la zona de Jarabacoa, que fue de 7 a 28 días. Es probable que esa cantidad de días con lluvia en la zona de Polo haya lavado las uredosporas durante la fase de despegue de la epidemia y después de iniciar la fase de crecimiento rápido, reduciendo los niveles de incidencia de la enfermedad durante todo el período siguiente.

En la zona de Polo, las variables climáticas que más influyeron de manera individual en el comportamiento de la enfermedad fueron: el número de días con lluvia

con un $R_2 = 50\%$ y la temperatura máxima de 25% . En Jarabacoa, los factores influyentes fueron la humedad relativa con un $R_2 = 63\%$, la cantidad de días con lluvia con un $R_2 = 54\%$ y la temperatura.

En la zona de Jarabacoa, a una altitud de 1120 msnm, se registraron niveles de incidencia entre 27 y 80%. En esa zona se esperaba que la incidencia fuera menor debido a la altura. En esa zona, la cantidad de lluvia fue mayor, distribuida en menos días, lo que probablemente influyó en un menor lavado de las uredosporas.

Resende *et al* (2011) proyectaron la ocurrencia de la Roya del café, bajo diferentes escenarios climáticos desde 2011 al 2100, estos autores proyectaron que en esos escenarios posibles, una disminución de días favorables para el desarrollo de la enfermedad debido al aumento de la temperatura promedio del aire, sin embargo, hubo un aumento en el número de días con precipitaciones superiores a 30 mm, que posiblemente contribuyeron a la mayor incidencia en los escenarios proyectados, Resende *et al.* (2011).

Para Jarabacoa, el análisis de regresión para la incidencia de la Roya y las variables meteorológicas utilizando el método Stepwise (paso a paso) para Polo resultó en la obtención de los modelos $Y = 246.4 - 8.03 \text{ temp mínima} - 2.23 \text{ temp máxima}$ obtenido con los datos cli-

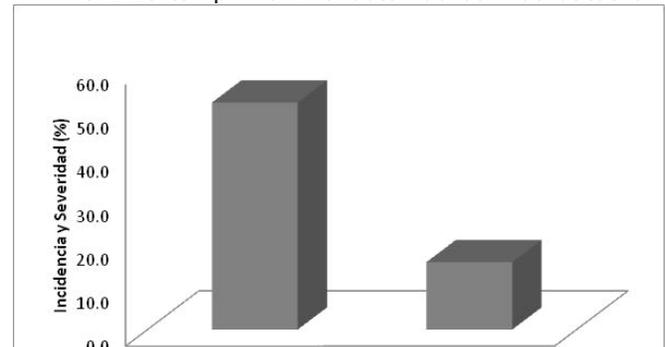


Figura 3. Promedio de incidencia y severidad de la Roya del café en Jarabacoa en el año 2016.

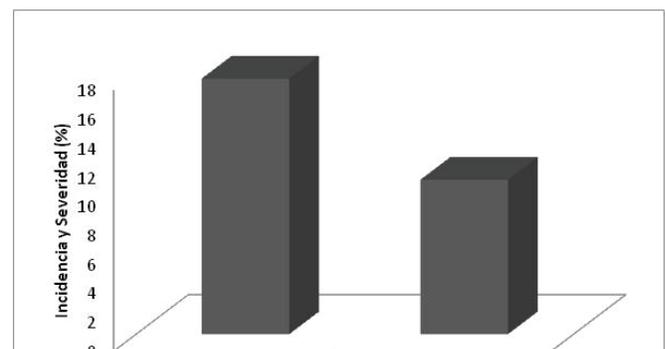


Figura 4. Promedio de incidencia y severidad de la Roya del café en Polo en el año 2016.

máticos registrados dentro de la parcela de investigación, con un R_2 de 83% y el modelo $Y=340.1-6.08 \text{ temp máxima} -7.66 \text{ temp. mínima}$, obtenidos con los datos climáticos de la estación meteorológica de Onamet, con un R_2 de 81%.

En cuanto a la severidad de la enfermedad en la zona de Jarabacoa, desde el inicio de la epidemia en el mes de mayo, el promedio de severidad fue de un 30% de área foliar afectada y en Polo con un 11% del área foliar afectada.

El comportamiento de la severidad, además de las condiciones climatológicas, pudo haber sido influenciado por las características de las fincas bajo estudio. De acuerdo con Avelino (2013), bajo sombra las cargas fructíferas son bajas. La sombra a la vez influye sobre los cambios en la temperatura, humedad del aire y la humedad del suelo y estos a su vez influyen sobre el comportamiento de la enfermedad Roya del café.

Comparación de las epidemias mediante el valor de la tasa de incremento de la enfermedad

La tasa de incremento calculada para períodos de quince días para ambas zonas a partir del mes de mayo, fecha en que inicia la fase de aumento de la epidemia, obtenida por la ecuación logística (Van der Plank 1964) indica que para Jarabacoa el valor de r es igual a 0.17 mientras que para Polo el valor de r es igual a 0.18. Esta tasa de incremento puede ser un indicativo de que, además de la influencia de los factores climáticos, la densidad de inóculo con que inicio el estudio, influye en el progreso de la epidemia en ambas zonas.

Rivillas *et al.* (2014) indican que “*en ausencia de control de la enfermedad y con condiciones climáticas propicias para el desarrollo de la epidemia, la enfermedad se desarrolla a una tasa diaria mayor de 0.19 y que de mantenerse genera efectos negativos sobre la producción en el mismo año*”.

Solo comparando los resultados de estudios epidemiológicos realizados en las zonas de estudio, pueden ayudar a comprender si los cambios en los indicadores biológicos han sido resultado de los cambios climáticos.

En el período 2000-2004, la Roya tuvo un comportamiento similar al obtenido en el 2016 en un estudio realizado en la misma finca, donde los valores de incidencia oscilaron entre 5 y 25%, Pérez (2000), mientras que, en estudios realizados en Jarabacoa, los valores de incidencia oscilaron entre 15 y 30%, de acuerdo con los resultados obtenidos en la zona de Jarabacoa, hubo posiblemente un cambio en el comportamiento de la Roya.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación contribuyen con la actualización del conocimiento de la epidemiología y sus parámetros, ya que las últimas investigaciones fueron realizadas en el período 1995-2004

Los registros climáticos, obtenidos de las estaciones climáticas de la Oficina Nacional de Meteorología, podrían ser utilizados para el sistema de alerta para la Roya del café en las zonas de estudio.

El período de incubación promedio de *H. vastatrix* en Jarabacoa fue de 29 días y completó su ciclo biológico en 39 días, mientras que en Polo el período de incubación promedio fue de 27 días y completó su ciclo biológico en 38 días.

En Polo, se obtuvo un modelo para predicción de duración del período de incubación que ha sido incluido en la plataforma de riesgos para café denominada Pergamino para su validación local y un modelo para duración de ciclo biológico, disponible en: <http://142.93.27.89/dashboard/>

La fase de crecimiento lento ocurre entre mayo y abril, con una incidencia de 5% con un progreso rápido desde junio hasta agosto, alcanzando una incidencia de 30% y a partir de aquí se estabiliza la epidemia hasta diciembre para iniciar el descenso en enero. En Jarabacoa, aun con una alta densidad de inóculo con 25% de incidencia, también se inicia en mayo, pero no observa un crecimiento exponencial como en Polo y alcanza una incidencia de 80.

La tasa de incremento para Jarabacoa es de 0.17 y para Polo de 0.18, lo que indica que el progreso diario de la epidemia es similar en ambos casos. Lo que sugiere se debe realizar un análisis más riguroso para determinar el conjunto de factores que influyen en este comportamiento.

Las variables climáticas de mayor influencia fueron la temperatura, el número de días con lluvia, la cantidad de milímetros acumulados y la humedad relativa.

Se esperan resultados más concluyentes con el análisis del comportamiento de la enfermedad durante los tres años (2015-2017) de estudio.

AGRADECIMIENTO

Al Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (Mescyt) por financiar esta investigación; a la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), por ser el canal para la presentación de este proyecto; al Instituto Dominicano del Café (Indocafe) por su colaboración y apoyo logístico; al Sr. Eddy Ramírez por permitirnos desarrollar este estudio durante tres años en su finca de Los Marranitos, Jarabacoa y a los ingenieros Carolina Reyes, Andreina Cuello y Luís Ferreras, quienes formaron parte del equipo técnico de trabajo.

LITERATURA CITADA

Rivas, Avelino. 2013. La Roya anaranjada del cafeto. Versión electrónica n° 1 del 03/12/2013. 47 p. (En Línea). Revisado el 1 de septiembre del 2019. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036/file/>

DGSV. (Dirección Nacional de Vigilancia Fitosanitaria, MX). 2013. Manual Técnico para el Manejo Preventivo de la Roya del café. Dirección Nacional de Vigilancia Fitosanitaria. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (En Línea). Revisado el 1 de septiembre del 2019. Disponible en: <http://www.royacafe.lanref.org.mx/Documentos/Manualtecnicoroya.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, CR). 1977. Contribuciones del IICA al conocimiento de la roya del café. (En Línea). Revisado el 1 de septiembre del 2019. Disponible en: <https://books.google.com.do/books?id=umv0Vvkq396EC&pg=PP66&lpg=PP66&dq>

Leguizamón, J.; Orozco, L.; Gómez, L. 1998. Períodos de incubación (PI) y de latencia (PL) de la roya del cafeto en la zona central cafetera de Colombia 1998. *Cenicafé* 49(4): 325-339. (En Línea). Revisado el 1 de septiembre del 2019. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc049%2804%29325-339.pdf>

Pérez, Q.; De Paula, M.; Peña, A. 1995. Estudio Epidemiológico de la Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) en el municipio de Jarabacoa, provincia La Vega. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

Rayner, R. 1961. Germination and penetration studies on Coffee rust (*Hemileia vastatrix* B. & Br.). (En Línea). Revisado el 1 de septiembre del 2019. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1744-7348.1961.tb03641.x#accessDenialLayout>

Resende, F.; Giarolla, A.; Carnerio, R.; Dasilva, P.; Chan, S.; Kumar, P. 2010. Análise da ocorrência da doença Ferrugem-do-café em algumas regiões de São Paulo utilizando o modelo Eta/CPTEC 40 km-Cenário A1B. Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. (En Línea). Revisado el 1 de septiembre del 2019. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/216443493>

Rivillas, A.; Osorio, C.; Serna, G.; Cristancho, A.; Gaitán, B. 2014. La Roya del Café en Colombia. Impacto y Costos de Control. Boletín Técnico *Cenicafé* No 26. (En Línea). Revisado el 1 de septiembre del 2019. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/bot036.pdf>

Calidad del agua usada con fines agrícolas en la República Dominicana

José Cepeda¹

Abstract

Thousands of results of analyzes of soils, water, foliar, organic fertilizers and crop residues remain stored in the agricultural laboratories of the Dominican Republic without being properly used to benefit the country or science, in general. For this reason, three hundred eighty-one (381) samples of irrigation water from 24 provinces of the Dominican Republic were evaluated through descriptive statistics in order to know their general trends. The evaluation was done using already archived analytical results. The variables evaluated, for descriptive purposes, were pH, electrical conductivity (salinity), calcium content, magnesium, sodium, potassium, chlorides, carbonates, bicarbonates, sulfates and the sodium adsorption ratio (RAS) and sodium carbonate residual indices (CRS) In addition, the samples were evaluated for potential irrigation problems using the guidelines of the United Nations Organization for Food and Agriculture (FAO). In the group of selected samples, drainage waters were not included, nor very close to the sea, sewage, industrial waters, treated waters, waters under the influence of saline soils or with suspected contamination. The results indicate that the average pH obtained was 7.7 ± 0.02 , with 94.4% of the waters having a pH greater than 7.0 and 5.5% below 7.0. The foregoing indicates that the vast majority of waters require supplementary application of acids or additives when they are used to prepare nutrient solutions for hydroponics or fertirrigation, also for those agricultural defenses and growth regulators that are most effective when the solutions are acidic. Regarding salinity, the average value was 0.83 ± 0.03 dS / m; 51.2% of the waters had electrical conductivity less than 0.7 dS / m, which is considered very favorable, while 89.7% presented it with less than 1.5 dS / m, which is generally permissible. It is expected that the data obtained from the aforementioned variables can be used as a reference for agricultural laboratories, for research, university teaching and as a general reference for all those people and institutions that are related to water quality or irrigation management.

Keywords: water analysis, salinity, RAS, CRS, saline soils, fertirrigation

Resumen

Miles de resultados de análisis de suelos, aguas, foliares, abonos orgánicos y residuos de cosecha permanecen guardados en los laboratorios agrícolas de la República Dominicana sin que se les dé un uso adecuado que beneficie al país o a la ciencia, en sentido general. Por ese motivo, trescientas ochenta y una (381) muestras de agua de irrigación de 24 provincias de la República Dominicana fueron evaluadas mediante estadísticas descriptivas con la finalidad de conocer las tendencias generales de las mismas. La evaluación se hizo utilizando resultados analíticos ya archivados. Las variables evaluadas, con fines descriptivos, fueron pH, conductividad eléctrica (salinidad), contenido de calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y los índices relación de adsorción de sodio (RAS) y carbonato residual de sodio (CRS). En adición, las muestras fueron evaluadas en busca de potenciales problemas de irrigación utilizando las directrices de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En el grupo de muestras seleccionadas, no se incluyó aguas de drenaje, ni muy próximas al mar, aguas negras, aguas industriales, aguas tratadas, aguas bajo la influencia de suelos salinos o con sospecha de contaminación. Los resultados indican que la media de pH obtenida fue de 7.7 ± 0.02 , encontrándose que el 94.4% de las aguas presentaban pH mayor de 7.0 y un 5.5% por debajo de 7.0. Lo anterior indica que la gran mayoría de las aguas requiere de aplicación suplementaria de ácidos o aditivos cuando las mismas sean usadas para preparar soluciones nutritivas para hidroponía o fertirrigación, igualmente para aquellos defensivos agrícolas y reguladores de crecimiento que son más efectivos cuando las soluciones son ácidas. Con relación a la salinidad, el valor promedio fue de 0.83 ± 0.03 dS/m; un 51.2% de las aguas presentaron conductividad eléctrica menor a 0.7 dS/m, lo cual se considera muy favorable, mientras que un 89.7% la presentó inferior a 1.5 dS/m lo cual es permisible, en sentido general. Se espera que los datos obtenidos de las variables ya mencionadas puedan ser usados de referencia para laboratorios agrícolas, para investigación, docencia universitaria y como referencia general para todas aquellas personas e instituciones que se relacionan con la calidad del agua o con manejo de la irrigación.

Palabras clave: análisis de aguas, salinidad, RAS, CRS, suelos salinos, fertirrigación.

INTRODUCCIÓN

La interpretación de la calidad del agua se hace según los fines para los cuales fue analizada. Análisis de agua se realizan normalmente para fines agrícolas, ambientales, consumo humano y para uso industrial. Estos análisis pueden basarse en determinaciones de características físicas, químicas o biológicas.

En el uso agrícola, pecuario y ambiental, los análisis de aguas sirven para dar apoyo a las investigaciones agrícolas; son herramientas que proporcionan datos para gestionar programas de fertilización vía goteo; mejorar las aplicaciones de productos foliares, herbicidas y otros defensivos agrícolas y medir cambios en los cuerpos

¹Profesor jubilado, Cátedra de Suelos, Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Correo electrónico: jcepeda99@yahoo.com

de agua a lo largo de un periodo de tiempo deseado. También, se utilizan para prevenir problemas futuros de suelo que pueden ser causados por el uso continuo de aguas de mala calidad.

La decisiones y conclusiones relacionadas con el análisis del agua se basan en muestreos realizados en puntos o fincas específicas. Eso significa que no se deben tomar decisiones particulares de manejo en la finca a partir de datos o estadísticas generales como los que se ofrecen en este documento. Sin embargo, puede resultar de interés el conocer de manera general los datos relacionados a aguas de una región o de un país. Estas informaciones ofrecerían una perspectiva de lo que hay y de lo que se podría esperar en caso de enviar una muestra para análisis de agua.

El agua a medida que escurre en la superficie terrestre disuelve y transporta una gran cantidad de iones y partículas, algunas de ellas son nutrientes para las plantas, pero otras pueden ser tóxicas o pueden alterar las características físicas y químicas del suelo. De esta manera, la productividad de los cultivos puede verse afectada positivamente con un agua "normal" o negativamente con un agua de salinidad alta o con una RAS también alta o con otras características indeseables.

Agua con alto contenido de iones puede aumentar la salinidad de los suelos y, en consecuencia, disminuir la productividad de los cultivos. La composición química del agua es importante, siendo beneficioso que en su composición los cationes de calcio y magnesio estén normales o altos y de sodio bajo. En el caso de los aniones, conviene que los cloruros estén bajos. Para la fertirrigación, también es deseable que los bicarbonatos se encuentren bajos.

La salinidad del agua es producto de las sales que contenga disueltas y las mismas dan origen a los iones Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- y, en menor grado NO_3^- . La salinidad se evalúa por medio de la conductividad eléctrica. A mayor conductividad, mayor será la concentración de sales en el agua o en el suelo, Richards (1977). Igualmente, a mayor salinidad, mayor será la cantidad de agua de buena calidad necesaria para reducir el contenido de sales en un sustrato o en el suelo. Cuando existe un aumento de la salinidad del suelo, los rendimientos de los cultivos disminuyen, Richards (1977) y Ayers y Wescott (1994). Benton (2006) considera valores permisibles de salinidad en aguas aquellos inferiores a 1.5 dS/m, de manera general.

Las metodologías que se utilizaron para los análisis de aguas de este trabajo se pueden encontrar en diversos documentos, Chapman y Pratt (1979), FAO (1970), Richards (1977), Sadzawka (2006), EPA (1983), Cowan *et al.* (1978) y Aguinaga (1996).

De los cationes presentes en el suelo, el calcio y el magnesio tienen un efecto floculante, favorable a las condiciones físicas del mismo, mientras que el sodio tiene un efecto dispersante, lo que en definitiva reduce la velocidad de infiltración del agua en el terreno, Richards (1977) y Ayers y Wescott (1994). Para evaluar el efecto dispersante del sodio con relación a los coloides del suelo se utiliza la relación de adsorción de sodio (RAS; en inglés SAR) o el RAS ajustado, Richards (1977) y Ayers y Wescott (1994). Esta relación se calcula como sigue:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}}$$

Donde: Na = Sodio en me/l

Ca = Calcio en me/l

Mg = Magnesio en me/l

Hay que recordar que, contrario al Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , el Na^+ no es un nutriente y, en el suelo, ejerce un efecto dispersante de las arcillas y el humus, perjudicando las condiciones físicas del terreno, Richards (1977) y Ayers y Wescott (1994).

Para la interpretación de la calidad del agua con fines agrícolas y pecuarios, normalmente se recurre a las normas FAO, Ayers y Wescott (1994). Estas normas, Tabla 1, se refieren principalmente a peligro de salinidad, problemas de infiltración, toxicidad específica de iones (sodio, cloruro, boro, elementos trazas) y, en riego por aspersión, al contenido de sodio y de bicarbonatos. Estas normas también ofrecen un rango de pH esperado.

Por otra parte, es importante tomar en cuenta las concentraciones de sulfatos, calcio, magnesio y bicarbonato para fines de preparación de soluciones nutritivas.

Un índice que se utiliza para evaluar problemas de sodio en los suelos es el carbonato residual de sodio (CRS), según Castellón *et al.* 2015, cuando en el agua de riego el contenido de $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$, es mayor que el contenido de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ existe la posibilidad de que se forme carbonato de sodio debido a que por su alta solubilidad puede permanecer en solución, aun después de que han precipitado los carbonatos de calcio y magnesio. Según los mismos autores, bajo estas condiciones, el sodio puede desplazar al calcio y al magnesio del complejo de intercambio dando como resultado la sodificación del suelo y, consecuentemente, a la dispersión de las arcillas. Este índice se calcula como sigue:

$$\text{CRS} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}); \text{ todos en me/l.}$$

Cuando la diferencia es negativa no existe el problema potencial de sodificación y el valor de CRS puede suponerse a cero, Castellón *et al.* (2015). En el presente trabajo, los valores negativos de CRS que aparecieron fueron redondeados a cero (ver más adelante).

Para la interpretación del CRS Richards (1977) y Castellón *et al.* (2015) utilizan la siguiente escala: Ningún grado de restricción en su uso CRS < 1.25 me/l; restricción leve a moderada de 1.25 a 2.50 y restricción severa > 2.5.

El CRS no es un índice de importancia en hidroponía y fertirrigación en vista de que los ácidos que normalmente se agregan en las soluciones destruyen los carbonatos y bicarbonatos presentes en las aguas.

En resumen, para evaluar el posible daño causado por el sodio con respecto a la alteración de las condiciones físicas del suelo y su efecto tóxico en las plantas, se recurre al RAS, al CRS y a la concentración del sodio y de la propia salinidad evaluada por la CE, Tabla 1.

El pH del agua es importante tanto para hidroponía como para suelo. Para la interpretación del pH hay diferencias en cuanto a su uso; Resh (2004) propone como rango deseable en la solución de 5.8 a 6.4 cuando la misma se usa en hidroponía, mientras Reed (1996), para los mismos fines, propone de 5.6 a 6.2 y Cadahia (2000) de 5.5 a 6.0. Benton (2005), a su vez, propone para hidroponía de 5.4 a 6.8. Como se nota, los intervalos ya indicados son muy cercanos.

Como información general, la FAO señala como valores normales de pH en aguas de riego de 6.5 a 8.4, FAO (1985). ver Tabla 1.

Para agroquímicos, no se tiene un pH único favorable; existen variaciones de pH donde un agroquímico puede funcionar mejor en un medio ácido, neutro o alcalino. Buffer Química (2019) presenta una lista de agroquímicos y los rangos de pH ideales para su mejor desempeño.

Como consecuencia, se utilizan sustancias o aditivos para lograr el pH de la solución que maximiza el efecto de la molécula que se usará como defensivo agrícola o como portadora de nutrientes.

Con relación al pH, Cox (2009) encontró en Massachusetts, en su mayoría las aguas tenían pH alcalino, en rango de 7 a 8.

El objetivo del presente trabajo es ofrecer una perspectiva química general de la calidad del agua usada con fines agrícolas en la República Dominicana a partir de 381 muestras estudiadas.

Tabla 1 Guía para la interpretación de la calidad del agua de irrigación. FAO (1994)

Potencial problema de irrigación		Unidad	Grado de restricción en el uso			
			Ninguno	Ligero a moderado	Severo	
Salinidad (afecta la disponibilidad de agua para el cultivo) ²						
	CE_w	dS/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0	
	(o)					
	SDS	mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000	
Infiltración (afecta la tasa de infiltración del agua en el suelo. (Evaluada a través de la CE _w y el RAS juntos) ³						
RAS	= 0 – 3	and CE_w	=	> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
	= 3 – 6		=	> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
	= 6 – 12		=	> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
	= 12 – 20		=	> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
	= 20 – 40		=	> 5.0	5.0 – 2.9	< 2.9
Toxicidad específica de iones (afecta a cultivos sensibles)						
	Sodio (Na)⁴					
	Riego por superficie	SAR	< 3	3 – 9	> 9	
	Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3		
	Cloruros (Cl)⁴					
	Riego por superficie	me/l	< 4	4 – 10	> 10	
	Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3		
	Boro (B)⁵	mg/l	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0	
Efectos misceláneos (afecta a cultivos sensibles)						
	Nitrógeno (NO₃ - N)⁶	mg/l	< 5	5 – 30	> 30	
	Bicarbonato (HCO₃)					
	(Riego por aspersión solamente)	me/l	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5	
	pH		Rango Normal 6.5 – 8.4			

CEw = salinidad del agua de riego; SDS = Sólidos totales disueltos

MATERIALES Y MÉTODOS

Trescientas ochenta y una (381) muestras de resultados de análisis de agua de diferentes fuentes y procedencias fueron tabuladas para conocer medidas de tendencia central referidas a: salinidad (dS/m), pH; los cationes calcio, magnesio, sodio y potasio (todos en me/l); los aniones cloruros, carbonatos, bicarbonatos y sulfatos (en me/l). También se estudiaron las relaciones propias de aguas agrícolas: relación de adsorción de sodio (ras) y carbonato residual de sodio (CRS).

En lo concerniente a la analítica, los cationes Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} y K^{2+} fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica; pH con un peachímetro; salinidad con un conductímetro, carbonato y bicarbonatos por titulación con ácido sulfúrico diluido en presencia de los indicadores fenolftaleína y anaranjado de metilo, Reyes (2008); sulfatos por turbidimetría, EPA (1983) y cloruros por titulación con nitrato de plata, Sadzawka (2006), FAO (1970) y Aguinaga (1996). Solo 321 de las 387 muestras fueron analizadas para aniones, esto así porque muchas veces los interesados solo solicitan pH, CE y cationes, mientras que otros solicitan tanto cationes como aniones.

Los valores concernientes a esas variables fueron evaluados mediante estadística descriptiva, específicamente media, mediana, máximo, mínimo, desviación estándar, error estándar y moda. Además, para cualificar el grado de restricción en el uso del agua, se utilizaron las directrices dadas por la FAO, Ayers y Wescott (1994), FAO (1985), Richards (1977) y Castellón *et al.* (2015) para el CRS.

Todas las muestras estudiadas corresponden a datos archivados, no a un estudio directo donde las aguas fueron tomadas especialmente para esta investigación. Esto se hizo para aprovechar los datos guardados en los laboratorios, dado que, con el paso del tiempo, miles de resultados de análisis de suelo, agua, foliares y materiales varios se pierden en los archivos físicos y digitales. Sin embargo, esos datos archivados pueden aportar informaciones generales útiles que pueden servir a fines apropiados para la docencia universitaria o para conocer mejor las características de las aguas de un país.

Las muestras de agua provenían de la mayoría de las provincias dominicanas, excepto ocho provincias: El Seibo, Puerto Plata, Pedernales, Dajabón, Elías piña, María Trinidad Sánchez, Samaná y Santiago Rodríguez.

Las muestras fueron discriminadas de tal manera que los resultados que se presentan más adelante corresponden a muestras de canales, ríos, arroyos, reservorios, pozos y lagunas. No se incluyen aguas potables, industriales, lagos, aguas tratadas por razones diversas ni aguas negras. Tampoco aguas de pozo de regiones salinas, ni aguas de río en contacto con agua de mar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un resumen de los datos procesados de 381 muestras se ofrece en la Tabla 2.

pH: El pH promedio fue de 7.7 ± 0.02 con un máximo de 8.6 y un mínimo de 6.2. Al desglosar estos valores y presentarlos en la Tabla 3, se observa que apenas un 5.5 % de las aguas presentaron un valor de pH inferior a 6.9, mientras tanto, un 70% presentó pH comprendido entre 7.0 y 7.9 y un 24.4% uno superior a 8.0. Estos resultados son similares a los ofrecidos por Cox (2009) en un estudio en Massachusetts, quien reportó que la mayoría de las aguas de esa zona son alcalinas.

Los resultados de pH tienen implicaciones para la República Dominicana en cuanto al manejo de herbicidas, reguladores de crecimiento, abonos foliares y en el uso de soluciones nutritivas para ser usadas en invernaderos y sustratos. Existen casos de productos que requieren que la solución sea ácida.

Bicarbonatos: la media fue de 4.2 ± 0.11 me/l con una mediana de 4.0, un máximo de 11.1 y un mínimo de 0.82. La Tabla 4 indica que un 3.7% de las aguas presentaron un contenido inferior a 1.5; un 94.4 entre 1.5 y 8.5 y un 1.9% superior a 8.5. Un 96% de las aguas podrían representar algún peligro moderado o alto en riego por aspersión según norma FAO 1985. Probablemente, ese mismo porcentaje indica la necesidad de acidificar el agua para cuando se usen defensivos agrícolas, reguladores de crecimiento y para aplicaciones de fertilizantes vía riego por goteo.

Salinidad: la conductividad eléctrica (CE) presentó un valor promedio de 0.83 ± 0.03 dS/m ($830 \mu\text{mho/cm}$) con una mediana de 0.69 dS/m; un máximo de 3.59 dS/m (agua de pozo) y mínimo de 0.10 dS/m.

La Tabla 5, muestra que un 51.2% de las aguas presentaron CE inferior a 0.7 dS/m (aguas que son consideradas normales o deseables), según norma FAO (1985); mientras que un 48% presentó valores entre 0.7 y 3.0 (correspondiente a un peligro de salinidad medio, según FAO (1985)). Sólo un 0.8% de las aguas presentaron un peligro de salinidad alto.

De las 381 muestras, 342 (89.7%) presentaron CE inferior a 1.5 dS/m algo que es considerado por Benton (2006) como permisible, en sentido general.

Sodio: en las 381 muestras la media obtenida fue de 3.1 ± 0.18 me/l y la mediana de 2.0 indicando de nuevo que algunos valores extremos en esta variable afectaron el valor de la media. La Tabla 6, muestra que el 63.2% de las muestras registraron valores inferiores a 3 me/l (deseable para riego por aspersión) y un 36.7% valores superiores a 3 (no deseable para aspersión).

Tabla 2. Resumen de resultados correspondiente a 381 muestras de aguas usadas para irrigación en la República Dominicana

Criterio	pH	C.E. dS/m	me l ⁻¹			
			Ca	Mg	Na	K
Promedio	7.7	0.83	3.47	2.23	3.12	0.08
Mediana	7.7	0.69	3.25	1.94	1.97	0.05
Máximo	8.6	3.59	17.13	16.08	22.42	2.39
Mínimo	6.2	0.10	0.35	0.17	0.03	0.00
Std	0.42	0.53	2.11	1.71	3.42	0.15
Moda	7.8	0.66	2.12	3.00	0.62	0.04
Error estándar (EE)	0.02	0.03	0.11	0.09	0.18	0.01
Conteo	381	381	381	381	381	381

Criterio	me l ⁻¹					
	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	SO ₄ ⁼	RAS	CRS ¹
Promedio	2.34	4.21	0.32	1.75	1.78	0.35
Mediana	1.04	4.01	0.29	0.71	1.26	0.00
Máximo	23.74	11.14	1.09	23.40	15.99	7.87
Mínimo	0.06	0.82	0.00	0.00	0.02	0.00
Std	3.26	1.90	0.28	2.48	1.94	1.07
Moda	0.24	5.14	0.00	0.36	0.10	0.00
Error estándar (EE)	0.18	0.11	0.02	0.15	0.10	0.06
Conteo	321	321	321	285	381	321

¹ Valores negativos de CRS fueron redondeados a cero; eso explica que la mediana sea igual a cero.

Tabla 3 Distribución de rangos de pH en 381 muestras de aguas de irrigación

pH	n	%	Comentarios
<6	0	0.0	No se encontraron valores
5.5-6.4	1	0.3	Muy favorable para hidroponía y fertirrigación ¹
6.5-6.9	20	5.2	Favorable para riego en sentido general
7.0-7.9	267	70.1	Pueden precipitar los micronutrientes ²
>8.0	93	24.4	Reduce la absorción micronutrientes ²

¹Rango sugerido (promediado) a partir de Resh (2004), Reed (1996), Cadahia (2000) y Benton (2005).

²Algunos defensivos agrícolas y reguladores de crecimiento pierden efectividad a estos valores de pH

Tabla 4 Distribución de los datos para bicarbonatos

HCO ₃ ⁻ me l ⁻¹	n	%	Comentarios
<1.5	12	3.7	Deseable para aspersión FAO (1985)
1.5-8.5	303	94.4	Peligro moderado en aspersión
>8.5	6	1.9	No deseable para riego por aspersión

Tabla 5 Distribución de rangos de salinidad en 381 muestras de aguas de irrigación

CE dS m ⁻¹	n	%	Comentarios
<0.7	195	51.2	Deseable o normal según FAO (1985)
0.7-3.0	183	48.0	Peligro moderado de salinidad
>3.0	3	0.8	Peligro salinización alto según FAO

Para riego por superficie, un 6.8% de las muestras mostraron valores de sodio superiores a 9.0 me l⁻¹ indeseables para ese tipo de riego, Tabla 6.

CRS: un 92.2% de las muestras estudiadas no presentaron riesgos de sodificación evaluadas a través del CRS; solamente un 4.0% presentaron restricción severa en su uso en cuanto a este índice, Tabla 7. En México, May-Pat *et al.* (2016) encontraron valores de CRS comprendidos entre 0 y 3; en donde un 98.2% de las 57 muestras evaluadas tenían un valor de CRS menor a 2.5. La media general en el presente estudio para el CRS fue de 0.35±0.06, Tabla 2.

RAS: Un alto 84% de las muestras de agua presentaron valores de RAS inferiores a 3, lo cual se considera muy favorable, especialmente cuando la CE del agua es, al menos, superior a 0.7 dS/m, Tabla 8.

Cloruros: La media fue de 2.3±0.18 me/l y la mediana de 1.04, lo cual indica que algunos valores extremos afectaron el valor de la media. La Tabla 9, indica que el 77.2% de las muestras presentaron valores inferiores a 3 me/l lo que se considera deseable para riego por aspersión y un 22.7% mayor de 3 (riesgo moderado para riego por aspersión), según FAO (1985).

Se destaca que los datos ofrecidos aquí no deben usarse para recomendaciones de fincas específicas. Los mismos pueden resultar de utilidad para docencia y para tener ideas generales de las características químicas de las fuentes de agua de la República Dominicana. También pueden servir de referencia para los laboratorios de suelos y aguas que se encuentran activos en nuestro país.

Hay que destacar que se deben esperar cambios en los resultados analíticos por muestra de agua (rio o pozo), según el muestreo se realice en época de sequía o lluviosa.

Tabla 6 Distribución del sodio en las muestras de agua

Na me l ⁻¹	n	%	Comentarios ¹
Para riego por aspersión			
<3.0	241	63.2	Deseable para riego por aspersión
>3.0	140	36.7	No deseable para aspersión
Para riego por superficie			
<3.0	241	63.2	Deseable para riego por superficie
3.0-9.0	114	29.9	Peligro moderado en superficie
>9.0	26	6.8	No deseable en riego por superficie

¹ según FAO (1985)

Tabla 7 Distribución de datos para carbonato residual de sodio (CRS)

CRS me l ⁻¹	n	%	Comentarios ¹
<1.25	296	92.2	Sin riesgo en su uso
1.25-2.50	12	3.7	Peligro leve a moderado para los suelos
>2.50	13	4.0	Restricción severa al usarse en suelos

¹ Fuente: Richards (1977) y Castellón *et al.* (2015)

Tabla 8 Distribución de rangos de RAS en 381 muestras de aguas de irrigación relacionados a potenciales problemas de infiltración

RAS	n	%	Comentarios ¹
0-3	320	84.0	Si CE>0.7 no hay problemas infiltración
3-6	46	12.1	Si CE>1.2 no hay problemas infiltración
6-12	13	3.4	Si CE>1.9 no hay problemas infiltración
12-20	2	0.5	Si CE>2.9 no hay problemas infiltración
20-40	0	0.0	Si CE>5.0 no hay problemas infiltración

Tabla 9 Distribución de los datos para cloruros y su peligrosidad potencial en riego por aspersión

Cl ⁻ me l ⁻¹	n	%	Comentarios ¹
<3.0	248	77.2	Deseable para riego aspersión
>3.0	73	22.7	Riesgo moderado en aspersión

¹ Según FAO (1985)

CONCLUSIONES

El resultado más relevante de este estudio es que un 94% de las aguas de la República Dominicana son alcalinas y resulta raro encontrar aguas ácidas a campo abierto, sean aguas de pozo, canal o ríos.

En cuanto a la salinidad, las aguas, por lo general, tienen valores inferiores a 1.5 dS/m (89.7%) lo que las hace adecuadas para riego en suelo y aceptables para riego en sustratos. Más de la mitad de las aguas evaluadas resultaron ideales para irrigar suelos o sustratos (con salinidad inferior a 0.7 dS/m). Apenas un 0.8% de las aguas presentó un peligro de salinidad alto.

Las aguas requieren aditivos acidificantes debido a los altos valores de bicarbonatos que fueron encontrados durante esta investigación. La combinación de pH altos y bicarbonatos hace casi seguro el uso de ácidos para la fertirrigación.

Los datos obtenidos en este estudio sugieren que el peligro potencial de sodio en las aguas evaluadas es bajo o mediano para riego por superficie, mientras que si es para riego por aspersión podría alcanzar un 37%.

Los resultados ofrecen una perspectiva general de las aguas para media, mediana, moda, desviación estándar, error estándar, máximo y mínimo de las variables consideradas en este trabajo se presentan en la Tabla 2.

RECONOCIMIENTOS

Dado que es posible la aparición de aguas con problemas a los ya mencionados, se recomienda que las aguas de una finca o invernadero sean analizadas para potenciales problemas de irrigación al menos cada 18 meses.

AGRADECIMIENTO

A la doctora Cristina Gómez Moya, por sus atinadas sugerencias.

LITERATURA CITADA

- Aguinaga, S. 1996. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes. Laboratorio de la Dirección Nacional de Medio Ambiente. UY. (En Línea). Revisado el 17 de octubre de 2019. Disponible en: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinamica.pdf
- Ayers, R.; Wescott, D. 1994. Water quality for agriculture. Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO, IT). FAO Irrigación and Drainage Paper 29. Rome.
- Benton, J. 2005. Hydroponics: A practical guide for the soilless grower. Second Edition. CRC Press. Boca Raton. US. 423 p.
- Buffer Química. 2019. Tabla de nivelación de pH (para agroquímicos). (En Línea). Revisado el 17 de octubre de 2019. Disponible en: http://www.bufferquimica.com/imagenes/tabla_ph_buffer.pdf
- Cadahia, C. 2000. Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. ES. 475 p.
- Castellón, J.; Bernal, R.; Hernández, M. 2015. Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. Ingeniería, vol. 19, núm. 1, pp. 39-50. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, MX
- Chapman, H.; Parker, P. 1979. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Editorial Trillas. México. MX. 195 p.
- Cox, D. 2009. Umass Extension Floriculture Water Quality Project II: pH, Alkalinity, Calcium, Magnesium and other elements. Universidad de Massachusetts. US. (En Línea). Revisado el 17 de octubre de 2019. Disponible en: http://www.umass.edu/umext/floriculture/fact_sheets/greenhouse_management/water_project2.htm
- Cowan, P.; Porcella, D.; Adams, V.; Gardner, L. 1978. Water quality analysis laboratory procedures syllabus. Utah Water Research Laboratory. Utah State University. US. Paper 520. (En Línea). Revisado el 17 de octubre de 2019. Disponible en: https://digitalcommons.usu.edu/water_rep/520/
- EPA (Environmental Protection Agency, US). 1983. Methods for chemical analysis of water and wastes. Office of Research and Development. Washington DC. EPA/600/4-79/020. US.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1970. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Boletín sobre suelos 10. FAO. Roma. 252 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1985. La calidad del agua para la agricultura. FAO Corporate Document Repository. Roma. (En Línea). Revisado el 17 de octubre de 2019. Disponible en: www.fao.org/DOCREP/003/T0234E/T0234E00.htm
- May-Pat, J.; Ortega-Escobar, H.; Can-Chulim, A.; García-Paredes, J.; Bojorquez-Serrano, J.; Madueño-Molina, A.; Cruz-Crespo, E. 2016. Calidad del agua para riego agrícola del sistema hidrográfico Lerma-Chapala-Santiago. Universidad Autónoma de Nayarit. México, MX.
- Reed, D. 1996. Water, media and nutrition. Ball Publishing. Batavia. Illinois. US. 314 p.
- Resh, H. 2004. Hydroponic Food Production. Sixth Edition. CRC Press. Boca Raton. US. 567 p.

Reyes, F. 2008. Metodologías del laboratorio de suelos y aguas del IDIAF. Centro de Tecnologías Agrícolas, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Santo Domingo, DO.

Richards, F. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Personal del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos. Riverside. California. Edición en español de Editorial Limusa. 5ta Edición. México. MX.

Sadzawka, A. 2006. Métodos de análisis de aguas para riego. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie actas INIA No. 17. Santiago de Chile. CH. 332 p.

La okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) un cultivo con potencial para la humanidad

Elizabeth Tejada¹ y Pedro Núñez²

Abstract

The okra or molondrón (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) is considered an economically important vegetable in tropical, subtropical countries and other parts of the world. This plant has nutritional and medicinal uses demonstrated in different publications reported in this research. Climate change problems are increasingly severe, winter and summer are even more similar. This variation has a direct impact on fields and orchards around the world and forces farmers to take drastic and costly measures to deal with droughts, high temperatures and frost. Given the constant changes in the climate, it is necessary to use crops, such as molondron, that are economically profitable and that can adapt to climatic changes, being an alternative to these changes and at the present time it is possible that it is an underutilized species. The molondrón is considered an ancient plant, which can be considered as a reserve to maintain a sustainable agriculture and adaptable to environmental conditions. Therefore, knowing in detail this crop, its importance, and economic impacts, as well as the modalities of production is transcendental to adapt the crop to the greater variability of the climate, soil and management depending on the specific conditions of each place and country.

Keywords: okra, molondron, *Abelmoschus esculentus*.

Resumen

La okra o molondrón (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) es considerada un vegetal económicamente importante en países tropicales, subtropicales y otras partes del mundo. Esta planta tiene usos alimenticios y medicinales demostrados en diferentes publicaciones reportadas en esta investigación. Los problemas de cambio climático son cada vez más severos, el invierno y el verano son aún más parecidos. Esta variación tiene un impacto directo en campos y huertos de todo el mundo y obliga a los agricultores a tomar medidas drásticas y costosas para enfrentar a las sequías, las altas temperaturas y las heladas. Ante los cambios constantes del clima, se hace necesario utilizar cultivos, como el molondrón, que sean rentables económicamente y que puedan adaptarse a los cambios climáticos, siendo una alternativa a esos cambios y en los momentos actuales es posible que sea una especie subutilizada. El molondrón es considerada una planta milenaria, que puede ser considerada como una reserva para mantener una agricultura sostenible y adaptable a condiciones ambientales. Por lo tanto, conocer en detalles este cultivo, su importancia, e impactos económicos, así como las modalidades de producción es transcendental para adaptar el cultivo a la mayor variabilidad del clima, suelo y manejo en función de las condiciones específicas de cada lugar y país.

Palabras clave: okra, molondrón, *Abelmoschus esculentus*.

INTRODUCCIÓN

La okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) es una planta anual, ancestral con usos alimenticios y también medicinal, Jain *et al.* (2012). Esta planta es considerada un vegetal económicamente importante por su crecimiento rápido en el trópico, subtropico y diferentes partes del mundo, Dubey y Mishra (2017).

Su uso medicinal ha sido reportado en los sistemas tradicionales de medicina como Ayurveda, Siddha y Unani, Jain *et al.* (2012). Es un vegetal anual de la familia malváceas. Por lo general, es del color de las hojas de maíz fresco, su fruto tiene la forma de una espiga y la textura de un pepino, Lozano y Artinian (2018). La planta recibe diferentes nombres comunes dependiendo del país donde sea utilizada, entre estos se pueden citar: molondrón, Kacang Bendi, qiu kui, Okra, okura, Okro, Quiabos, Ochro, Quiabo, Okoro, Gumbo, Quimgombó, Bamieh, Bamyá, Quingumbo, Bamia, Damas de las señoras, Bendi, Gombo, Bhindi, Kopi Árabe, Jain *et al.*

(2012). Por ejemplo, en República Dominicana se le dice molondrón, mientras que en Argentina se le llama gombo, ají turco, chaucha turca, quimbombó u ocrá, Lozano y Artinian (2018).

La okra fue encontrada por primera vez en la antigua Abyssinia (Ethiopia) y después fue distribuida al Caribe, sur y norte América, África, India y el este mediterráneo. Después de su expansión y desarrollo en los países del sur, ganando popularidad en el oeste de acuerdo a Jain *et al.* (2012). Fue llevada al nuevo mundo poco después de 1700 d. C. y actualmente es un cultivo importante en los trópicos y subtropicos y también, en las zonas templadas más cálidas, Kochhar (1986). Es un cultivo favorito en el sur de los Estados Unidos de América, así como en áreas de África y el Mediterráneo. La Okra es una planta importante para uso medicinal de origen tropical y subtropical, Jain *et al.* (2012).

¹Ingeniero agrónomo de Ministerio de Agricultura, República Dominicana y estudiante programa de Maestría en Ciencias en Agroforestería y Agricultura Sostenible, CATIE, Costa Rica. Email: elizabethtejadaperez@gmail.com. ²Investigador Titular del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), docente de la Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), República Dominicana. Email: pnunez@idiaf.gov.do, pnunez58@gmail.com

La okra es una planta que prospera bien en diversos climas. En especial en clima cálido y puede cultivarse y prepararse fácilmente, aunque prefiere suelos secos con abundante composta bajo plena luz solar. Exige suelos bien drenados para evitar la asfixia radicular, de textura franco-arenosa y con un buen nivel de materia orgánica. El pH del suelo ideal varía entre 5.8 y 6.5. Otros autores refieren como ideal a pH más básicos, entre 6 y 7.5, Lozano y Artinian (2018).

La okra es una planta de estación cálida y que prospera bien en lugares de verano prolongado y con temperaturas mayores a 25 °C. Se adapta bien a climas tropicales y subtropicales, su explotación no es generalizada, por eso se considera una hortaliza menor o no tradicional. Es muy apreciada en países caribeños, Estados Unidos, India, África, Medio Oriente y Países Europeos donde existe una gran masa de inmigrantes de cultura que tienen como costumbre su consumo. Este cultivo tiene una gran ventaja y es que tiene un largo período de vida útil, lo cual lo hace muy atractivo para la producción a gran escala, aparte de producir todo el año en el ciclo del cultivo, Lozano y Artinian (2018).

Los beneficios de la okra han sido reportados en trabajos como "Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. Publicado en Global Journal of Medical Research, de acuerdo a lo reportado por Gemedede *et al.* (2014). En dicho reporte se muestran los beneficios de la okra para la salud por los contenidos nutricionales contenidos. Por lo tanto, se realizó la investigación con el objetivo de conocer y explicar las características agronómicas, nutricionales y culinarias del cultivo de okra como vegetal opcional para garantizar la seguridad alimentaria de la población en función de los cambios climáticos, recursos disponibles y la subutilización del cultivo.

La presente investigación surge por la necesidad de buscar cultivos resilientes y alternativos a los cambios climáticos, reducción de la cantidad de suelos disponibles para la agricultura, con énfasis a fortalecer los sistemas agrícolas de la región caribeña hacia una mayor sostenibilidad. En la investigación se realizó una búsqueda de literatura sobre el cultivo de la okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) a nivel global, presentando su origen, nombres, características agronómicas, nutricionales y culinarias, requerimientos nutricionales, climáticos y de suelo.

En dicha investigación se usaron diversas bases de datos científicas de revistas indexadas, así como el uso de las fuentes de información de diversas bibliotecas nacionales e internacionales y páginas web de internet utilizando palabras claves y revisando bases de datos relevantes. La información recopilada sobre el cultivo de okra fue incorporada en este documento para fines de consulta y contribución a la agricultura. Al final la información servirá de insumo para el desarrollo del trabajo de clase de la alumna, el cual será presentado en las últimas sesiones del curso.

Clasificación y descripción de la okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench)

Parece ser que las primeras plantas cultivadas se sitúan en el centro de Abisinia, actualmente Etiopía y Sudán y luego, distribuidas a otros países y continentes como se describe en la Figura 1.

De acuerdo a lo reportado por Lozano y Artinian (2018), la okra, *Abelmoschus esculentus* L. (Moench), es una especie de la Familia *Malváceas*, que fue inicialmente incluida por Linneo (1753), en el Género *Hibiscus*, Sección *Abelmoschus* y Familia *Malvácea*. La Sección *Abelmoschus*, posteriormente alcanzó el rango de género.



Figura 1. Centro de origen y posible dispersión del cultivo de la okra. Adaptación de Moreno *et al.* (2007).

A continuación la clasificación de la okra:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	<i>Malvaceae</i>
Género:	<i>Abelmoschus</i>
Especie:	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench

Raíz

La okra es un cultivo perenne con un sistema radicular ramificado, Figura 2, bien desarrollado y de color blanquecino. Tiene una raíz principal y muchas ramificaciones, que pueden alcanzar una profundidad de hasta un metro lo cual ayuda a un buen anclaje. Esto dependerá del tipo de suelo y condiciones, textura y vigor de la planta.

Tallo

El tallo es de color verde, con entrenudos cortos (10 cm), de forma cónica, diámetro de 5 cm aproximadamente, con terminación en punta, brotes foliares o florales según la edad que pueden alcanzar los 1.75 m de altura, en zonas tropicales puede llegar hasta los 3 m. Por lo general, desarrolla ramas que nacen de las axilas de las hojas del tallo central, el diámetro de la copa puede llegar a medir 0.50 m hasta 1m. En la figura 3b, se observa un arbusto perenne anual de un metro de altura, con fruto erecto y pedunculado, puede alcanzar los 30 cm de longitud y los 3.5 de diámetro en su base.



Figura 2. Sistema radicular del cultivo de okra y sus ramificaciones. Fuente: Artinian (2011) y Lozano y Artinian (2018).

Hoja

Las hojas de la okra son grandes, de largo peciolo, alternas, de forma palmeadas, las hojas superiores son pentalobuladas, las intermedias tribuladas y las inferiores acorazonadas con hendidura en la pared basal y bordes dentados con ápices agudos, Figura 3b.

Flor

Estas flores son solitarias, se auto polinizan como también se da la polinización cruzada. Flores frecuentes y viables, este cultivo produce dos o tres flores diarias, con un ciclo de un día, color amarillo con centro púrpura, Figura 3b.

Fruto

El fruto es erecto y pedunculado, es una capsula de forma cónica que puede llegar a alcanzar los 30 cm de longitud y los 3.5 cm de diámetro en su base, pueden ser de color verde, amarillo o rojo según la variedad, cuando están maduro se abren, Figura 3c y 3d. En República Dominicana se reporta un peso de 11 g por fruto, para la variedad Lucky Five-473, longitud de fruto 10 cm y diámetro de 1.6 cm, Martínez *et al.* (2006).

Según Alvarado *et al.* (2007), los rendimientos de la okra en México son sobre los 8000 kg/ha en suelos con utilización de micorrizas para inocular las semillas y en el testigo alrededor de 7000 kg/ha. En Guyanas, Ansari y Sukhraj (2010), reportan producciones por plantas

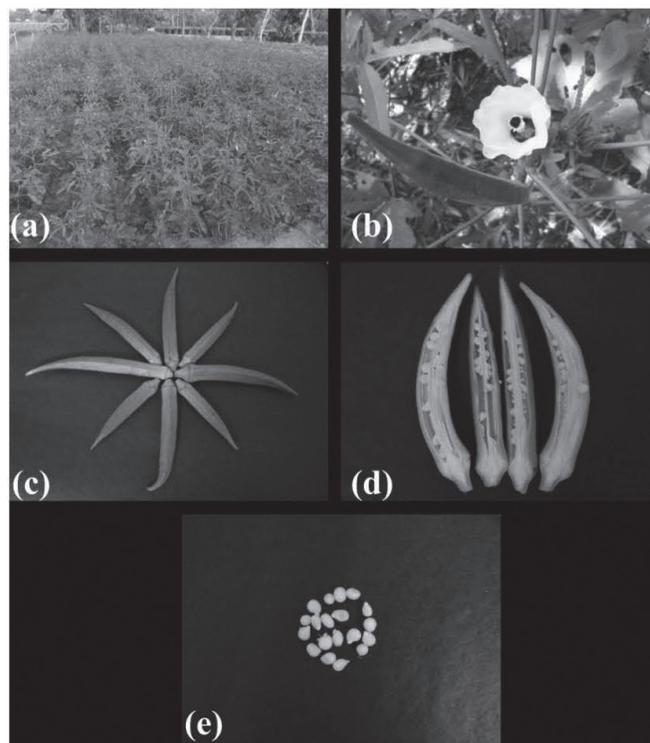


Figura 3. Diferentes partes de la planta de okra a) planta, b) flores, c) frutos, d) frutos abiertos por la mitad y e) semillas de okra. Adaptado de Roy *et al.* (2014).

sobre los 75 g, al sexto corte, e indicando que la planta responde a la fertilización. En la República Dominicana los rendimientos promedios del cultivo de okra son de 6,174.54 kg/ha durante el periodo 2010 al 2018 y se cultivó en un área total de 400 hectáreas en el periodo enero a agosto 2019, unas 1209 ha en el 2018 y en un rango de 582-7,600 ha durante el periodo 2012-2019, Ministerio de Agricultura (2019).

La semilla

La semilla es de unos 3 mm de diámetro, color gris oscuro, cada fruto tiene entre 60 y 80 semillas. Es importante conservarlas en un lugar seco y frío, ya que pueden ponerse rancias por el alto contenido de aceite, esta semilla conserva su poder germinativo durante 5 años, sin embargo, si es bien almacenada puede alcanzar los 10 años o más de viabilidad, Figura 3e.

Atributos del cultivo de okra

La okra es un vegetal que se utiliza para preparar alimentos, pero como es un cultivo ancestral también se emplea con fines medicinales, tienes propiedades hipoglucémicas, antipiréticas, diuréticas y antiespasmódicas, las hojas se utilizan para aliviar el dolor y problemas del tipo urinario, como también inflamación pulmonar, dolor de garganta y como laxante, reflujo ácido, cataratas y aterosclerosis. Esta planta produce un líquido viscoso y pegajoso llamado mucilago, este puede servir de acondicionador para el cabello ayudando así a combatir la caspa y darle un brillo natural. Este tipo de planta es popular y ha sido usada por tener varios beneficios para la salud que incluyen propiedades antidiabéticas, Dubey y Mishra (2017). En adición al beneficio nutricional, las diferentes partes de la planta de okra son utilizados ampliamente en la medicina tradicional (antidiabético, antipirético, diurético, antiespasmódico, etc.) alrededor del mundo, Roy *et al.* (2014).

Este vegetal contiene altos contenido de vitaminas y minerales, como vitamina: C, K, A, B1, B2, niacina, azúcares, proteínas y como minerales: folato, potasio, calcio, hierro, sodio, magnesio, fósforo, así como su alto contenido de fibra y su bajo contenido de grasa y calorías, estos tienen como beneficios regular y mantener los niveles de azúcar en la sangre, así como bajar el colesterol reduciendo el riesgo cardíaco. Además, posee fibras insolubles y solubles y el mucilago que ejerce la función balsámica y protectora de la mucosa digestiva, ayudando así a mantener el tracto intestinal saludable evitando el riesgo de contraer enfermedades como cáncer de colon, Lozano y Artinian (2018).

La composición química de la fibra de okra (variedad *Abelmoschus esculentus*) es de 67.5 % celulosa, 15.4 % hemicelulosa, 7.1 % de lignina, 3.4 % de materia péptica, 3.9 % de materia grasa y cerosa y 2.7 % de extracto

acuoso. Es Claro que los constituyentes principales de la fibra de la okra son celulosa, hemicelulosa y lignina, Jain *et al.* (2012).

Los usos de la okra como alimento son consumo fresco o procesado de frutos, hojas, raíces y semillas. Usos potenciales son como café, aceites y pectinas, Jain *et al.* (2012). Como hortaliza ha sido distribuida por todo el mundo por diferentes culturas, esto ha permitido su uso en la preparación de una gran diversidad de platos adaptado al gusto de las cocinas locales de cada cultura como por ejemplo puede ser guisada con salsa roja en la República Dominicana, hervida, al horno o salteada. Se puede servir con diversas carnes, como ensalada o como parte de un plato fuerte e inclusive como ingrediente para otras comidas.

En el caso del uso como medicinal, se conocen aplicaciones como antiespasmódico; demulcente; diaforético; diurético; estimulante. Se ha usado la infusión de las raíces para tratar la sífilis. El jugo de las raíces se utilizan externamente y las hojas proporcionan una cataplasma emoliente. Las cápsulas son demulcentes, diuréticas y emolientes. Se utiliza en el tratamiento de infecciones catarrales, ardor urinario, disuria y gonorrea. Las semillas son antiespasmódicas y estimulantes. Una infusión de las semillas tostadas tiene propiedades sudoríficas, Grieve (2013) y Chopra *et al.* (1986).

Es muy conocida por sus propiedades antidiabéticas, así lo publican Dubey y Mishra (2017) en su publicación "A review on: Diabetes and okra (*Abelmoschus esculentus*)". Así también lo reporta Amin (2011) en su artículo "Nutritional properties of *Abelmoschus esculentus* as remedy to manage diabetes mellitus: A literature review". En este artículo el autor proporciona una extensa revisión de la literatura para investigaciones y temas relevantes para las propiedades nutricionales de la okra como remedio o medicina para controlar la diabetes mellitus. Otros usos son el uso de fibra y papel. Una fibra obtenida de los tallos se utiliza como sustituto alternativo del yute, también se usa en la fabricación de papel y textiles, Jain *et al.* (2012).

El K, Na, Mg y Ca son los elementos principales presentes en las vainas, que contienen alrededor de 17 % en las semillas. La presencia de Fe, Zn, Mn y Ni también se han reportado en la okra, Moyin-Jesu (2007). Las vainas frescas son bajas en calorías (20 por 100 g), prácticamente sin grasa, alto en fibra, y tienen varios nutrientes valiosos, incluyendo alrededor del 30 % de los niveles recomendados de vitamina C (16 a 29 mg), 10 a 20 % de folato (46 a 88 g) y aproximadamente 5 % de vitamina A (14 a 20), según NAP (2006). Tanto la piel de la vaina (mesocarpio) y las semillas son una excelente fuente de zinc (80 g/g), según Cook *et al.* (2000).

Por ejemplo, se puede citar los trabajos de Ansari y Sukhraj (2010) en Guyanas donde reportan niveles de grasa en el molondrón variables entre 0.10-3.52 % y proteínas entre 0.15-7.15 %, estos indican que el sistema de fertilización afecta los contenidos de grasa y de proteína de la okra. En la tabla 1, se presenta la composición química de la okra; la composición mineral, Tabla 2; la composición de aminoácidos, Tabla 3; la composición de lípidos, Tabla 4 y la composición de vitaminas, Tabla 5, según Roy *et al.* (2014).

Tabla 1. Composición química de una porción de 100 g de okra. Adaptado de Roy *et al.* (2014).

Renglón	Cantidad
Agua	90.17 g
Energía	31 kcal (129 kJ)
Proteína	2.00 g
Lípidos totales	0.10 g
Cenizas	0.70 g
Carbohidratos	7.03g
Fibra total dietaría	3.2 g
Azúcares totales	1.2 g
Sacarosa	0.40 g
Glucosa	0.13 g
Fructosa	0.21 g
Almidón	0.34 g

Tabla 2. Composición mineral de una porción de 100 g de okra. Adaptado de Roy *et al.* (2014).

Renglón	Cantidad
Calcio	81 mg
Hierro	0.8 mg
Magnesio	57 mg
Fósforo	63 mg
Potasio	303 mg
Sodio	8 g
Zinc	0.60 mg
Cobre	0.094 mg
Manganeso	0.990 mg
selenio	0.7 mg

Tabla 3. Composición de aminoácidos de una porción de 100 g de okra. Adaptado de Roy *et al.* (2014).

Renglón	Cantidad
Triptófano	0.017 g
Tiamina	0.065 g
Isoleucina	0.069 g
Leucina	0.105 g
Lisina	0.081 g
Metionina	0.021 g
Cistina	0.019 g
Fenilamina	0.065 g
Tirosina	0.087 g
Vallina	0.091 g
Histidina	0.031 g
Alanina	0.073 g
Ácido aspártico	0.145 g
Ácido glutámico	0.271 g
Glicina	0.044 g
Prolina	0.045
Serina	0.044 g
Lutina + Xeaxantina	516 mg
Arginina	0.084 g

Tabla 4. Composición de lípidos de una porción de 100 g de okra. Adaptado de Roy *et al.* (2014).

Renglón	Cantidad
Ácidos grasos saturados	0.026 g
Acido palmítico (16:0)	0.022 g
Ácido esteárico (18:0)	0.003 g
Total ácidos grasos insaturados	0.017 g
Ácido oleico (18:1)	0.016 g
Total ácidos grasos polisacáridos	0.027 g
Ácido linoleico (18:2)	0.026 g
Ácido linoleico (18:3)	0.001 g
Fitoesterol	24 mg

Tabla 5. Composición de vitaminas de una porción de 100 g de okra. Adaptado de Roy *et al.* (2014).

Renglón	Cantidad
Vitamina C	21.1 mg
Tiamina	0.02 mg
Riboflavina (B2)	0.060 mg
Niacina	1.0 mg
Ácido pantoténico	0.245 mg
Vitamina B	60.215 mg
Total Folato	88 g
Total Cholina	12.3 mg
Beta caroteno	225 mg
Vitamina A	375 IU
Vitamina A (RAE)	19 mg
Vitamina E	0.36 mg
Vitamina K	53 mg

Demanda de la okra

De manera comercial los principales países productores de okra son, India ocupando el primer lugar del mundo con una producción superior a los 6 millones de toneladas en una superficie de 500,000 ha, seguido por Nigeria, Sudan, Irak, Costa de Marfil, Egipto, Pakistán, Camerún. En México, este es un cultivo tradicional y de mucha importancia socioeconómica, debido a su exportación y a la mano de obra utilizada en toda la fase de producción. México ocupa el décimo octavo lugar, este producto tiene buena aceptación en los mercados de los Estados Unidos, Lozano y Artinian (2018).

La okra es una hortaliza de gran importancia económica producida en zonas tropicales y subtropicales del mundo, este cultivo tiene la particularidad de adecuarse a huertos familiares, así como a grandes explotaciones comerciales. Este cultivo tiene rendimiento promedio equivalente a 10 t/ha, en condiciones óptimas puede superar las 40t/ha, pero en producción no intensiva sus rendimientos son de 2 o 4 t/ha, Lozano y Artinian (2018).

El consumo de este vegetal se puede dar por muchas razones, como preocupación de la salud, por hábitos alimenticios, producto de moda, aprovechamiento de la estacionalidad. Por lo general, este cultivo es de consumo exclusivo, ya sea, por cultura o por determinadas etnias heredadas a través de generaciones. El principal importador y consumidor a nivel mundial de okra es los Estados Unidos, sus principales proveedores son México, Honduras y Nicaragua. Lozano y Artinian (2018).

En el 2004 a nivel mundial se comercializaron alrededor de 3 mil toneladas, tanto fresca como congelada, el 90 % de la comercialización se distribuye congelada por su larga duración y conservación, ya que es un vegetal altamente perecedero y necesita un manejo postcosecha adecuado. Sin embargo, los consumidores lo prefieren fresco esto se entiende como una limitante a la hora de comercializar el producto, en los supermercados se puede encontrar en diferentes presentaciones como picada, congelada, empanizada o en salmuera, con el objetivo de llenar y satisfacer los gustos del consumidor. Hasta el momento los destinos importadores de okra son Estados Unidos, Europa y Canadá, Lozano y Artinian (2018). Según FAOSTAT, la producción de okra es muy variable entre países y por año, siendo la India y Nigeria los mayores productores en los años 2007, 2008, 2009 y 2013, FAOSTAT (2013).

Tabla 6. Producción de okra en diferentes países durante los años 2007, 2008, 2009 y 2013, FAOSTAT (2013).

Países	Producción de okra (Toneladas/año)			
	2007	2008	2009	2013
India	4,070,000	4,179,000	4,528,000	6,350,000
Nigeria	1,280,000	1,039,000	826,170	1,100,000
Irak	140,579	132,015	152,751	142,409
Costa de Marfil	112,537	115,913	115,000	139,094
Pakistán	103,659	114,657	116,096	108,426
Egipto	117,940	104,690	100,000	97,457
Ghana	108,000	89,731	71,350	63,860
Camerún	40,552	41,585	40,000	72,661
Otros países	-	-	-	344,129

Disponible en: http://www.fao.org/faostat/en/#data/countries_by_commodity/visualize

Se reporta que la producción total de okra fue de 6,48 millones de toneladas durante el 2009. Ésta se cultiva principalmente en la India, Nigeria, Sudán, Pakistán, Ghana, Egipto, Benín, Arabia Saudita, México y Camerún. El área y la producción más grande se encuentran en India, seguido por Nigeria, Sudán e Irak.

Manejo agronómico de la okra

Se cree que existen alrededor de 36 variedades diferentes de okra que se pueden cultivar, con características similares y crecimiento de hasta 1 metro de altura. La primera cosecha debe ser alrededor de 60 días después de la siembra, de lo contrario se endurece y se vuelve leñosa en cuanto comienza a producir se debe cosechar frecuentemente, por lo menos cada dos días. Es de vital importancia rotar el cultivo cada 4 años, así evitando los ataques de plagas y enfermedades, Lozano y Artinian (2018).

Las principales plagas y enfermedades de la okra son: los saltamontes, áfidos, gusanos elotero, chinches y marchitez de fusarium. El cultivo se desarrolla mejor con clima entre 18 y 35 grados. Este cultivo dispone de frutos todo el año, esta es una planta que se caracteriza por tolerar suelos de poca fertilidad y soportar largos periodos de sequias en todas sus etapas, estos tienen como ventajas su fácil manejo y es una buena opción para la seguridad alimentaria relacionado al cambio climático, ya que las estaciones son muy variadas y algunos cultivos no se adaptan a los cambios drástico, Lozano y Artinian (2018).

El marco de plantación ideal es 30 cm entre plantas por 70 cm entre filas, esto permite en buen manejo de agua y una buena intercepción de la luz para el buen funcionamiento y desarrollo del cultivo, como también mayor productividad y alta producción de biomasa. En México el manejo agronómico tradicional de la okra, el riego se aplica por gravedad y, según la fecha de siembra, requiere al menos tres riegos, Alvarado (1995).

En términos de plagas y enfermedades, actualmente hay muy pocos productos autorizados para este cultivo, lo que unido a la necesidad de su recolección prácticamente diaria no permite el uso de productos de síntesis química y es necesario recurrir a productos utilizados en agricultura ecológica. Asimismo es muy importante recurrir a medidas preventivas como la rotación del cultivo a los efectos de evitar el ataque de nematodos. Lozano y Artinian (2018), reportan cinco plagas de suelo y once del follaje que atacan el cultivo en Nicaragua. Siendo los insectos chupadores los que revisten el mayor peligro y que transmiten enfermedades virósicas. En términos de enfermedades, el cultivo es atacado por *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium* (*Fusarium spp.*), *Sclerotinia minor*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium spp.*, *Mildiu*, *Erysiphe spp.*, y *Verticillium spp.*

Requerimientos climáticos y de suelo

De acuerdo a Lozano y Artinian (2018), la okra se desarrolla bien en temperatura de 18 a 35 °C. Por su sistema radicular vigoroso y profundo, se desarrolla en cualquier tipo de suelos, y con adaptación a condiciones de fuertes vientos. El crecimiento y los rendimientos del cultivo de la okra dependen en gran parte de la duración, intensidad y calidad del factor luz. No obstante el factor ambiental predominante es la longitud del día. Además, el cultivo puede ser afectado por la humedad relativa, por la presencia de enfermedades fungosas (alta humedad) y por baja humedad, aumenta la presencia de Mildiu (*Erysiphe sp.*). El cultivo de okra puede desarrollarse entre 0 y 800 metros sobre el nivel del mar, observándose mejor comportamiento entre 0 y 400 msnm.

Procesamiento de la okra

La cosecha y manejo pos cosecha de la okra incluye la cosecha, transporte, recepción, clasificación, pre enfriamiento, lavado, desinfección y empaque. A partir del producto empacado se pueden obtener diferentes beneficios tanto para la alimentación y uso medicinal.

Este cultivo tiene múltiples beneficios aprovechables, en países africanos, donde usan las semillas para alimentar aves. Además, las semillas tostadas y molidas se usan como una alternativa al café o té, y bebida equivalente a la cerveza. De la semilla se puede obtener entre un 20-50% de aceite que se utiliza para la fabricación de margarina. De la corteza se puede extraer fibra textil que se emplea en diferentes usos, como la fabricación de sedales y redes de pesca. Las hojas secas se pueden consumir tanto en sopas como en caldo, estas se recolectan y pueden desecarse así conservarse durante largos periodos. En los Estados Unidos han utilizado los tallos como materia prima para la fabricación de papel, el país africano Gabón elaboran una bebida con propiedades analgésica usando trozos de tallo de okra y banana dulce, Lozano y Artinian (2018). La okra tiene diferentes formas en que puede consumirse como: frita, gumbo, en escabeche, a la parrilla, al horno y guisada.

Limitaciones para el cultivo de la okra

- Las principales limitaciones del cultivo de okra para su fomento son:
- La okra es un vegetal que necesita mucha mano de obra para su manejo y cosecha, esta es una de la delimitante principal en la producción. Además de ser un cultivo poco conocido, no tradicional por tal razón los nichos de mercado son limitados.
- Es un vegetal muy perecedero a la hora de cosecha debe ser manipulado lo menos posible para así evitar laceraciones en la piel, esto influye en la presentación y vida útil en anaquel, tienden a ponerse

negro lo que no da una bonita presentación, lo ideal es congelar el fruto para mayor conservación.

- Las malezas limitan el desarrollo y rendimiento del cultivo al competir por nutrientes, luz, humedad, perjudicando la calidad y cosecha de los frutos, además de servir de hospederos de plagas que pueden servir de vectores que transmiten virus. Siendo esto un problema real.
- Al momento de controlar las malezas aumenta el costo de producción al igual que al momento de cosechar, se hace mucho más incómodo y difícil el manejo de las malezas.
- Al cultivo de okra ser muy intensivo tiene la limitante de ser atacado por diferentes plagas y enfermedades, que podrían afectar la salud de los consumidores si no se toman medidas sanitarias para su consumo fresco.

Recomendaciones de manejo para el cultivo de okra

La okra no es exigentes en suelos, pero se recomienda para suelos livianos, pesados con buen drenaje, con un pH no mayor a 5.8. Ya que la alta salinidad interfiere con el buen desarrollo de las vainas.

Es un cultivo que exige mucha luz, ya que esto ayuda a la transpiración y al rápido crecimiento de la planta llevando a una producción constante.

La producción ideal para el cultivo sería en una altitud entre 0 a 800 msnm, pero se recomienda a 400 msnm para obtener mayores rendimientos y desarrollo.

Para su plantación se recomienda la siembra directa, ya que la semilla es de buen tamaño y al tener un sistema radicular bien desarrollado, al ser trasplantada puede sufrir daños irreversibles.

El cultivo de okra no es exigentes en nutrientes, pero si se recomienda aplicar nitrógeno y fósforo al momento de la siembra y luego una segunda aplicación de fertilizantes después de la cuarta semana de cosecha.

Es recomendable hacer análisis de suelo al terreno, antes de la siembra del cultivo para tener mayor control y manejo de los recursos económicos y no hacer aplicaciones innecesarias.

Se recomienda la rotación del cultivo cada 4 años, para así evitar la estacionalidad de plagas y enfermedades, tanto, en el cultivo como en el suelo.

Como es un cultivo intensivo, se recomienda realizar una poda de rejuvenecimiento de las plantas después de los 8 o 10 nudos, esto se debe de hacer tomando en cuenta la variedad y la época del año.

CONCLUSIONES

La okra o molondrón (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) tiene usos alimenticios y medicinales demostrados en diferentes publicaciones reportadas en esta investigación. Este cultivo tiene rendimientos altos de hasta 40 t/ha, haciéndolo una alternativa para los productores y que en muchos casos es subutilizado. La okra es un cultivo milenario, siendo una muy buena opción para satisfacer necesidades alimenticias a nivel mundial. Por ser de fácil manejo agronómico y poco exigente en su producción, con posibilidades de aplicación en la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria, además de ser un cultivo accesible económicamente para las personas de bajos ingresos. Al final de la revisión se puede concluir que por motivos culturales y de conocimientos la okra es muy poco consumida a nivel mundial, siendo Estados Unidos el mayor consumidor e importador, ya que en dicha nación existen diferentes etnias culturales de muchas partes del mundo.

LITERATURA CITADA

- Alvarado, C. 1995. Los riegos y la densidad de plantas en la producción de okra. In: I Reunión sobre resultados y avances de investigación en Okra. Campo Experimental Río Bravo, México, INIFAP. Memoria Técnica, (1), 23-27.
- Alvarado-Carrillo, M.; Díaz-Franco, A.; Garza-Cano, I. 2007. Micorización de okra (*Abelmoschus esculentus* L.) en riego por goteo. Revista Fitotecnia Mexicana, 30(4).
- Amin, I. 2011. Nutritional properties of *Abelmoschus esculentus* as remedy to manage diabetes mellitus: A literature review. In International Conference on Biomedical Engineering and Technology. IACSIT Press, Singapore, SG.
- Ansari, A.; Sukhraj, K. 2010. Effect of vermiwash and vermicompost on soil parameters and productivity of okra (*Abelmoschus esculentus*) in Guyana. African Journal of Agricultural Research, 5(14): 1794-1798.
- Artinian, A. 2011. Efecto de la época de siembra sobre la emergencia, el crecimiento y el rendimiento de okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) en el Valle de Lerma, Provincia de Salta. Seminario de Integración Final Ing. Agr. Salta, Argentina. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta 57 p.
- Chopra, R.; Nayar, S.; Chopra, I. 1986. Glossary of Indian Medicinal Plants (Including the Supplement). Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi, IN
- Cook, J.; VanderJagt, D.; Pastuszyn, A.; Mounkaila, G.; Glew, R.; Millson, M.; Glew, R. 2000. Nutrient and chemical composition of 13 wild plant foods of Niger. Journal of Food Composition and Analysis, 13(1), 83-92.
- Dubey, P.; Mishra, S. 2017. A review on: Diabetes and okra (*Abelmoschus esculentus*). Journal of Medicinal Plants Studies, 5(3), 23-26.
- Gemedede, H.; Ratta, N.; Haki, G.; Woldegiorgis, A.; Bey, F. 2014. Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. Global Journal of Medical Research.
- Jain, N.; Jain, R.; Jain, V.; Jain, S. 2012. A review on: *Abelmoschus esculentus*. Pharmacia, 1(3): 84-89.
- Kochhar, S. 1986. Okra (Lady's finger) In: Tropical crops, a textbook of economic Botany. Editor S.L., Kochhar, pp: 263-264.

Lozano, L.; Artinian, A. 2018. Producción de okra. Intaediciones, Buenos Aires, Argentina. 52 p.

Martínez, C.; Jiménez, J.; Wu, P. 2007. Los vegetales orientales en la República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), República Dominicana. 84 p.

MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2019. Estadísticas de producción de cultivos agrícolas. (En línea). Consultado en 12-09-2019. Disponible en: <http://agricultura.gob.do>

Moreno, V.; Moreno, V.; Meco, R. 2007. Cultivo de la okra en España. Hojas de Divulgación Núm. 2126 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España.

Moyin-Jesu, E. 2007. Use of plant residues for improving soil fertility, pod nutrients, root growth and pod weight of okra (*Abelmoschus esculentum* L). Bioresource Technology, 98(11), 2057-2064.

NAP (National Academies Press). 2006. Lost Crops of Africa Volume II: Vegetables. (En línea). Consultado en 12-09-2019. Disponible www.nap.edu/catalog/11763.html

Roy, A.; Shrivastava, S.; Mandal, S. 2014. Functional properties of okra *Abelmoschus esculentus* L. (Moench): traditional claims and scientific evidences. Plant Science Today, 1(3): 121-130.

Mejoramiento genético de la yautía coco para manejo de la enfermedad Tizón foliar en la República Dominicana

Máximo Halpay

Abstract

This article discuss the phytosanitary strategy used in the Dominican Republic to manage the blight disease of the coconut yautia caused by the oomycete fungus *Phytophthora colocasiae* that affects the cultivation of coconut yautia, widely used as will live in the Dominican population. The strategy of introducing new germplasm is discussed, to support a genetic improvement program, with resistance or tolerance to the disease.

Keywords: *Colocasia esculenta*, phytosanitary management, fungus, resistance, tolerance.

arácea que se produce fácilmente en climas tropicales y subtropicales con una temperatura media de 18°C y alta humedad relativa. Es una planta de fotoperíodo corto a mediano, que requiere para una buena producción de cormos, entre 12 y 13 horas de luz diariamente, además de un régimen de lluvias de 1500 a 2500 mm. durante su ciclo de producción. En República Dominicana las principales zonas productoras de yautía coco se encuentran en el Cibao Oriental y la Región Este. República Dominicana perdió alrededor de \$10 millones de dólares al año por la reducción en más de un 90% de las exportaciones de yautía “coco” a Estados Unidos y Puerto Rico.

Es un cultivo básico importante y se cultiva ampliamente en el Caribe. Una enfermedad importante que diezmo la producción de yautía coco es el tizón foliar de la yautía causado por el patógeno oomiceto *Phytophthora colocasiae* con consecuencias económicas devastadoras, ya que afecta los rendimientos hasta en un 100% cuando existen las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Las exportaciones de esta especie empezaron a caer desde 2003 cuando las plantaciones de ese cultivo fueron afectadas por la enfermedad conocida como Tizón Foliar de la yautía, lo que obligó al Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) ejecutar el proyecto “Manejo Integrado de la Yautía Coco” con el apoyo de la Universidad de Hawaii. La producción de yautía en 2003 de unas 29,795 tareas (1.862 has), se destinó en un 50 % para consumo fresco, un 20 % como materia para agroindustria y un 30 % para exportación, lo que generó ingresos anuales por encima de 9.4 millones de dólares (CEI-RD 2003. El Centro de Exportación e Inversión (CEI-RD), reportó que en el 2009 el país exportó 4.1 millones de kilogramos de

Resumen

Este artículo discute la estrategia fitosanitaria utilizada en la República Dominicana para manejar la enfermedad Tizón foliar de la yautía coco causada por el hongo oomiceto *Phytophthora colocasiae* que afecta al cultivo de yautía coco, de amplio uso como vivere en la población dominicana. Se discute la estrategia de introducción de nuevo germoplasma, para apoyar un programa de mejoramiento genético, con resistencia o tolerancia a la enfermedad.

Palabras clave: *Colocasia esculenta*, manejo fitosanitario, hongo, resistencia, tolerancia.

La yautía coco (*Colocasia esculenta* L. Schott) es una yautía, por más de US\$3.9 millones.

La enfermedad del tizón foliar de la yautía causada por *Phytophthora colocasiae* es la enfermedad más importante en las regiones productoras de yautía coco de la República Dominicana. Causada por *Phytophthora colocasiae*, es principalmente un patógeno foliar, pero también afecta los pecíolos y los cormos de sus huéspedes. Los primeros síntomas en yautía (*Colocasia esculenta*) son pequeñas manchas marrones oscuras o manchas marrones claras en la superficie superior de la hoja. Estos primeros puntos a menudo ocurren en las puntas y márgenes de las hojas donde se acumula agua. Las manchas se agrandan rápidamente, volviéndose circulares y de color marrón violáceo a marrón. En la superficie inferior de la hoja, las manchas tienen una apariencia gris empapada o seca y a veces están presentes glóbulos duros de exudado de las plantas. A medida que las manchas aumentan de tamaño, se unen y destruyen rápidamente la hoja. En clima seco o en algunos cultivares resistentes, los centros de las lesiones se vuelven parecidos al papel y se caen, produciendo una apariencia de “agujero”. Las hojas muertas a menudo cuelgan de sus largos pecíolos como banderas.

Para utilizar la metodología de recuperación del cultivo de la yautía a nivel nacional a través del doctor John Cho, fitomejorador de la Universidad Hawaii, fueron introducidos 11 accesiones o híbridos de yautía. Estos híbridos tienen diferentes parentales, los mismos fueron sometidos a la presión del hongo presente en República Dominicana. Éstos fueron sembrados en la Estación Experimental el Pozo, propiedad de IDIAF. Los resultados arrojaron que tan solo dos de ellos presentaron tolerancia al hongo (el H2 y H4).

De esos dos híbridos el H2 se encuentra actualmente bajo

*Investigador en protección vegetal. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Aremax2@gmail.com



observación y se han obtenido plantas de cruces con la variedad criolla Bun Long susceptible a la enfermedad. las plantas obtenidas se están multiplicando a través de cultivo de tejido en el laboratorio de Biotecnología y Cultivo de Tejidos del Centro de Tecnologías Agrícolas del IDIAF.

De ese cruce se pretende obtener resistencia y generar un cultivar o híbrido que tenga las condiciones culinarias adaptadas a la República Dominicana y la tolerancia del híbrido de Hawaii y que permita abrir el mercado nacional y poder continuar incursionando en los mercados internacionales.

Para lograr la resistencia deseada se recurrió al mejoramiento clásico o convencional, que sigue los pasos de: "Introducción, hibridación y selección". cruzadas entre sí, utilizándose el método del cruce simple con el híbrido introducido.

Procedimiento de polinización: se realizaron cruces dirigidos en dos vías: primero entre la variedad introducida (padre) sobre la variedad nacional que será la madre receptora del polen, y luego se cruzaron también a la inversa, la variedad introducida como receptora (madre) y las variedad nacional como donadora de polen (padre). Se emasculó (castró) la flor hembra y se procedió a la polinización artificial o dirigida.

Las investigaciones se están realizando en la Estación Experimental Palmarejo y conducidas por los Ings. Miguel Martínez, Raymundo Hansen, Miguel Tejada y el técnico especializado Miguel Ángel Reyes en condiciones de cribado y se someterán a prueba de virulencia y patogenicidad en las zonas de producción con aislamientos de *Phytophthora colocasiae* para evaluar la incidencia y la severidad de la enfermedad.

RESULTADOS ESPERADOS

- Desarrollo de poblaciones segregantes para la resistencia al tizón foliar de la yautía coco.
- Obtener resistencia y generar un cultivar o híbrido que tenga las condiciones culinarias adaptadas a la República Dominicana.
- Con la producción de este material se resolvería el problema presente en las regiones agrícolas nordeste y norcentral, donde 1,800 productores perdieron su cosecha y aproximadamente 3,000 familias quedaron sin trabajo.
- Contribuir a la apertura nuevamente del mercado de exportación, el cual se estima en alcanzar US\$ 25,000.000.

Revista APF

Instrucciones para autores

La Revista APF es editada por la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales de la República Dominicana (SODIAF). Se publica dos veces al año, tanto impresa como digital. El contenido de la Revista aparece publicado, en texto completo y de libre acceso, en el sitio web de la SODIAF www.sodiaf.org.do. Los manuscritos que se sometan a la Revista APF se deben escribir en español.

Los trabajos que se publican en la Revista APF pueden ser de instituciones o personas dominicanas o extranjeras. Los manuscritos son sometidos a una revisión por pares anónimos que fungen de árbitros para el Comité Editorial. Los árbitros son profesionales destacados en sus disciplinas en forma individual y proceden de instituciones nacionales o internacionales. Sólo el Editor Principal conoce cuáles árbitros evalúan cada manuscrito. Las decisiones del Comité Editorial de publicar o no un manuscrito son inapelables y de acuerdo a las recomendaciones de los revisores. La Revista APF publicará artículos originales que no hayan sido publicados, parcial o totalmente, en ninguna otra revista científica nacional o internacional. Se aceptan artículos que hayan sido presentados pero no publicados en congresos, seminarios y simposios, ofreciendo el crédito correspondiente. Los autores, tanto individuales como corporativos, cederán los derechos de publicación a la Revista y se responsabilizarán por el contenido de sus trabajos.

El objetivo de la Revista APF es contribuir con la comunicación de resultados, parciales o finales, de trabajos investigación y transferencia de tecnologías en la comunidad científica nacional e internacional. Los trabajos sometidos deben aportar nuevo conocimiento al desarrollo científico o tecnológico. Se aceptan trabajos de todas las disciplinas biofísicas y socioeconómicas en los sectores agrícola, pecuario, incluyendo pesca y acuicultura, y forestal. La Revista APF incluirá trabajos en cinco secciones: Artículos Científicos, Revisiones Bibliográficas, Notas Técnicas, Revisiones de Libros y Artículos de Opinión. Los manuscritos sometidos a las primeras tres secciones serán revisados por pares calificados. Todos los manuscritos deben someterse en formato digital con una comunicación de solicitud formal al: Editor Revista Científica APF, Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF), correo electrónico: editor.revista@sodiaf.org.do.

Sobre el estilo de los manuscritos para la revista

El lenguaje de escritura de las publicaciones debe caracterizarse por su claridad, concisión y precisión. La extensión máxima de los trabajos debe ser de 15 páginas para los Artículos Científicos y Revisiones Bibliográficas y 10 páginas para las Notas Técnicas. El texto y las tablas de los manuscritos deben prepararse en Microsoft Word, tipografía Arial, tamaño 12, a 1.15 espacios entre líneas y en papel tamaño carta. A fin de asegurar la integridad de la información original, se deberá someter también un ejemplar en formato 'pdf'. Los márgenes superior e inferior deben ser de 2.5 cm, mientras el izquierdo y derecho deberán ser de 3 cm. Las páginas deberán numerarse en el centro de la parte inferior y utilizar la numeración continua de líneas en el margen izquierdo.

1. La escritura debe hacerse siguiendo las normas y reglas establecidas por la Real Academia de la Lengua Española en las ediciones más recientes de su 'Diccionario de la Lengua Española' y sus manuales de gramática y ortografía.
2. Para la expresión de valores de unidades, se utilizarán las normativas oficiales del Sistema Internacional de unidades de pesos y medidas (SI). Se preferirá la forma exponencial de expresión de estas unidades (25 kg ha^{-1} de K). Utilice el punto decimal, en lugar de la coma decimal. Utilice el 0 antes del punto decimal (0.567). Limite el número de cifras significativas a lo estrictamente necesario para entender la magnitud de las diferencias. La escritura de números también debe hacerse siguiendo esas normativas. Los números del 0 al 9 se escriben textualmente (ocho tarros), con la excepción de cuando están en una serie (3, 5 y 14 semanas) o cuando se incluyen unidades de medida del SI (6 kg). No comience una oración con un número, escríbalo.
3. El sistema de referencias bibliográficas a utilizar será el del IICA-CATIE. En el texto, las citas se basan en el método Harvard (autor-año) y la lista de referencias (Literatura Citada) se organiza siguiendo un arreglo alfabético y cronológico por año de publicación. La alfabetización se hace por apellido e iniciales del nombre del autor.
4. Se usarán los términos 'Tabla', en vez de Cuadro, y 'Figura', en lugar de Gráfica o Ilustración. Las tablas y las figuras deben ser autosuficientes, o sea deben poder entenderse sin necesidad de recurrir al texto.

Instrucciones para autores

Tablas y figuras deben numerarse secuencialmente en el orden que aparecen en el texto, utilizando números arábigos, y colocarse lo más próximo posible al lugar donde se hace referencia a ellas. En ningún caso los títulos se consideran oraciones, pero debe asegurarse una sintaxis adecuada y su correcta legibilidad. Los títulos no se escriben en negritas ni se pone punto final. Las tablas y las figuras deben tener sus fuentes de referencias. Las notas al pie deben referirse con números arábigos.

- Las tablas deben prepararse con sólo tres líneas horizontales (ver ejemplo más abajo). Los títulos de las tablas deben colocarse siempre arriba. Si hay notas al pie, el orden preferido de secuencia es: 1) En el título, 2) Cabezas de columnas, 3) Cabezas de filas, y 4) Cuerpo de la tabla. Para estas notas pueden utilizarse números o caracteres. No use más de tres decimales en cifras en el cuerpo de la tabla, si no es imprescindible.
- El término 'figura' incluye gráficas, fotografías, dibujos, mapas o diagramas. Los títulos de las figuras deben colocarse siempre abajo. No use más de dos decimales en los ejes de las figuras. Las figuras se deben preparar en blanco y negro, y utilizando patrones para el relleno de formas. Las figuras que sean imágenes deben someterse como archivos en formato 'jpg' de alta resolución (no menos de 300 dpi), para evitar su pixelación en la impresión. Aquellas que se preparen en Excel también deben salvarse como archivos 'jpg'. Las figuras deben someterse en archivos aparte del texto. La Revista APF se imprime en blanco y negro, por lo que las figuras no deben someterse en colores, sino en tonos de gris o patrones para rellenar formas. Se debe identificar en el texto el lugar donde colocar las figuras.
- La primera vez que se mencionan los nombres de plantas, artrópodos o agentes patógenos se debe referir su nombre común y su nombre científico, este último en cursiva y en paréntesis, con su clasificador, siguiendo las normativas de las sociedades especializadas en cada caso. Las veces subsiguientes que se mencionen se pueden referir con sus nombres comunes o con el nombre científico, utilizando la inicial del género y la especie. Esto es aceptable, si no causa confusiones con otros géneros y especies mencionadas en el trabajo.
- Para referirse por primera vez a nombres de productos químicos, plaguicidas, fertilizantes, hormonas, entre otros, incluya el nombre técnico o genérico, así como el fabricante. De ahí en adelante utilice los nombres técnicos.
- En el caso de la mención de la taxonomía de suelos, refiera la serie y la familia de suelos en su primera mención.
- Refiera las horas utilizando el sistema horario de 12 horas, con a.m. y p.m., y usando dos dígitos para horas y minutos (hh:mm).

TIPOS DE MANUSCRITOS ACEPTADOS

1. Artículos Científicos

El artículo científico es el manuscrito más importante a publicar en la Revista APF. Se caracteriza por sus contribuciones al conocimiento científico o tecnológico. Consiste en una profunda, actualizada y detallada revisión de literatura con aportes nuevos al conocimiento. Los epígrafes que constituyen un artículo científico son:

Título

Debe representar el contenido y los objetivos o resultados

Ejemplo de tabla:

Tabla 1. Emisión de NH_3 desde el suelo en una pradera manejada con pastoreo

Tratamiento ¹	Emisión de NH_3	
	Annual kg ha ⁻¹ año ⁻¹	Diaría kg ha ⁻¹ día ⁻¹
C	31.2 c ²	0.085 c ²
FI	39.9 a	0.109 a
FS	41.4 a	0.113 a
PFI	36.1 b	0.099 b
PFS	37.9 b	0.103 b

¹ C = Control sin pastoreo; FI = frecuente intenso; FS = frecuente suave; PFI = poco frecuente intenso; PFS = poco frecuente suave.

² Medias dentro de una columna seguidas por letras diferentes difieren significativamente entre sí (Tukey, $\alpha=0.05$).

Instrucciones para autores

del artículo. No debe exceder de 15 palabras. No deben usarse abreviaciones ni fórmulas químicas. Se pueden usar nombres comunes, nombres de cultivos, plagas o enfermedades, siempre que sean reconocidos en el mundo hispano.

Autores y Filiación

Indicar el primer nombre seguido del primer apellido de cada autor. Incluir dirección, institución y correo electrónico del autor de contacto, como nota al pie de la primera página. El primer autor se considerará el autor principal de la investigación. Se entiende que cada coautor aprobó la versión final del manuscrito y que es igualmente responsable del trabajo.

Resumen

Es la sección más leída de un artículo, después del título. Los hallazgos importantes del estudio deben de estar reflejados en el resumen. No debe contener más de 250 palabras y la estructura recomendada es la siguiente: importancia del estudio, los objetivos, metodología de investigación, principales resultados o hallazgos (cuantificados y con su soporte estadístico) y conclusiones. Ya en esta sección las abreviaciones se definen cuando se mencionan por primera vez. No se deben poner referencias de tablas ni figuras, como tampoco referencias documentales.

Palabras Claves

Incluir no más de cinco palabras claves que puedan ser utilizadas para la indización bibliográfica. Evitar poner palabras claves que ya están en el título.

Introducción

Defina claramente el problema que se estudió y que justificó hacer el estudio. Presente una discusión teórica actualizada y detallada basada en los hallazgos más recientes de otros autores. Presente su estrategia metodológica y los objetivos del estudio. Mantenga la introducción corta y ofrezca información esencial y actualizada.

Materiales y Métodos

Esta sección debe proveer información suficiente que permita a otros investigadores repetir el estudio, basándose únicamente en la lectura del artículo, obtener resultados parecidos y llegar a conclusiones similares. Se deben describir de manera clara los materiales y los métodos biológicos, analíticos y estadísticos utilizados para realizar la investigación. Debido a la fuerte interacción del ambiente, es recomendable repetir en el tiempo y/o el espacio los ensayos que se realizan a campo abierto. Esto garantiza mayor estabilidad y consistencia en los resultados. Establezca con claridad

si su estudio es experimental o no experimental, y de qué tipo. Diga con claridad cuáles fueron los tratamientos, si los hubo; cuáles fueron las unidades experimentales; cuáles las unidades de muestreo (o de análisis); plantee con claridad el tipo de muestreo que hizo para levantar los datos; y describa con claridad las variables respuesta que estudió y cómo se midieron.

Resultados y Discusión

En esta sección se presenta y discuten los resultados obtenidos. Discuta sus resultados, o sea diga cuál es su interpretación de por qué se obtuvieron los resultados que presenta. Explique cómo se puede entender el comportamiento de las variables respuesta, en relación a los tratamientos que se evaluaron y a los objetivos del estudio. Esta sección debe estar sustentada por tablas, figuras, análisis estadísticos de este estudio. Relacione sus resultados con los de otros autores. Una buena discusión presenta los resultados relacionados a los objetivos del estudio y discute los resultados o hallazgos de otros autores con los del estudio, tanto para apoyarlo como manifestar contradicciones. Se debe mantener la claridad y la concisión del escrito. No se debe presentar la misma información en diferente formato (texto, tabla o figura). Al presentar resultados, y siempre que sea posible, acompañe las medidas de tendencia central con alguna medida de variación o dispersión. En los análisis estadísticos, presente la probabilidad a la que hubo significación en la comparación de la diferencia de medias ($P = 0.0514$) en lugar de decir que la diferencia fue significativa (* o $P \leq 0.05$) o altamente significativa (** o $P \leq 0.01$). Dé la oportunidad al lector de decidir si declara o no significativa una diferencia o magnitud. Recuerde que la probabilidad representa el peso de la evidencia, aportada por el análisis estadístico, de las diferencias entre medias o magnitudes.

Conclusiones

Deben estar relacionadas con los objetivos del estudio. Para cada objetivo planteado, deben redactarse conclusiones. Establezca cuáles son las implicaciones de los resultados, o si estos no tienen ninguna implicación. No convierta esta sección en una lista de los principales resultados. Las conclusiones deben dar respuestas a los objetivos e hipótesis planteadas. Se deben basar, exclusivamente, en los resultados del estudio en cuestión, no en experiencias previas de los investigadores o en especulaciones.

Agradecimientos

Esta sección, que es opcional, puede aparecer antes de la Literatura Consultada. Se incluyen aquí personas, instituciones, organizaciones y laboratorios, entre otros, que han contribuido total o parcialmente a la realización del estudio.

Instrucciones para autores

Literatura Citada

El propósito de este epígrafe es ofrecer al lector un listado de documentos relevantes, utilizados por los autores, de manera que se pueda acceder a la información utilizada. Liste alfabéticamente las referencias bibliográficas citadas en el artículo. Se recomienda utilizar citas con aportes relevantes, publicadas y actualizadas. Si una referencia bibliográfica no está disponible de una fuente impresa o electrónica reconocida, no debe incluirse. Las referencias bibliográficas se deben presentar siguiendo el formato que se sugiere en el documento *Redacción de Referencias Bibliográficas*:

Normas Técnicas del IICA y CATIE, 4^{ta} Edición.

En este documento se pueden ver ejemplos de referencias de diversos tipos de documentos. Adicionalmente, cuando los documentos en línea dispongan de un número identificador DOI, inclúyalo en la referencia en lugar de la dirección URL. Asegúrese de que todos los documentos referidos en el texto se encuentran en esta sección. Así mismo, todos los documentos que se incluyen en este Epígrafe, deben estar referidos en el texto. No incluya en esta sección referencias a comunicaciones personales. Estas van como notas al pie de la página donde se refieren. En esta sección, trate de incluir, principalmente, artículos científicos. Limite a lo estrictamente necesario la inclusión de libros sobre tópicos clásicos, memorias de congresos, seminarios o tesis. No incluya revistas de divulgación. Se pueden incluir manuscritos que ya han sido aceptados para publicación por revistas científicas, especificando *'En imprenta'*. El Comité Editorial de la Revista APF puede pedir pruebas de esto último a los autores.

2. Notas Técnicas

Son publicaciones cortas sobre temas científicos o tecnológicos, tales como: reportes de plagas y enfermedades, nuevos cultivos, investigaciones en ejecución y descripciones de métodos, entre otros. Normalmente se preparan sobre investigaciones en curso y avances de investigación. Deben ser escritas

siguiendo las mismas normas para Artículos Científicos.

3. Revisiones Bibliográficas

En esta sección se publicarán revisiones bibliográficas relevantes. Debe estar basada en bibliografía actualizada.

4. Revisiones de Libros

Revisiones cortas sobre libros recientemente publicados y cuyos planteamientos son importantes para el desarrollo del conocimiento científico.

5. Artículos de Opinión

Son artículos cuyo contenido aborda algún tema científico-tecnológico de interés para la comunidad de investigación agropecuaria y de recursos naturales, en el que el autor expresa su opinión técnica tratando de aportar luz al tema y ayudar a los lectores a formar su propia opinión.

Si le interesa recibir referencias o documentos digitales para apoyar la preparación de sus manuscritos siguiendo estas recomendaciones, como el uso del Sistema Internacional de unidades (SI), la redacción de referencias bibliográficas, la preparación de tablas y gráficas, la escritura de nombres científicos de agentes biológicos, entre otros, puede dirigirse al Editor de la Revista APF. Los artículos que se publican en la Revista sirven de ejemplos para muchas de estas normas.

Instituciones Auspiciadoras



Ministerio de Agricultura

Es la institución estatal responsable de formular y dirigir la política agropecuaria del país, de acuerdo con los planes generales de desarrollo. También es responsable de estudiar la situación agropecuaria del país y presentar a la consideración del Gobierno el plan global agropecuario a corto y largo plazo. Así mismo, coordina los programas a corto y largo plazo de las entidades vinculadas y relacionadas al sector.



Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF)

EL CONIAF es una institución descentralizada del gobierno Dominicano, que fortalece, estimula y orienta al Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales - SINIAF. Ofrece financiamiento a través del fondo de investigación, fomentando el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica en instituciones públicas y privadas.



Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)

El IDIAF es la institución estatal responsable de la ejecución de la política de investigación y validación agropecuaria y forestal de la República Dominicana.



Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF)

El CEDAF es una organización privada sin fines de lucro que promueve el desarrollo sostenible del sector agropecuario y forestal, a través de la capacitación, información, innovación institucional y análisis de políticas y estrategias sectoriales, avalados por una imagen de excelencia institucional y alta credibilidad con el fin de estimular una agricultura competitiva que contribuya a reducir los niveles de pobreza y a proteger el medio ambiente.



Revista APF Volumen 8 (2) 2019
Revista Científica Agropecuaria y Forestal