



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES Y DOS
RECUBRIMIENTOS ÓRGANO - MINERALES EN UREA, SANGOLQUÍ,
RUMIÑAHUI, PICHINCHA, 2021”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autor:

Cangahuamin Logacho Patricia Isabel

Tutor:

Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Patricia Isabel Cangahuamin Logacho, con cédula de ciudadanía No. 1717829210, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Evaluación de dos polímeros adherentes y dos recubrimientos órgano - minerales en urea, Sangolquí, Rumiñahui, Pichincha, 2021”, siendo el Ingeniero Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 29 de julio del 2021

Patricia Isabel Cangahuamin Logacho

Estudiante

CC: 1717829210

Ing. Mg. Klever Quimbiulco Sánchez

Docente Tutor

CC: 1709561102

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CANGAHUAMIN LOGACHO PATRICIA ISABEL**, identificada con cédula de ciudadanía **1717829210** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE** y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de dos polímeros adherentes y dos recubrimientos órgano - minerales en urea, Sangolquí, Rumiñahui, Pichincha, 2021”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2016 - Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez

Tema: “Evaluación de dos polímeros adherentes y dos recubrimientos órgano - minerales en urea, Sangolquí, Rumiñahui, Pichincha, 2021”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En

consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 29 días del mes de julio del 2021.

Patricia Isabel Cangahuamin Logacho

LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES Y DOS RECUBRIMIENTOS ÓRGANO - MINERALES EN UREA, SANGOLQUÍ, RUMIÑAHUI, PICHINCHA, 2021”, de Cangahuamin Logacho Patricia Isabel, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 29 de julio del 2021

Ing. Mg. Klever Quimbiulco Sánchez

DOCENTE TUTOR

CC: 1709561102

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Cangahuamin Logacho Patricia Isabel, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES Y DOS RECUBRIMIENTOS ÓRGANO - MINERALES EN UREA, SANGOLQUÍ, RUMIÑAHUI, PICHINCHA, 2021”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de julio del 2021

Lector 1 (Presidenta)

Ing. M.Sc. Nelly Deleg Quichimbo
CC: 0105013999

Lector 2

Ing. Mg. Jorge Fabián Troya Sarzosa
CC: 0501645568

Lector 3

Ing. M.Sc. Clever Castillo de la Guerra
CC: 0501715494

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para empezar este camino el cual está lleno de éxito, al cumplir una meta más en mi vida profesional.

Al Ing. Klever Quimbiulco, quien fue mi tutor de proyecto de titulación el cual con su conocimiento y guía fue un punto esencial para la elaboración de este trabajo.

Así mismo quiero mostrar mi gratitud a todas las personas que estuvieron presentes de manera directa o indirecta durante el desarrollo de este trabajo, agradezco su apoyo, sus conocimientos y palabras de aliento los cuales fueron de gran soporte para no rendirme fácilmente.

Por último, quiero agradecer a mi familia, por toda su ayuda quienes con sus consejos fueron un gran apoyo, gracias a su paciencia y comprensión.

Patricia Isabel Cangahuamin Logacho

DEDICATORIA

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles este trabajo a cada uno de mis seres queridos, quienes estuvieron apoyándome en cada decisión tomada.

A mi padre por su apoyo incondicional.

A mis hermanos quienes con sus conocimientos y palabras de aliento me enseñaron a salir adelante y a ser perseverante.

Patricia Isabel Cangahuamin Logacho

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES Y DOS RECUBRIMIENTOS ÓRGANO - MINERALES EN UREA, SANGOLQUÍ, RUMIÑAHUI, PICHINCHA, 2021”

AUTOR: Cangahuamin Logacho Patricia Isabel

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Parroquia de Sangolquí, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, con el objetivo de evaluar el comportamiento de dos polímeros adherentes y dos recubrimientos órgano-minerales en urea. Se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de $(2*4) + 2$ dando un total de 10 tratamientos y 30 unidades experimentales. Los materiales orgánicos que se utilizaron fueron el estiércol de vaca, humus, los materiales minerales fueron la zeolita, roca fosfórica, los polímeros Ethocel y almidón de papa. Las características que se evaluaron fueron: contenido de ppm de Nitrato NO₃ en lixiviados y contenido de pH en lixiviados. Se realizó lixiviación por columnas, el contenido de NO₃ se midió con un electrodo selectivo de iones de nitrato plano (LAQUAtwin-NO₃-11), cuyos valores fueron expresados en ppm. Los resultados obtenidos son los siguientes: T5 (Almidón de papa + humus + zeolita + urea) es el que obtuvo mayor pérdida de Nitratos NO₃ mientras que el T3 (ethocel + estiércol + roca fosfórica + urea) presento mejores características químicas es por eso que se identifica como el tratamiento más eficiente por el recubrimiento órgano – mineral, debido a las características del ethocel que es un polímero insoluble en agua y la roca fosfórica cuenta con una lenta solubilidad. En cuanto al pH del líquido lixiviado a partir de la aplicación de la urea con sus diferentes recubrimientos en todos los tratamientos existió similares cambios, al iniciar la investigación presenta un pH de 7,5 y conforme van pasando los días este valor va subiendo hasta llegar a los 15 días con un valor de 8,8.

Palabras clave: Ethocel, almidón de papa, urea, zeolita, lixiviados, insoluble

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EVALUATION OF TWO ADHERENT POLYMERS AND TWO ORGANIC-MINERAL COATINGS IN UREA, SANGOLQUÍ, RUMIÑAHUI, PICHINCHA, 2021"

AUTHOR: Cangahuamin Logacho Patricia Isabel

ABSTRACT

This research was carried out at Sangolquí parish, Rumiñahui canton, Pichincha province, to evaluate the behavior of two adherent polymers and two organic-mineral coatings in urea. A completely randomized block experimental design was applied with a factorial arrangement of $(2 * 4) + 2$ giving a total of 10 treatments and 30 experimental units. The organic materials used were cow manure, humus; while the mineral materials were zeolite, phosphate rock, Ethocel polymers, and potato starch. The evaluated characteristics were: ppm content of Nitrate NO₃ in leachates and pH content in leachates. Column leaching was performed, the NO₃ content was measured with a flat nitrate ion-selective electrode (LAQUAtwin-NO₃-11), whose values were expressed in ppm. The results obtained are the following: T5 (Potato starch + humus + zeolite + urea) is the one that got the most significant loss of Nitrates NO₃ while T3 (Ethocel + manure + phosphoric rock + urea) presented better chemical characteristics so, it is identified as the most efficient treatment for the organic-mineral coating due to the characteristics of Ethocel, which is a polymer insoluble in water and phosphate rock has a slow solubility. Regarding the pH of the leached liquid from the application of urea with its different coatings in all the treatments, there were similar changes; at the beginning of the investigation, it shows a pH of 7.5, and as the days go by, this value increases until it reaches after 15 days with a value of 8.8.

Keywords: Ethocel, potato starch, urea, zeolite, leachate, insoluble

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
INDICE DE CONTENIDO	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
2. BENEFICIARIOS.....	1
3. PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
4. OBJETIVOS.....	3
4.1 GENERAL.....	3
4.2 ESPECIFICOS.....	3
5. Actividades y sistema de tareas CON RELACIÓN A los objetivos planteados	4
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
6.1 El suelo.....	5
6.2 Propiedades físicas del suelo.....	5
6.3 Textura del suelo	5
6.4 Nitrógeno del suelo	5
6.5 Ciclo del nitrógeno	6

6.6	Pérdidas de nitrógeno por lixiviación	6
6.7	Volatilización del amoniaco.....	6
6.8	Fertilizantes nitrogenados	7
6.9	UREA.....	8
6.10	Comportamiento de la urea en el suelo	9
6.11	Fertilizantes de liberación lenta.....	9
6.12	Fertilizantes recubiertos	9
6.13	Coberturas órgano minerales.....	10
6.14	Estiércol de bovinos	10
6.15	pH.....	10
6.16	Causas de la acidez de los suelos.....	11
	Remoción de nutrientes por los cultivos anteriores	11
	Elevadas precipitaciones.....	11
	Descomposición de la materia orgánica.....	12
	Uso de fertilizantes nitrogenados	12
6.17	Alcalinidad de los suelos	12
7.	Validación de las preguntas científicas o hipótesis.....	12
7.1	HIPÓTESIS NULA / HO:.....	12
7.2	HIPÓTESIS ALTERNATIVA / HA:	13
8.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIEMENTAL.....	13
8.1	Modalidad básica de investigación	13
	De Laboratorio	13
	Bibliográfica Documental.....	13
8.2	Tipo de Investigación	13
	Experimental.....	13
	Cuantitativa.....	13
8.3	Técnicas de Investigación	14

Observación Directa	14
Análisis estadístico	14
9. Ubicación del ensayo.....	14
10. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
11. ESQUEMA ANÁLISIS DE LA VARIANZA.....	15
11.1 Análisis Funcional.....	15
11.2 Factores en estudio	15
11.3 Tratamientos	16
12. Características químicas en estudio.....	16
12.1 Pérdida de nitratos NO ₃ por lixiviación.....	16
12.2 pH.....	17
13. MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO.....	17
14. FASE DE LABORATORIO.....	18
15. Protocolo de recubrimiento de urea.....	18
16. Protocolo para medir nitratos.....	20
17. Protocolo para medir pH del lixiviado	21
18. Análisis y discusión de los resultados	22
18.1 Variable ppm de Nitratos NO ₃ diario	22
18.2 Prueba Tukey al 5% para a variable ppm de Nitratos NO ₃ diario por cada Tratamiento	23
18.3 Prueba Tukey al 5% en la variable ppm de Nitratos NO ₃ obtenidos de lecturas diarias 24	
18.4 Variable ppm de nitratos NO ₃ acumulado	26
18.5 Prueba Tukey al 5% el factor A polímeros.....	27
18.6 Prueba Tukey al 5% para el factor B Recubrimientos.....	27
18.7 Prueba Tukey al 5% para el factor A* B en la variable ppm NO ₃ acumulados 28	
18.8 Variable pH.....	29

19.	PRESUPUESTO.....	31
20.	CONCLUSIONES.....	33
21.	RECOMENDACIONES.....	33
22.	REFERENCIAS.....	35
23.	ANEXOS.....	39
	Anexo 1: Análisis de suelo.....	39
	Anexo 2: Ejecución de la investigación.....	39
	Anexo 3: Aval de traducción.....	49
	Anexo 4: Informe de software anti-plagio.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1.	Cuadro de actividades por objetivo.....	4
Tabla2.	Principales fertilizantes nitrogenados usados mundialmente.....	8
TABLA 3.	Clasificación de los suelos en función de la acidez medida en una relación suelo: agua.....	11
TABLA 4.	Ubicación del ensayo.....	14
TABLA 5.	Esquema del análisis de varianza.....	15
TABLA6.	Tratamientos en estudio.....	16
TABLA 7.	Adeva para la variable ppm de nitratos NO ₃ diario.....	22
TABLA 8.	Prueba tukey al 5% en la variable ppm de nitratos NO ₃ diario por cada tratamiento.....	23
TABLA 9.	Prueba tukey al 5% en la variable ppm de nitratos NO ₃ obtenidos de lecturas diarias.....	24
TABLA 10.	Adeva para la variable ppm de nitratos NO ₃ acumulado.....	26
TABLA 11.	Prueba tukey al 5% para el factor A polímeros.....	27
TABLA 12.	Prueba tukey al 5% para el factor B recubrimientos.....	27
TABLA 13.	Prueba tukey al 5% para el factor A*B.....	28
TABLA 14.	Promedio de pH diario de todos los tratamientos.....	29

TABLA 15. Presupuesto para la elaboración del proyecto : equipos, instrumentos, materiales e insumos	31
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. ppm de Nitratos NO ₃ obtenidos de lecturas diarias.....	25
Figura2. pH DIARIO	30

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Se conoce que los nutrientes aplicados en el suelo para la producción agrícola son a través de fertilizantes nitrogenados, los cuales no son aprovechados en su totalidad, ya que para que sea asimilable para la planta debe pasar por varios procesos y en su transformación se va perdiendo por diferentes modos como son: lixiviación, desnitrificación y volatilización, disminuyendo así la eficacia de dichos fertilizantes.

Por lo tanto, la presente investigación promueve una tecnología que permite que los fertilizantes nitrogenados mediante el recubrimiento órgano – mineral, duren más tiempo en el suelo logrando así que la planta disponga de nutrientes durante un periodo de tiempo más largo, además de evitar pérdidas por lixiviación y volatilización, ayudara a minimizar el impacto ambiental que ha causado el uso de fertilizantes nitrogenados aplicados directamente al suelo.

2. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos serán los agricultores, gobiernos autónomos, los estudiantes y Docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la UTC, quienes podrán disponer de la metodología del proyecto de investigación para futuras investigaciones referentes al tema.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACION

En la producción agrícola, es necesaria la aplicación de fertilizantes nitrogenados; sin embargo, la eficiencia del uso del nitrógeno es menor al 50 %, debido a las grandes pérdidas por lixiviación, desnitrificación y volatilización de los compuestos nitrogenados. La lixiviación de Nitrógeno está directamente relacionada con el incorrecto manejo del riego, características y uso del suelo y las condiciones climáticas, entre otros factores. (Torres , Tabarquino 2018).

Por otra parte, el uso inadecuado de fertilizantes nitrogenados es la causa de la contaminación de aguas subterráneas por efecto de lixiviación de nitratos NO₃, como es el caso de la urea. (PAREDES D. 2014)

La urea es el principal fertilizante nitrogenado más utilizado por los agricultores ya que contiene un alto contenido de nitrógeno (N: 46%). Este elemento suma importancia en el crecimiento, desarrollo de las plantas y necesario para obtener altos rendimientos. Sin embargo, el nitrógeno (N) es un elemento inestable; que se puede perder fácilmente por lixiviación y volatilización antes que la planta lo absorba, lo que reduce el potencial de rendimiento y calidad de los cultivos. Asimismo, tiene un efecto contaminante, que se produce por la emisión de gases de efecto invernadero con la liberación del NO₂ (dióxido de nitrógeno), principal contaminante antropogénico de la fertilización nitrogenada (Echevarría-Hernández et al. 2020).

Algunos estudios datan que los fertilizantes nitrogenados provocan contaminación con nitratos en aguas subterráneas; el nivel de contaminación va a depender de las características edafo-climáticas y del sistema de cultivo implementado (PAREDES D. 2014).

(Arévalo 2007), afirma que la lixiviación de urea consiste en el movimiento del nitrato de amonio que es transportado por el agua, por lo que el exceso de láminas de agua o por lluvias abundantes, favorecen el lavado del anión hacia los estratos inferiores del suelo, siendo un proceso irreversible implicando la pérdida de nitrógeno en el suelo.

Debido a los antecedentes, la investigación está dirigida a la preservación del medio ambiente ya que el recubrimiento que se va a utilizar es órgano mineral lo cual nos permite aprovechar los residuos orgánicos de la crianza de animales de pequeños agricultores y campesinos. A diferencia de los fertilizantes químicos que existen en el mercado los cuales no solo afectan la economía, sino que también pueden provocar desequilibrios en el suelo perjudicando su fertilidad además de provocar contaminación al medio ambiente.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el comportamiento de dos polímeros adherentes en las características químicas de los recubrimientos órgano-minerales en urea

4.2 ESPECIFICOS

- Determinar que tratamiento posee las mejores características químicas en cuanto a la pérdida de nitratos (NO_3)
- Identificar el polímero adherente más eficiente para el recubrimiento de urea.
- Analizar el comportamiento del pH al incrementar fertilizantes nitrogenados

5. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

TABLA1. Cuadro de actividades por objetivo

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Técnica e instrumentación
Determinar que tratamiento posee las mejores características químicas en cuanto a la pérdida de nitratos (NO ₃)	Realizar el recubrimiento de cada uno de los tratamientos y evaluar las características químicas de los mismos.	Registros de las características químicas: Medición de lixiviación del nitrógeno	Tabla de datos Electrodo selectivo de iones de nitrato plano (LAQUAtwin-NO ₃ -11).
Identificar el polímero adherente más eficiente para el recubrimiento de urea.	Identificación del polímero adherente más eficiente.	Registros de los datos de las características químicas en cada tratamiento, para su posterior tabulación.	Registro de datos Análisis estadístico de datos Resultados de la investigación
Analizar el comportamiento del pH al incrementar fertilizantes nitrogenados	Evaluación el comportamiento del pH al incrementar fertilizantes nitrogenados	Medición del Ph Redacción de los resultados obtenidos del comportamiento del pH de cada tratamiento, para la redacción de resultados.	Registro de datos Análisis estadístico de datos Resultados de la investigación

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1 El suelo

El suelo es un recurso de gran importancia para la vida en el planeta, ya que es la base fundamental para la explotación agropecuaria y forestal. Está formado por materia orgánica, aire, agua, partículas minerales y organismos vivos (Vásquez 2017).

6.2 Propiedades físicas del suelo

Las condiciones físicas del suelo, determinan la rigidez, fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, aireación, capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, así como la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario que las personas dedicadas a la producción de alimentos conozcan estas propiedades para que puedan comprender de qué manera influye en el desarrollo de las plantas y como la actividad humana puede llegar a modificarlos (García, Ramírez, and Sánchez 2012).

6.3 Textura del suelo

La textura del suelo nos indica la proporción de las partículas principales del suelo que son: arena, limo y arcilla, que se pueden agrupar en fina, media y gruesa. El diámetro de estas partículas es: la arcilla es menor de 0.002 mm, el limo está entre 0.002 - 0.05 mm y la de arena está entre 0.05 - 2.0 mm. La textura, además influye en la cantidad y disponibilidad de agua y nutrientes, así como en la aireación, drenaje y facilidad en el uso de implementos agrícolas (INTAGRI 2017b)

6.4 Nitrógeno del suelo

El Nitrógeno (N) es un elemento dinámico en la naturaleza, además es uno de los más utilizados dentro de los programas de fertilización ya que las plantas necesitan de este para un buen desarrollo, junto al fósforo (P) y al potasio (K), está considerado como un macronutriente (Benimeli et al. 2019). Además este nutriente es el que más influye en el rendimiento y calidad de los productos que se obtienen de una actividad agrícola. A su vez, es una fuente de sustancias proteicas que certifica la nutrición de las personas y animales. Tanto su deficiencia como su exceso en el suelo, tienen gran impacto en la salud y en la producción de alimentos (Vásquez 2017).

6.5 Ciclo del nitrógeno

El ciclo del nitrógeno está compuesto por las interacciones de las distintas formas de N con el suelo, los organismos y la atmósfera. En esta transformación se encuentran involucradas las formas orgánicas e inorgánicas que resultan de forma simultánea. La conversión de N₂ (gas) a formas utilizables por las plantas se produce a través del proceso de fijación biológica. Las formas orgánicas son convertidas a formas inorgánicas NH₄⁺ (amonio) o NO₃⁻ (nitrato) por mineralización. El nitrato (NO₃⁻) puede volver a la atmósfera por desnitrificación en forma de N₂ o puede perderse por lixiviación (Benimeli et al. 2019). Esto lleva a la disminución de la fertilidad del suelo y a un aumento de nitratos en las aguas corrientes de la superficie y del subsuelo. Una vez transformado el nitrógeno en NH₄⁺ (amonio) este se encuentra disponible para ser absorbido por las plantas o para transformaciones posteriores a NO₃⁻ (nitrato), a través del proceso de nitrificación (García L. 2017).

6.6 Pérdidas de nitrógeno por lixiviación

La lixiviación es el desplazamiento de sustancias esparcibles como arcillas, sales, hierro y humus, causado por el movimiento del agua al momento de tener contacto con el suelo. El agua es arrastrada y consigo lleva gran cantidad de nutrientes, fertilizantes, cationes básicos y en ocasiones pesticidas químicos empleados para controlar enfermedades o plagas (Tapia Vargas et al. 2012).

Las grandes pérdidas de nitratos, empiezan cuando existe una alta concentración de nitratos en el suelo y un elevado movimiento descendente de agua en el perfil del suelo, este desplazamiento está condicionado por factores como las precipitaciones, el riego, la capacidad de retención de humedad en el suelo, el estado vegetativo del cultivo y de las características del sistema radicular de la planta, estos a su vez determinan el volumen del drenaje. El movimiento del soluto hacia abajo no se produce de forma homogénea, sino que siempre existe cierta dispersión de nitratos en el agua del suelo (INTAGRI 2010).

6.7 Volatilización del amoníaco

La volatilización del Nitrógeno procedente de la urea se origina cuando esta fuente, al entrar en contacto con el suelo, se hidroliza para formar amonio (NH₄⁺), por acción de

la ureasa, una enzima producida por microorganismos presentes en el suelo (Varón, Jiménez, khalajabadi 2007).

Las pérdidas de Nitrógeno por volatilización del gas amoníaco (NH_3) puede ser una de las principales causas de la baja eficiencia de algunos fertilizantes amoniacales. Estas pérdidas son el resultado de numerosos procesos físicos, químicos y biológicos. La magnitud de las pérdidas está determinada por factores ambientales, de suelo y manejo de fertilizantes los cuales son: la temperatura, lluvia, viento, pH, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, forma de aplicación, dosis y fuente. (Gh et al. 2009).

6.8 Fertilizantes nitrogenados

El desarrollo de las plantas y el nivel de producción están regulados por las condiciones ambientales, la disponibilidad de agua y nutrientes, ya que son fundamentales para tener éxito en una producción agrícola. Después del agua y la temperatura los fertilizantes nitrogenados son considerados como el tercer factor de importancia en la producción de alimentos. La urea es uno de los fertilizante, que proporcionar un alto contenido de nitrógeno (46%) el cual, es fundamental en el metabolismo de la planta (Morales et al. 2019).

Los fertilizantes nitrogenados son sustancias nutritivas que en su composición química tienen nitrógeno en forma asimilable para la planta, es decir que, cuando son aplicados en las hojas o en el suelo, pueden ser absorbidos por los diferentes órganos de la planta , favoreciendo así el crecimiento, desarrollo y producción (Hernandez 2012).

Según (INTAGRI 2017a), reporta que los fertilizantes nitrogenados son los más utilizados a nivel mundial, ya que existe una deficiencia generalizada de nitrógeno que aproximadamente representan el 59% del total de fertilizantes minerales usados en el mundo. Sin embargo, solamente el 40% de nitrógeno aplicado es consumido por las plantas, mientras que el restante es lixiviado a aguas subterráneas o se pierde en la atmósfera por emisiones gaseosas (volatilización).

En el siguiente cuadro se puede observar los fertilizantes nitrogenados más usados, cada uno de ellos varia en su composición porcentual, así como en sus características físico – químicas, por lo tanto, para realizar una correcta elección, se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros : características del suelo, disponibilidad de las fuentes

nutrimentales, tipo de cultivo y costos de producción, por ello es necesario que los productores conozcan las características de cada uno de los fertilizantes nitrogenados para su mejor eficiencia en el uso del nitrógeno (Andreu J., Betrán J. 2006)

TABLA2. Principales fertilizantes nitrogenados usados mundialmente

Fertilizante	Fórmula química	Contenido %
Amoníaco anhidro	NH_3	82 – 0 – 0
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46 – 0 – 0
Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20,5 – 0 – 0 – 24
Nitrato de amonio	NH_4NO_3	35 – 0 – 0
Fosfonitrato de amonio	NH_4NO	31 – 3 – 0
Fosfato monoamónico (MAP)	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	12 – 6 1 – 0
Fosfato diamónico (DAP)	$(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$	18 – 46 – 0
Nitrato de potasio	KNO_3	13 – 14 – 0
Nitrato de sodio	NaNO_3	16 – 0 – 0
Ácido nítrico	HNO_3	
Urea – Nitrato de Amonio (UAN – 32)	$\text{NH}_4\text{NO}_3 * \text{CO}(\text{NH}_2)_2$	32 – 0 – 0

Fuente : (INTAGRI 2017a)

6.9 UREA

La urea es uno de los fertilizantes con un alto contenido de nitrógeno su fórmula es $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ y contiene el 46 % de nitrógeno, es altamente soluble y seco, al ser incorporada al suelo sufre un proceso de hidrolisis, formando carbonato de amonio ($\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$) (Perdomo and Barbazán 2007). Además es una fuente cuyo nitrógeno se vuelve disponible para la planta cuando se convierte en amonio (NH_4^+) y luego en nitrato (NO_3^-). La urea se puede aplicar sola o mezclada con otros fertilizantes. La principal desventaja de su uso es la pérdida que se tiene antes de que las plantas tengan la oportunidad de absorber el nitrógeno ya que se puede perder fácilmente por vías como: volatilización, desnitrificación y lixiviación (Alcantar 2007).

Según (Furfural 2016), la urea es uno de los fertilizantes nitrogenados más utilizados en la agricultura, a pesar de tener dos grandes inconvenientes los cuales son: su gran solubilidad en agua y su gran posibilidad de sublimar, los cuales provocan grandes pérdidas de este fertilizante. Una de las alternativas para evitar estas pérdidas es combinar la urea con diversos aldehídos, para obtener productos que posean una amplia aplicación en la agricultura como fertilizantes de liberación lenta.

6.10 Comportamiento de la urea en el suelo

La Urea al tener contacto con el suelo se hidroliza con gran rapidez por efecto de la enzima llamada “ureasa” produciéndose así iones de Amonio y Amoniacó. Al hacer aplicaciones superficiales en el suelo, la Urea se pierde en forma de Amoniacó (NH_3) por medio de la volatilización y el Amonio (NH_4^+) es absorbido por las arcillas y la materia orgánica del suelo y es eventualmente nitrificado o absorbido directamente por la planta (Pacifex 2000).

6.11 Fertilizantes de liberación lenta

Los fertilizantes de liberación lenta suministran nutrientes a la planta de forma eficaz y prolongada en el tiempo. Las principales ventajas que nos brindan este tipo de fertilizantes son: liberación de nitrógeno entre varias semanas y varios meses después de su aplicación, bajas pérdidas de nutrientes por lavados ya que va liberándose poco a poco, permite aplicar dosis precisas evitando así la acumulación de sales y la contaminación de aguas subterráneas, pierden menos nitrógeno por volatilización y desnitrificación (Blanco, Serrada, and Artero 2000)

6.12 Fertilizantes recubiertos

Los fertilizantes convencionales granulados se encuentran envueltos en una membrana semipermeable la cual está compuesta por una sustancia de baja solubilidad en agua. La disolución de estos fertilizantes se va perdiendo lentamente conforme el agua va traspasando el recubrimiento. La membrana se va rompiendo lentamente, debido al gradiente de presión osmótica (mayor en el interior del gránulo), liberando así de forma progresiva los nutrientes (Ballester Olmos and Anguís 2000). Los materiales más utilizados como recubrimiento son: el azufre, las resinas, el caucho, parafina, plástico perforado, etc.

6.13 Coberturas órgano minerales

Los productos órgano - minerales son fertilizantes procedentes de la combinación de abonos orgánicos con abonos inorgánicos minerales o turba. Su principal función es aportar nutrientes a las plantas, tienen altos porcentajes de material orgánico el cual ayuda a mejorar las características de los suelos (Brizantha et al. 2014)

6.14 Estiércol de bovinos

Este fertilizante orgánico ha sido utilizado desde la antigüedad ya que contiene nutrientes como el Nitrógeno, fósforo y potasio que son esenciales para el desarrollo de las plantas. El Fósforo y potasio están presentes en el estiércol en una forma fácil de asimilar, pero el nitrógeno se presenta en dos formas principales que son: nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal. El nitrógeno orgánico presente en el estiércol tiene que cumplir con un proceso de descomposición y luego de un tiempo se encuentra disponible para las plantas, siempre y cuando el estiércol este en contacto con el suelo, en cambio el Nitrógeno amoniacal es la principal forma de nitrógeno que está disponible para las plantas. Las altas temperaturas durante el procesamiento del deshidratado del estiércol de vaca hace que su nitrógeno amoniacal se disperse en el aire (Beltrán-morales et al. 2019).

6.15 pH

El pH es una propiedad química que nos permite medir el grado de acidez o alcalinidad del suelo. La escala de medición de pH se encuentra entre los valores de 0.0 a 14.0. Además es un indicador de varias propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo los cuales influyen en la disponibilidad de los nutrientes esenciales para las plantas (Sierra 2017). Existen 4 intervalos de pH que nos ayudan a tener una idea clara sobre lo que ocurre en el suelo:

- El pH menor de 4.0 nos muestra que existe presencia de ácidos libres como producto de la oxidación de sulfuros
- Los valores por debajo de 5.5 nos indican la presencia de aluminio intercambiable y / o exceso de manganeso
- El pH que se encuentra entre 7.3 a 8.4 nos indica la posibilidad de contar con la presencia de carbonato de calcio (CaCO_3)
- Valores mayores a 8.2 nos señalan la posible presencia de concentraciones elevadas de sodio intercambiable.

El rango de pH del suelo que se considera más adecuado por su moderada disponibilidad de nutrientes esenciales para la planta es aquel que se encuentra en un rango de 6.0 a 6.5 (Ibarra Castillo et al. 2009)

TABLA 3. Clasificación de los suelos en función de la acidez medida en una relación suelo: agua

Grado de acidez o alcalinidad	pH
Extremadamente ácido	<4.6
Ácido	4.6 - 5.4
Moderadamente ácido	5.5 - 6.4
Neutro	6.5 - 7.3
Moderadamente alcalino	7.4 - 8.1
Alcalino	8.2 - 8.8
Extremadamente alcalino	> 8.9

Fuente : (Intagri 2018)

6.16 Causas de la acidez de los suelos

Remoción de nutrientes por los cultivos anteriores

Los cultivos, sobre todo los de alto rendimiento como por ejemplo el cultivo de maíz, pueden ocasionar acidez al suelo mediante la absorción de cationes básicos como Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Potasio (K). La planta, al absorber estos cationes libera hidrógeno para mantener un equilibrio en su interior, el cual genera acidez (DICTA 2016).

Elevadas precipitaciones

El exceso de lluvias provocan que se lixivien o laven los cationes intercambiables como son: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Sodio (Na). El potasio y sodio son los dos cationes que se lixivian con facilidad y dan lugar a ser sustituidos por el hidrógeno y el aluminio (Castellanos 2014).

Descomposición de la materia orgánica

Al momento en que la materia orgánica empieza a descomponerse por la acción de los microorganismos del suelo, se libera dióxido de carbono el cual se transforma fácilmente en bicarbonato, esta reacción libera hidrógeno el cual acidifica el suelo (DICTA 2016).

Uso de fertilizantes nitrogenados

Los fertilizantes nitrogenados que contienen amonio (NH_4^+) incrementan la acidez del suelo. Entre ellos los más usados son: el sulfato de amonio, nitrato de amonio y la urea son los fertilizantes más usados además son los que generan esta reacción. Al usar estos fertilizantes en el suelo, el amonio (NH_4^+) se transforma en nitrato (NO_3^-) gracias a la acción biológica y libera hidrógeno que acidifica el suelo. Esta reacción es necesaria y se da de manera natural, ya que la mayor parte del nitrógeno que absorbe la planta es encuentra en forma de nitrato. Por cada molécula de amonio NH_4 que se transforma a nitrato NO_3 , son liberadas dos moléculas de H^+ + Aluminio intercambiable. La presencia de aluminio (Al^{3+}) en la solución del suelo induce el desarrollo de la acidez del suelo. El aluminio que se desplaza de las arcillas por otros cationes reacciona con el agua y liberan hidrógenos (Castellanos 2014).

6.17 Alcalinidad de los suelos

Un suelo es alcalino o también conocido como básico es cuando su pH es mayor a 8,0 y se reduce a la disponibilidad de Hierro, Zinc, Manganeso, y en algunos casos Nitrógeno, Fosforo y Potasio, de esta manera aumenta la disponibilidad de Molibdeno y de otros iones que pueden afectar indirectamente el crecimiento y desarrollo de las plantas como los carbonatos y bicarbonatos (Juca 2017).

7. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

7.1 HIPÓTESIS NULA / H_0 :

La técnica del recubrimiento órgano-mineral que contiene polímeros adhesivos y coberturas distintas, no permite mantener las características químicas del recubrimiento.

7.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA / HA:

La técnica del recubrimiento órgano-mineral que contiene polímeros adhesivos y coberturas distintas, permite mantener las características químicas del recubrimiento.

8. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIEMETAL

8.1 Modalidad básica de investigación

De Laboratorio

La investigación se realizó en la Provincia de Pichincha, en donde una vez elaborado cada tratamiento se recolecto datos de cada uno de ellos, para su posterior tabulación.

Bibliográfica Documental

La investigación se respaldó con revisión bibliográfica, artículos científicos referidos al tema de investigación, documentos de investigaciones realizadas con la misma temática. Información que sirvió como respaldo para la elaboración del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos.

8.2 Tipo de Investigación

Experimental

La investigación es de tipo experimental ya que se basa en los principios del método científico, en donde se trabaja con una o más variables en estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. (Serrano 2012). Al aplicar este tipo de investigación nos permitió recolectar datos para analizarlos estadísticamente y cumplir con los objetivos planteados.

Cuantitativa

La investigación cuantitativa adopta una estrategia sistemática, objetiva y rigurosa para generar y refinar el conocimiento, frecuentemente cuantifica relaciones entre variables - la variable independiente o predictiva y la variable dependiente o resultado.(Sousa, Driessnack, and Costa 2007). Por lo tanto, la investigación propuesta recae en el contraste de los datos tomados durante el proceso del recubrimiento del fertilizante con los revestimientos órgano – minerales para determinar varias características químicas que nos permitan diferenciar cual tratamiento presenta los mejores resultados.

8.3 Técnicas de Investigación

Observación Directa

Según (Bracho 2007), la observación directa son aquellas en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. Durante el ensayo se utilizó esta técnica para evaluar cada uno de los tratamientos.

Análisis estadístico

El análisis estadístico nos ayuda a interpretar datos, ya sea para la toma de decisiones o para explicar los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno (Roberto and Sampieri 2000) . Para la tabulación de datos se empleó el software estadístico Infostat v 17.0.

9. UBICACIÓN DEL ENSAYO

En la presente investigación se evaluarán dos polímeros adherentes y dos recubrimientos órgano - minerales en urea para medir lixiviación de nitratos y pH.

TABLA 4. Ubicación del ensayo

Provincia	Pichincha
Cantón	Rumiñahui
Parroquia	Sangolqui
Latitud	00° 20' 13'' S
Longitud	78° 27' 04'' W
Altitud	2515 msnm

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

10. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para esta investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, para los tratamientos en estudio, su arreglo factorial es $(2*4) +2$.

11. ESQUEMA ANÁLISIS DE LA VARIANZA

TABLA 5. Esquema del análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Total	(t. r)-1	29
Repeticiones	(r -1)	2
Tratamientos	(t -1)	9
Factor a	(a -1)	1
Factor b	(b -1)	3
Factor a x b	(a -1) * (b-1)	4
Error	t- r- t	18

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

11.1 Análisis Funcional

Se aplicó la Prueba de Tukey para valor de $p < 0,05$ para las fuentes de variación que presenten significancia estadística.

11.2 Factores en estudio

Factor A: Polímeros

A1: Almidón de papa

A2: Ethocel

Factor B: Recubrimiento órgano mineral

B1: humus + zeolita + urea

B2: humus + roca fosfórica + urea

B3: estiércol de vaca + roca fosfórica + urea

B4: estiércol de vaca + zeolita + urea

Testigo absoluto

Urea desnuda

Suelo

11.3 Tratamientos

Se evaluara un total de 8 tratamientos por la interacción de cada uno de los factores en estudio y dos testigos.

TABLA6. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1	A1B1	Almidón de papa + humus + zeolita + urea
T2	A1B2	Almidón de papa + humus + roca fosfórica + urea
T3	A1B3	Almidón de papa + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea
T4	A1B4	Almidón de papa + estiércol de vaca + zeolita + urea
T5	A2B1	Ethocel + humus + zeolita + urea
T6	A2B2	Ethocel + humus + roca fosfórica + urea
T7	A2B3	Ethocel + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea
T8	A2B4	Ethocel + estiércol de vaca + zeolita + urea
T9	T01	Urea desnuda
T10	T02	Suelo

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

12. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS EN ESTUDIO

12.1 Pérdida de nitratos NO₃ por lixiviación

La lixiviación se define como el desplazamiento de sustancias causado por el movimiento de agua en el suelo, este parámetro se midió con un electrodo selectivo de iones de nitrato plano (LAQUAtwin-NO₃-11), para realizar la toma de datos de todo el ensayo cuyos valores están expresados en ppm.

12.2 pH

El pH es una medida que nos indica el porcentaje de acides o alcalinidad que tiene el agua. Diariamente se fue tomando datos de pH en cada uno de los tratamientos, los datos fueron tomados con un peachimetro.

13. MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO

(Borie 2000) Determino que para realizar este protocolo debemos realizar el siguiente procedimiento, el cual fue adaptado por el Ingeniero Klever Quimbiulco.

Materiales

- 3 tablas triplex de : 59 cm de ancho por 87 cm de largo
- 2 estructuras de mesa
- 90 botellas plásticas de 1lt
- Balanza gramera
- Tijera
- Gazas
- Ligas

METODOLOGÍA

- Se construyó una estructura de soporte para colocar las columnas de lixiviación
- Se cortaron las botellas de plastico de 1lt en la mitad en las cuales se coloco una gasa en el pico de la botella y se aseguro con ligas .
- En cada una de las botellas se colocó 500 gr de tierra, y la otra mitad de la botella se utilizó para recoger el líquido lixiviado.
- En una balanza gramera se peso 2,2 gramos de urea recubierta de cada uno de los tratamientos
- En cada una de las botellas se colocó 2,2 gramos de urea con diferente recubrimiento órgano mineral para cada tratamiento.
- Diariamente se fue añadiendo 100ml de agua en cada botella y se fue midiendo pH, ml y ppm de NO₃.

14. FASE DE LABORATORIO

Materiales:

Recubrimientos órgano-minerales:

- Estiércol vacuno deshidratado
- Humus
- Zeolita
- Roca fosfórica

Polímeros orgánicos

- Ethocel
- Almidón (papa)

Metodología

- Se molió el estiércol vacuno, la zeolita y roca fosfórica hasta obtener harinas para la base orgánica. Este proceso se realizó por medio de un molino manual añadiendo poco a poco la materia prima hasta obtener harinas muy finas.
- Se realizó pruebas de dosis de los polímeros para determinar las concentraciones ideales para poder recubrir la urea.
- También, se realizó las primeras pruebas de recubrimiento, pesando la urea para relacionar la cantidad de harina adecuada para realizar el recubrimiento en 40g de la urea y de esta manera no influir en el peso.
- Se tomó datos de las características físicas del recubrimiento como: dureza, flotabilidad, volumen, cantidad de absorción de agua de la urea recubierta, capacidad de absorción de materiales inertes.
- Todo este proceso se realizó mediante protocolos que se establecieron durante el proceso de elaboración de cada uno de los tratamientos.

15. PROTOCOLO DE RECUBRIMIENTO DE UREA

(Flores et al. 2004) Determino que para realizar este protocolo debemos realizar el siguiente procedimiento, adaptado por el Ingeniero Klever Quimbiulco.

Equipos

- Balanza gramera

Materiales

- Urea
- Harina de estiércol de vaca
- Zeolita
- Humus
- Roca fosfórica
- Polímero Ethocel
- Polímero Almidón (papa)

Procedimiento

- Pesar 50 g de urea.
- Pesar 50 g de harina de estiércol de vaca deshidratada
- Pesar 50 g de harina de zeolita.
- Pesar 50 g de roca fosfórica.
- Pesar 50 g de humus.
- Medir 60 cc de Ethocel.
- Pesar 8 g de almidón.
- Colocar 50 g de urea en una bandeja de aluminio o en un balde
- En un vaso de precipitación añadir 8 g de almidón, 5,4 cc de glicerina, 5,4 cc de ácido acético en 50 ml de agua destilada.
- Con la ayuda de la parrilla calentar a 150 ° C durante 8 minutos.
- Enfriar la mezcla y luego depositar en un rociador previamente rotulado.
- Mezclar la harina de Estiércol de vaca + zeolita+ urea para los tratamientos que contienen estas coberturas.
- Mezclar la harina de Humus + Roca fosfórica + urea para los tratamientos que contienen estas coberturas.
- En un recipiente colocar la urea antes preparada para girar con constancia de forma manual después será rociada con los polímeros dependiendo los tratamientos, seguidamente le añadimos la base orgánica depende los tratamientos (mezcla anterior) de forma espolvoreada, este proceso lo realizamos dos veces hasta observar que la urea ya se hayan recubierto en su totalidad.

- Para darle un acabado se le dará una capa de zeolita quedando la urea totalmente recubierta
- Este proceso se debe repetir para recubrir la urea con los diferentes tratamientos.

16. PROTOCOLO PARA MEDIR NITRATOS

Equipos

- Electrodo selectivo de iones de nitrato plano (LAQUAtwin-NO3-11).

Materiales

- Agua destilada
- Toallitas absorbentes
- Lixiviados de cada tratamiento

Procedimiento

- Calibración del medidor de nitratos
- Colocar el líquido de calibración de 150 ppm con el equipo prendido esperamos a que nos aparezca la palabra MEAS + UNA CARITA FELIZ y aplastamos el botón de calibrar una vez que aparezca 150 volvemos aplastar el botón de calibrar y esperamos que nos aparezca MEAS + UNA CARITA FELIZ eso nos indica que esta calibrado con el punto bajo.
- Botar el líquido de 150 ppm y Colocar el líquido de calibración de 2000 ppm esperamos a que nos aparezca la palabra MEAS + UNA CARITA FELIZ y aplastamos el botón de calibrar una vez que aparezca 2000 volvemos aplastar el botón de calibrar y esperamos que nos aparezca MEAS + UNA CARITA FELIZ eso nos indica que esta calibrado con el punto alto.
- Una vez calibrado el equipo, con la ayuda de un rociador lavamos la membrana y secamos con una toallita absorbente
- Colocamos el líquido que se desee medir y esperamos a que nos dé un resultado
- Luego lavamos con agua destilada y secamos con una tallita absorbente y procedemos a realizar las siguientes medidas, este procedimiento se realiza luego de medir cada muestra

- Si se va a utilizar el equipo al día siguiente, en la noche colocamos la solución de 2000 ppm en la membrana y al momento que se vaya a utilizar se realiza la calibración como se menciona anteriormente.

17. PROTOCOLO PARA medir pH del lixiviado

Equipos

- pH metro

Materiales

- Agua destilada
- Papel absorbente

Procedimiento

- Para medir el pH se recogió el líquido lixiviado de cada uno de los tratamientos, se introdujo el pH metro, esperamos a que se estabilice y anotamos el dato que nos dé.
- Después de medir cada una de las muestras introducimos el pH metro en el agua destilada, repetimos este procedimiento después de medir cada muestra
- Luego de terminar secamos el equipo con el papel absorbente

18. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

18.1 Variable ppm de Nitratos NO3 diario

TABLA 7. Adeva para la variable ppm de nitratos NO3 diario

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Total	449	415157598			
TRATAMIENTOS	9	14000959,6	1555662,17	2,2	0,021
LECTURAS					
DIARIAS	14	85453991,8	6103856,56	8,65	<0,0001
REPETICIÓN	2	16382844,6	8191422,31	11,6	<0,0001
Error	424	299319802	705942,93		
CV	20,58				

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la tabla 7 se puede observar que existe alta significación para los factores de variación tratamientos, lecturas diarias y repeticiones. El coeficiente de variación fue de 20,58.

18.2 Prueba Tukey al 5% para a variable ppm de Nitratos NO₃ diario por cada Tratamiento

TABLA 8. Prueba tukey al 5% en la variable ppm de nitratos NO₃ diario por cada tratamiento

TRATAMIENTOS	Medias ppm NO ₃	RANGOS	
A+H+Z	4464,26	A	
A+H+R	4180,32	A	B
TESTIGO 1U	4167,44	A	B
A+E+R	4147,56	A	B
A+E+Z	4139,52	A	B
E+E+Z	4063,51	A	B
E+H+R	4034,41	A	B
TESTIGO 2 S	3963,21	A	B
E+H+Z	3859,76		B
E+E+R	3809,35		B

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la Tabla 8 se puede observar que al aplicar la urea en el suelo con sus diferentes recubrimientos la concentración máxima de nitratos lixiviados se presentó en el T5 (Almidón + humus + zeolita + urea) con un valor de pérdida de nitratos diarios de 4464,26 ppm Mientras que para el T3 (Ethocel + estiércol + roca fosfórica + urea) presento una baja presencia de NO₃ mostrando así un total de 3809,35 ppm. Lo que nos indica que los fertilizantes nitrogenados recubiertos al ser aplicados al suelo permiten mejorar la eficiencia y el aprovechamiento de los nutrientes ya que se encuentran disponibles durante un periodo de tiempo más largo en el suelo lo que permite que las plantas aprovechen los nutrientes, al máximo así mismo provoca una asimilación más lenta evitando así las posibles pérdidas de los mismos (García and María 2005).

18.3 Prueba Tukey al 5% en la variable ppm de Nitratos NO₃ obtenidos de lecturas diarias

TABLA 9. Prueba tukey al 5% en la variable ppm de nitratos NO₃ obtenidos de lecturas diarias

Lecturas diarias	Medias ppm NO ₃	Rangos				
6	4801,33	A				
9	4666,01	A				
10	4578,51	A				
2	4439,37	A	B			
11	4382,52	A	B			
7	4256,38	A	B	C		
8	4217,11	A	B	C	D	
13	4154,08	A	B	C	D	E
12	4129,78	A	B	C	D	E
1	3812,56		B	C	D	E
3	3702,22		B	C	D	E
4	3584,71			C	D	E
14	3576,31			C	D	E
15	3517,24				D	E
5	3425,88					E

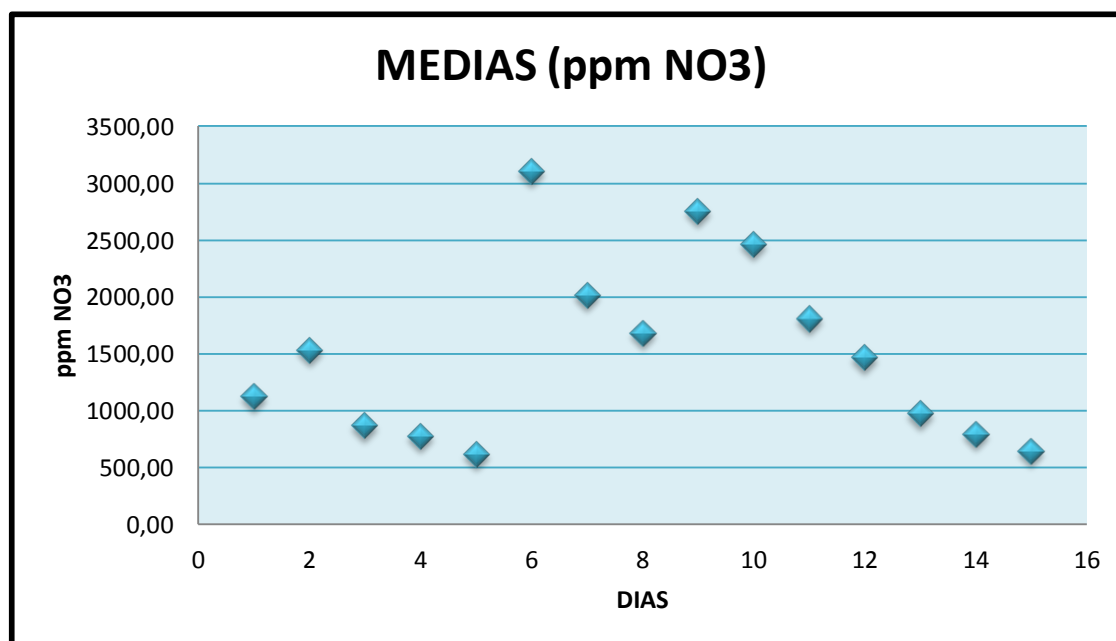
Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la Tabla 9 se puede observar que para el día 6 existió mayor contenido de nitratos NO₃ en el líquido lixiviado con un valor de 4801,33 ppm siendo el día con mayores pérdidas de NO₃, en cambio para el día 9, 10 y 2 el contenido de nitratos en el lixiviado

va bajando de poco a poco mostrando valores de 4666,01 ppm, 4578,51 ppm y 4439,37 ppm respectivamente. Los valores de los nitratos en el lixiviado van bajando mostrando así que para el día 11 el contenido de nitratos es de 4382,52 ppm, para el día 7 muestra un valor de 4256,38 ppm, en el día 8 hay un contenido de 4154,08 ppm y el día 13 nos indica un valor de 4129,78 ppm. Para el día 12, 1, 3, 4, 14, 15 el contenido de nitrato continua bajando paulatinamente, en el día 5 se obtiene un valor relativamente bajo de 3425,88 ppm. Lo cual nos indica que el contenido de nitratos NO_3 existentes en una solución no siempre es el mismo, va cambiando conforme pasan los días.

Según (INTAGRI 2010) el movimiento hacia abajo del soluto no siempre se mueve en forma homogénea si no que existe cierta dispersión de nitratos en el agua del suelo. Aunque al inicio todo el NO_3 estuviera concentrado a la misma profundidad, por ejemplo en la superficie del suelo, al ser arrastrado por el agua tiende a dispersarse en la misma. Sería de esperar entonces que cantidades relativamente pequeñas de NO_3 se aprovechan en la zona radical de un cultivo hasta que el pico de concentración se hubiera movido suficientemente dentro de esta zona.

Figura1. ppm de Nitratos NO_3 obtenidos de lecturas diarias



Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la figura 3 se puede observar la cantidad de NO_3 perdidos conforme pasaban los días.

18.4 Variable ppm de nitratos NO₃ acumulado

TABLA 10. Adeva para la variable ppm de nitratos NO₃ acumulado

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	
Total	29	651023667				
Bloques	2	184425836	92212917,9	31,98	0,0001	**
Tratamientos	9	414691154	46076794,8	15,98	0,0001	**
Polímeros	1	258714715	258714715	90,16	0,0001	**
Recubrimientos	3	31615498,6	10538499,5	3,67	0,0385	**
Polímeros*Recubrimientos	3	87279291,2	29093097,1	10,14	0,0008	**
Testigo vs Resto	1	26489534,2	26489534,2	9,19	0,0072	**
Testigo vs Testigo	1	34304442,2	34304442,2	11,9	0,0029	**
Error	18	51906677,2	2883704,29			
CV	7,51					

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la tabla 10 se puede observar que para bloques, existe alta significación, lo que indica que dentro de estas existe alta variabilidad, para tratamientos se puede observar que existe alta significación, entonces al menos uno de sus factores se comporta de manera distinta, para el factor (A) polímeros, se tiene alta significación, lo que quiere decir que al menos uno de sus niveles se comporta o actúa de diferente manera, para el factor (B) recubrimientos existe alta significación, para polímero por recubrimiento existe alta variabilidad, para testigo vs el resto se puede observar que existe alta significación, el testigo vs testigo presenta alta significación. Obteniendo así un CV de 7,51.

18.5 Prueba Tukey al 5% el factor A polímeros

TABLA 11. Prueba tukey al 5% para el factor A polímeros

Polímeros	Medias	Rango
A2	25750	A
A1	19183	B

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la Tabla 11 se puede observar que para el factor A polímeros el polímero ethocel es el más eficiente ya que es un polímero insoluble en agua lo que ayuda a que el fertilizante se libere lentamente.

18.6 Prueba Tukey al 5% para el factor B Recubrimientos

TABLA 12. Prueba tukey al 5% para el factor B recubrimientos

Recubrimientos	Medias	Rango
B3	24327	A
B1	22484	A B
B2	21672	A B
B4	21382	B

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la tabla 12 se puede observar que el mejor recubrimiento (estiércol + roca fosfórica + urea), como segundo lugar tenemos el recubrimiento (humus + zeolita + urea), seguidamente se encuentra el recubrimiento de (humus + roca fosfórica + urea), y por último tenemos el recubrimiento (estiércol + zeolita + urea).

18.7 Prueba Tukey al 5% para el factor A* B en la variable ppm NO3 acumulados

TABLA 13. Prueba tukey al 5% para el factor A*B

Polímeros*Recubrimientos	Medias	Rango
A1B1	28009	A
A1B2	26118	A
A1B3	24819	A
A1B4	24051	A
A2B4	23835	A
A2B2	18713	B
A2B1	17226	B
A2B3	16958	B

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la tabla 13 se puede observar que para la interacción entre el factor A polímeros y factor B recubrimientos, el tratamiento que presenta las mejores características químicas es el T3 (ethocel +estiércol + roca fosfórica + urea), lo que nos indica que la urea recubierta con el polímero Ethocel es más eficiente, ya que libera los nutrientes por difusión mediante la membrana semi permeable del polímero lo que ayuda a que la tasa de liberación de nutrientes sea más lenta (Espinoza-Gonzalez. 2017), mientras que el T5 (almidón + humus + zeolita + urea) no reúne las características químicas por que el almidón se solubiliza más rápido al tener contacto con el agua razón por la cual este pierde nitratos de una manera más rápida (Beig et al. 2020).

18.8 Variable pH

TABLA 14. Promedio de pH diario de todos los tratamientos

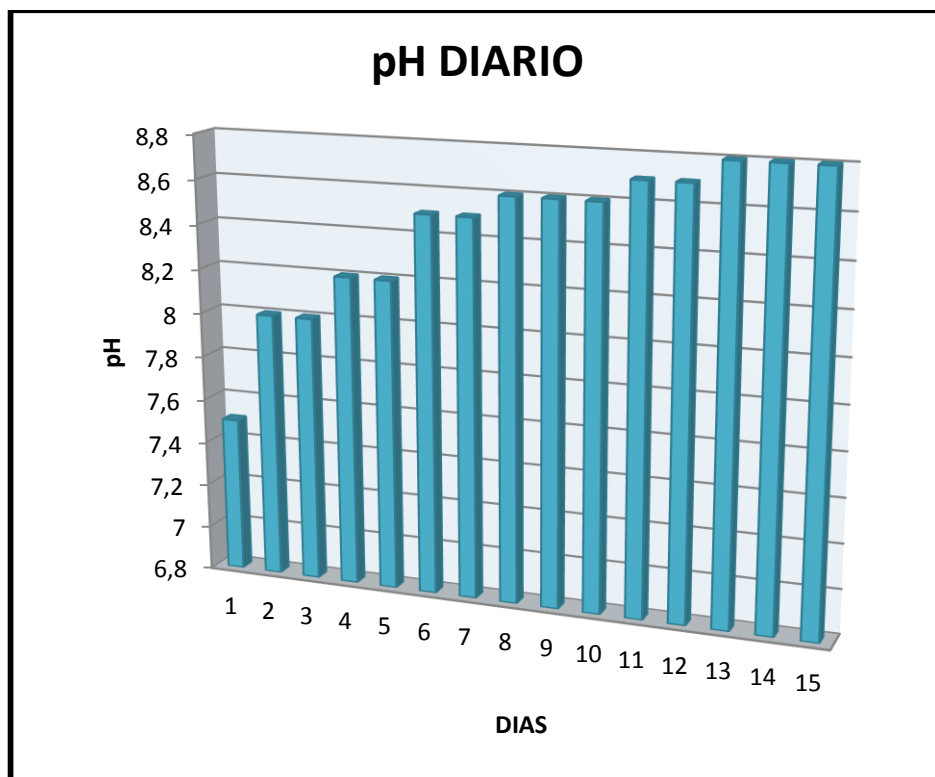
Días	pH
1	7
2	8
3	8
4	8,2
5	8,2
6	8,5
7	8,5
8	8,6
9	8,6
10	8,6
11	8,7
12	8,7
13	8,8
14	8,8
15	8,8

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

En la tabla 14 se puede observar el pH del suelo tomado durante 15 días, el cual fue subiendo. En el primer día inicia con un valor de 7,5 y conforme pasan los días va subiendo hasta llegar al día 15 con un valor de 8,8. La alcalinidad se desarrolla cuando en la solución del suelo existe una concentración elevada de

sales sódicas capaces de sufrir hidrólisis alcalina, de tipo carbonato y bicarbonato de sodio. (Chien, Gearhart, and Collamer 2009).

Figura2. pH DIARIO



Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

19. PRESUPUESTO

TABLA 15. Presupuesto para la elaboración del proyecto : equipos, instrumentos, materiales e insumos

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	V. UNITARIO \$	V. TOTAL \$
Balanza gramera	1	Unidad	\$ 15,00	\$ 15,00
Medidor de nitratos	1	Unidad	\$ 500,00	\$ 500,00
Medidor de humedad	1	Unidad	\$ 11,50	\$ 11,50
Medidor de ph	1	Unidad	\$ 50,00	\$ 50,00
Atomizador	1	Unidad	\$ 1,75	\$ 1,75
Toallas absorbentes	1	Paquete	\$ 1,80	\$ 1,80
Jarra litrera	1	Unidad	\$ 1,00	\$ 1,00
Jeringas	2	Unidad	\$ 0,15	\$ 0,30
Botellas plásticas	90	Unidad	\$ 0,01	\$ 0,90
Triple	3	Unidad	\$ 10,00	\$ 30,00
Estructura	2	Unidad	\$ 40,00	\$ 80,00
Urea	5	kilo	\$ 0,70	\$ 0,70
Harina de estiércol de vaca	1	kilo	\$ 0,50	\$ 0,50
Zeolita	1	kilo	\$ 0,50	\$ 0,50
Humus	1	kilo	\$ 0,90	\$ 0,90

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	V. UNITARIO \$	V. TOTAL \$
Roca fosfórica	1	kilo	\$ 0,35	\$ 0,35
Polímero Ethocel	1	kilo	\$ 60,00	\$ 60,00
Polímero Almidón (papa)	1	kilo	\$ 0,35	\$ 0,35
Agua destilada	8	litros	\$ 1,50	\$ 12,00
TRANSPORTE Y SALIDA DE CAMPO (DETALLAR)				
Pasajes	10	Unidad	\$ 0,35	\$ 3,50
MATERIALES Y SUMINISTROS (DETALLAR)				
Papel bon	10	Unidad	\$ 0,05	\$ 0,50
Cuaderno de campo	1	Unidad	\$ 1,25	\$ 1,25
Laptop	1	Unidad	\$ 400,00	\$ 400,00
SUMA TOTAL				\$ 1.172,80

Elaborado: Cangahuamin, P. (2021)

20. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que el tratamiento con las mejores características químicas fue el T3 (ethocel +estiércol de vaca + roca fosfórica + urea) ya que pierde una menor cantidad de ppm de NO₃ lixiviados diariamente. Lo que nos indica que al combinar el polímero ethocel más el recubrimiento órgano mineral estiércol de vaca y roca fosfórica el NO₃ lixiviado es perdido lentamente ya que estos materiales presenta una lenta solubilidad al tener contacto con el agua.
- Los días en que se pierde mayor cantidad de nitratos NO₃ son los días 6,9,10,2,11 el contenido de nitratos va bajando para el día 7,8,13 .Para el día 12, 1, 3, 4, 14, 15 el contenido de nitrato continua bajando paulatinamente, en el día 5 se obtiene un valor relativamente bajo. Lo cual nos indica que existe cierta dispersión de nitratos en el agua del suelo
- Se puede concluir que el polímero adherente más eficiente es el ethocel al ser insoluble en el agua permite que la urea recubierta tenga una hidratación más lenta impidiendo así que el material se precipite inmediatamente lo que nos indica la eficiencia del polímero.
- En relación al pH del líquido lixiviado al iniciar la investigación se inició con un pH de 7,5 pero al incrementar la urea con los diferentes recubrimientos el pH fue subiendo hasta llegar a un valor de 8,8. La alcalinidad del suelo se da por la acumulación de sales con elevado contenido del ión sodio en la solución y principalmente por las partículas coloidales de arcilla y de materia orgánica del suelo.

21. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el polímero Ethocel más el recubrimiento órgano mineral estiércol más Roca fosfórica, ya que este fertilizante recubierto presenta menor perdida de nitratos lo que nos indica que estará disponible en el suelo durante un periodo de tiempo más largo lo que va a permitir que las plantas aprovechen los nutrientes.

- Se recomienda investigar alternativas para suplir el polímero ethocel, en la elaboración de fertilizantes recubiertos de lenta liberación con el fin de encontrar alternativas que sean rentables.
- Se recomienda aplicar este fertilizante recubierto en algún cultivo y en diferentes texturas de suelo para poder observar el comportamiento del Ph.

22. REFERENCIAS

- Alcantar, Trejo. 2007. "Fertilizantes Nitrogenados y Sus Características." 2–5.
- Andreu J., Betrán J., Delgado I. .. 2006. "Fertilización Nitrogenada. Guía de actualización."
- Arévalo, y otros. 2007. "Aplicación de Fertilizantes Sintéticos o Abonos Verdes y Su Efecto Sobre La Cantidad de Nitrato Residual En El Suelo." 85–90.
- Ballester Olmos, Jose Francisco, and Anguís. 2000. "Fertilizantes de Accion Lenta Encapsulados." *Revista* 11:24.
- Beig, Bilal, Muhammad Bilal Khan Niazi, Zaib Jahan, Arshad Hussain, Munir Hussain Zia, and Muhammad Taqi Mehran. 2020. "Coating Materials for Slow Release of Nitrogen from Urea Fertilizer: A Review." *Journal of Plant Nutrition* 43(10):1510–33. doi: 10.1080/01904167.2020.1744647.
- Beltrán-morales, Félix Alfredo, Alejandra Nieto-garibay, Jesús Salvador Argenis Murillo-chollet, Francisco Higinio Ruiz-espinoza, Enrique Troyo-dieguez, Jorge Alonso, Alcalá-jauregui Bernardo, Universidad Autónoma, De Baja California, and Sur Carretera. 2019. "Contenido Inorgánico de Nitrógeno , Fósforo y Potasio de Abonos de Origen Natural Para Su Uso En Agricultura Orgánica Inorganic Nitrogen , Phosphorus and Potassium Content of Natural Fertilizers for Use in Organic Agriculture." *Articulo* 371–78.
- Benimeli, María Florencia, Adriana Plasencia, Roberto D. Corbella, Dorkas Andina Guevara, Agustin Sanzano, Francisco A. Sosa, and Juan Fernández de Ullivari. 2019. "El Nitrógeno Del Suelo." *Universidad Nacional de Tucumán* 1–11.
- Blanco, E., R. Serrada, and F. Artero. 2000. "Fertilizantes de Liberacion Controlada Lenta Aplicados a La Produccion De Plantas Forestales de Vivero." *Articulo* 8(1):11–12.
- Borie. 2000. "Columnas de Lixiviacion Para Evaluar La Movilidad de Los Contaminantes Provenientes de Botaderos y Suelos Afectados Por La Actividad Minera." *Articulo*.

- Bracho, Yelitz. 2007. "Capítulo III Marco Metodológico." *Gestión de Calidad En Las Empresas Del Sector Azucarero Del Occidente de Venezuela*. (2006):67–79.
- Brizantha, Brachiaria, Xaraés Santo, De Los Tsáchilas, Leonardo Jácome Gómez, and Manuel Suquilanda V. 2014. "Fertilización Química y Órgano-Mineral Del Pasto Mulato (Brachiaria Híbrido) y Xaraés." *Articulo*.
- Castellanos, J. Z. 2014. "Manejo y Corrección de La Acidez de Los Suelos." *Intagri S.C.* (3):4.
- Chien, S. H., Mercedes Gearhart, and Dean Collamer. 2009. "Acidez Generada Por Los Fertilizantes Nitrogenados: Nueva Evaluación de Los Requerimientos de Cal." *Informaciones Agronómicas* 41:16–17.
- DICTA. 2016. *Manejo de Suelos Ácidos de Las Zonas Altas de Honduras*.
- Echevarría-Hernández, Anayza, Francisco Javier Wong-Corral, Jesús Borboa-Flores, Francisco Rodríguez-Félix, Carmen Lizette Del Toro-Sánchez, and José Luís García-Hernández. 2020. "Prolonged Release Urea Powder System with Potential Use in Sustainable Agriculture." *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*.
- Espinoza-Gonzalez. 2017. "Tecnología de Polímeros 2017." *Tesis*.
- Flores, García, Martínez, López, and Ruiz. 2004. "Síntesis Y Aplicación Del Producto De Condensación De La Urea Con El Furfural En El Cultivo De Maíz." *Articulo*.
- Furfural. 2016. "SÍNTESIS Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO DE CONDENSACIÓN DE LA UREA CON." (January).
- García L., Gallardo A. 2017. "El Ciclo Global Del Nitrógeno. Una Visión Para El Ecológico Terrestre." 26:4–6.
- García, Rodríguez, and I. María. 2005. "Obtención De Un Fertilizante De Liberación Lenta Y Controlada Enriquecido Con Diferentes Plantas Marinas." *Revista Cubana de Química* XVII(3):25–31.
- García, Y., Wendy Ramírez, and Saray Sánchez. 2012. "Indicadores de La Calidad de Los Suelos: Una Nueva Manera de Evaluar Este Recurso." *Pastos Y Forrajes* 35(2):125–37.

- Gh, U. H. D., Hujdplqr Qihuuduly, Shujdplqr Lqwd, and J. R. Y. Du. 2009. "Pérdidas de Nitrógeno Por Volatilización y Su Implicancia En El Rendimiento Del Cultivo de Maíz, Efecto de La Fuente, Dosis y Uso de Inhibidores." 1.
- Hernandez, Rolando. 2012. *Importancia de Los Fertilizantes*.
- Ibarra Castillo, Daniel, José Ruiz Corral, Diego González Eguiarte, and José Flores Garnica. 2009. "Distribución Espacial Del Ph de Los Suelos Agrícolas de Zapopan, Jalisco, México." *Agricultura Técnica En México* 35(3):267–76.
- Intagri. 2018. "Disponibilidad de Nutrimientos y El PH Del Suelo." *Intagri* 4.
- INTAGRI. 2010. "Pérdidas de Nitrógeno Por Lixiviación En Agricultura." (3).
- INTAGRI. 2017a. "Guía de Fertilizantes Nitrogenados Para Cultivos." *Serie Nutricion Mineral* 106(articulos tecnicos de INTAGRI):8.
- INTAGRI. 2017b. "Propiedades Físicas Del Suelo y El Crecimiento de Las Plantas." *Intagri* (Cuadro 1):5.
- Juca, Karla. 2017. "Variación de La Capacidad Tampón En Suelos Ácidos de Origen Aluvial y Piedemonte Costero En La Provincia de El Oro." 42.
- Mikkelsen, Robert. 2010. "Emisiones de Amoniac de Operaciones Agrícolas." *Informaciones Agronomicas* 79(1):24–27.
- Morales, Arriaga E., López M. L, Martínez J, and Edgar Jesús Morales A. 2019. "Urea (NBPT) Una Alternativa En La Fertilización Nitrogenada de Cultivos Anuales." *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10(8):1875–86. doi: 10.29312/remexca.v10i8.1732.
- Pacifex. 2000. "Comportamiento de La Urea En El Suelo." 4–5.
- PAREDES D. 2014. "FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA: UNA ALTERNATIVA EN CULTIVOS DE CICLO CORTO."
- Perdomo, Carlos, and Mónica Barbazán. 2007. "Nitrógeno." *Área De Suelos Y Aguas* 1:74.
- Roberto, M. C., and Hernández Sampieri. 2000. *Metodología de La Investigación*.

- Serrano, Sanz. 2012. "Métodos de Investigación de Enfoque Experimental." *Metodología de La Investigación Educativa* 167–93.
- Sierra, Carlos. 2017. "El PH Del Suelo." *Diario El Mercurio* (2847):1–10.
- Sousa, Valmi, Martha Driessnack, and Isabel Costa. 2007. "Revisión de Diseños de Investigación Resaltantes Para Enfermería. Parte1: Diseño de Investigación Cuantitativa." *Revista Latinoamericana Enfermagem* 15(3):6.
- Tapia Vargas, Luis Mario, Antonio Larios Guzmán, José Anguiano Contreras, Ignacio Vidales Fernández, and Víctor L. Barradas. 2012. "Lixiviación de Nitratos y Condición Nutricional En Dos Sistemas de Manejo de Riego y Nutricional de Aguacate (Persea Americana Mill)." *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental* 28(3):251–58.
- Torres , Tabarquino, Cobo. 2018. "Agronomic and Environmental Benefits of Nitrogen Fertilizers Sources in Ocimum Basilicum L." *DYNA (Colombia)* 85(206):294–303. doi: 10.15446/dyna.v85n206.69103.
- Varón, Jiménez, khalajabadi, Siavosh. 2007. "Pérdidas de Nitrógeno Por Volatilización En Cafetales En Étapa Productiva." *Cenicafé* 58(3):216–26.
- Vásquez, Mariela. 2017. "Bases Técnicas Para Evaluar La Calidad Del Suelo." (January 2010).

23. ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tls: (02) 3007284 / (02) 2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

INFORME DE ENSAYO No: 21-0233

NOMBRE DEL CLIENTE: Morales Alquina Mishell Paola	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	29/03/2021
PETICIONARIO: Morales Alquina Mishell Paola	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	12:45
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Morales Alquina Mishell Paola	FECHA DE ANÁLISIS:	05/04/2021
DIRECCIÓN: Alangasí Barrio San Vicente	FECHA DE EMISIÓN:	09/04/2021
	ANÁLISIS SOLICITADO:	S4 + CE

Análisis	Unidad	PH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.	Textura (%)			IDENTIFICACIÓN		
			ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo		Arcilla	Clase Textural
21-0902		7,49	P N	17 B	61 A	14 M	0,65 B	0,63 A	19,02 A	7,72 A	4,8 M	11,4 A	40 M	7,1 M	2,46	12,19	42,22	27,38	3,7	A	43	30	27	FRANCO ARCILLOSO	Mishell

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	KH2O*	P H2O*	Cl*
Unidad	meq/100g		dS/m	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
21-0902				1,19	NS				

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: Agua [1,2,5]	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
B =	Curcumina

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titración NaOH

INTERPRETACION		
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico		A = Alto



LABORATORISTA



RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación, etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Fotografía 3.- Tratamientos con Ethocel + humus +roca fosforica + urea y Ethocel + humus +zeolita + urea



Fotografía 4.- Ethocel + estiércol + roca fosforica + urea y Ethocel + estiércol + zeolita + urea



Fotografía 5.- Almidon de papa + humus + zeolita + urea y Almidon de papa + humus + roca fosforica + urea



Fotografía 6.- Almidon de papa + estiércol de vaca + roca fosforica + urea y Almidon de papa + estiércol de vaca + zeolita + urea



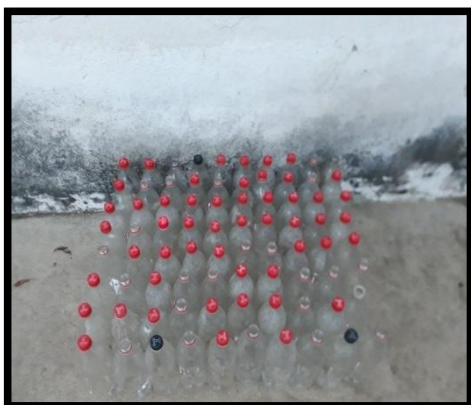
Fotografía 7.- Para la elaboracion de agujeros se utilizo un taladro al que se le implemento un sacabocados , en las tres tablas triplex con medidas de : 59 cm de ancho por 87 cm de largo



Fotografia 8.- Colocacion de la tabla triplex en la base



Fotografia 9.- Corte de cada botella en la mitad



Fotografia 10.- Colocacion de gasas en la tapa de la botella



Fotografia 11.- Peso de la tierra para cada botella de 500 gramos y colocacion en cada una de ellas



Fotografia 12.- Colocacion de letreros y separacion de cada tratamiento con piolas



Fotografia 13.- Colocacion de 40 ml de agua en cada botella para conseguir que la tierra quede en capacidad de campo de 60 a 70 %



Fotografia 14.- Medicion de cada tratamiento en balanza gramera



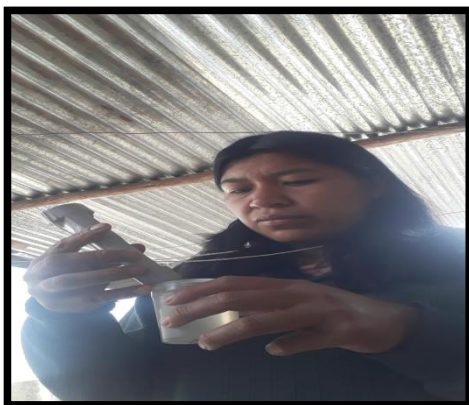
Fotografia 15.- Colocacion de 2,2 gramos de urea recubierta en cada tratamiento



Fotografia 16.- Colocacion de 100 ml de agua diario en cada botella



Fotografía 17.- Medición de pH en los lixiviados de cada tratamiento con peachimetro



Fotografía 18.- Medición de ppm en los lixiviados de cada tratamiento, con el electrodo selectivo de iones de nitrato plano (LAQUAtwin-NO3-11)



Fotografía 19.- Absorción de lixiviado con ayuda de una jeringa



Fotografía 20.-Colocacion del lixiviado en el electrodo selectivo de iones de nitrato plano (LAQUAtwin-NO3-11)



Fotografía 21.-Esperar unos segundos para que el medidor nos de un resultado



Fotografía 22.-Una vez obtenido el resultado se procede a lavar electrodo selectivo de iones de nitrato con agua destilada



Fotografía 23.- Luego de lavar el electrodo selectivo de iones de nitrato con agua destilada procedemos a secar con una toallita absorbente y continuamos con las medidas de cada tratamiento siguiendo el mismo procedimiento



ANEXO 3: Aval de traducción



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES Y DOS RECUBRIMIENTOS ÓRGANO - MINERALES EN UREA, SANGOLQUÍ, RUMIÑAHUI, PICHINCHA, 2021.”** presentado por: **Cangahuamin Logacho Patricia Isabel**, egresada de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. Wilmer Patricio Collaguazo Vega'.

Mg. C. Wilmer Patricio Collaguazo Vega
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC



Firmado electrónicamente por:
MARCO PAUL
BELTRAN
SEMBLANES



CENTRO
DE IDIOMAS




ANEXO 4: Informe de software anti-plagio



Document Information

Analyzed document	TESIS FINAL PATRICIA CANGAHUAMIN. 1.pdf (D111194417)
Submitted	8/12/2021 5:33:00 AM
Submitted by	
Submitter email	klever.quimbiulco@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	klever.quimbiulco.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis final Coralía Carrera.pdf Document Tesis final Coralía Carrera.pdf (D111124126) Submitted by: marcela.morillo@utc.edu.ec Receiver: marcela.morillo.utc@analysis.orkund.com	 3
W	URL: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7172/1/03%20AGP%20218%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf Fetched: 7/31/2021 5:47:38 AM	 1
W	URL: https://www.researchgate.net/publication/328202711_Agronomic_and_environmental_benefits_of_nitrogen_fertilizers_sources_in_Ocimum_basilicum_L Fetched: 4/18/2021 7:12:00 PM	 1



Entire Document

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo celular

Autor: Cangahuamin Logacho Patricia Isabel Tutor: Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez Ing. Mg.

Latacunga – Ecuador

Agosto 2021

EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES Y DOS RECUBRIMIENTOS ÓRGANO - MINERALES EN UREA, SANGOLQUÍ, RUMIÑAHUI, PICHINCHA, 2021

2.1. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS. HIPÓTESIS

NULA / HO: La técnica del recubrimiento órgano-mineral que contiene polímeros adhesivos

y coberturas distintas, no permite mantener las características químicas del recubrimiento. HIPÓTESIS

ALTERNATIVA / HA: La técnica del recubrimiento órgano-mineral que contiene polímeros adhesivos

y coberturas distintas, permite mantener las características químicas del recubrimiento. 2. METODOLOGÍA Y DISEÑO

EXPERIMENTAL Modalidad básica de investigación De Laboratorio La investigación se realizó en la Provincia de Pichincha, en donde una vez elaborado cada tratamiento se recolectó datos de cada uno de ellos, para su posterior tabulación. Bibliográfica Documental La investigación se respaldó con revisión bibliográfica, artículos científicos referidos al tema de investigación, documentos de investigaciones realizadas con la misma temática. Información que sirvió como respaldo para la elaboración del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos. Tipo de Investigación Experimental La investigación es de tipo experimental

ya que se basa en los principios del método científico, en donde se trabaja con una o más variables en estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. (Serrano 2012).

Al aplicar este tipo de investigación nos permitió recolectar datos para analizarlos estadísticamente y cumplir con los objetivos planteados. Cuantitativa La investigación cuantitativa

adopta una estrategia sistemática, objetiva y rigurosa para generar y refinar el conocimiento, frecuentemente cuantifica relaciones entre variables - la variable independiente o predictiva y la variable dependiente o resultado. (Sousa, Driessnack, and Costa 2007).

Por lo tanto, la investigación propuesta recae en el contraste

3 de los datos tomados durante el proceso

del recubrimiento del fertilizante con los revestimientos órgano – minerales para determinar varias características químicas que nos permitan diferenciar cual tratamiento presenta los mejores resultados. Técnicas de Investigación Observación Directa Según (Bracho 2007), la observación directa son aquellas en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. Durante el ensayo se utilizó esta técnica para evaluar cada uno de los tratamientos. Análisis estadístico El análisis estadístico nos ayuda a interpretar datos, ya sea para la toma de decisiones o para explicar los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno (Roberto and Sampieri 2000) . Para la tabulación de datos se empleó el software estadístico Infostat v 17.0. 3. UBICACIÓN DEL ENSAYO En la presente investigación se evaluarán dos polímeros adherentes y dos recubrimientos órgano - minerales en urea para medir lixiviación de nitrógeno y ph. TABLA1. UBICACIÓN DEL ENSAYO Provincia Pichincha Cantón Rumiñahui Parroquia Sangolqui

4 Latitud 00° 20' 13" S Longitud 78° 27' 04" W Altitud 2515 msnm Elaborado: Cangahuamin, P. (2021) 4. DISEÑO EXPERIMENTAL Para esta investigación