



Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación

Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Parasitología Agrícola
Tema estratégico (ANA/PEP):	Producción				
Línea de investigación:	Entomología				
Título del proyecto:	Determinación de Residuos de Pesticidas en el Sistema Productivo de la Papa en la Región Noroeste de México.				
Presupuesto solicitado (Máximo \$100,000)	475000. \$100,000		El proyecto es:	Nuevo	Continuación <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de investigación:	Básica	Aplicada	Tecnológica	e-mail del responsable	jabaly1@yahoo.com
Vinculación:	Si	No	Fondos concurrentes:		
Cooperante(s) :					
Entidad (es):	Saltillo, Coahuila	Municipio (s):	Saltillo		
Localidades:	Saltillo.Coahuila				
A realizar durante el año(s):	2016-2018				
Participantes		Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma	
Responsable	Ernesto Cerna Chávez	3611	3563		
Colaborador:	Yisa María Ochoa Fuentes	3611	3948		
Colaborador:	Jerónimo Landeros Flores	3611	1058		
Colaborador:	Iliana de la Garza Rodríguez	Externo	UAdeC		
Colaborador:					
Colaborador:					
		Nivel estudios	Matrícula	Firma	
Tesista:	Valeria Maldonado Ortega	Maestría	61161428		
Programa Docente:					
Tesista:					
Programa Docente:					
Tesista:					
Programa Docente:					
	Vo. Bo.		Autoriza		
Firma y sello					
Nombre	DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ Jefe de Departamento		Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación		

1.-Título del proyecto

Determinación de Residuos de Pesticidas en el Sistema Productivo de la Papa en la Región Noroeste de México.

2.- Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de América, específicamente de la región sur, en donde se ubica la zona andina, que comprende los países de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, aunque también se ha podido demostrar, que algunas variedades silvestres son originarias de México. Utilizándose principalmente para consumo humano, alimento para ganado y como materia prima industrial (CONPAPA, 2015). En México el cultivo de papa ocupa el cuarto lugar en la producción de alimentos (SAGARPA, 2008). Los principales estados productores en el 2014 fueron Sonora, Sinaloa, Puebla, Veracruz, Estado de México, Coahuila y Nuevo León (SIAP, 2014). La región papera de los estados de Coahuila y Nuevo León aporta el 15% de la producción nacional (SAGARPA, 2008). Uno de los principales problemas que afectan al cultivo de la papa es el ataque de una gran variedad de plagas de las cuales destacan hemípteros como el psillido de la papa, mosquita blanca y chicharritas; lepidópteros (gallina ciega, gusano de alambre y gusano soldado), nematodos, entre otros (INIFAP, 2006). En la actualidad el método más utilizado para el control del de plagas es la aplicación de productos químicos (Rodríguez y Terán, 2015). La utilización indebida de agrotóxicos conlleva al surgimiento de poblaciones de insectos resistentes, la alteración del equilibrio de los ecosistemas terrestres y acuáticos, acumulación de residuos tóxicos, eliminación de enemigos naturales, la muerte de seres humanos por intoxicación causada por la exposición directa a los tóxicos o por el consumo de alimentos con residuos y el incremento en los costos de producción (González *et al.*, 2006). En general, los productores de este cultivo realizan de 5 hasta 30 aplicaciones de insecticidas para el control de plagas (Rubio *et al.*, 2006; Almeyda *et al.*, 2008) y, particularmente en el estado de Coahuila se realizan hasta 30 aplicaciones (Vega *et al.*, 2008). Los principales grupos de insecticidas utilizados para la erradicación de plagas son organoclorados, organofosforados (David *et al.*, 2003), carbamatos (Amaya *et al.*, 2008), neonicotinoides (Blacquièrre *et al.*, 2012) y piretroides (Cáceres *et al.*, 2011). El suelo de uso agrícola es susceptible a la acumulación de estos productos debido a los procesos de adsorción y movilidad. El uso de estas sustancias produce secuelas colaterales adversas, muchas veces de carácter irreversible, tanto en el ser humano mismo como en el medio ambiente (Prieto *et al.*, 2009).

Objetivos

- 1.- Determinar los niveles de residualidad en suelo de los grupos de plaguicidas a lo largo del ciclo del cultivo de la papa.
- 2.- Determinar la presencia de plaguicidas en el agua de riego.
- 3.- Efectuar el estudio de la presencia de plaguicidas en tubérculos de papa.

Hipótesis

Se espera encontrar residuos de plaguicidas que superen los límites máximos según normas oficiales.

3.-Revisión de Literatura

A finales de la segunda guerra mundial se extendió el uso de insecticidas organoclorados (González, 2008). Registrándose en México un aumento del uso de este a partir de 1950 hasta el año 2000 (SEMARNAT-INE, 1999; Albert, 2006). Actualmente su manejo se encuentra restringido, debido a su alta toxicidad y a reportes que han comprobado su elevada persistencia en suelo ya que sus productos de degradación pueden permanecer hasta 30 años en el ambiente (Scholtz *et al.*, 2007). Investigaciones realizadas desde principios de siglo pasado indican que ciertos insecticidas organoclorados alteran el funcionamiento de la salud reproductiva e incluso promueven el desarrollo de carcinomas (López *et al.*, 2002, Waliszewski *et al.* 2006). Debido a esto, los insecticidas organofosforados cobraron un gran auge, sin embargo pese a que son menos persistentes en el ambiente, no dejan de representar un riesgo para la salud humana y el deterioro de los ecosistemas, si no se manejan de manera adecuada (Valencia *et al.*, 2007), teniendo en cuenta que ejercen una acción sistémica sobre las especies expuestas afectando al desarrollo y buen funcionamiento del sistema nervioso central (Murcia *et al.*, 2008). Efecto que es similar al de los carbamatos los cuales se caracterizan por tener una adsorción media en suelo y un alto potencial de movilidad, a pesar de esto se ha encontrado menos frecuentemente en aguas subterráneas que otros insecticidas

(Castillo *et al.*). A finales de los 80 fue descubierta la familia de los neonicotinoides, que emergieron al mercado como respuesta a las tasas de resistencia y alta toxicidad en humanos de los plaguicidas clásicamente utilizados hasta esa fecha (los mencionados anteriormente), su éxito se explica por la ausencia de mecanismos de resistencia en invertebrados y la baja toxicidad relativa en mamíferos (Phua *et al.*, 2009). Existe una amplia gama de insecticidas, son separados por grupos dependiendo su modo u sitio de acción, por lo tanto todos ellos son o pueden ser tóxicos para el ser humano y para los animales, aunque lo son en distintos grados no deja de ser un tema de importancia a nivel nacional e internacional (Bedmar, 2011).

4.- Procedimiento Experimental

En el presente trabajo se realizara en las principales zonas productoras de papa del Noreste de México, donde se determinará la presencia de siete plaguicidas de importancia en el cultivo de la papa, como son: Carbofuran, Diazinon, Malatión, Dimetoato, Permetrina, Endosulfan e Imidacloprid, en tubérculos de papa, agua y suelo. Bajo el siguiente esquema metodológico:

A) Muestreo

El diseño del muestreo será por conglomerados (Los conglomerados fueron los ejidos y sus ranchos). Se muestrearán 35 campos agrícolas (Cinco por cada ejido) en plantaciones de papa de los ejidos Huachichil, Emiliano Zapata, El Huizache, Navidad, San Rafael, Hediondilla y Raíces.

Obtención de muestras de suelo

En cada uno de los ranchos de los ejidos antes mencionados, se seleccionara una hectárea representativa, en la cual se marcarán diez puntos dentro de cada campo, bajo el esquema de zigzag, como sugiere el manual de EPA (2011). Se tomaron muestras de 1.5 kg de suelo de la capa superficial (30 cm) y se hará una mezcla compuesta, la cual se guardara en bolsas de papel estraza y se etiquetaran con los respectivos datos de identificación. Las 35 muestras compuestas recolectadas, se llevaran al Laboratorio de Toxicología de Plaguicidas de la UAAAN en donde serán almacenadas a -20 °C hasta su análisis. El muestreo se realizara 45 días antes de la siembra, a mitad del ciclo de cultivo y 45 días después de la cosecha, con la finalidad de llevar un registro a través del ciclo del cultivo. Así mismo se determinara la textura del suelo de cada una de las muestras compuestas de cada campo. Para esto se utilizará la técnica manual por tamizado descrita por Boul *et al.* (1990) y la NOM-021-RECNAT-2000; así como la determinación de materia orgánica (MO) se determinara por el método de oxidación del carbono orgánico descrito en la NOM-021-SEMARNAT-2000, la cual clasifica a los suelos agrícolas por los niveles de MO en: muy bajo < 0.5, bajo 0.6-1.5, medio 1.6-3.5, alto 3.6-6.0 y muy alto > 6.0. Para estas determinaciones se utilizaran tres repeticiones de cada una de las muestras compuestas, las muestras compuestas están conformadas de cada uno de los ranchos por ejido.

Muestras de tubérculo

De cada uno de los ranchos muestreados al momento de la cosecha se tomaran cinco muestras de 1kg de tubérculos de papa. Las muestras se mantendrán bajo condiciones controladas donde serán almacenadas a -20 °C hasta su análisis.

Muestra de agua

El muestreo se llevará a cabo de acuerdo a la NOM-014-SSA1-1993 PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PUBLICOS Y PRIVADOS. En un recipiente de plástico o vidrio con una capacidad de 2 L, se requiere tomar un poco del agua que se va a analizar, se cerrara el envase y se agitara fuertemente para enjuagar, desechando esa agua; se efectúa esta operación dos o tres veces, procediendo enseguida a tomar la muestra la cual será de 1 litro para posteriormente almacenarse a cuatro grados centígrados. Esto se realizara en el agua de riego de cada uno de los ranchos muestreados.

B) Extracción de análitos

Una de las fases más importantes en la determinación de residuos es la extracción de los analitos de la muestra para que estos puedan ser analizados correctamente. Se utilizará la metodología de extracción por Soxhlet.

Extracción por Soxhlet

Se dejarán secar las muestras de suelo y tubérculo (8-15 gr) en un aluminio extendido durante 48 horas a 30 grados, posteriormente se molerán en un mortero para obtener partículas finas. Se colocarán 10 gr de las muestras ya secas en el equipo de extracción soxhlet, utilizando diclorometano como solvente, se iniciará el calentamiento del equipo

hasta alcanzar los 45 grados centígrados y se llevará a cabo hasta completar seis ciclos de extracción. Finalmente se concentrará el extracto obtenido en un rotavapor.

Para las muestras de agua. Una vez tomada la muestra debe preservarse por acidificación con ácido clorhídrico 1:1 a un valor de pH menor a dos y refrigeración a 4 grados. El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 28 días. Se utiliza hexano como solvente.

Extracción por fase sólida dispersiva

Esta consta de dos fases de extracción en la primera en un tubo de centrifuga se pesaran 10 g de suelo y tubérculo previamente triturado, se añadirán 10 mL de acetonitrilo agitándose vigorosamente durante 1 min. A continuación, se añadirán 4 gr MgSO₄, 1 gr de NaCl, 1 gr de citrato sódico tribásico y 0,5 gr. Se agitará manualmente de nuevo y se centrifuga durante 3 min a 3300 rpm. Para la segunda fase de extracción se tomarán 4 mL del sobrenadante obtenido tras la centrifugación y se llevarán un tubo que contiene la fase dispersiva 600 mg MgSO₄ para posteriormente volverse a centrifugar, tras este paso se tomará una alícuota de 1 mL del sobrenadante para disolverlo en etanol.

A continuación, tras la extracción y concentración de los analitos, puede realizarse la identificación y cuantificación de los compuestos de interés por análisis cromatográfico.

Análisis estadístico

Los datos de los análisis fisicoquímicos de los suelos se analizaran mediante estadística descriptiva y un análisis multivariado considerando los diferentes ranchos, ejidos y productos químicos como factores. Los datos de residuos de plaguicidas serán analizados mediante estadística descriptiva; a través de la media aritmética y el intervalo de confianza (IC) al 95%. Así mismo se calculara el porcentaje de incidencia obtenida al multiplicar el número de muestras de suelos positivos de cada plaguicida por el 100% entre el número total de muestras (N = 35). Se evaluará la normalidad y homogeneidad de varianza de las concentraciones de los plaguicidas; los datos para residualidad de los plaguicidas se analizaran mediante análisis no-paramétricos por lo tanto se utilizará un análisis de varianza de Kruskal-Wallis para comparar las concentraciones de los plaguicidas entre los ranchos y ejidos, con significancia de P < 0.05. Posteriormente se aplicara una prueba de Dunn (P < 0.05) para diferenciar medianas de concentración entre ranchos y ejidos.

Cronograma de Actividades 2018.

Actividad a realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Colecta de material: suelo y agua				x	x	x						
Colecta de material: tubérculo						x	x	x				
Desarrollo experimental				x	x	x	x	x	x	x	x	
Análisis de resultados										x	x	
Escritura de artículos científicos											x	x
Envío de artículos científicos												x
Congresos							x			x		
Revisión de literatura	x	x	x	x								

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Desarrollo experimental	60%											
Análisis de resultados												
Escritura de artículos científicos												
Envío de artículos científicos					10%							
Congresos					30%							
Revisión de literatura												

Duración total del proyecto

Año de Inicio	Enero de 2016	Año estimado de conclusión	Junio de 2018
---------------	---------------	----------------------------	---------------

5.-Productos Esperados

1 artículo enviado a revista en JCR , asistencia a 2 congresos nacionales y/o internacionales, generación de tres tesis de licenciatura

6.-Literatura Citada

- Albert, L.A. (2006) Panorama de los plaguicidas en México. *Revista de toxicología*. Consultada el 12 de noviembre del 2007.
- Amaya, E. F., Roa, A. M., Camacho, J. E., & Meneses, S. (2008). Valoración de factores de riesgo asociados a los hábitos de manejo y exposición a organofosforados y carbamatos en habitantes y trabajadores de la vereda de Bateas del municipio de Tibacuy, Cundinamarca, Colombia. *NOVA*, 6(10).
- Bedmar F.,(2011), Informe especial sobre plaguicidas agrícolas. Vol.21, No.122, Doctor en ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Profesor asociado, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP.
- Blacquièrre T, Smagghe G, van Gestel CAM, Mommaerts V (2012) Neonicotinoids in bees: A review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology* 21(4):973–992
- Cáceres, L., Rovira, J., García, A., & Torres, R. (2011). Determinación de la resistencia a insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides en tres poblaciones de *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) de Panamá. *Biomédica*, 31(3), 419-427.
- Castillo A.E., Rojas J.M., Monteros R.I., Nardelli J.I., Guasch G. Metodologías usadas para la determinación de Carbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetilbenzofuran-7-il metilcarbamato) en muestras de distinto origen. *Química Orgánica y Biológica - Facultad de Cs. Agrarias - UNNE. Corrientes, Argentina.*
- CONPAPA, Comité Nacional Sistema Producto Papa, Monografía del sector papa, enero 2015.
- David, M., Mushigeri, S.B., Philip, G.H., 2003. Alterations in the levels of fions in tissues of freshwater fish *Labeo rohita* exposed to fenvalerate. *Pollut. Res.* 223, 359–363.
- EPA (Environmental Protection Agency). 2011. The U. S. Environmental Protection Agency (USEPA). List of minimum limits of risk (MRL) for pesticides in soil. <http://www.epa.gov/gateway/science/pesticides.html>. (Consulta: agosto 10, 2011).
- González Acosta A.; Pozo Núñez Elio M. Galván piña Blas, González Castro y González Cárdenas. 2006. Extractos vegetales y aceites minerales como alternativa de control de mosca blanca (*Bemisia spp.*) en berenjena (*Solanum melongena* L.) en valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Revista UDO Agrícola* 6 (1):84-94. 2006.
- González-Jáuregui, M. (2008) Relación de concentraciones residuales de una mezcla de plaguicidas organoclorados y policlorobifenilos con la concentración de hormonas sexuales de dos poblaciones de *Crocodylus moreletii*. Tesis de Maestría, Programa en Ciencias en Manejo de Fauna Silvestre, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México, 82pp.
- INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro, Manual para la producción de papa en las sierras y valles altos del centro de México. Libro técnico No.1 (2006)
- López C.L., López C.M., Torres S.L., Blair A., Cebrián G.M. y García R.M. (2002). Serum levels of beta-hexachlorocyclohexane, hexachlorobenzene and polychlorinated biphenyls and breast cancer in Mexican women. *Eur. J. Cancer Prev.* 11, 129-135.
- Murcia A.M., Stashenko E. (2008) Determinación de plaguicidas organofosforados en vegetales producidos en Colombia. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias CIBIMOL, Laboratorio de Cromatografía.
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. 2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación. México, D. F.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. 1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación. México, D. F.
- Phua DH, Lin CC, Wu M-L, Deng J-F, Yang C-C. Neonicotinoid insecticides: an emerging cause of acute pesticide poisoning. *Clin Toxicol Phila Pa.* 2009; 47(4): 336-341.
- Prieto Méndez, Judith; González Ramírez, César A.; Román Gutiérrez, Alma D.; Prieto García, Francisco. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 10, núm. 1, 2009, pp. 29-44 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A., & Terán, A. P. (2015a). (*Melanaphis sacchari*) (Hemiptera: Aphididae): A New Sorghum

- Insect Pest in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 40(2), 433-434.
- SAGARPA, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) información preliminar al 31 de diciembre 2014.
- Scholtz M.T. y Bidleman T.F. (2007). Modelling of the long-term fate of pesticide residues in agricultural soils and their surface exchange with the atmosphere: part II. Projected long-term fate of pesticide residues. *Sci. Total Environ.* 377, 61-80.
- SEMARNAT-INE, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación e Instituto Nacional de Ecología (1999) *Lo que usted debe saber sobre los plaguicidas. Serie plaguicidas No.1*. México, 11pp SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2014. En: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> Consultada: 7 de Abril del 2015.
- USDA (United States Department of Agriculture). 1991. Analytical chemistry laboratory guidebook. Residue chemistry. Science and Technology. USDA. FSIS. Washington, D. C. USA.
- Valencia Q.R., Sánchez A.J., Gómez O.J., Juárez S.L., García G.E., Montiel G.J., García N.E. y Waliszewski S.M. (2007). Vydate L-24, un plaguicida carbámico que induce aberraciones cromosómicas en células meristemáticas de *Vicia faba*. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 21 (Supl. 1), 63-70.