

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Elaboración de un Compuesto de Roca fosfórica de Acido Fúlvico

Por:

MAX EMILIANO BORREGO RODRIGUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Elaboración de un Compuesto de Roca fosfórica de Ácido Fúlvico

Por:

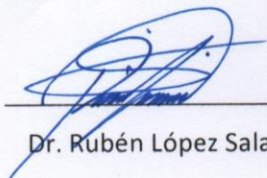
MAX EMILIANO BORREGO RODRIGUEZ

TESIS

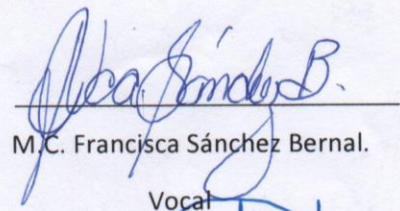
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

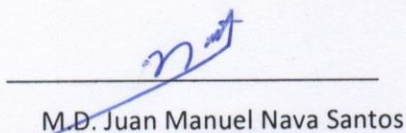
Aprobada por:


Dr. Rubén López Salazar

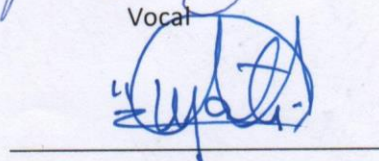
Presidente


M.C. Francisca Sánchez Bernal.

Vocal


M.D. Juan Manuel Nava Santos

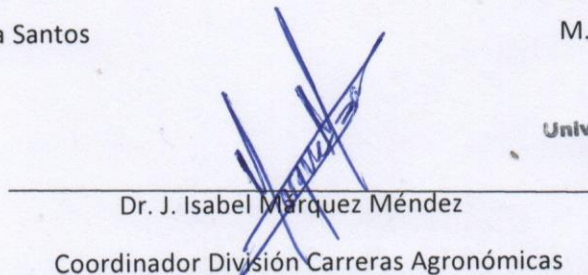
Vocal


M.E. Víctor Martínez Cueto

M.E. Víctor Martínez Cueto

Vocal Suplente

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO


Dr. J. Isabel Márquez Méndez
Coordinador División Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre 2022



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Elaboración de un Compuesto de Roca fosfórica de Ácido Fúlvico

Por:

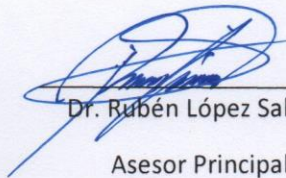
MAX EMILIANO BORREGO RODRIGUEZ

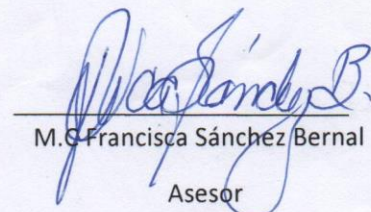
TESIS

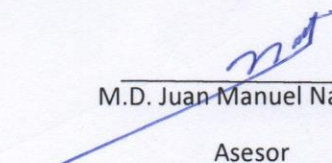
Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

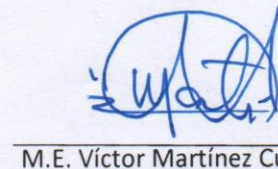
INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el comité de asesoría:

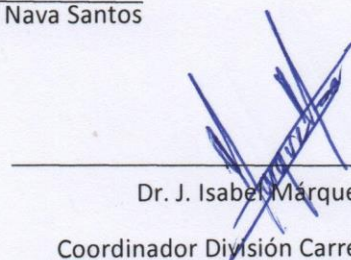

Dr. Rubén López Salazar
Asesor Principal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Asesor


M.D. Juan Manuel Nava Santos
Asesor


M.E. Víctor Martínez Cueto

Asesor Suplente
Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO


Dr. J. Isabel Marquez Mendoza
Coordinador División Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre 2022



AGRADECIMIENTOS

A mis padres Julio Cesar Borrego Aviña y Ana Luisa Rodríguez García por ser mis guías de vida, por su amor, apoyo, ánimo y confianza incondicional.

A mis hermanos

Ing. Julio Cesar Borrego Rodríguez y Ana Ximena Borrego Rodríguez por su amor, apoyo y todas las aventuras juntos.

A mis abuelos Benito Borrego Castillo y María Dora Aviña Ruiz, María Concepción (†) y Roberto Rodríguez (†) por llenarme de inspiración, compartir su sabiduría y cuidarme.

A mis tíos (as) y primos (as) por su cariño, aventuras y apoyo.

A mi Alma Mater por la oportunidad de formarme profesionalmente en sus instalaciones.

A mi asesor el Dr. Rubén López Salazar por su paciencia, compartir sus conocimientos y experiencias.

A mis profesores por su compromiso y dedicación en nuestra educación

A mis compañeros de la generación 2016-2021 de la carrera de Ingeniero Agrónomo por su compañía y los buenos ratos.

A mis compañeros tesistas y de servicio social por ayudarnos durante las aplicaciones y muestreos de este proyecto.

A mis compañeros y amigos Raúl Robles y José Luis Soto por su amistad y cariño durante todos estos años.

DEDICATORIA

A mis padres Julio Cesar Borrego Aviña y Ana Luisa Rodríguez García Por su confianza, amor, durante toda mi vida y mi etapa de carrera.

A mis hermanos

Ing. Julio Cesar Borrego Rodríguez y Ana Ximena Borrego Rodríguez por su amor, apoyo

A mis abuelos Benito Borrego Castillo y María Dora Aviña Ruiz, María Concepción (†) y Roberto Rodríguez (†) por llenarme de inspiración.

A mis tíos (as) y primos (as) por compartir felicidad y alegría juntos

A toda mi familia por sus consejos, apoyo y ánimo.

RESUMEN

Ante la necesidad de encontrar un fertilizante orgánico mineral, para contribuir y resolver la falta de fósforo sobre la atención de la demanda de servicios, Se llevo a cabo minuciosamente una investigación de un fertilizante derivado de la roca fosfórica pura junto al ácido fúlvico para llegar a una conclusión razonable, la roca fosfórica es un elemento vital y orgánico mineral. Se llegará a tener una perspectiva viable sobre su uso y se cuenta con más de dos pruebas en laboratorio; Esto se realizó con el fin de saber y explorar más tipos de pruebas para su uso en campo. Se descubrió que este tipo de fertilizante puede ser usado viablemente en la erupción del suelo y sobre el efecto de las plantas. A partir de un análisis estadístico por medio de laboratorios, así como los beneficios de pruebas de los servicios directos. Se llevaron a cabo varios análisis y evaluaciones y el funcionamiento de frascos de ensayo transparentes para sacar muestras se llenó una libreta con datos y conteos con los nombres de cada frasco y fechas, se dejó reposar, para ello se usaron láminas de pH para medirse más específicamente su acidificación. Específicamente en el laboratorio de suelos, para estudiar las muestras ya tomadas y poder tener más detalle con algunos tipos de máquinas. Para ello se usó un diseño experimental que también se realizó y aplicó el compuesto orgánico llamado ácido fúlvico (A.F). para poder dar con los resultados se utilizó la regla de las partes por millón (ppm) y fueron utilizados los datos de 100/30 (ppm) con el estándar 100 – 200 – 300 ppm, se usó una fórmula que arrojó algunos resultados que fueron anotados y se les documentó en la plataforma de Excel para mayor detalle. Como resultado se obtuvo el proyecto del fertilizante como la contribución a su uso diario, con materiales y de la región y la incorporación de las nuevas tecnologías de la información para su funcionamiento eficaz. El presente proyecto se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en periférico y carretera a Santa Fe Torreón, Coahuila, México. En el departamento de horticultura específicamente en uno de los laboratorios ubicados en horticultura, se trató el tema específico de la roca fosfórica pura; Así como también fue tomada la iniciativa de viajar a las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista 25315 Saltillo, Coahuila, México. El tratamiento donde se obtuvo más ppm del fósforo fue en la prueba

1.- 21-23-21 (70-76.66-70)

Palabras clave: Fertilizantes, Roca Fosfórica, Fósforo, Ácido Fulvico, Material.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS _____	i
DEDICATORIA _____	ii
RESUMEN _____	iii
ÍNDICE _____	iv
1. INTRODUCCIÓN _____	1
1.1 OBJETIVOS _____	2
1.1.1 OBJETIVOS GENERALES _____	2
1.2 HIPÓTESIS _____	2
1.3 MARCO TEÓRICO _____	2
1.3.1. Fertilizante el Fosfato Di amónico _____	2
1.3.2. Fósforo en el suelo _____	2
1.3.3. El ciclo del fósforo _____	3
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	3
2. REVICION DE LITERATURA _____	4
2.1. IMPORTANCIA DE LA ROCA FOSFORICA EN EL SUELO _____	4
2.1.1. Roca fosfórica una alternativa fertilización _____	4
2.1.2. El fosforo, sus funciones fisiológicas y su importancia para los cultivos _____	5
2.1.3. Perspectiva de la solubilidad de la roca fosfórica para la agricultura _____	5
2.1.4. El problema y una crisis por los escasos de fertilizantes fosfatados _____	7
2.1.5. Sustancias húmicas _____	7
2.3. IMPORTANCIA DEL ACIDO FULVICO EN EL FOSFORO _____	7
2.3.1, Sustancias húmicas _____	7
2.3.2. Sustancia fúlvica _____	8
2.4. ANALISIS ECONOMICO. _____	9
2.4.1. Impacto económico mundial: _____	9
2.4.2. Impacto económico nacional: _____	9
2.4.3. Aumentos: _____	10
2.4.4. Importancia económica regional: _____	10
2.4.5. Análisis de la roca fosfórica _____	11
2.4.6. Propiedades básicas de la roca fosfórica _____	11
3. MATERIALES Y METODOS _____	12

3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA	12
3.2. MATERIALES	12
3.2.1. Material fosfatado	12
3.2.2. Características de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos	12
3.2.3. sustancias húmicas	12
3.2.4. Material de laboratorio	12
3.3. METODOS	12
3.3.1. Factores de estudio	12
3.3.2. Diseño experimental	13
3.3.3. Descripción del área experimental	13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5. CONCLUSION	16
6. ANEXOS (TABLAS)	17
7. BIBLOGRAFIA	18

1. INTRODUCCIÓN

El fósforo es uno de los elementos vitales para la agricultura y para la vida en general ya que compone todas las cadenas alimenticias, pasando de un organismo a otro (Johnston, 2000). El P interviene en casi todas las reacciones químicas, ya sea en compuestos minerales como en combinaciones orgánicas (lecitina, fitinas, proteínas. En las plantas entra dentro de la composición del fosfolípidos y del ácido nucleico; La importancia de los fertilizantes químicos radica en su uso como el principal insumo agrícola para aumentar la productividad. Con el uso de fertilizantes, el rendimiento por hectárea puede a menudo duplicarse o triplicarse. Los fertilizantes proveen nutrientes a los cultivos para producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad (FAO-IFA, 1992); La seguridad alimentaria mundial depende del uso de fertilizantes, especialmente aquellos elaborados a partir de minerales de fosfato, un recurso finito. La mayoría de las reservas restantes se concentran en un número limitado de países, lo cual plantea riesgos geopolíticos. El informe en el que se basa la presente síntesis describe los distintos usos del fosfato y resume las posibles formas de reducir la dependencia de las reservas minerales; Para determinar los factores que afectan la probabilidad de usar fertilizantes en el sector agrícola de México, se empleó un modelo logit donde la variable dependiente es el logit de la razón de probabilidades de usar fertilizantes contra no usarlo, y las variables independientes son factores económicos, geográficos y políticos que afectan la tasa de adopción de fertilizantes (TAF). El conocimiento de los factores que determinan el aumento de la TAF es importante en el bienestar del productor por los ingresos que se pueden obtener. Los resultados indican que en el periodo 2011-2013 la TAF fue 64,7%, lo cual significa que 35,3% de la superficie sembrada no hace uso de abonos. Existe una relación positiva entre la TAF y el tamaño del predio, el ingreso de los productores, el pago directo de PROCAMPO, la cantidad de tractores y el nivel de educación de la población rural. Los programas de recomendaciones de fertilizantes tienen como principal propósito auxiliar a la toma de decisión de las medidas de aplicación de las mismas, para que, de esta manera esas aplicaciones se realicen o lleven a cabo un uso y manejo racional de los insumos en lo que refiere a cantidad, formas y época de aplicación, y en este sentido, llegar a condiciones que aumenten y mantengan los tenores de nutrientes en el suelo, optimizando de esta forma el retorno económico de los cultivos. Para lograr los objetivos propuestos durante este proceso, se debe seguir unas etapas, que son las siguientes: muestreo de suelo, análisis en laboratorio, interpretación de los resultados y al final la recomendación pertinente del fertilizante para una producción económica y ambientalmente sostenible; Normalmente un suelo puede poseer fósforo para sostener la vida vegetal, pero muchas veces éste es insuficiente para suplir la demanda de los cultivos, cada vez con mayor potencial de rendimiento, producto de la investigación y desarrollo en genética vegetal.

1.1 OBJETIVOS

Formular un compuesto orgánico mineral a base de fosforo.

1.1.1 OBJETIVOS GENERALES

Generar un compuesto orgánico mineral en base al acido fúlvico y roca fosfórica.

1.2 HIPÓTESIS

Con el uso de Acido Fúlvico se puede generar un compuesto orgánico mineral a base de roca fosfórica.

1.3 MARCO TEÓRICO

1.3.1. Fertilizante el Fosfato Di amónico

Se trata de una forma del ácido fosfórico que contiene tres elementos esenciales: nitrógeno, fósforo y potasio. Son los encargados de aportar nutrientes a las plantas. Sus propiedades físicas, es un fósforo cristalino de color blanco granulado, para su uso de fertilizante, necesariamente se diluye en agua para que conserve todas sus propiedades; sus componentes además de los 3 ya mencionados, llega a tener nutrientes menores.

1.3.2. Fósforo en el suelo

El fósforo del suelo se debe a la capacidad de suministrar al cultivo las cantidades precisas en los momentos precisos que son necesaria su absorción. Las características físicas y químicas del suelo determinan la capacidad del suelo de reponer los nutrientes del fósforo, influye fundamentalmente el ph, la materia orgánica y la caliza. En definitiva, la fertilidad fosfatada del suelo es la calidad del desdoro asimilable presente, extraíble con ácidos débiles a una concentración definida.

Textura del suelo en suelos arenosos, con menor poder de retención de agua, igual con contención de fósforo asimilable, mayor concentración en la solución del suelo, el ph en el suelo calizos se fomenta los procesos de retroacción o insolubilización por formación de fosfatos insolubles

1.3.3. El ciclo del fósforo

El fósforo (P) es un elemento originario de las apatitas y depósitos de fosfato natural, donde es liberado a través del proceso de meteorización, lixiviación, erosión y extracción industrial como fertilizante. El fosfato es liberado paulatinamente de las apatitas para luego ser absorbido por las plantas y la biomasa microbiana, luego se incorpora en la materia orgánica del suelo y sedimentos, y nuevamente se deposita en formas minerales poco solubles (Aristizábal & Cerón, 2012).

El P puede añadirse al suelo por medio de fuentes orgánicas (Po) e inorgánicas (Pi), las fuentes orgánicas son residuos de coral, biosólidos y residuos de plantas, que liberan compuestos como ácidos nucleicos, fosfolípidos y esteroides lo que representa entre un 30% a un 60% del P total. Las fuentes inorgánicas son los fertilizantes comerciales y los minerales del suelo, estos últimos liberan P a través del proceso de meteorización, no existe fijación biológica de P y la contribución por deposición atmosférica es muy baja. La mineralización del nitrógeno libera P inorgánico de las fuentes orgánicas del suelo. La inmovilización es el proceso inverso que convierte el P orgánico en formas inorgánicas (Murrell, 2003), las cuales se presentan generalmente fijadas en forma de fosfatos de Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , especialmente en arcillas del grupo de las caolinitas y ocluido en los óxidos de hierro y aluminio

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Planteamiento del problema; ¿Cuál es la probabilidad de solucionar o ayudar con los escasos del fósforo en las plantas?

Las plantas con deficiencia de fósforo son más pequeñas y crecen más lentamente que las plantas con cantidades adecuadas de fósforo. La deficiencia de fósforo normalmente es más visible en la planta del maíz joven, por los nutrientes que se movilizan y se desplazan fácilmente de la planta. Las plantas más afectadas tienden a tener un color verde oscuro y las puntas y los márgenes de las hojas más viejas tienen un color rojizo-morado. El número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas. Como también un menor desarrollo radicular, menor floración de los frutos. La mayoría de los síntomas desaparecen con el crecimiento de las plantas al alcanzar un metro o más altos. Para solucionar la deficiencia de fósforo, es necesario aplicar un fertilizante rico en fósforo o roca fosfórica. Para obtener los mejores resultados, entiérralo ligeramente para que quede más cerca de las raíces. En suelos calizos, aplica una fertilización fosfórica más elevada de lo normal para evitar las retrogradaciones a fósforo insoluble. El exceso de este elemento no parece causar daños.

2. REVICION DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA DE LA ROCA FOSFORICA EN EL SUELO

Las rocas fosfóricas son unidades litológicas y compuestos químicos que presentan alta concentración de minerales fosfatados acumulados por procesos naturales, usualmente de la serie apatito-francolita, la fosforita o fosfático se obtiene a través de la extracción de una mina y del proceso subsiguiente de molienda, pueden ser utilizadas ya sea como materia prima para la fabricación industrial de los fertilizantes fosfatados solubles en agua, o bien como fuentes de fósforo para la aplicación directa en la agricultura (FAO, 2007).

Bajo ciertas condiciones de suelo y de clima, la aplicación directa de roca fosfórica micorrizada ha demostrado ser una alternativa a la deficiencia del fósforo en el suelo, siendo viable tanto agrónomicamente como económicamente, cobra importancia para su uso cuando yacimientos se encuentran cerca de las zonas de producción agrícola, ya que los fertilizantes fosfatados como los superfosfatos son fabricados y recomendados para corregir deficiencias fosfóricas, y son de mayor costo (FAO, 2007). El principal productor de roca fosfórica para el año 2015 fue china con 120 millones de toneladas, seguido por Marruecos con 29 millones de toneladas, Estados Unidos produjo 27.400 toneladas y Rusia 11.600 toneladas anuales de RF (Jasinski, 2016). Estos cuatro países representan el 90% del total de la producción mundial, Latinoamérica solo participa con el 4.5% (Vega, 2006).

2.1.1. Roca fosfórica una alternativa fertilización

La roca fosfórica es una alternativa a la fertilización fosfatados industriales, por su bajo precio a comparación al alto precio a los fertilizantes industriales debido a los altos cantidades de materias prima y a los tratamientos físicos y químicos para la obtención de ellos, siendo una alternativa la aplicación de roca fosfórica en los cultivos por su bajo precio (Emich, 1984; Jasinski, 2007; Abdel, 2008, Elmaadawy et al.2015).

Se puede describir que la roca fosfórica como cualquier material geológico natural que contiene uno o más minerales fósforo apto para el uso comercial; las principales fuentes de roca fosfórica son de tres diversos orígenes que son ígneas, sedimentarias y metamórficas (Van kauwenbergd, 2010). De los cuales algunos minerales de fosfato en el ambiente primario incluyen (1) fluorapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$), en ambientes ígneos y metamórficos, como en carbonatitas y mica piroxenitas; (2) hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), en ambientes ígneos y metamórficos y depósitos biogénicos, por ejemplo, en depósitos óseos; (3) carbonato-hidroxi-apatitas ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_3(\text{CO}_3)_6(\text{OH})_2$), en islas y en cuevas,

como parte de excrementos de pájaros y murciélagos, guano; (4) francolita ($\text{Ca}_{10}\text{NaMg}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3)_2\text{F}_2$), apatita sustituida con carbonato presente en ambientes marinos, y en mucha menor medida en ambientes de meteorización, por ejemplo, sobre carbonatitas (Van Straaten 2002).

El fosfato de roca (RP) es una fuente natural de P y podría usarse como una alternativa para los fertilizantes fosfatados por su bajo precio en comparación con el de los fertilizantes industriales, pero solo es soluble en condiciones ácidas y no es aplicable a los alcalinos suelos (Caravaca et al. 2004) ya que la disponibilidad de P es baja en los suelos; debido a su fácil precipitan en formas insolubles de fosfatos de hierro, aluminio y calcio (especialmente en suelos calcáreos) (Cordell, et al 2011).

2.1.2. El fósforo, sus funciones fisiológicas y su importancia para los cultivos

El fósforo (P) es un nutriente vegetal importante para el desarrollo de las plantas, después del nitrógeno; que juega un papel central y está involucrado en prácticamente todos los procesos metabólicos y de regulación de las plantas, como la constitución del esqueleto estructural de biomoléculas como ATP, NADPH, ácidos nucleicos, fosfolípidos y azúcar-fosfatos para el metabolismo primario y secundario de las plantas como la regulación de la fotosíntesis, regulación del crecimiento, cambios en la conducta estomática, activación de la rubisco y la respiración (Razaq et al., 2017; Lambers y Plaxton , 2018; Bechtaou et al, 2021). Con el aumento de la demanda de la producción agrícola y dado que el pico de la producción mundial se producirá en las próximas décadas, el fósforo puede llegar a limitar el 30% del rendimiento de los cultivos del mundo (Vance, 2001; Cordell et al., 2009, Cordell, et al 2011).

2.1.3. Perspectiva de la solubilidad de la roca fosfórica para la agricultura

Perspectiva de la solubilidad de la roca fosfórica para la agricultura.

Históricamente, los investigadores han tratado de mejorar las tasas de liberación de P disponibles en las plantas a partir de RP utilizando varias estrategias. Algunos autores han preparado RP parcialmente acidulado, o RP mezclado con P soluble en agua (TSP, SSP o fosfatos de amonio). Recientemente, otras estrategias incluyeron el uso de microorganismos solubilizadores de fósforo (PSM) estabilizados o rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) junto con o sin RP (Hammond et al, 1989, Sisworo et al, 2002; Sundara et al, 2002).

se han evaluado diversos métodos para incrementar la absorción de fósforo como el trabajo de Gala y Burdeny (2004) donde ellos trabajaron con el efecto de acidulación de roca con ácido acético, ácido cítrico y roca fosfórica con cascara de naranja en comparación con superfosfato triple; donde se llegó a la conclusión acidulación de la roca fosfórica es importante para el aumento de la absorción de fósforo disponible de la roca fosfórica.

Otros trabajos semejantes realizados para la liberación de fósforo en las rocas fosfóricas fue con la adición de azufre para el incremento de la liberación de dicho elemento fueron los trabajos de Besharati et al (2007) y Khalid (2013). De acuerdo con los resultados de Besharati y colaboradores sus trabajos no tuvieron resultados favorables en el trabajo que en los ensayos en la producción de biofertilizantes fosfatados a partir de roca fosfórica, más la aplicación de azufre al 10, 15 y 20 % más la inoculación de *Thiobacillus* en la liberación de fósforo de la roca fosfórica.

El trabajo realizado Khalid (2013) el trabajo que realizó fue con la inoculación de roca fosfórica, azufre y bacterias disolventes de fósforo, para mejorar la disponibilidad de fósforo con el que tuvo efectos satisfactorios en la liberación del elemento aumentando su disponibilidad.

También se ha estudiado los factores del suelo que influyen en la disolución de los minerales de apatita en las rocas de fosfato son el pH, la CIC, la concentración de Ca, la concentración de P, la capacidad de sorción de P y el contenido de materia orgánica. La fuerza impulsora y de “empuje” para la disolución de las apatitas es la reacción de neutralización entre las concentraciones de iones de protones (H^+) y las apatitas en los PR. La respuesta se dirige de izquierda a derecha mediante la expansión de los focos de partículas H^+ en la tierra. Los límites de sorción de P del suelo también afectan la desintegración de PR. Los suelos con alta absorción de P, como los oxisoles y los ultisoles, mejoran la desintegración de las RP al disminuir el foco de P en los alrededores rápidos de la RP. La desorción de P de liberación lenta de estos suelos podría volverse importante a largo plazo, “convirtiendo un pasivo en un activo” (Sánchez y Leaky 1997).

2.1.4. El problema y una crisis por los escasos de fertilizantes fosfatados

Los fertilizantes a base de fósforo son una problemática, tanto en agricultura intensiva y extensiva de los países de los tropicales y subtropicales (Ellington, 1999), por una crisis de fertilizantes para la agricultura en el siglo XXI, debido al uso excesivo, por la falta de infraestructura, dinero para la compra y transporte hacen que la fertilización fosfatada sea inalcanzable para el sector agrícola (Abelson, 1999); debido al incremento de fertilización, la producción de alimentos alza entre 80 al 90 por ciento de los países del mundo (Reyes y Allsopp, 2012); siendo los más afectados los países importadores de fertilizantes a base de fósforo; Indonesia, Camboya, Malasia, Rumania, Japón, Australia, Italia, Albania y Vietnam (FAOSTAD, 2019).

2.1.5. Sustancias húmicas

Las sustancias húmicas es un material de origen orgánico, son sustancias heterogéneas de alto y bajo peso molecular; las propiedades funcionales de las sustancias húmicas se debe principalmente a sus funcionales que contienen oxígeno, grupos carbonilos, hidroxilo, hidroxilo fenólico, hidroxilo carbónico, quinona y grupo metoxi. Las cuales se dividen en Humina (HM) (insoluble en medio alcalino, ni en medio ácido), ácidos húmica (HA) (soluble en medio alcalino) y ácido fúlvico (FA) (soluble en todas las condiciones de pH) (Imbeah, 1998).

2.3. IMPORTANCIA DEL ACIDO FULVICO EN EL FOSFORO

2.3.1, Sustancias húmicas

Las sustancias húmicas es un material de origen orgánico, son sustancias heterogéneas de alto y bajo peso molecular; las propiedades funcionales de las sustancias húmicas se debe principalmente a sus funcionales que contienen oxígeno, grupos carbonilos, hidroxilo, hidroxilo fenólico, hidroxilo carbónico, quinona y grupo metoxi. Las cuales se dividen en Humina (HM) (insoluble en medio alcalino, ni en medio ácido), ácidos húmica (HA) (soluble en medio alcalino) y ácido fúlvico (FA) (soluble en todas las condiciones de pH) (Imbeah, 1998).

Propiedades de las sustancias húmicas.

En los últimos años los estudios de las sustancias húmicas se han enfocados en la mejora los suelos agrícolas y la remediación de suelos, las sustancias proceden principalmente de depósitos de carbón como de leonardita, turba, sapropel y composta.

Las principales propiedades de las sustancias húmicas en suelos que se han estudiado son; la generación estabilidad de agregados, promoviendo la formación de heteroagradados poros para absorción de agua en suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, aumento de la disponibilidad de nutrientes, promoción de crecimiento y remediación vegetal.

2.3.2. Sustancia fúlvica

Las sustancias de Acido fúlvico es la parte más activa del humus, es que es soluble tanto en medio ácido, neutro y alcalino. en suelos con alta concentración de carbonatos de calcio, el ácido fúlvico evita que se precipite el fósforo, permitiendo de cierta manera dar mayores ventajas a la planta para la obtención de nutrientes. Los ácidos fúlvicos suelen tener una coloración más clara que los ácidos húmicos, esto se debe principalmente a su contenido relativamente bajo en carbono (menor del 55 %). Además, son sustancias perfectamente solubles en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales; y con un peso molecular que varía de 1,000 a 10,000 que es mucho menor al tamaño de los ácidos húmicos. Los ácidos fúlvicos suelen tener una coloración más clara que los ácidos húmicos, esto se debe principalmente a su contenido relativamente bajo en carbono (menor del 55 %). Además, son sustancias perfectamente solubles en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales; y con un peso molecular que varía de 1,000 a 10,000 que es mucho menor al tamaño de los ácidos húmicos.

2.4. ANALISIS ECONOMICO.

2.4.1. Impacto económico mundial:

A diferencia de otros elementos, el fósforo no se encuentra libre en la naturaleza, y dependemos de él para abastecer la producción agrícola mundial. Este elemento se obtiene de minerales y de desechos animales, particularmente del guano de aves. Por lo tanto es una limitante para la producción agrícola, y en los ecosistemas el suministro natural de este elemento tampoco es abundante. Es por esto que en la actualidad existe una gran demanda de P para producir fertilizantes fosfatados, que se utilizan tanto en la agricultura como en procesos industriales. Sin embargo, la disponibilidad futura del P está fuertemente comprometida a nivel mundial, porque las reservas de las minas de este elemento se han reducido alarmantemente.

Si se mantiene la extracción de fósforo con su tasa actual de unas 24 millones de toneladas por año ¡se tendrá que reducir drásticamente su explotación a partir del 2030! Aunado a este problema, las principales minas existentes en el mundo se encuentran en pocos países. Por ejemplo, el 80% de las reservas de fósforo se encuentran solamente en: Marruecos, China, Jordania y Sudáfrica.

2.4.2. Impacto económico nacional:

CIUDAD DE MÉXICO.- El autor de ciencia-ficción Isaac Asimov (1920-1992) escribió que la vida puede multiplicarse hasta que se acabe todo el fósforo, después hay un alto inexorable que nada puede evitar. Esa frase ilustra la importancia central del mineral en la vida del planeta. Pero el plan del gobierno para potenciar la producción de fertilizantes a partir de 2015 parece no tomar en cuenta la coyuntura de ese mineral proveniente de rocas fosfatadas y cuya escasez, tanto en México como en el mundo, empieza a alarmar a los expertos. México consume más de mil 600 toneladas anuales de fósforo y cuenta con unas reservas aproximadas de 30 mil toneladas, según la Encuesta Geológica de Estados Unidos.

La empresa Roca Fosfórica Mexicana II, filial de Grupo Fertinal y privatizada en 1993, explota la mina subterránea de San Juan de la Costa en Baja California Sur y Minerales no Metálicos lo hace en Puebla con unas 150 kt/a. En 2013 la producción nacional de fertilizantes se situó en 1.7 millones de toneladas y se importaron casi tres millones para atender la demanda.

2.4.3. Aumentos:

Desde 2004, el uso de fertilizantes se ha incrementado, según datos del Banco Mundial (BM). Entre 2004 y 2008 se inyectaron al suelo 54.8 kilogramos por hectárea de tierra cultivable y entre 2009 y 2013, 61.7. Estadísticas de la Asociación Nacional de Comerciantes de Fertilizantes indican que de los 16 millones de hectáreas cultivadas en el país, sólo nueve millones se fertilizan y, de ellos, tres millones se consideran fertilizados idealmente a 40 por ciento. El gobierno planea estimular la producción de fertilizantes a partir de 2015. El fósforo participa en la transferencia y almacenamiento de energía, en la división de las células, la fotosíntesis, la fijación biológica del nitrógeno y es vital para la formación de la semilla de los vegetales. Por ejemplo, 80 por ciento del fósforo del maíz está en el grano. Al igual que el nitrógeno y el potasio, es un nutriente que las plantas absorben del suelo y resulta básico para la fertilidad de la tierra y el crecimiento de los cultivos. Los fertilizantes más básicos y usados se componen de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) y se les conoce por las siglas NPK.

2.4.4. Importancia económica regional:

El fósforo (P) es un elemento químico indispensable para la vida por muchas razones. La principal es su función en la formación de biomoléculas claves que necesitamos todos los organismos que habitamos la Tierra. Pero también el fósforo se requiere en grandes cantidades para crecer rápidamente, y existen muchos otros ejemplos que resaltan su importancia: el P le permite a las células contar con energía mediante el adenosíntrifosfato (ATP), también es necesario para mantener un balance hídrico adecuado por acción de los fosfolípidos y por último, permite guardar y transmitir de generación a generación, la información genética en la molécula de ADN (ácido desoxirribonucleico). Es por ello que todos los organismos necesitamos adquirir P de nuestro entorno para poder realizar estas funciones básicas de la vida. Las plantas y los microorganismos tienen que tomar el P de la solución del suelo en su forma disponible (ortofosfato) y el resto de los organismos lo adquirimos por medio de nuestros alimentos; por lo que el P que usamos todos los organismos vivos es el tomado principalmente por las plantas.

2.4.5. Análisis de la roca fosfórica

La ROCA FOSÓRICA es una enmienda cuyo elemento primordial es el fósforo (P_2O_5 30%) que actúa como fertilizante. Además posee calcio (CaO 43%) y silicio (SiO_2 22%) que corrige la acidez del suelo

2.4.6. Propiedades básicas de la roca fosfórica

La roca fosfórica es un material que requiere de un mínimo de procesamiento metalúrgico. Al aplicarlo directamente al suelo se evita el proceso tradicional de acidificación húmeda para producir fertilizantes fosfatados y evita el ciclo de producción de desechos contaminantes.

La roca fosfórica es considerada como un producto natural. Siguiendo esta característica, es posible utilizarlo en agricultura biológica. Mejor aprovechamiento de los recursos. Algunas fuentes de roca fosfórica no pasan el proceso industrial de fabricación de fertilizantes, pero si pueden ser aplicados de manera directa al suelo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El estudio se llevo acabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL) Periferico Raul Lopez Sanchez, Valle Verde, 27054 Torreón, CAMP perteneciente a Torreón Coahuila de Zaragoza, ubicado a 25°33'25.4" latitud norte y 103°22'28.6" latitud oeste.

El segundo estudio se llevo acabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo (UAAAN Saltillo) Calz Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 perteneciente a Saltillo Coahuila de Zaragoza, ubicado a 25°21'16.1" latitud norte 101°01'52.6" latitud oeste.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material fosfatado

En el ensayo se usó roca fosfórica en polvo puro, procedente de (xyz) acido fúlvico y ácido húmico

3.2.2. Características de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos

3.2.3. sustancias húmicas

Como sustancias húmicas se usó el ácido húmico como acido soluble para extraerlo de forma líquida como extracto alcalino, generalmente como hidróxido de potasio

3.2.4. Material de laboratorio

Se utilizo: vasos de muestreo, vasos precipitados, vasos de volumen, pipeta, gotero, vaso medidor de volumen, papel filtro, equipo de laboratorio de suelo.

3.3. METODOS

3.3.1. Factores de estudio

Lo ya establecido de la investigación en curso del fertilizante a base de la roca fosfórica es que Olsen es el método recomendado para suelos calcáreos. En general puede usarse en suelos neutros a alcalinos.

3.3.2. Diseño experimental

Para el análisis estadístico se empleó una fórmula y con ello nos permitió realizar un análisis independiente y en conjunto con el fertilizante en los muestreos

3.3.3. Descripción del área experimental

El diseño experimental utilizado fue un complemento estándar y con un periodo de días y semanas para sacar la ppm con los datos anotados en la libreta y la fórmula de:

$$x = \frac{y - 0.00558}{0.5095} = 0.414955$$

Con esta fórmula se llega a sacar la ecuación con la cual se da la respuesta a lo ya investigado, así como también se lleva un tipo de cuenta para así llevarlo al formato de Excel. Y sacar las 2 listas de (gm) y (e). para las dosis fueron utilizados tubos de ensayo y sus respectivas muestras medias con las laminas de pH y la dosis correspondiente a cada tratamiento del compuesto, con ayuda y disolviéndose la muestra con el af.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que en efecto la roca fosfórica tiende a tener una diferencia mayor con el fertilizantes procesado teniendo como punto positivo evidenciar el valor monetario siendo este mayor o mejor en diversas cuestiones, aparte de lo monetario tiende a tener mejor acoplamiento en el suelo y ayudando al mismo ecológicamente, sin residuos dañinos para todo el ecosistema en general, se evaluaron ciertas cuestiones tomando como referencia a la NOM-021-RECNAT-2000; que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. también se tomó como referencia al método de Olsen; el contenido de carbonatos de un suelo se usa para definir el uso de Olsen, esto es, si el contenido de carbonatos totales rebasa el 5%. El nivel crítico para este método esta alrededor de las 20 ppm.

Pueden ser mejores fuentes de fósforo. Bajo circunstancias especiales, las rocas fosfóricas reactivas pueden ser más eficientes que los fertilizantes fosfatados solubles en base a la recuperación del fósforo por las plantas. Bajo costo. Por todo el proceso que implica la elaboración, lógicamente la roca fosfórica y sobre todo las locales, son normalmente los productos más económicos.

BASE DE DATOS:**29/05/2019****Estándar 100-200-300 ppm (k)****Dat: 100/30= ppm****GM**

1.- 23-21-19	76.66-70-63.33
2.- 19-23-21	63.33-76.66-70
3.-20-21-20	66.66-70-66.66
4.-18-15-18	60-50-60
5.-20-20-17	66.66-66.66- 56.66
6.-19-21-23	63.33-70-76.66

E

1.-21-23-21	70-76.66-70
2.-22-15-19	73.33-43.33- 22.33
3.-14-16-18	46.66-53.33-60
4.-14-15-14	46.66-50-46.66
5.-14-15-12	46.66-50-40
6.-13-17	43.33-56.66

5. CONCLUSION

Los resultados analizados de la roca fosfórica demostraron un buen manejo, y un uso intenso en fertilizantes, el pH en los frascos de pruebas se modificó drásticamente con tendencias claras a la acidificación. El tratamiento químico arrojó distintos tipos de numeraciones, donde se llevó a cabo un registro. Para determinar el tipo de acides, mejor o menor rendimiento por cada muestra. El tratamiento estándar fue de (100 - 200 - 300) ppm (k). se llevó un análisis individual de cada frasco demostrando estadísticamente ser inferior o mayor la utilización periódica de este producto. El tratamiento fue basado en dos tipos (gm) y (e) ya que así se llevó un conteo y por lo cual se estableció una tabla para determinar el tratamiento del fertilizante que se empleó en la investigación, los resultados del trabajo son un apoyo a la estrategia de utilizar técnicas de manejo sustentable para detener o revertir el daño causado al suelo por el uso continuo y excesivo de fertilizantes químicos.

6. ANEXOS (TABLAS)

TABLA:

29/05/2019

(P)

GM	$(X=Y-0.00558/0.5095=)$		$(*100/30=... Ppm)$
1.- 0.217	0.414955		1.3831
0.196	0.373738		1.2457
0.098	0.181393		0.6046
2.-0.041	0.069519		0.23173
0.073	0.132325		0.441
0.062	0.110736		0.36912
3.-0.007	-1.06575		3.5525
0negativo- 0negativo			
4.-0.002	-0.007026		0.02342
0.003	-0.005063		0.0168
0.004	-0.003101		0.01033
5.-0negativo-0negativo-0negativo			
6.-0.022	0.032227		0.1074
0negativo			

E	$(X=Y-0.00558/0.5095=)$		$(*100/30=... Ppm)$
1.- 0.010	0.008675		0.0289
0.028	0.044003		0.1466
0.043	0.073444		0.2448
2.-0.072	0.061048		0.2034
0.064	0.114661		0.382203
0.025	0.038115		0.127
3.-0.012	0.0126		0.042
0.008	0.004749		0.0158
0.018	0.024376		0.0832
4.-0negativo			
0.004	-0.003101		0.0103
0negativo			
5.-0.014	-0.082041		0.2734
0.024	0.036153		0.1205
0.016	0.020451		0.0817
6.-0.022	0.032227		0.1074
0.083	0.151952		0.5065
0negativo			

7. BIBLOGRAFIA

FAO-IFA (1992) Los Fertilizantes y sus Usos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes París, Francia. 77 pp.

ANDA. 2000. O uso de Fertilizantes Minerais e o Meio Ambiente. Sistema de Plantio Direto. Paris. 2000

Appleton, J.D., 2001. Local phosphate resources for sustainable development in sub-Saharan

Africa. Keyworth, Nottingham, UK. National Environment Research Council, British Geological Survey and DFID

1. Abdel-Zaher M. Abouzeid, (2008) Physical and thermal treatment of phosphate ore — An overview, *International Journal of Mineral Processing*, Volume 85, Issue 4, Pages 59-84.
2. Abelson PH. 1999. A potential phosphate crisis. *Science* 283: 2015.
3. Bechtaoui N, Rabiou MK, Raklami A, Oufdou K, Hafidi M y Jemo M (2021) Regulación dependiente del fosfato del crecimiento y manejo del estrés en las plantas. Parte delantera. *ciencia de las plantas* 12:679916. doi: 10.3389/fpls.2021.679916
4. Cordell D, Drangert JO, White S. (2009) La historia del fósforo: seguridad alimentaria mundial y elementos de reflexión . *Glob Environ Change* 19 : 292–305
5. Cordell D, Rosemarin A, Schröder JJ, Smit AL (2011) Hacia la seguridad global del fósforo: un marco de sistemas para las opciones de recuperación y reutilización del fósforo. *Quimiosfera* 84: 747–758
6. Ellington CP 1999. Crop yield responses to phosphorus. In: Ellington CP, ed. *Phosphorus for agriculture: a situation analysis*. Norcross, GA, USA: Potash/Phosphate Institute, 25 – 41.
7. Emich, G.D., 1984. Phosphate Rock. *Ind. Miner. Rocks* 2, 1017–1047
8. Jasinski, S.M., 2007. Phosphate Rock. USGS 120–121.
9. Lambers, H., and Plaxton, W. C. (2018). “Phosphorus: Back to the Roots,” in *Annual Plant Reviews online* (American Cancer Society), 3–22.
10. Razaq, M., Zhang, P., Shen, H., and Salahuddin, S. (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*. *PLoS ONE* 12:e0171321. doi: 10.1371/journal.pone.0171321

11. Reyes T, Allsopp M (2012) Phosphorus in agriculture, problems and solutions Greenpeace Research Laboratories, Technical Report

12. Ruán, Y.; El, D.; Chi, R. Revisión sobre técnicas de beneficio y reactivos utilizados para minerales de fosfato. *Minerales* 2019 , 9 , 253. <https://doi.org/10.3390/min9040253>

13. Van Straaten P (2002) Rocks for Crops: agrominerals of sub-Saharan Africa. ICRAF, Nairobi

14. Vance CP. 2001. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition: plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant Physiology* 127: 390 – 397.

15. Van Kauwenbergh, S (2010) World Phosphate Rock Reserves and Resources Geologist and Principal Scientist Research and Development Division IFDC Fertilizer Outlook and Technology Conference Hosted by The Fertilizer Institute and the Fertilizer Industry Roundtable November 16-18, 2010 Savannah, GA

16. Caravaca, F., M. M. Alguacil, R. Azcón, G. Díaz, and A. Roldán. 2004. Comparing the effectiveness of mycorrhizal inoculation and amendment with sugar beet, rock phosphate and *Aspergillus niger* to enhance field performance of the leguminous shrub *Dorycnium pentaphyllum* L. *Applied Soil Ecology* 25 (2):169–80. doi:10.1016/j.apsoil.2003.08.002.

17. Besharati H, Atashnama K, Hatami S (2007) La biosfera como fertilizante en un suelo calcáreo con fósforo disponible bajo. *Africano J. de Bio. tecnología* 6:1325–1329

<http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/articulos/milpas-de-mexico/8-articulos/182-fosforo-y-la-crisis-ambiental>

<https://www.dineroenimagen.com/2014-10-09/44588>

Abonos Biormin <https://www.abonosbiormin.com>

<http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/articulos/milpas-de-mexico/8-articulos/182-fosforo-y-la-crisis-ambiental>

<https://www.fertilab.com.mx/blog/247-funciones-de-las-sustancias-humicas-acidos-fulvicos/>