



Agraria

Vol. 18, núm. 2, mayo-agosto 2021 • ISSN 0186 8063

Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro





Agraria

Revista científica de la Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro, vol. 18, núm. 2, mayo-agosto, 2021.

Centéotl, deidad azteca de la agricultura, es una advocación de Chicomecóatl, diosa del maíz. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México, la ha adoptado como logotipo de su revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales.

COMITÉ EDITORIAL

Editor en Jefe

Dr. Armando Robledo Olivo

Editor Ejecutivo

M.C. Víctor M. López González

Editores

Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente

Dr. Karim de Alba Romenus

Edición

Delirio. Servicios Editoriales



Cuidado de la edición

Anastacia Rodríguez

Diseño y formación

Magela Crisóstomo

Fotografía de portada: Pixabay

Cummunis Ricinus

Agraria está indizada, desde 2006, en Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal); en la base de datos PERIÓDICA (de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Ciudad de México); y en 2007 fue incluida en la base de datos del Centro Internacional de Investigación Científica (CIRS).

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coah., México.

<http://www.uaaan.mx/agraria/>

E-mail: revista_agraria@uaaan.edu.mx

Tel. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax +52 (844) 411 02 11

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la institución editora de la publicación.

Se autoriza la reproducción de artículos si se cita la fuente.

Agraria, vol. 18, núm. 2, mayo-agosto, 2021, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a través de la Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coah., México. <http://www.uaaan.mx/agraria/> E-mail: revista_agraria@uaaan.edu.mx Tels. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax: +52 (844) 411 02 11. Editor responsable: Víctor Manuel López González. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título (en trámite); ISSN 0186-8063, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título: en trámite. Certificado de Licitud de Contenido: en trámite, que otorga la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en Digital Color: Artea-ga Norte núm. 225, zona centro, C.P. 25000, Saltillo, Coah. Tel. +52 (844) 481 58 42. Este volumen se terminó de imprimir en mayo de 2021, y consta de 200 ejemplares.



CONTENIDO

PÁGINA

29

**Curso básico de Moodle impartido a profesores de la UAAAN:
Pandemia 2020**

Basic Moodle course taught to UAAAN teachers: Pandemic 2020
Jorge Méndez-González y Gloria Alicia Carvajal-Contreras

33

**Uso de humatos y fulvatos de magnesio en la producción de semilla
y aceite de higuera**

Use of humatos and magnesium fulvatos in the production
of seed and fig oil

Fidel Maximiano Peña-Ramos, José Antonio González-Fuentes, Emilio Rascón-Alvarado, Alfonso Rojas-Duarte, Luis Alonso Valdez-Aguilar, José Alfredo Hernández-Maruri, Daniela Alvarado-Camarillo, Carlos Javier Lozano-Cavazos, Rubén López-Cervantes, Leopoldo Ríos

41

**Producción de sorgo grano de la variedad NK-180 bajo agricultura
de conservación**

Production of sorghum grain of the NK variety-180 under
conservation agriculture

Rafael Ávila-Cisneros, Juan Leonardo Rocha-Valdez, Anselmo González-Torres, Alfredo Ogaz, Ramiro González-Ávalos

47

**Utilización de las TIC para determinar la biometría de tres variedades
de frijol y su comparación en producción de ejote y grano seco**

Use of ICT to determine the biometrics of three varieties of beans
and their comparison in production of green beans and dry beans

Rafael Ávila-Cisneros, Juan Leonardo Rocha-Valdez, Anselmo González-Torres, Ramiro González-Ávalos, Alfredo Ogaz

Curso básico de Moodle impartido a profesores de la UAAAN: Pandemia 2020

Basic Moodle course taught to UAAAN teachers: Pandemic 2020



Jorge Méndez-González^{1*} y Gloria Alicia Carvajal-Contreras²

¹Departamento Forestal* y ²Subdirección de Informática. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. E-mail: jmendezg@hotmail.com [*Autor responsable]

RESUMEN

La necesidad de implementar cursos a distancia debido a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 en 2020, ha traído un nuevo reto para los profesores: la actualización en plataformas educativas. El objetivo de este documento es proporcionar los resultados y recursos tecnológicos derivados del curso de Moodle, impartido a profesores de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Se diseñó y planificó un programa, a la vez que se generaron recursos didácticos para impartir el curso Moodle a distancia a través de la plataforma Moodle y de las redes sociales. El curso fue impartido a 56 profesores, quienes se capacitaron en la plataforma (96% de los inscritos). De acuerdo con los resultados, los profesores son capaces de usar eficientemente la plataforma, al demostrar habilidad para aplicar las diferentes actividades y recursos, por lo que se espera que puedan implementarla en sus actividades de docencia. Los recursos didácticos generados para impartir el curso están disponibles en YouTube.

Palabras clave: Moodle, pandemia, paradigma educativo, plataforma.

ABSTRACT

The need to implement distance learning courses due to the pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus in 2020, has brought a new challenge for teachers, updating on educational platforms. The objective of this document is to provide the results and technological resources derived from the Moodle course imparted to UAAAN teachers. A program was designed and planned, and didactic resources were generated to teach the Moodle course remotely, using the Moodle platform and social networks. A total of 56 teachers were trained on the platform (96% of those enrolled). According to the results, teachers are able to use efficiently the platform by demonstrating the application of different activities and resources, so it is expected that it will be definitively implemented by most of them. The teaching resources generated to teach the course are available on YouTube.

Keywords: Moodle, pandemic, educational paradigm, platform.



INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre de 2019, China informó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) de varios casos de neumonía de etiología desconocida, detectados en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China (OMS, 2020; Report, WHO-China, 2020). El 7 de enero de 2020, las autoridades chinas identificaron como agente causante del brote, un nuevo tipo de virus de la familia *Coronaviridae*, que posteriormente fue denominado SARS-CoV-2 (Report, WHO-China, 2020). La infección se incrementó significativamente y se extendió por diferentes países, hasta que el día 11 de marzo del 2020, la OMS declaró la pandemia mundial (*El País*, 2020).

México registró a su paciente cero el 27 de febrero de 2020. Tras la evolución de la epidemia, el gobierno federal estableció medidas de distanciamiento social, que incluyeron el cierre de universidades, con el fin de disminuir la velocidad de los contagios. El 16 de marzo del 2020, la Secretaría de Educación Pública (SEP) confirmó la suspensión de clases para 33 millones de estudiantes en México, del 23 de marzo al 17 de abril por la crisis del coronavirus (DOF, 2020: acuerdo número 02/03/20), para luego ampliarla hasta el 30 de abril (DOF, 2020: acuerdo número 06/03/20). La suspensión de clases aplicó para todos los niveles de educación, lo que implicó el cierre de más 274,000 planteles, lo que trajo consigo importantes consecuencias legales y políticas (Corta *et al.*, 2020).

Una de las estrategias que se implementaron en las universidades del país, y en la nuestra en particular, fue continuar con las clases a distancia, a través del uso de plataformas educativas. El término plataforma incluye aplicaciones informáticas instaladas en un servidor, cuya función es la de facilitar al profesorado la creación, administración, gestión y distribución de cursos a través de internet (Sánchez, 2009); desde hace más de 10 años, se conocen más de 200 plataformas para la enseñanza virtual en el entorno educativo.

Una de las plataformas de libre acceso más utilizadas en todo el mundo es Moodle. La palabra Moodle se origina del acrónimo: Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Dinámico Modular Orientado a Objetos). En 2009, se sabía de la existencia de más de 24,500 sitios Web que la utilizan en 175 países y está traducida a más de 75 idiomas. Moodle fue iniciada en 1999, por Martin Dougiamas de Perth, y su primera versión salió en 2002 (Sánchez, 2005; Sánchez, 2009). Además,

se ha comprobado que Moodle influye en el aprendizaje de los estudiantes, permite innovar y aplicar diferentes estrategias pedagógicas, trabajar desde un enfoque constructivista en el contexto universitario, entre otras (Claro-Vásquez, 2017).

Indudablemente, el pensamiento y el paradigma educativo en todo el mundo han cambiado a consecuencia de esta pandemia; si antes prevalecía la sabiduría del profesor, ahora también prevalece su capacidad (o competencia) para enseñar a través de los recursos tecnológicos (Pelegrián, 2010). En nuestra universidad no fue la excepción, ya que durante la pandemia emergió el interés de los profesores por adquirir nuevos conocimientos y actualizarse en las tecnologías de la información a fin de migrar a esta modalidad de enseñanza aprendizaje y enfrentar este nuevo reto. Aunado a la amplia gama de facilidades que ofrece Moodle, el interés manifiesto de los profesores fue lo que motivó el diseño e implementación de este curso sobre el uso y aplicación de la plataforma Moodle en la UAAAN. Esta plataforma fue instalada en la UAAAN en 2008; sin embargo, se considera que ha sido subutilizada, razón de más para la implementación de este curso.

El objetivo del presente documento es proporcionar los resultados del curso impartido a profesores de la UAAAN, además de compartir la información derivada del mismo, a fin de que cualquier persona interesada en la educación a distancia, independientemente de su origen, tenga acceso a los recursos y mejore sus habilidades en esta plataforma.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de las necesidades actuales de los profesores de la UAAAN, se diseñó y planificó un programa del curso de la plataforma Moodle con los contenidos siguientes: aspectos generales de Moodle, gestión del curso, recursos, contenidos y actividades (Conde *et al.*, 2019). Para tomar el curso, en el programa se establecieron los requisitos: ser profesor de la UAAAN, estar impartiendo al menos un curso, tener el programa analítico y los apuntes del curso; también se establecieron los tiempos y las responsabilidades.

El desarrollo del curso fue de la siguiente manera: a través del WhatsApp se creó un grupo con los nombres de los participantes, y por este medio se compartió el programa del curso; conforme al programa, se generó un video tutorial de corta duración de cada uno de los temas, tratando de ser lo más explícito

posible; acorde a la programación, cada video se suministró al grupo de WhatsApp; al día siguiente del suministro del video, cada participante envió al grupo de WhatsApp, a la hora convenida, evidencias de cada actividad realizada, que luego se valoraron y calificaron por el instructor; finalmente, en cada sesión se dio tiempo para aclarar dudas y hacer comentarios dentro del grupo. Cada video se subió a YouTube para poder acceder a éste en cualquier momento (Cuadro 1).

Para evaluar el impacto del curso Moodle en los participantes, se les solicitó que, al finalizar, enviaran sus comentarios, dudas y observaciones del curso a través de una encuesta elaborada en google.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En principio, se integró el primer grupo con un total de 13 profesores, de los cuales todos lo concluyeron. Antes de que este grupo terminara el curso, se presentó una nueva solicitud para participar en el curso

Moodle, de los cuales lo concluyeron 15 profesores. De la misma forma, antes de concluir el segundo curso, se crearon un tercer y cuarto grupos para llevar a cabo el curso, de los cuales terminaron 10 y 18 integrantes, respectivamente. En total se capacitaron 56 profesores en la plataforma Moodle. También es importante mencionar que, en total, se inscribieron 72 profesores, de los cuales 16 desistieron de tomar el curso antes de iniciarlo, y sólo dos renunciaron por distintas razones.

En total, se hicieron 19 videos, con una duración promedio de 14.6 minutos. El más corto tiene una duración de 6 minutos y el máximo de 39. A la fecha del 17 de junio del 2020, el número promedio de vistas a los videos en YouTube fue de 227, de los cuales el que tuvo más visitas con un máximo de 839 vistas, fue el que demuestra cómo realizar la pregunta de cómo arrastrar y soltar sobre imagen (Cuadro 1); al parecer, esta pregunta y la de cómo arrastrar y soltar dentro del texto, son las que más prefieren elaborar los profesores, o al menos son los videos más vistos.

Cuadro 1. Contenido temático del curso de Moodle impartido a profesores de la UAAAN.

Tema	Descripción	Liga en YouTube	Duración/vistas
Conociendo la plataforma	Acceder a la plataforma y conocer las partes principales	https://youtu.be/KJQ3Ur_vpMk	14:06/170
Perfil del usuario	Editar el perfil de usuario y programación del curso.	https://youtu.be/0HnQKMtUaf8	6:39/252
Creación de categorías	Crear categorías de los temas y subtemas del programa analítico.	https://youtu.be/JvMX6XCZJ_o	7:00/264
Creando algunos tipos de preguntas	Pregunta tipo: arrastrar y soltar dentro del texto.	https://youtu.be/dxTCdD0-aLI	14:09/669
	Pregunta tipo: arrastrar y soltar sobre imagen.	https://youtu.be/bMspyeffpKE	10:44/839
	Pregunta tipo: calculada.	https://youtu.be/3slKwKx6K3U	18:49/279
	Pregunta tipo: calculada de opción múltiple.	https://youtu.be/inA-n2xw-vw	8:73/198
	Pregunta tipo: ensayo.	https://youtu.be/3bV-s17SJXY	16:03/180
	Pregunta tipo: Falso y verdadero.	https://youtu.be/5yLsjP0rGyE	6:25/121
	Pregunta tipo: respuesta corta.	https://youtu.be/poXxZRW7AaA	9:14/144
	Pregunta tipo: relacionar columnas.	https://youtu.be/YVQ5RURd1cA	22:12/164
	Pregunta tipo: numérica.	https://youtu.be/bc_D3cGy9xQ	11:19/125
	Pregunta tipo: Opción múltiple.	https://youtu.be/y9xPi6RLdqQ	13:06/129
Exportar e importar preguntas	Pregunta tipo: respuestas incrustadas (Cloze).	https://youtu.be/reB5basNnTg	20:24/141
	Exportar importar preguntas.	https://youtu.be/LE8yDVuluCU	8:08/119
Creando un cuestionario	Visualizar un examen en vivo.	https://youtu.be/V07pjVjJ0m0	16:47/79
	Crear un cuestionario para aplicar un examen.	https://youtu.be/0-22o_PR5ow	39:57/189
Actividades del recurso	Crear chats, glosario, carpetas, encuestas. Subir tareas, archivos, videos, ULR.	https://youtu.be/jXfBtAh9zcE	31:31/142

Uso de humatos y fulvatos de magnesio en la producción de semilla y aceite de higuierilla

Use of humatos and magnesium fulvatos in the production of seed and fig oil



Fidel Maximiano Peña-Ramos¹, José Antonio González Fuentes*¹, Emilio Rascón Alvarado¹, Alfonso Rojas Duarte¹, Luis Alonso Valdez-Aguilar¹, José Alfredo Hernández-Maruri¹, Daniela Alvarado-Camarillo¹, Carlos Javier Lozano-Cavazos¹, Rubén López-Cervantes¹, Leopoldo Ríos²

¹Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. ²Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila. Ing. J. Cárdenas Valdez S/N, Col. República, 25280, Saltillo, Coah. E-mail: jagf252001@gmail.com (*Autor para correspondencia)

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el uso de humato y fulvato de magnesio en la producción de semilla y aceite de higuierilla, se trasplantaron en campo plántulas de semillas silvestres, a las que se les adicionaron fulvato de magnesio (FMg) y humato de magnesio (FHMg) al 1 y 2% por vía foliar; también se les aplicó una mezcla de estos compuestos, por la misma vía y en similares cantidades, mientras que al suelo, como control, se le aplicó fertilización química (FQ). Las variables medidas: altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), peso de panoja (Pp), peso de semilla con cápsula (PSC), peso de semilla (PS) y potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y hierro (Fe) al tejido vegetal de follaje, a los 30 y 120 días después del trasplante (ddt) y el aceite de la semilla. Se encontró que con las dosis bajas del FMg a ambas concentraciones, en la AP se aventajó a la FQ en 7%; con la dosis alta del FMg al 2% se adelantó en 58% a FQ en DT; en el Ca, con la dosis baja del FMg al 1% se obtuvo 106% más que la FQ; el Mg superior fue con la dosis baja del FMg al 2% en 65% y en el K, Fe, Pp, PSC y PS, con la dosis media del FHMg al 1%, se superó al control en 39, 30, 103, 114 y 253%, respectivamente, y con la dosis baja de FHMg al 2% se obtuvo la mayor cantidad de aceite. Con estos resultados se concluyó que: los fulvatos de magnesio tuvieron un efecto positivo en las variables agronómicas y los nutrientes medidos, mientras que la mezcla de los fulvatos y humatos de magnesio lo tuvieron en la panoja, la semilla y en el aceite.

Palabras clave: sustancias húmicas, *Ricinus communis*.

ABSTRACT

In order to evaluate the use of humate and magnesium fulvate in the production of seed and higuierilla oil, wild seedlings were transplanted in the field, to which magnesium fulvate (FMg) and magnesium humate (FHMg) were added to 1 and 2% foliar route; a mixture of these same compounds was also applied to them, by the same route and in similar quantities, while chemical fertilization (CF) was applied to the soil as a control. The measured variables: plant height (AP), stem diameter (DT), panicle weight (Pp), capsule seed weight (PSC), seed weight (PS) and potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and iron (Fe) to foliage plant tissue, at 30 and 120 days after transplantation (ddt) and seed oil. It was found that with low doses of FMg at both concentrations, in PA it was ahead of CF by 7%; with the high dose of 2% FMg was 58% ahead of CF in DT; in Ca, with the low dose of FMg at 1% was obtained 106% more than CF; the higher Mg was with the low dose of FMg at 2% in 65% and in K, Fe, Pp, PSC and PS, with the average dose of FHMg at 1%, the control was surpassed in 39, 30, 103, 114 and 253 percent, respectively, and with the low dose of FHMg at 2% the highest amount of oil was obtained. With these results it is concluded that: magnesium fulvates had a positive effect on agronomic variables and measured nutrients, while the mixture of fulvates and magnesium humates had it in the panicle, seed and oil.

Keywords: humic substances, *Ricinus communis*.

INTRODUCCIÓN

La higuierilla (*Ricinus communis* L.) es una oleaginosa cuyo aceite se usa en la industria de motores de alta revolución, en pinturas, lacas, barnices, plásticos y, además, en fertilizantes, y como antiparasitario en humanos. Es una maleza que se reproduce espontáneamente en gran parte de los campos como un arbusto alto y perenne, lo que dificulta la cosecha de su semilla y que tenga muy baja productividad.

Cada año, en todo el mundo aumenta la demanda de combustible fósil y las reservas naturales tienden a ser más limitadas, por lo que se presume que dentro de unos 35 a 40 años éste se habrá agotado, lo cual propiciará, con mayor fuerza, la producción de biodiesel a base de aceite vegetal, y favorecerá un efecto positivo en el medio ambiente, al reducir el efecto del calentamiento global (Pavón, 2011). Aunque el área sembrada de higuierilla no es representativa (Cardona, 2008), el interés por este cultivo ha aumentado, por lo que, además de generar y disponer de genotipos de higuierilla, se hace indispensable la producción de semilla, que es el órgano vegetal en el que se concentra el aceite.

Con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable en México, en los últimos 20 años ha tomado gran importancia la búsqueda de técnicas de producción agrícola, económica y ecológicamente factibles. El uso de fertilizantes químicos en la producción ha traído grandes beneficios; sin embargo, la mayoría de estos productos derivan de recursos naturales no renovables y su costo es elevado, por lo que una alternativa real que puede ayudar a los agricultores en la producción, es el uso de Substancias Húmicas (SH), pero de forma organizada.

La Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (IHSS) (2013) dice que las SH son una mezcla compleja y heterogénea de materiales polidispersados, formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones químicas y bioquímicas, durante la descomposición y transformación de plantas y restos de microorganismos (proceso denominado humificación). La lignina de las plantas y sus productos de transformación, como los polisacáridos, la melanina, la cutina, las proteínas, los lípidos y los ácidos nucleicos, son importantes componentes en este proceso; Stevenson (1994) clasifica a las SH en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), de acuerdo con su solubilidad en ácidos o alcalis.

A los AH y los AF se les atribuye que pueden complejar y/o quelatar cationes, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados. En los primeros, dominan los grupos funcionales oxhidrilos fenólicos (OH) y en los segundos, los grupos carboxilos (-COOH), porque más de 80% de su estructura molecular está formada por los grupos funcionales mencionados (Schnitzer, 2000), además de que presentan alta capacidad para intercambiar cationes (Stevenson, 1994). Gracias a lo anterior, cuando a estos compuestos orgánicos se les adicionan nutrientes, se les denomina humatos y/o fulvatos del elemento químico dominante. En el caso del presente trabajo, al unirse al magnesio (Mg), son humatos y fulvatos de Mg, cuya característica importante es que son solubles en agua.

En un futuro no lejano, la producción de aceite de semilla de higuierilla será de gran utilidad para la sociedad, tanto en lo económico como en lo ambiental, aunque de su producción poco se sabe, especialmente en su relación con el uso de SH y el Mg, que es uno de los elementos esenciales en la fertilización común como constituyente estructural de la clorofila y formación de carbohidratos y aceites. Por lo comentado, el objetivo del presente trabajo fue determinar la importancia del uso de un humato y un fulvato de magnesio en la producción de semilla y aceite de higuierilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se emplearon semillas de higuierilla silvestre colectadas en la carretera federal, que va de la ciudad de San Luis Potosí a Ciudad Valles, San Luis Potosí, en el sitio ubicado a los 22° 02' 51" de Latitud Norte, 100° 26' 05" de Longitud Oeste y a una altura de 1,199 msnm.

Se seleccionaron las semillas de mayor dimensión, a las que se les practicó un tratamiento hidrotérmico, que consistió en introducirlas durante 15 minutos a "Baño María", con el agua a 40° C. Luego, las semillas se dejaron enfriar y se colocaron en charolas de poliestireno de 200 cavidades en la forma de "tresbolillo", en un sustrato conformado por mezcla de "peat moss" con "perlita" (relación 1:1 v/v). Cuando las plántulas contaron con un par de hojas verdaderas bien desarrolladas, se trasplantaron a macetas de plástico, que contenían un kilogramo de un suelo Calcisol (WRB-FAO/UNESCO, 1986). Después de 60 días (20 a 25 cm de longitud), se trasplantaron en el campo.

El experimento se estableció en el Campo Experimental Unidad Norte de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado a 12 km al norte de la ciudad de Zaragoza, Coahuila, a los 28° 33' de Latitud Norte, 100° 55' de Longitud Oeste y a una altitud de 350 msnm; previo al trasplante, el terreno se barbechó, se le realizó una doble rastra cruzada y se le surcó. Las plantas se colocaron a dos metros entre sí y a 1.80 m entre hileras, lo que produjo 2,750 plantas por hectárea. A los 30 y 90 días después del trasplante, se aplicaron los tratamientos que se presentan en el Cuadro 1. Los tratamientos del uno al seis se administraron por vía foliar, y a los del siete al 12, los humatos de magnesio se aplicaron al suelo y los fulvatos de magnesio vía foliar, en las dosis siguientes: 5, 10 y 15 ml.litro⁻¹ de agua; aquí, la fuente de magnesio fue el sulfato de magnesio, y el control consistió en fertilización química con la fórmula: 100 – 80 – 60 y 60 de magnesio.

El trabajo se distribuyó, de acuerdo con el diseño experimental, en bloques completos al azar con 13 tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables que se midieron fueron: altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), peso de panoja (Pp), peso de semilla con cápsula (PSC), peso de semilla (PS), así como la concentración de potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y hierro (Fe), en el tejido vegetal de follaje a los

30 y 120 días después del trasplante (ddt). A los datos resultantes se les realizó un estudio estadístico, el cual consistió en el análisis de varianza (ANVA) y en la prueba de comparación múltiple de medias, con el método Tukey ($P \leq 0.05$). Para este análisis se empleó el paquete estadístico R versión 3.0.1. (R. Core Team, 2013). A la semilla se le midió el porcentaje de aceite mediante un baño ultrasónico, asistido por un ultrasonido (Marca Zenitron, Modelo TS-200), con energía ultrasónica de 40 kHz y controles de temperatura y de tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se aprecia en el Cuadro 2, en la variable altura de la planta (AP) se establece que, conforme aumentó la dosis de los fulvatos y humatos de Mg, los valores disminuyeron; así, al adicionar la dosis baja de los fulvatos de Mg al 1 y 2% (FM1-5 y FM2-5), se aventajó al control en 7 por ciento. En el diámetro del tallo (DT), con las dosis baja y alta de todos los compuestos agregados, se presentaron las cuantías superiores de esta variable; aquí, con la aplicación de 15 ml.litro⁻¹ de agua del fulvato de Mg al 2% (FM2-15), se presentó el valor más inferior, ya que el control lo sobrepasó en 58 por ciento.

Cuadro 1. Tratamientos adicionados a higuierilla a condiciones de “cielo abierto”.

Número	Tratamiento	Dosis (ml.litro ⁻¹ de agua)	Clave
1	AF + Mg 1%	5	FM1-5
2	AF + Mg 1%	10	FM1-10
3	AF + Mg 1%	15	FM1-15
4	AF + Mg 2%	5	FM2-5
5	AF + Mg 2%	10	FM2-10
6	AF + Mg 2%	15	FM2-15
7	AF + AH + Mg 1%	5	FHM1-5
8	AF + AH + Mg 1%	10	FHM1-10
9	AF + AH + Mg 1%	15	FHM1-15
10	AF + AH + Mg 2%	5	FHM2-5
11	AF + AH + Mg 2%	10	FHM2-10
12	AF + AH + Mg 2%	15	FHM2-15
13	Control	0	FQ

AF y F: Ácidos fúlvicos; AH y H: Ácidos húmicos; Mg y M: Magnesio.

Con relación a los nutrimentos medidos, en el mismo cuadro se aprecia que los valores superiores del potasio (K), a los 30 ddt, fueron con la adición del fulvato y el humato de Mg al 1% a las dosis baja y media (FHM1-5 y FHM1-10), ya que superaron al control en 39%; también se aprecia que cuando se midió este elemento a los 120 ddt, los valores disminuyeron en todos los tratamientos con relación a cuando se midió a los 30 ddt, y se observa que con la adición del fulvato de Mg al 1 y 2%, conforme aumentó la dosis de la sustancia orgánica y el porcentaje del elemento químico, se incrementaron los valores. Lo contrario sucedió con la mezcla del fulvato y el humato, ya que conforme se aumentó la dosis, disminuyeron los valores, y con la aplicación de la dosis baja del fulvato y humato de Mg al 1% (FHM1-5), se adelantó al control en 28 por ciento. Al medir los contenidos de calcio (Ca) a los 30 ddt se presentó que, al adicionar la dosis baja del fulvato de Mg al 1% (FM1-5) por vía foliar, se alcanzó el valor superior y se aventajó al control (FQ) en 106%; aquí, al medir este elemento a los 120 ddt, la situación fue

similar a la del K, ya que también disminuyeron los valores de manera general. Al medir el Mg del tejido vegetal de follaje a los 30 ddt, con la adición del fulvato de Mg al 1% a las tres dosis, los valores fueron constantes; pero con la aplicación del fulvato de Mg al 2%, se alcanzó la cuantía superior porque sobrepasó al control en 65 por ciento. Al agregar la mezcla del fulvato y el humato de Mg al 1%, conforme aumentó la dosis, el valor de este elemento se incrementó; situación a la inversa se suscitó al agregar fulvato y humato de Mg al 2 por ciento. A los 120 ddt, el valor mayor del Mg se presentó con la adición de la mezcla del fulvato y el humato de Mg al 2%, a la dosis media, porque superó al control en 20%; aquí, todos los demás valores permanecieron más o menos constantes, ya que fluctuaron entre 0.24 y 0.30 por ciento. Con la adición del fulvato y el humato de Mg al 1%, a las dosis media y alta, a los 30 ddt se presentaron los valores superiores del hierro (Fe), y a la medición de 120 ddt, al agregar el fulvato de Mg al 2% a la dosis inferior (FM2-5), se aventajó al control en 60 por ciento.

Cuadro 2. Algunas variables agronómicas y contenido de algunos nutrimentos de tejido vegetal de higuera, con la adición de fulvatos y humatos de magnesio (Mg).

Trat	AP (cm)	DT (cm)	K [%] 30ddt	K [%] 120ddt	Ca [%] 30ddt	Ca [%] 120ddt	Mg [%] 30ddt	Mg [%] 120ddt	Fe (mg.kg) 30ddt	Fe (mg.kg) 120ddt
FMI-5	175 ^a	2.75 ^a	2.0 ^b	0.7 ^b	3.20 ^a	1.35 ^a	0.33 ^{ab}	0.23 ^{ab}	70 ^{abc}	145 ^a
FMI-10	162 ^{abc}	2.50 ^{ab}	1.8 ^b	1.2 ^{ab}	1.59 ^a	0.95 ^a	0.30 ^{ab}	0.28 ^{ab}	56 ^c	157 ^a
FMI-15	159 ^{bc}	2.63 ^a	2.0 ^b	1.4 ^{ab}	1.90 ^a	1.35 ^a	0.30 ^{ab}	0.27 ^{ab}	83 ^{ab}	92 ^a
FM2-5	175 ^a	2.64 ^a	3.2 ^{ab}	1.3 ^{ab}	1.60 ^a	1.42 ^a	0.48 ^a	0.28 ^{ab}	62 ^{bc}	180 ^a
FM2-10	165 ^{abc}	2.04 ^{ab}	3.7 ^{ab}	1.6 ^{ab}	1.60 ^a	1.44 ^a	0.29 ^b	0.26 ^{ab}	62 ^{bc}	82 ^a
FM2-15	131 ^e	1.40 ^d	2.0 ^b	1.6 ^{ab}	1.80 ^a	0.75 ^a	0.41 ^a	0.28 ^{ab}	72 ^{abc}	84 ^a
FHM1-5	165 ^{abc}	2.55 ^a	5.3 ^a	2.3 ^a	1.50 ^a	1.30 ^a	0.29 ^b	0.32 ^{ab}	72 ^{abc}	84 ^a
FHM1-10	163 ^e	2.55 ^a	5.2 ^a	1.6 ^{ab}	2.10 ^a	1.15 ^a	0.40 ^{ab}	0.27 ^{ab}	90 ^a	84 ^a
FHM1-15	147 ^{cd}	2.10 ^{bc}	4.0 ^{ab}	1.3 ^{ab}	2.50 ^a	1.38 ^a	0.43 ^a	0.30 ^{ab}	90 ^a	102 ^a
FHM2-5	167 ^{abc}	2.54 ^a	3.0 ^{ab}	1.7 ^{ab}	1.40 ^a	1.42 ^a	0.27 ^b	0.22 ^b	62 ^{bc}	80 ^a
FHM2-10	165 ^{abc}	2.54 ^a	2.2 ^{ab}	1.3 ^{ab}	1.70 ^a	1.44 ^a	0.43 ^a	0.35 ^a	76 ^{abc}	140 ^a
FHM2-15	142 ^{de}	1.62 ^{cd}	3.0 ^{ab}	1.3 ^{ab}	2.10 ^a	1.00 ^a	0.34 ^{ab}	0.25 ^{ab}	80 ^{ab}	90 ^a
FQ	171 ^{ab}	2.62 ^a	3.7 ^{ab}	1.8 ^{ab}	1.60 ^a	1.10 ^a	0.29 ^b	0.29 ^{ab}	61 ^{bc}	80 ^a
C.V. (%)	9.93	8.67	39.28	31.43	38.48	25.73	24.94	19.38	12.39	57.25

Trat: Tratamiento; AP: Altura de planta; DT: diámetro de tallo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; Fe: Hierro.

En el Cuadro 3 se aprecia que el peso de la panoja (Pp) permaneció constante con las tres dosis del fulvato de Mg al 1%, mientras que, con el mismo compuesto, sólo que el Mg al 2%, con la dosis más alta el valor disminuyó considerablemente con relación a la dosis baja y media. También, con la adición del fulvato y humato de Mg al 1%, a la dosis de 10 ml.litro⁻¹ (FHM1-10), se superó al control en 103 por ciento. Con el mismo tratamiento, en el peso de semilla más cápsula (PSC) se adelantó al control en

114%, y con la adición de las dosis baja y media del fulvato de Mg al 1%, los valores del peso de la semilla (PS) fueron constantes; sin embargo, con la cantidad más alta, el valor disminuyó drásticamente; situación similar se presentó con el fulvato de Mg, sólo que en este elemento al 2 por ciento. Con la aplicación de 10 ml.litro⁻¹ de la mezcla del fulvato y humato de Mg al 1%, se adelantó a la FQ en 253%; mientras que con el mismo compuesto, sólo que el Mg al 2%, los valores no sobrepasaron los 270 g de semilla.

Cuadro 3. Variables de semilla de higuera, con la adición de fulvatos y humatos de magnesio (Mg).

Tratamientos	Peso panoja (g)	Peso semilla y cápsula (g)	Peso semilla (%)	Aceite semilla (%)
FMI-5	380 ^{abc}	350 ^{abc}	200 ^b	28 ^c
FMI-10	370 ^{abc}	320 ^{abc}	200 ^b	53 ^b
FMI-15	370 ^{abc}	290 ^{abc}	150 ^b	57 ^b
FM2-5	480 ^{ab}	460 ^{ab}	280 ^b	48 ^b
FM2-10	481 ^{ab}	450 ^{ab}	280 ^b	60 ^{ab}
FM2-15	190 ^{bc}	150 ^{bc}	90 ^b	53 ^b
FHM1-5	270 ^{abc}	220 ^{abc}	120 ^b	44 ^b
FHM1-10	660 ^a	605 ^a	600 ^a	48 ^b
FHM1-15	120 ^c	110 ^c	10 ^b	41 ^b
FHM2-5	210 ^{bc}	200 ^{bc}	200 ^b	76 ^a
FHM2-10	480 ^{ab}	430 ^{ab}	270 ^b	58 ^b
FHM2-15	360 ^{abc}	330 ^{abc}	200 ^b	61 ^{ab}
FQ	320 ^{abc}	290 ^{abc}	150 ^b	52 ^b
C.V. (%)	47.76	31.06	22.41	17.01

En el mismo Cuadro 3 se puede establecer que hay efecto altamente significativo de los tratamientos; así, al adicionar el fulvato de Mg al 1%, conforme aumentó la dosis los valores de aceite de la semilla de higuera también aumentaron (FM1-5, FM1-10 y FM1-15); mientras que, al aplicar el mismo compuesto, sólo que el Mg al 2% y con la dosis media (FM2-10), se presentó la cuantía superior. Similar situación sucedió al agregar el humato y fulvato de Mg al 1% a la dosis media (FHM1-10). Cuando a las tres dosis se adicionó la mezcla de los ácidos húmicos y fúlvicos con el Mg al 2%, se presentaron los

valores más altos del contenido de aceite de la semilla de higuera; aquí, con la dosis de 5 ml.litro⁻¹ de agua aplicada de este compuesto (FHM2-5), se presentó el valor superior, ya que aventajó en 54% a la fertilización química (FQ), y en 71% al humato y fulvato de Mg al 1% (FHM1-5).

A manera de discusión, se tiene que gran cantidad de investigaciones han sido consagradas a determinar el papel de las sustancias húmicas (SH) en el crecimiento vegetal de cultivos alimenticios, que tienen efectos directos e indirectos sobre las plantas: los directos, sobre el suelo, al estabilizar la estructura,

aumentar la permeabilidad y los contenidos de materia orgánica (MO), entre otros (Ramos, 2000); los indirectos, en la raíz, al aportar y transportar nutrientes y aumentar la capacidad de intercambio catiónico y, tal vez, tener un efecto hormonal, debido a que juegan un papel fundamental, al aumentar los pelos radicales (Barón *et al.* 1995) y la formación de complejos estables, con cationes mono y polivalentes (Albuzio *et al.*, 1994).

Lo anterior concuerda con los estudios realizados por Chukov *et al.* (1996) y Akinremi *et al.* (2000), donde establecen que los efectos fisiológicos de las SH, dependen directamente de su concentración de radicales libres; así, en una investigación efectuada en semillas de lechuga, muestran que estos vegetales crecen simultáneamente a la concentración de radicales libres de los compuestos húmicos, hasta una “dosis óptima”, pero hasta un cierto límite, a partir del cual puede ser inhibitoria. También Csicsor *et al.* (1994) están de acuerdo con lo anterior, al decir que los ácidos húmicos mezclados con nutrientes, tienen un efecto superior que la mezcla de ácidos fúlvicos con elementos químicos, por el hecho de que los primeros poseen mayor cantidad de radicales libres, lo que provoca un efecto superior en la cadena respiratoria de los vegetales.

Ramos (2000), comenta que las SH, como parte de sus características, poseen una gran cantidad de grupos funcionales oxigenados, principalmente grupos carboxilos (-COOH⁻), carbonilos (-COO⁻) y oxhidrilos (-OH⁻), por lo que tienen la particularidad de complejar y/o quelatar cationes, y en la solución del suelo llevarlos a la pared celular de la raíz, y de ahí transportar los nutrientes a través de los pelos radicales hasta el torrente xilemático del tallo hacia la hoja.

En el presente trabajo, los valores del K, Ca y Mg aumentaron del primer muestreo al segundo, pero situación inversa presentó el Fe. En el caso del Mg, Marschner (1995) establece que para que el crecimiento y desarrollo de cualquier vegetal sea óptimo, la cantidad del elemento en el tejido vegetal de follaje deberá fluctuar entre 0.15 y 0.35%, por lo que, en el segundo muestreo se cumplió con estos niveles, y en el primero no. El Mg tiene como funciones, junto con el nitrógeno, ser parte de la molécula de clorofila y en la síntesis de proteínas y, además, el Mg activa una gran cantidad de enzimas, y es fundamental en la formación y utilización de moléculas de ATP y en la generación de carbohidratos y almidones, importantes en la elaboración de biocombustibles, como el bioetanol y biodiesel. Mengel y Kirkby (2000) es-

tablecen que su movimiento en la planta hacia frutos y semillas es bastante bajo, ya que sólo entre 2 y 5% del Mg total del suelo llega a estos órganos. Para Marschner (1995), en el tejido vegetal de follaje del girasol, cuando no se tiene Mg, se presentan entre 3 y 5 μM , y al adicionarlo, las cantidades aumentan entre 8 y 13 μM ; además, junto con el fósforo regula la síntesis de almidones.

En las variables agronómicas medidas, es decir: la altura de planta (AP) y el diámetro del tallo (DT) de la higuera, con la adición del fulvato de Mg al 1%, fue donde se presentaron los máximos valores. En el peso de la panoja (Pp), el peso de ésta más la cápsula (PSC) y en el peso de la semilla (PS), al adicionar la mezcla de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y magnesio al 1%, se presentaron los valores superiores. Con base en lo ya comentado, los resultados obtenidos en estas variables concuerdan con las investigaciones ya mencionadas.

CONCLUSIÓN

Los fulvatos de magnesio tuvieron un efecto positivo en las variables agronómicas y los nutrientes medidos, mientras que la mezcla de los fulvatos y humatos de magnesio lo tuvieron en la panoja, la semilla y el aceite.

LITERATURA CITADA

- Akinremi, O. O., Janzen, H. H., Lemke, R. L., Larney, F. J. 2000. Response of canola, wheat and green beans to leonardita additions. *Can. J. Soil Sci.* 80:437-443.
- Albuzio, A., Concheri, G., Nardi, S., Dell'Agola, G. 1994. Effect of humic fractions of different molecular size on the development of oat seedlings grown in varied nutritional conditions. *In: N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health.* Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Barón, R., Benitez, I. C., Gonzalez, J. L. 1995. Influencia de la dosis creciente de un abono orgánico en un cultivo de trigo. *Agrochemical XXXIX*,5-6; 280-289.
- Cardona, P. 2008. Higuera, ojo que no es una maleza. Medellín. CO, p. 24.
- Chukov, S. N., Talishkina, V. D., Nadporozhskaya, M. A. 1996. Physiological activity of growth stimulators and of soil humic acids. *Eurasian Soil Science*, 28(4), 30-39.
- Csicsor, J., Gerse, J., Titkos, A. 1994. The biostimulant effect of different humic substances fraction on seed

- germination. In N. Senesi, T. M. Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier Science B. V. Amsterdam.
- MARSCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2th edition. Academic Press Inc. London, England.
- MENGEL, K y E. A. Kirkby. 2000. Principios de Nutricion Vegetal. International Potash Institute Basel, Switzerland.
- PAVON, G. 2011. Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de higuera (Ricinus communis L.). pag. 11-17. Consultado en Marzo 2012 en internet. Disponible en <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/9-24.pdf>.
- R. CORE TEAM. (2013). R: A Janguage and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austrian. URL <http://www.R-project.org/>.
- RAMOS, R. R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- SCHNITZER, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed). Advances in agronomy, Academic Press. 98: 3-58.
- SOCIEDAD INTERNACIONAL DE SUSTANCIAS HÚMICAS (IHSS). 2013. "Producto de Alface Cultivado em Solucao Nutritiva Completa com Adicto a Substancias Húmicas Extraídas de Sete Carvoes Minerales". Universidad Federal de Santa María. Programa de Pos-graduacao em Agronomía. Santa María, Brasil. pp. 343-345.
- STEVENSON, F. J. 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J. Wiley and Sons, New York, NY.

Producción de sorgo grano de la variedad NK-180 bajo agricultura de conservación

Production of sorghum grain of the NK variety-180 under conservation agriculture



Rafael Ávila-Cisneros^{*1}, Juan Leonardo Rocha-Valdez¹, Anselmo González-Torres¹,
Alfredo Ogaz¹, Ramiro González-Ávalos²

¹Investigadores del CA-UAAAN-34, ²Investigador del CA-UAAAN-40 de la UAAAN-UL. Carretera a Santa Fe y Periférico Raúl López Sánchez S/N, Col. Valle Verde, Torreón, Coahuila, México. Email: rafael.avila@uaaan.mx (*Autor responsable)

RESUMEN

La presente investigación parte del interés de que las necesidades de alimentación de los diferentes tipos de ganado que existen en el país se satisfagan bajo estándares de producción sustentable, que consideren técnicas de agricultura de conservación, las cuales tienen ventajas comparativas respecto a la agricultura tradicional. Con tal propósito, el equipo de investigación realizó este trabajo con sorgo grano de la variedad NK-180 al considerar que este tipo de producción tiene ventajas comparativas en relación con la agricultura tradicional, tales como: labranza reducida o cero, cobertura permanente del suelo y rotación de cultivos. Para realizar el análisis de los datos de las plantas del experimento y de las plantas testigo, como instrumento de medición, se utilizó la estadística descriptiva para la media aritmética y la desviación estándar, y la estadística descriptiva para la media aritmética y la desviación estándar; como instrumento de validación en la comparación de medias se hizo uso de la t de Student, con un error de 5% y una confiabilidad de 95%. A partir de las experiencias favorables existentes sobre la agricultura de conservación, se plantearon los siguientes objetivos: Evaluar la variedad de sorgo grano NK-180 bajo el sistema de producción de agricultura de conservación, potencializado con fertilización de composta, y comparar características de altura de planta, grosor del tallo y tamaño de la espiga del sorgo grano NK-180 producido en la Comarca Lagunera, bajo los sistemas de conservación y agricultura convencional.

Palabras clave: producción sustentable, agricultura convencional.

ABSTRACT

This research is based on the interest that the feeding needs of the different types of livestock in the country are raised under sustainable production standards, which consider conservation agriculture techniques which have comparative advantages over traditional agriculture. To this end, the research team carried out this work with sorghum grain of the NK-180 variety, since this type of production has comparative advantages in relation to traditional agriculture, such as: reduced or zero tillage, permanent soil coverage and crop rotation. To perform the analysis of the data from the experiment plants and the witness plants, descriptive statistics were used for arithmetic mean and standard deviation, and student t, as a validation tool in the comparison of means, with an error of 5% and a reliability of 95%. From favorable experiences on conservation agriculture, the following objectives were raised: To evaluate the variety of sorghum grain NK-180 under the conservation agriculture production system, potentialized with compost fertilization, and compare characteristics of plant height, stem thickness and stem size of the sorghum grain NK-180 produced in La Comarca Lagunera under conventional conservation and agriculture systems.

Keywords: sustainable production, conventional agriculture.



INTRODUCCIÓN

El sorgo grano es uno de los cultivos básicos que requiere la actividad ganadera, por ser uno de los alimentos que hacen diferencia al realizar el balanceo de raciones, tan necesarias para que los hatos ganaderos de libre pastoreo y, principalmente, para las explotaciones pecuarias cuya función es la engorda de bovinos y, en otros casos, la producción de leche. Con este grano se generan complementos alimenticios de calidad energética que permiten, en menor tiempo, generar rentabilidad en este giro de negocios y/o ser complemento de ingresos para los productores del sector social. Desde esta perspectiva, y al resaltar lo que mencionan organismos de impacto internacional, es menester destacar la importancia nutricional del sorgo grano por sus altos contenidos de almidón y proteínas. Vargas (2009) menciona que el almidón es la principal forma de almacenaje, del cual de 70 a 80% es almidón amilo pectina y el restante, amilasa. El segundo gran constituyente del grano de sorgo son las proteínas, tan importantes para cubrir las necesidades corpóreas de nitrógeno y de los aminoácidos esenciales para los seres vivos.

El contexto mundial, que tiene que ver con la importancia de las actividades primarias y en particular con las actividades ganaderas, se ha plasmado en cantidades tal vez no cuantificables de documentos escritos. Una autoridad en la materia es la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la cual en uno de sus reportes menciona que el ganado representa 40% del valor mundial de la producción agrícola, y es la base de los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria de casi mil millones de personas en el mundo. El sector pecuario impulsado por el incremento de los ingresos y apoyado por los cambios tecnológicos y estructurales, es uno de los segmentos de crecimiento más rápido de la economía agrícola. En el ámbito mundial, el ganado aporta 15% de la energía alimentaria total y 25% de las proteínas de la dieta (FAO, 2009).

Relacionado con entorno nacional de la actividad pecuaria, García-Winder (2011), en un reporte del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) menciona que, “En el contexto nacional es menester decir que, durante los últimos 15 años, el sector ganadero en México ha crecido a un ritmo aproximado del 4% anual, contribuyendo de manera acumulada entre 21 y 24% del PIB agrícola nacional. Este crecimiento se ha visto impulsado principalmente por el dinamismo de la demanda in-

terna. La actividad ganadera en el país ocupa, aproximadamente, 110 millones de hectáreas y, de ellas dependen aproximadamente 4.2 millones de empleos directos y cerca de 13 millones de empleos indirectos”. Estas 110 millones de hectáreas que se encargan de dar alimento al inventario ganadero nacional, por lo general se cultivan mediante agricultura convencional, en detrimento de la calidad del suelo.

¿Pero, en números, qué países son los que por su producción de sorgo tienden a aparecer en el contexto mundial? Según la SAGARPA (2005), la producción mundial del sorgo está principalmente centralizada en cinco países: Estados Unidos (20%), Nigeria (13%), India (11%), México (10.5%) y Sudán (9%), que acaparan casi 63% de la producción mundial; de éstos, tanto India como Nigeria destinan toda su producción para la satisfacción de su mercado nacional. No muy lejos de estos países, también se encuentran China, Brasil y Argentina.

En México se producen alrededor de seis millones de toneladas de sorgo grano al año y se importan 2.5 millones, lo que refleja la importancia económica del cultivo y la oportunidad de negocio que existe, ante la demanda insatisfecha de granos forrajeros. La producción nacional se concentra principalmente en seis estados: Tamaulipas, que participa con 37%; Guanajuato con 25%; Sinaloa con 10%; Michoacán con 8%; Nayarit con 5%; y finalmente Morelos con 3 por ciento. Las bondades del sorgo son excepcionales respecto a otros cultivos, ya que para producirlo se requiere poca agua. En condiciones de riego alcanza altos rendimientos y el paquete tecnológico es de baja inversión, además de que se dispone de insumos y servicios para su producción (*El Economista*, 2009).

Especial mención merece la producción de este grano para la Comarca Lagunera, ya que en esta región el sorgo grano juega un papel muy importante como complemento alimenticio en las dietas que se les proporcionan a los diferentes tipos de ganado que se explotan en la región lagunera, en Coahuila y Durango. El periódico *El Siglo de Torreón* (2015) menciona que el sorgo grano logró en el 2014 las siguientes producciones en los diferentes métodos de riego: en riego por gravedad, 1,674 t; en riego por bombeo, 645 t; en riego de temporal la producción fue de 1,398 t, al lograrse una producción de 3,717 t, con un valor de 10 millones, 400 mil pesos.

Este diario (2016) agrega que bajo el sistema por gravedad se cosecharon 105 toneladas, en el de riego por bombeo 205, mientras que en el de temporal la producción se incrementó a 4,559, lo que suma un

total de 4,869 toneladas, lo que representó un valor aproximadamente de 11 millones 981 mil pesos.

Es decir, la Comarca Lagunera no está exenta del gran déficit nacional relacionado con la producción de sorgo grano que se tiene, por lo que este grupo investigador tiene interés de que las necesidades de alimentación del inventario nacional y regional de los diferentes tipos de ganado sean criados bajo estándares de producción sustentable, por lo que en este trabajo con el sorgo grano de la variedad NK-180, se incursiona en técnicas de agricultura de conservación, ya que este tipo de producción ha demostrado tener ventajas comparativas en relación con la agricultura tradicional. Al respecto, se pueden mencionar tres criterios interrelacionados que distinguen la agricultura de conservación de la agricultura convencional: labranza reducida o cero, cobertura permanente del suelo y rotación de cultivos.

Con el sistema de agricultura de conservación, la biomasa se mantiene sobre la superficie del suelo, por lo que sirve como protección física y como un sustrato de la fauna del suelo. De esta forma la mineralización se reduce y la materia orgánica del suelo se mantiene o aumenta. La cobertura vegetal sobre la superficie del suelo crea un ambiente más húmedo que favorece la actividad de los organismos del suelo. El mayor número de lombrices, termitas, hormigas y ciempiés, combinado con una mayor densidad de las raíces de las plantas, da lugar a poros del suelo más grandes, lo cual favorece la infiltración del agua (Hernández-Lara *et al.*, 2002). La agricultura de conservación es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad de suelo a través de tres principios técnicos básicos: no alterar el suelo de forma mecánica, tener cobertura permanente del suelo (especialmente con rastrojos y cultivos de cobertura) y hacer una selección juiciosa para la rotación de cultivos. Con este tipo de agricultura se ha demostrado que cuando la calidad del suelo mejora, se logra aumentar la producción agrícola y disminuyen los efectos de la erosión del suelo.

Las experiencias que tienen que ver con la producción de cultivos básicos al utilizar agricultura y labranza de conservación coinciden en que generan incrementos en la producción y en la disminución de costos, pues como lo menciona Carranco (2010), en un estudio bajo agricultura de conservación que se realizó en San Luis Potosí, se apreció una sensible disminución de los costos de producción, principalmente en lo que concierne a la preparación del suelo, ya que se generó un ahorro de hasta 30 por ciento.

Con el uso de agricultura de conservación para producir maíz en El Ébano, se obtuvo un rendimiento de 2.83 t por ha, superior al de San Vicente, que registró una producción de 2.4 t por ha con el uso del sistema de producción convencional. Con base en las experiencias favorables sobre la agricultura de conservación arriba señaladas, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar la variedad de sorgo grano NK-180 bajo el sistema de producción de agricultura de conservación, potencializado con fertilización de composta.

Comparar características de altura de planta, grosor del tallo y tamaño de la espiga del sorgo grano NK-180 producido en la Comarca Lagunera bajo los sistemas de conservación y agricultura convencional, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la Comarca Lagunera, que se localiza entre los paralelos (25° 42' y 24° 48' N) y los meridianos (103° 31' y 102° 58' O), en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste, a una altura de 1,139 msnm (INEGI, 2009).

El experimento se realizó durante el ciclo de primavera-verano del 2016, en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila, con la finalidad de analizar los datos de las plantas del experimento y de las plantas testigo. Para llevar a cabo este trabajo, como instrumento de medición para la media aritmética y la desviación estándar se utilizó la estadística descriptiva, y como instrumento de validación se utilizó la *t* de student en la comparación de medias, con un error de 5% y una confiabilidad de 95 por ciento. Las condiciones ambientales fueron, en promedio, de 25 a 30° C. Para esta investigación se utilizó el híbrido de sorgo grano NK-180 de ciclo precoz, de la compañía Syngenta®.

La preparación del terreno con agricultura de conservación se llevó a cabo atendiendo los siguientes pasos: se realizó el bordeado del área para el riego de presiembra y se mantuvieron las condiciones del surcado anterior; a los ocho días de riego de la presiembra se realizó el subsoleo sobre la parte alta de los surcos, para no dañar la estructura original de la parte del tallo y el sistema radicular del cultivo anterior; finalmente, se procedió a sembrar el sorgo grano a una profundidad promedio de 8 a 10 cm.

En la preparación del terreno con agricultura tradicional, se realizaron las siguientes acciones: el barbecho, para exponer a la intemperie las partes enterradas del suelo; el trazo por melgas, para realizar el riego por superficie; el rastreo, con el fin de ablandar la capa 0-30 cm del suelo arable y, por último, se sembró después de los nueve días del riego de presembrado.

Para los dos sistemas de agricultura, la siembra se realizó el 17 de junio del 2016, con una densidad de siembra de tres semillas por cada 20 cm, para así tener, en promedio, 15 semillas por metro lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se puede encontrar el resumen del análisis de los datos relacionados con la variable altura de planta; también se puede observar que a favor del método de agricultura de conservación se generó una mayor altura, es decir, que se encontró una diferencia estadística significativa en la comparación de medias de la longitud de las plantas.

Cuadro 1. Análisis de la altura de plantas de sorgo NK-180.

Agricultura de conservación (Experimento)	Agricultura tradicional (Testigo)
Media aritmética = 93.58 cm	Media aritmética = 85.96
Desviación estándar = 8.94	Desviación estándar = 7.68
N= 12	N= 13
Tc= 2.28 > To = 1.7139	Hay diferencia estadística significativa entre los grupos de plantas comparadas.

Relacionado con el Cuadro 2, donde la variable dependiente: tamaño de la espiga del grupo de plantas muestreadas, no se encontró diferencia estadística significativa favorable a la agricultura de conservación, ya que ambos grupos de plantas presentaron, en promedio, espigas de la misma longitud, aunque

es pertinente mencionar los más de dos centímetros a favor de las espigas de la agricultura tradicional.

Cuadro 2. Análisis del tamaño de la espiga.

Agricultura de conservación (Experimento)	Agricultura tradicional (Testigo)
Media aritmética = 17.91 cm	Media aritmética = 19.69 cm
Desviación estándar = 2.82	Desviación estándar = 2.41
N= 12	N= 13
Tc= -1.83 < To = 1.7139	No hay diferencia estadística significativa entre los grupos de plantas comparadas.

Finalmente, en el Cuadro 3 se muestra el análisis del diámetro del tallo al inicio del sistema radicular, cuyo grosor juega un papel muy importante por la presencia de los fuertes vientos que se presentan en la Comarca Lagunera, ya que un buen soporte de tallo puede ser la diferencia entre una planta con un desarrollo armónico o el acame de la planta. Al igual que en la característica anterior, en ésta no se presentó diferencia estadística significativa; es decir, la *t* calculada fue menor a la *t* observada.

Cuadro 3. Análisis del grosor del tallo en la parte inferior de la planta.

Agricultura de conservación (Experimento)	Agricultura tradicional (Testigo)
Media aritmética = 1.31 cm	Media aritmética = 1.32 cm
Desviación estándar = 0.32	Desviación estándar = 0.25
N= 12	N= 13
Tc= -0.019 < To = 1.7139	No hay diferencia estadística significativa entre los grupos de plantas comparadas.

Es pertinente mencionar que el área de cultivo donde se empleó el método tradicional era un terreno “descansado”, ya que en los tres últimos años no se había establecido cultivo alguno, por lo que sólo existía la hojarasca normal de malas hierbas. A partir de tales condiciones del terreno, se generó el riego de presiembra y el subsoleo para la siembra.

CONCLUSIONES

La experiencia investigativa con el sorgo grano NK-180 generó como resultados una confirmación del porqué la agricultura convencional o tradicional tiene una forma centenaria de producir alimentos, pues en las características de tamaño de la espiga y grosor del tallo generó medidas de tendencia central un poco mayores a los resultados obtenidos bajo agricultura de conservación, mientras que en lo concerniente al tamaño de planta solamente generó resultados a favor. En lo relativo a los objetivos planteados, se puede concluir que fueron cubiertos sólo de manera parcial, ya que en este experimento la agricultura de conservación no se comportó mejor que la agricultura convencional.

REFERENCIAS

- CARRANCO, A. J. C. 2010. Producción de soya, sorgo y maíz bajo agricultura de conservación. Programa de elaboración de casos de éxito de innovación en el sector agroalimentario. Editado por Fundación PRODUCE S.L.P., México. Consultado el 03 de marzo de 2016 en: www.siac.org.mx/17%20%SLP%20agricultura%20%conservación.pdf
- EL ECONOMISTA, 2009. El sorgo grano llegó para quedarse. Consulta: 30 mayo 2017. Disponible en: <http://economista.com.mx/notas-impreso/columnas/agro-negocios/2009/10/28/sorgo-grano-llego-para-quequedarse>
- EL SIGLO DE TORREÓN (2015). Resumen económico y compendio noticiosos. Edición anual, 01 de enero del 2016. www.elsiglodetorreon.com.mx.
- EL SIGLO DE TORREÓN (2016). Resumen económico y noticias. Edición anual. 01 de enero del 2017. www.elsiglodetorreon.com.mx. SAGARPA-CL/ el siglo de torreón. 2016. Resumen económico y noticias 2016. Edición anual. 01 de enero del 2017. www.el siglo de torreon.com.mx.
- FAO, 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Parte I, La ganadería a examen. FAO; vialle delle terme di coracalla, 00153. Roma, Italia. Consultado el 31 de marzo de 2015 en: <http://www.fao.org.br/download/io680s.pdf>
- GARCÍA-WINDER, M. 2011. La ganadería en México; su contribución a la seguridad alimentaria. IICA, ponencia en la reunión de la Academia Mexicana de Ciencias en México D.F. Consultado el 31 de marzo de 2015 en: cisnex.amc.edu.mx/congreso/ciencias_naturales/agrociencia/soberanía-alimentaria.pdf
- HERNÁNDEZ-LARA O., Cintra-Arenciabía M., Claro A., Sánchez-Arce I., Rodríguez-Aguilar Y., Oliva-Collazo R., López-Martínez N., Linares-Jiménez T., Ceballos-Prevost D., San Lois D. y Velázquez Leiva C. 2002. Manual de agricultura de conservación. FAO/Instituto de suelos de MINAG. Proyecto TCP/CUB/3002. Guantánamo-Guaso, Cuba.
- SAGARPA, 2005. Sistema producto sorgo del estado de Chiapas. Disponible en: http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/sorgopr.pdf
- INEGI, 2009. Información general de la Comarca Lagunera. En: www.comarcalagunera.com/portal/laguna/comarca.pdf
- VARGAS. V. G. (2009). Producción y comercialización de sorgo grano en México y el estado de Puebla: caso DDR. Izúcar de Matamoros. Monografía. UAAAN-Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Utilización de las TIC para determinar la biometría de tres variedades de frijol y su comparación en producción de ejote y grano seco

Use of ICT to determine the biometrics of three varieties of beans and their comparison in production of green beans and dry beans



Rafael Ávila-Cisneros^{*1}, Juan Leonardo Rocha-Valdez¹, Anselmo González-Torres¹,
Ramiro González-Ávalos², Alfredo Ogaz¹

¹Investigadores del CA-UAAAN-34, ²Investigador del CA-UAAAN-40 de la UAAAN-UL. Carretera a Santa Fe y Periférico Raúl López Sánchez S/N, Col. Valle Verde, Torreón, Coahuila, México. E-mail: rafael.avila@uaaan.mx [*Autor responsable]

RESUMEN

Para lograr el objetivo de este trabajo de generar mediciones de desarrollo de planta, área foliar, número de ejotes y producción de grano de las tres variedades, y procesar la información con el uso de *software* libre de costo para mejorar la interpretación del comportamiento biológico de las plantas, se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos de las variedades de frijol: A = Pinto Saltillo, B = Pinto Coloso, C = Pinto Criollo y tres repeticiones de cada uno, con un arreglo de nueve parcelas de $3 \times 2.5 = 7.5 \text{ m}^2$; y para obtener el ANOVA de área foliar, el número de vainas y el rendimiento, se tomaron 20 plantas al azar de cada uno de los bloques, se puede decir que se alcanzó en su totalidad, ya que se utilizó el software libre para el cálculo de funciones cuadráticas, y se creó un software propio para la medición de funciones exponenciales y lineales. En lo relacionado a las variables: número de ejotes y área foliar, se determinó que hubo diferencia estadística significativa, mientras que en la producción de grano no la hubo.

Palabras clave: *software* libre, comportamiento biológico.

ABSTRACT

To achieve the objective of this work of generating measurements of plant development, leaf area, number of ejotes and grain production of the three varieties, and processing the information with the use of cost-free software to improve the interpretation of the biological behavior of the plants, the experiment used a random block design with three treatments of the bean varieties: A = Pinto Saltillo, B = Pinto Coloso, C = Pinto Criollo and three repetitions of c / u, with an arrangement of nine plots of $3 \times 2.5 = 7.5 \text{ m}^2$; and to obtain the ANOVA of leaf area, the number of pods and the yield, 20 random plants were taken from each of the blocks, it can be said that it was reached in its entirety, since free software was used for the calculation of quadratic functions, and an own software was created for the measurement of exponential and linear functions. In relation to the variables: number of ejotes and leaf area, it was determined that there was a statistically significant difference, while for grain production there was no difference.

Keywords: cost-free software, biological behavior.



INTRODUCCIÓN

La biometría hace referencia a métodos estadísticos y matemáticos que se aplican al análisis de datos provenientes de las ciencias biológicas, como lo es la agronomía. Incluye no sólo herramientas para el análisis estadístico descriptivo de datos biológicos, sino también el uso de numerosos procedimientos y algoritmos de cálculo y de computación para el análisis inferencial, el reconocimiento de patrones en los datos y la construcción de modelos que permitan describir y analizar los procesos (Balzarini *et al.*, 2011).

El desarrollo de metodologías sobre ese particular se ha estudiado en diferentes cultivos y especies vegetales. Solorio y colaboradores (2009) mencionan que el modelo expo-lineal de crecimiento de plantas en la etapa vegetativa, ha sido propuesto como un esquema semi empírico de modelación de resultados aceptables en su aplicación a datos experimentales; los autores presentan un trabajo experimental con tomate (*Lycopersicon esculentum* mil.) bajo condiciones de invernadero, y tomaron como referencia las variables: tiempo, índice de área foliar y materia de peso por unidad de área, que les permitieron ajustar los resultados al modelo expo-lineal.

Nájera (1999) desarrolló una serie de ecuaciones a fin de ajustar el comportamiento técnico-matemático para estimar la biomasa aérea y la tasa de crecimiento e incremento de la biomasa, como parte fundamental para evaluar el carbono almacenado en especies de matorral espinoso de Linares, Nuevo León.

Relacionado con leguminosas, Pliego *et al.* (2005), en un estudio de fijación y acumulación de nitrógeno, crecimiento y acumulación de nitratos con diferentes dosis de Nitrógeno en frijol (*Phaseolus vulgaris*), utilizaron el programa statgraphics plus (STSC Inc. Rockville, Maryland, USA) para realizar los análisis de varianza multifactorial: prueba de diferencias mínimas significativas entre las medias, basado en la información que se obtuvo en el campo durante el desarrollo del cultivo antes mencionado y bajo un diseño completamente al azar. Sobre el mismo cultivo, Sosa-Montes *et al.* (2000) generaron la ecuación general para medir la relación entre las variables: horas del día y el ángulo de inclinación de la hoja del frijol tanto para días soleados como para días nublados, las cuales fueron: $Y = 1.92x^2 + 49.5x - 185.2$, y $Y = 0.8x^2 + 20.6x - 34.88$, respectivamente; en días soleados se pudo observar el comportamiento cuadrático negativo, mientras que en días nublados, un comportamiento cuadrático positivo.

Debe tomarse en cuenta que, con los coeficientes de las ecuaciones generadas, se puede obtener el vértice (x,y), cruce en el eje de las abscisas (x) y cruce en el eje de las ordenadas (y), y con ellos modelar de manera gráfica el comportamiento del fenómeno a estudiar (Budnick,1990). Es necesario mencionar que el grupo de investigación de los autores del artículo se han comprometido a generar y aplicar tecnología para las zonas áridas y semiáridas del norte de México. En Durango, en particular, los productores agrícolas demandan variedades de frijol pinto con granos tolerantes al oscurecimiento acelerado de la testa, y un tamaño mayor del grano que al obtenido por el Pinto Saltillo. Rosales *et al.* (2010) han liberado una variedad de frijol Pinto Coloso, la cual merece ser medida en tiempo real y de manera modelada para evaluar sus rendimientos en aras de una mayor difusión de esa nueva tecnología.

El objetivo del presente trabajo fue generar mediciones de desarrollo de planta, área foliar, número de ejotes y producción de grano de las tres variedades, y procesar la información con el uso de software libre de costo, para así lograr una mejor interpretación del comportamiento biológico de las plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el verano del 2017, en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la UAAAN-UL. El diseño del experimento fue de bloques al azar con tres tratamientos de las variedades de frijol: A = Pinto Saltillo, B = Pinto Coloso, C = Pinto Criollo y tres repeticiones de c/u, con un arreglo de nueve parcelas de $3 \times 2.5 = 7.5 \text{ m}^2$. Para el análisis estadístico se utilizó el software de la UANL de Olivares (2012) versión 1.1.

Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas de tendencia central se utilizó el Microsoft Excel 2010, y para el ANOVA de área foliar, el número de vainas y el rendimiento, se tomaron 20 plantas al azar de cada uno de los bloques; se sembraron 12 semillas por metro lineal, a una distancia de 30 cm entre surcos, y se tuvo un índice de germinación de 89% para Pinto Saltillo, de 50% para Pinto Coloso y de 85% para Pinto Criollo; además, se fertilizó con el producto comercial inoculado con 85% de materia orgánica y 10.71% de ácido húmicos, a razón de 1.5 kg por bloque; finalmente, se realizaron dos aplicaciones de insecticida comercial Muralla max de amplio espectro, con énfasis a la

mosquita blanca, a razón de 250 mL para diluir en 200 L de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal como lo muestra el Cuadro 1, las ecuaciones que describen la relación entre el tiempo transcurrido en días (x) y la altura de la planta (x), son cuadráticas cóncavas hacia abajo, es decir, se ajustan a la característica de fenómenos decrecientes, y sus coeficientes de correlación presentan una confiabilidad muy buena para las tres variedades de frijol. En relación con la variedad Pinto Coloso, sobresale su coeficiente cuadrático A con un valor de -0.0181 , ligeramente menor que los coeficientes cuadráticos A de las funciones para las variedades Pinto Saltillo y Pinto Criollo. Este valor del coeficiente cuadrático de la variedad Pinto

Coloso nos permite predecir con mejor exactitud el vértice (x, y), sus valores son $(51.8$ y $43.90)$, es decir: la altura máxima para el Pinto Coloso se presentará cerca del día 52 al alcanzar 44 cm, aproximadamente. Para las otras dos variedades, los datos recopilados no fueron suficientes para obtener tendencias claras de la relación tiempo-altura de planta.

En lo relacionado al análisis de varianza respecto a las variables número de ejotes, área foliar y producción de grano seco para las tres variedades, en el Cuadro 2 se observa que hubo diferencia significativa para número de ejotes, con el mejor comportamiento de la variedad Pinto Saltillo, y respecto al área foliar se presentó diferencia estadística significativa a favor de la variedad Pinto Criollo y, finalmente, en la variable producción de grano seco para 20 plantas muestra tomadas al azar, entre las tres variedades no se presentó diferencia estadística.

Cuadro 1. Funciones cuadráticas ajustadas para las tres variedades de frijol.

Variedad	F. Cuadrática	Coef. r	Correlación
Pinto Saltillo	$Y = -0.0057x^2 + 1.4714x - 2.7537$	0.98	Muy buena
Pinto Criollo	$Y = -0.0071x^2 + 1.4769x - 3.0911$	0.99	Muy buena
Pinto Coloso	$Y = -0.0181x^2 + 1.8676x - 4.5398$	0.98	Muy buena

Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) para las tres variedades de frijol.

Variable	Fc	Fo para α de 0.05	Interpretación	Mejor variedad
Núm. de ejotes	11.98	6.94	Diferencia estadística significativa	Pinto Saltillo
Área foliar	64.79	6.94	Diferencia estadística significativa	Pinto Criollo
Producción de grano (g)	0.210	6.94	No hay diferencia estadística	Las tres variedades se comportaron igual

Sin embargo, a pesar de no existir diferencia estadística entre las tres variedades de frijol en lo relacionado a la producción de grano seco, la variedad Pinto Coloso pasó al segundo lugar en cuanto a la producción

de grano, solamente 31 g por abajo del Pinto Saltillo, que generó 571 g de peso para 20 plantas.

En referencia al objetivo general sobre la generación de tecnología informática propia, se diseñó

un software que es capaz de crear los coeficientes de funciones lineales y exponenciales para ajustar el desarrollo de plantas de frijol a las funciones anteriormente mencionadas. Melgarejo *et al.* (2010) mencionan que para modelar el crecimiento de las plantas con medidas directas de área foliar y masa seca, se pueden usar diversos paquetes o programas estadísticos digitales. Para modelar la función cuadrática, graficar funciones lineales y exponenciales, en este estudio se utilizó el software de la hoja electrónica de cálculo Microsoft Excel 2010, y para generar los coeficientes de la función lineal y exponencial se creó un software en el lenguaje de programación C-Sharp, el cual relaciona las variables de días transcurridos (x) y altura de planta (y), los cuales se verificaron con paquetes estadísticos de libre acceso, como los ofrecidos por el Excel 2010 de Microsoft Office. Además, con este software se pudo generar la ecuación cuadrática para modelar las variables mencionadas, que coincide con lo obtenido por Sosa-Montes *et al.* (2000) en el comportamiento cóncavo hacia debajo de la parábola que describe el desarrollo de planta.

CONCLUSIONES

En relación con el objetivo que se propuso en este trabajo de generar mediciones de desarrollo de planta, área foliar, número de ejotes y producción de grano de las tres variedades, y procesar la información con el uso de software libre de costo para mejorar la interpretación del comportamiento biológico de las plantas, se puede decir que se abarcó en su totalidad, ya que se logró la utilización de software libre para el cálculo de funciones cuadráticas, y la creación de software propio para la medición de funciones exponenciales y lineales. En lo relacionado a las variables: número de ejotes y área foliar, se determinó que hubo diferencia estadística significativa, mientras que para la producción de grano no la hubo.

BIBLIOGRAFÍA

- BALZARINI, M. D., Rienzo, J., Tablado, M., González, L., Bruno, C., Córdova, Robledo, W., y Casanoves, F. 2011. Introducción a la bioestadística; aplicaciones con infosat en agronomía. 1ª edición, Editorial Brujas. Córdoba, Argentina.
- BUDNICK, F. 1990. Matemáticas aplicadas para la administración, economía y ciencias sociales. Editorial McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V. México.
- MELGAREJO, L. M., Barrera, J. y Suárez, D. 2010. Experimentos de fisiología vegetal. LTDA impresores, 1 edición. ISBN:978-958-719-668-9. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- NÁJERA, L. J. A. 1999. Ecuaciones para estimar biomasa, volumen y crecimiento en biomasa y captura de carbono en 10 especies típicas del matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales UANL. Linares, Nuevo León, México.
- OLIVARES, S. E. 2012. Diseños experimentales versión: 1.1. Facultad de Agronomía de la UANL.
- PLIEGO, L., Ocaña, A., Liuch, C. 2005. Crecimiento, fijación de nitrógeno, acumulación y asimilación de nitratos con dosis de nitrógeno en frijol. Terra Latinoamericana. 21(2). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C., Chapingo Edo. de México.
- ROSALES, S. R., Acosta, G. J. A., Ibarra, P. F. J. y Cuellar, R. E. 2010. Pinto coloso, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. Revista Mexicana de Ciencias. 1(5) Texcoco, Edo. de México.
- SOSA-MONTES, E., Ortega, D. M. L., Escalante, E. J. A. S., Engleman, E. M. y González, H. V. A. 2000. Inclinación de láminas de frijol durante el día. Terra Latinoamericana. 18 (2). Sociedad Mexicana de la Ciencia el Suelo. A.C. Chapingo Edo. de México.
- SOLORIO, E. N., Paz, P. F., Odi, L. M., Bolaños, G. M. A. 2009. Modelo expolineal del crecimiento y equivalencia de la productividad de un tomate cultivado en invernadero. Terra Latinoamericana. 27(2). Chapingo, Edo. de México.



PUBLICACIONES 2020-2021

Agraria está indizada, desde 2006, en Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal); en la base de datos PERIÓDICA [de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México]; y en 2007 fue incluida en la base de datos del Centro Internacional de Investigación Científica (CIRS).




Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315,
Saltillo, Coah., México

E-mail: revista_agraria@uaaan.edu.mx

Tel. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax +52 (844) 411 02 11

- 
- 29** Curso básico de Moodle impartido a profesores de la UAAAN:
Pandemia 2020
Basic Moodle course taught to UAAAN teachers: Pandemic 2020
Jorge Méndez-González y Gloria Alicia Carvajal-Contreras
- 33** Uso de humatos y fulvatos de magnesio en la producción de semilla
y aceite de higuera
Use of humates and magnesium fulvates in the production of seed and fig oil
*Fidel Maximiano Peña-Ramos, José Antonio González-Fuentes, Emilio Rascón-Alvarado,
Alfonso Rojas-Duarte, Luis Alonso Valdez-Aguilar, José Alfredo Hernández-Maruri,
Daniela Alvarado-Camarillo, Carlos Javier Lozano-Cavazos, Rubén López-Cervantes,
Leopoldo Ríos*
- 41** Producción de sorgo grano de la variedad NK-180 bajo agricultura de conservación
Production of sorghum grain of the NK variety-180 under conservation agriculture
*Rafael Ávila-Cisneros, Juan Leonardo Rocha-Valdez, Anselmo González-Torres,
Alfredo Ogaz, Ramiro González-Ávalos*
- 47** Utilización de las TIC para determinar la biometría de tres variedades de frijol
y su comparación en producción de ejote y grano seco
Use of ICT to determine the biometrics of three varieties of beans
and their comparison in production of green beans and dry beans
*Rafael Ávila-Cisneros, Juan Leonardo Rocha-Valdez, Anselmo González-Torres,
Ramiro González-Ávalos, Alfredo Ogaz*

Agraria es una publicación cuatrimestral de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, creada para difundir resultados de investigación nacionales e internacionales, originales e inéditos, escritos en español e inglés, sobre temas relacionados con las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales, incluyendo las áreas de ingeniería, agro industria, biotecnología y socioeconómicas. Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos científico. Los materiales que se envíen para su publicación deberán ceñirse a las normas editoriales y estarán sujetos a estricta revisión por pares, como requisito previo a su publicación.