



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DE DOS POLIMEROS ADHERENTES EN EL
RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA –
COTOPAXI, 2020 – 2021”**

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

Autor:

Córdova Salazar Yomara Katherine

Tutor:

Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

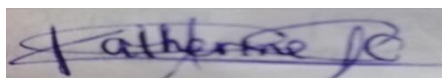
Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Yomara Katherine Córdova Salazar, con cédula de ciudadanía No. 2100821186; y, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 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, 07 de Marzo del 2021



Yomara Katherine Córdova Salazar
Estudiante
C.C. 2100821186



Ing. Mg. Klever Quimbiulco Sánchez
Docente Tutor
C.C. 1709161102

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 **CÓRDOVA SALAZAR YOMARA KATHERINE**, identificada con cédula de ciudadanía 2100821186 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Lcdo. Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector encargado 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 EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 2021**” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- Inicio de la carrera: Abril 2016 – Agosto 2016 – Finalización: Octubre 2020 – Marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 26 de Enero del 2021

Tutor. - Ing. Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez.

Tema: “**EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 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.

f) 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.

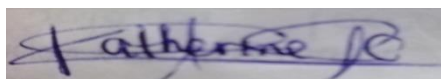
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

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 07 días del mes de Marzo del 2021.



Yomara Katherine Córdova Salazar
LA CEDENTE

Lcdo. Ph.D. Nelson Chiguano Umajinga.
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 2021”, de **Córdova Salazar Yomara Katherine**, 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, 07 de Marzo del 2021



Ing. Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez

DOCENTE TUTOR

CC: 1709161102

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

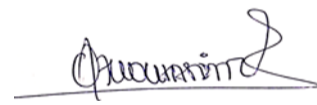
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: **Córdova Salazar Yomara Katherine**, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 2021”** han 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 realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 07 de Marzo del 2021



Lector 1 (Presidente)
Ing. M. Sc. Clever Castillo de la Guerra
CC: 0501715494



Lector 2
Ing. Mg. Paolo Chasi Vizuite
CC: 0502409725



Lector 3
Ing. M.Sc. Richard Molina Alvarez
CC: 1205974627

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres, quienes con su demostración ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi esposo e hija, que han sido el pilar fundamental para culminar una meta más de mi vida, gracias por el apoyo incondicional que me han dado en los momentos difíciles.

Al Ing. Klever Quimbiulco, tutor de mi proyecto de titulación, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

A mis ingenieros por sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente y haberme brindado todos sus conocimientos.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Yomara Katherine Córdova Salazar

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres José Córdova y Nelly Salazar, porque ellos son la motivación de mi vida mi orgullo de ser lo que seré.

A mi esposo por apoyarme y creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mi hija por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi hermana quien con sus palabras de aliento no me dejaba decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelitos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Yomara Katherine Córdova Salazar

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 2021

Autor: Córdova Salazar Yomara Katherine

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, con el objetivo de evaluar el comportamiento de dos polímeros adherentes y su efecto en las características físicas de los recubrimientos órgano-minerales en urea. Se aplicó un diseño completo al azar con un arreglo factorial de $2 \times 4 + 1$, dando un total de 9 tratamientos y 27 unidades experimentales. Los materiales orgánicos utilizados fueron el estiércol de vaca, humus, los minerales la zeolita, roca fosfórica, los polímeros Ethocel y almidón de papa. Las características que se evaluaron fueron: **dureza, flotabilidad, volumen y cantidad de absorción de agua de urea recubierta**. Se obtuvo los siguientes resultados: T6 (Ethocel + humus + zeolita + urea) es el que obtuvo mayor promedio con $60,42 \text{ kg/cm}^2$ para la dureza). En la variable flotabilidad el tratamiento T7 (Ethocel + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea) presentó el promedio con $0,04 \text{ m/s}$, en las variables volumen y cantidad de absorción de agua de la urea recubierta a pesar de que no tiene diferencia significativa hay diferencia numérica, ya que tienen en común el polímero ethocel, estiércol de vaca y roca fosfórica. En el análisis económico el tratamiento con menor costo en su elaboración fue el tratamiento T2 (Almidón de papa + humus + zeolita + urea) con $\$2,72$ por cada kilogramo. Se concluye que el tratamiento T7 (Ethocel + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea) se identificó como el tratamiento más eficiente por el recubrimiento órgano – mineral, debido a las características del ethocel que es un polímero insoluble en agua y organosoluble, que forma una película para una liberación prolongada, la zeolita permite que sea más liviano y la roca fosfórica cuenta con una lenta solubilidad.

Palabras clave: Ethocel, almidón de papa, urea, zeolita, dureza, flotabilidad

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “EVALUATION OF TWO ADHERENT POLYMERS IN THE ORGANO-MINERAL COATING OF UREA, LATACUNGA - COTOPAXI, 2020 – 2021

Author: Córdova Salazar Yomara Katherine

ABSTRACT

This research was carried out at the Agronomy Laboratory of the Technical University of Cotopaxi, Eloy Alfaro parish, Canton Latacunga, Province of Cotopaxi, with the objective of evaluating the behavior of two adherent polymers and their effect on the physical characteristics of organ coatings. -minerals in urea. A complete random design was applied with a factorial arrangement of $2 \times 4 + 1$, giving a total of 9 treatments and 27 experimental units. The organic materials used were cow manure, humus, minerals zeolite, phosphate rock, Ethocel polymers and potato starch. The characteristics that were evaluated were: **hardness, buoyancy, volume and amount of water absorption of coated urea**. The following results were obtained: T6 (Ethocel + humus + zeolite + urea) is the one that obtained the highest average with 60.42 kg / cm² for hardness). In the buoyancy variable, treatment T7 (Ethocel + cow manure + phosphoric rock + urea) presented the average with 0.04 m / s, in the variables volume and amount of water absorption of the coated urea despite the fact that it does not have significant difference there is a numerical difference, since they have in common the ethocel polymer, cow manure and phosphate rock. In the economic analysis, the treatment with the lowest cost in its preparation was treatment T2 (potato starch + humus + zeolite + urea) with \$ 2.72 per kilogram. It is concluded that the T7 treatment (Ethocel + cow manure + phosphate rock + urea) was identified as the most efficient treatment for the organo-mineral coating, due to the characteristics of ethocel, which is a water-insoluble and organosoluble polymer, which forms a film for extended release, Zeolite allows it to be lighter and phosphate rock has slow solubility.

Keywords: Ethocel, potato starch, urea, zeolite, hardness, buoyancy

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	V
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
TABLA DE CONTENIDOS.....	XI
LISTA DE TABLAS.....	XIV
LISTA DE FIGURAS.....	XV
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS:.....	4
6.1 GENERAL.....	4
6.2 ESPECÍFICOS	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
8.1. FERTILIZANTES NITROGENADOS	6
8.2. UREA.....	7

8.3.	VOLATILIZACIÓN DEL AMONIACO.....	8
8.4.	LIXIVIACIÓN DE LOS NITRATOS.....	8
8.5.	PÉRDIDAS DE NITRÓGENO Y SU EFECTO AMBIENTAL.....	9
8.6.	FERTILIZANTES NITROGENADOS RECUBIERTOS.....	9
8.7.	MATERIALES USADOS EN LA INDUSTRIA COMO REVESTIMIENTO DE FERTILIZANTES ..	10
8.7.1.	<i>Urea revestida con Azufre (SCU)</i>	11
8.7.2.	<i>Isobutylidene diurea (IBDU)</i>	12
8.8.	FERTILIZANTES RECUBIERTOS CON POLÍMEROS ORGÁNICOS.....	13
8.9.	FERTILIZANTES REVESTIDOS CON ORGÁNICOS NATURALES	13
8.10.	DUREZA DEL RECUBRIMIENTO	14
8.11.	DURABILIDAD DEL RECUBRIMIENTO.....	14
8.12.	EFFECTOS FÍSICOS	15
8.13.	COBERTURAS ÓRGANO-MINERALES	15
8.13.1.	<i>Estiércol de vaca</i>	15
8.13.2.	<i>Zeolita</i>	16
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	16
9.1.	HIPÓTESIS NULA.....	16
9.2.	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	16
9.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	17
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:	17
10.1.	MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN	17
10.1.1.	<i>De Laboratorio</i>	17
10.1.2.	<i>Bibliográfica Documental</i>	17
10.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
10.2.1.	<i>Experimental</i>	18
10.2.2.	<i>Cuantitativa</i>	18
10.3.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	18
10.3.1.	<i>Fuentes de información</i>	18
10.3.2.	<i>Observación Directa</i>	19
10.3.3.	<i>Análisis estadístico</i>	19
10.3.	UBICACIÓN DEL ENSAYO	19
10.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL	20

10.5.	ANÁLISIS FUNCIONAL.....	20
10.6.	FACTORES EN ESTUDIO	20
10.7.	TRATAMIENTOS	21
10.8.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN ESTUDIO	21
10.8.1.	<i>Dureza</i>	21
10.8.2.	<i>Flotabilidad</i>	21
10.8.3.	<i>Volumen</i>	22
10.8.4.	<i>Cantidad de absorción de agua de urea recubierta</i>	22
10.9.	MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO	22
10.9.1.	<i>Fase en laboratorio:</i>	22
10.10.	PROTOCOLO DE RECUBRIMIENTO DE UREA.	23
10.11.	PROTOCOLO PARA MEDIR DUREZA DEL RECUBRIMIENTO	24
10.12.	PROTOCOLO DE LA FLOTABILIDAD DE LA UREA RECUBIERTA.....	25
10.13.	PROTOCOLO PARA DETERMINAR EL VOLUMEN LA UREA RECUBIERTA.....	26
10.14.	PROTOCOLO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LA UREA RECUBIERTA Y SIN RECUBRIR.....	26
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	27
11.1.	VARIABLE DUREZA	27
11.2.	VARIABLE FLOTABILIDAD	31
11.3.	VARIABLE VOLUMEN	35
11.4.	VARIABLE CANTIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LA UREA RECUBIERTA	36
11.5.	CONSTRUCCIÓN DE UNA TABLA DE DECISIÓN	38
11.6.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS	39
12.	PRESUPUESTO	41
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
13.1.	CONCLUSIONES	42
13.2.	RECOMENDACIONES	42
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
15.	ANEXOS	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales fertilizantes nitrogenados usados mundialmente	7
Tabla 2. Operacionalización de las variables	17
Tabla 3. Ubicación del ensayo.....	19
Tabla 4. Esquema del Análisis de Varianza	20
Tabla 5. Tratamientos en estudio.....	21
Tabla 6. ADEVA para la variable Dureza.....	27
Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Dureza.....	28
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable Dureza.....	29
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para interacción A x B en la variable Dureza	30
Tabla 10. ADEVA para la variable Flotabilidad	31
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Flotabilidad.....	32
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para Factor A en la variable Flotabilidad.....	32
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable Flotabilidad	33
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para A x B en la variable Flotabilidad	34
Tabla 15. ADEVA para la variable Volumen	35
Tabla 16. Promedios para tratamientos en la variable Volumen.....	36
Tabla 17. ADEVA para la variable cantidad de Absorción de agua.....	37
Tabla 18. Promedios para tratamientos en la variable cantidad de absorción de agua.....	37
Tabla 19. Tabla de decisión.....	38
Tabla 20. Promedios de costos para cada tratamiento por kilogramo	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tratamientos en la variable Dureza.....	29
Figura 2. Factor B en la variable Dureza.....	30
Figura 3. Interacción A x B en la variable Dureza	31
Figura 4. Tratamientos en la variable Flotabilidad.....	32
Figura 5. Factor A en la variable Flotabilidad.....	33
Figura 6. Factor B en la variable Flotabilidad	34
Figura 7. Interacción A x B en la variable Flotabilidad	35
Figura 8. Promedios para tratamientos en la variable Volumen.....	36
Figura 9. Promedios para tratamientos en la variable cantidad de absorción de agua	37
Figura 10. Tabla de decisión	39
Figura 11. Costos de tratamiento por kilogramo	40

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 2021.

Fecha de inicio:

Octubre 2020

Fecha de finalización:

Marzo 2021

Lugar de ejecución:

Laboratorio de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga – Cotopaxi

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Bioinsumos y tecnología para la agricultura.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Mg.

Lector 1: Ing. Clever Castillo Mg.

Lector 2: Ing. Paolo Chasi Mg.

Lector 3: Ing. Richard Molina MSc.

Coordinador del Proyecto

Nombre: Córdova Salazar Yomara Katherine

Teléfonos: 0982362806

Correo electrónico: @utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Línea 1: Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Producción agrícola sostenible

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Gran parte de las investigaciones están enfocadas en desarrollar fertilizantes con nuevas características, desarrollar nuevos tipos de materiales que reduzcan las pérdidas de Nitrógeno de la urea y la contaminación ambiental que actualmente afecta al planeta.

La mayoría de fertilizantes inorgánicos convencionales y especial la urea tienen la característica de estar disponibles inmediatamente para la planta, ser muy solubles al contacto con la solución del suelo, perdiendo eficiencia en la aplicación del fertilizante, por lo que causa pérdidas por lixiviación y volatilización.

El recubrimiento de fertilizantes nitrogenados como la urea permitirá que la disponibilidad del mismo sea gradual durante cierto período de tiempo para que las plantas lo utilicen en su desarrollo, sabiendo que el fertilizante comercial luego de su aplicación está disponible inmediatamente, pero este puede perderse por volatilización o lixiviación.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Paredes (2014) manifiesta que el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura ha permitido que la producción de los cultivos se eleve a partir de la llamada “Revolución Verde”, y que su utilización sea más frecuente, llegando al punto que es muy esencial en cada una de las implementaciones de los cultivos.

Sabiendo que los fertilizantes nitrogenados son extraordinariamente solubles en agua y no son retenidos por los coloides del suelo, siendo arrastrado por el agua, produciendo contaminación en aguas subterráneas, ríos, lagos y océanos, causando un gran daño en el medio ambiente.

La alternativa para el manejo sostenible de los fertilizantes nitrogenados mediante el recubrimiento órgano – mineral, permitirá obtener un producto que promueva la disponibilidad del mismo en un periodo de tiempo más largo, evitando la lixiviación y volatilización y de esta manera minimizar el impacto ambiental que ha causado el uso de fertilizantes nitrogenados aplicados directamente al suelo.

Por lo tanto, la presente investigación promueve una tecnología de fácil acceso para industria agrícola y pequeñas asociaciones de agricultores promoviendo estas prácticas novedosas en sus cultivos y tengan un índice de ganancia económica rentable, incrementando su producción y utilizando técnicas amigables con el medio ambiente.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos serán las asociaciones de 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.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la Sierra ecuatoriana existe alrededor de 42,88% de superficie agrícola destinada a los pastizales, un 32,86% están destinados a cultivos de ciclo corto como papa, haba, maíz, hortalizas, etc., y un 18,86% dedicado a cultivos frutales de clima templado. Esta producción agrícola está ligada al uso de fertilizantes, la industria de fertilizantes actualmente tiene un desafío continuo para mejorar su eficiencia (Paredes, 2014).

Los fertilizantes nitrogenados, como la urea, se caracteriza por una inmediata disponibilidad para la planta, al ser un producto muy soluble en contacto con el suelo, al aplicar urea desnuda al suelo reacciona con el agua y la enzima ureasa para producir carbonato de amonio por hidrólisis, siendo este último un compuesto inestable liberando el gas NH_3 . La volatilización es favorecida por la falta de lluvia, ligeras lloviznas o aplicación de riego (Mikkelsen, 2020).

En 1943, en la llamada “Revolución Verde” se impulsó la expansión del desarrollo agrícola en el mundo para alimentar a la población, pero este aumento estuvo acompañado el uso de los fertilizantes, que restituyen en el suelo, todos los elementos que las plantas extraen para su desarrollo y producción, siendo el nitrógeno el nutriente más importante, debido a su movilidad y por ser el elemento más requerido en los cultivos (Vega, 2017).

Para Arévalo y otros (2007), afirma que la lixiviación de urea, consiste en el movimiento del anión nitrato 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 donde se encuentra el cultivo, sin la posibilidad de retorno a la zona radicular del mismo.

La gran parte del nitrógeno antropogénico introducido en el ciclo terrestre se encuentra aproximadamente en 150 TgNa^{-1} (teragramos de nitrógeno al año), del cual 9 TgNa^{-1} son las que pertenecen retenidas en suelos agrícolas, siendo estas transferidas hacia ecosistemas acuáticos alrededor de 65 TgNa^{-1} , hacia el agua subterránea son lixiviados aproximadamente 15 TgNa^{-1} y entre $35 - 50 \text{ TgNa}^{-1}$ se exportan a través de los ríos y estos

son el suministro principal de los océanos, produciendo consecuencias negativas en el medio ambiente, alterando ciclos de otros elementos como el fósforo, azufre y carbono (Eugercios, Álvarez, & Montero, 2017).

Paredes (2014), manifiesta que los gránulos de urea recubiertos con polímeros, se diseñaron para liberar este fertilizante disponible en la solución del suelo en forma lenta y continua durante un período de tiempo más largo, estos gránulos de urea recubiertos absorben humedad del suelo disolviendo la urea que se encuentra recubierta, esparciéndose por toda la raíz, permitiendo el suministro de nitrógeno de una forma más eficaz y prolongada en el tiempo.

González y otros (2005), manifiesta que los revestimientos de algunos fertilizantes se han utilizado para controlar la velocidad de liberación de los mismos, variando la duración de su liberación, siendo utilizados en actividades agrícolas y hortícolas, evitando las pérdidas por lixiviación, uniformidad en el aporte de nutrientes, disminuye la contaminación ambiental.

Sin embargo, su forma de aplicación y de dosificación no es la correcta ya que se emplea en cantidades muy altas con poca eficiencia (Peña, Grageda, & Vera, 2002), generando problemas de salinidad en los suelos y de contaminación tanto en suelos como en cuerpos de agua cuando los excedentes son lavados (García, 2019), debido a que dichos fertilizantes pueden contener amonio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) o urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) los cuales, en mayor o menor medida, se movilizan ocasionando que estas especies químicas, (especialmente los nitratos) afecten las propiedades generales de los ecosistemas desbalanceándolos (Navarro & Navarro, 2000).

Debido a los antecedentes, la investigación está dirigida a la conservación del medio ambiente mediante el recubrimiento de los fertilizantes nitrogenados para el uso en la agricultura.

6. OBJETIVOS:

a. General

- Evaluar el comportamiento de los dos polímeros (ethocel y almidón de papa) en las características físicas de los recubrimientos órgano-mineral de urea, Latacunga, Cotopaxi, 2020 – 2021

b. Específicos

- Determinar las características físicas del recubrimiento órgano- mineral de urea.
- Identificar el adherente y cobertura órgano – mineral más eficiente para el recubrimiento de urea.
- Analizar económicamente los tratamientos para el recubrimiento órgano – mineral de urea.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Técnica e instrumentación
Determinar las características físicas del recubrimiento órgano - mineral.	Se procedió a realizar el recubrimiento de cada uno de los tratamientos y evaluar las características físicas de los mismos.	Se obtuvieron registros de las características físicas: Dureza, flotabilidad, volumen y cantidad de absorción de agua de urea recubierta.	Tabla de datos y bitácora de Laboratorio.
Identificar el adherente y cobertura órgano – mineral más eficiente para el recubrimiento de urea.	Se identificó el adherente y cobertura más eficiente. Se evaluó cada una de las características físicas de los tratamientos de recubrimiento órgano- mineral.	Registros de los datos de las características físicas en cada tratamiento, para su posterior tabulación y redacción de resultados.	Registro de datos Análisis estadístico de datos Resultados de la investigación
Analizar económicamente los tratamientos para el recubrimiento órgano – mineral de urea.	Se procede a colocar cada uno de los valores de los materiales necesarios para cada tratamiento implementado y se realizó una comparación para determinar el tratamiento menos costoso.	Cuadro de relación de costo beneficio de cada tratamiento Libro de registro	Comparación de valores mediante la relación costo/beneficio

Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Fertilizantes nitrogenados

El desarrollo de las plantas y el nivel de producción están regulados por las condiciones ambientales y la disponibilidad de agua y nutrientes. A contar de la revolución verde, durante la segunda mitad del siglo pasado, los rendimientos medios mundiales se incrementaron significativamente gracias a la incorporación de nuevas variedades, mayor protección fitosanitaria, incorporación de nuevos sistemas de riego, nuevas técnicas de cultivo, y el uso de fertilizantes (Mazela & De La Riva, 2013).

Para Peña y otros (2002), manifiesta que la fertilización constituye uno de los principales factores que limitan la producción agrícola, pues los cultivos absorben sólo una fracción del fertilizante aplicado que oscila entre 10 y 60%.

Según el IFA (International Fertilizer Association, 2020), indica que se proyecta un 6%, para la capacidad global de amoníaco, aproximadamente una cantidad neta de 232 Tm de NH_3 para el 2024. Además, se estima que para el 2024 la oferta mundial de urea alcanzará los 203 Tm que representa un crecimiento neto de 2,2% anual en comparación con el año 2019.

De acuerdo a Intagri (2017), reporta que los fertilizantes nitrogenados son los más utilizados a nivel mundial, debido a una deficiencia de nitrógeno en el suelo a nivel mundial, aproximadamente representan el 59% del total de fertilizantes minerales usados en el mundo. Sin embargo, solamente el 40% de nitrógeno aplicado es usado por los cultivos, mientras que el restante es lixiviado a aguas subterráneas o se pierde a la atmósfera por emisiones gaseosas (volatilización).

Los principales fertilizantes nitrogenados usados en la agricultura son: urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, MAP y DAP. La urea se destaca por ser el fertilizante nitrogenado más usado en el mundo, aunque es uno de los productos que presenta mayores pérdidas de nitrógeno antes de que sea absorbido por el cultivo, las principales pérdidas de nitrógeno en el suelo ocurren mediante los siguientes procesos como lixiviación, desnitrificación, volatilización y fijación de amonio (Intagri, 2017).

Como se observa en el siguiente cuadro cada uno de los fertilizantes nitrogenados varía en su composición porcentual, así como en sus características físico – químicas, por lo tanto, se debe realizar una elección eficiente del fertilizante nitrogenado a utilizar, las características del suelo influirán también en la elección, la disponibilidad de las fuentes nutrimentales, tipo de cultivo y sobre todo los costos de producción, por eso 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, y otros, 2006).

Tabla 1. 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, 2017)

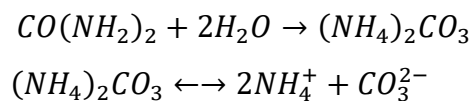
8.2.Urea

Es un fertilizante altamente soluble constituyendo uno de los fertilizantes nitrogenados más empleados en la agricultura, a pesar de tener dos inconvenientes importantes: como se mencionó al inicio, su gran solubilidad en agua y la posibilidad de sublimar, que provocan grandes pérdidas del fertilizante. Una forma de evitar estas pérdidas se logra combinando la urea con diversos aldehídos, para obtener productos que poseen una amplia aplicación en la agricultura como fertilizantes de liberación lenta (Flores, y otros, 2004).

Espinoza (2012) indica que la urea es el fertilizante químico nitrogenado de mayor consumo e importancia en el mundo. Debido a una alta concentración en estado sólido, aporta gran parte del nitrógeno que interviene en el crecimiento y estructura de la planta, tiene alta pureza y su aplicación es segura y eficiente. Presenta alto contenido de nitrógeno (46%) y, comparado con el costo de los demás fertilizantes nitrogenados, tiene el menor precio por

unidad de nutriente. Todo esto brinda ventajas para su almacenamiento, transporte y aplicación.

La urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) no es exigente en cuanto a la naturaleza del suelo, con excepción de los suelos muy ácidos, que suelen ser poco activos biológicamente. El ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) es soluble en agua y no es retenida por el suelo. La urea se hidroliza en contacto con el agua y bajo la acción de la ureasa. En buenas condiciones de temperatura y humedad dicha hidrólisis puede realizarse en dos o tres días. En esta primera reacción se observa un comportamiento básico (al pasar de amida a carbonato amónico) (Ginés & Mariscal, 2002).



De igual manera Ginés y Mariscal (2002), indican que de la forma amoniacal pasa a la forma nítrica, donde libera H al medio, que es de la manera que más asimilan las plantas el nitrógeno, siendo de carácter ácido la urea.

8.3. Volatilización del amoniaco

Pueden ser varias las circunstancias por las que el amoniaco se volatiliza, por ejemplo, al existir un gran aporte en la superficie del suelo o con muy poca profundidad, los materiales orgánicos ricos en nitrógeno mantendrán un predominio sobre las sustancias nitrogenadas aportadas al suelo, causando la pérdida del mismo; en suelos húmedos, mal aireados y climas cálidos, la nitrificación se inhibe grandemente y poco amoniaco se oxida a nitrato, siendo las pérdidas visibles cuando la temperatura rebasa los 30°C. En suelos alcalinos, con bajos contenidos de coloides y débil capacidad de intercambio, la fijación de amoniaco será escasa sobre todo si la temperatura es elevada (Navarro & Navarro, 2000).

8.4. Lixiviación de los nitratos

Al ser tan soluble el nitrógeno nítrico, no puede ser retenido por los coloides del suelo, es arrastrado por el agua a una velocidad que depende mucho de la textura del suelo y de las precipitaciones y riego (Navarro & Navarro, 2000).

Navarro (2000), indica que las pérdidas anuales de nitrógeno nítrico por lavado varían entre 30 a 150 Kg/ha, en suelos desnudos y de 30 a 80 kg/ha en suelos cultivados, dependiendo de la cantidad de precipitación en invierno.

8.5. Pérdidas de nitrógeno y su efecto ambiental

Las mayores pérdidas de nitrógeno del suelo se deben a la remoción por cosechas, a la volatilización y a la lixiviación. En caso de un exceso de humedad, el nitrógeno mineral (NO_3^-) puede lixiviarse más allá del alcance de los cultivos de raíces comestibles. La lixiviación se define como el movimiento hacia abajo del NO_3^- ; a través, del suelo por infiltración y flujo del agua. Adicionalmente, bajo ciertas condiciones, algunas formas inorgánicas de nitrógeno se pueden convertir a gases y perderse hacia la atmósfera. Las principales rutas son la desnitrificación y la volatilización (Galloway, y otros, 2004)

La desnitrificación es el proceso opuesto a la fijación biológica en la cual los óxidos de nitrógeno (NO_3^- y NO_2^-) son reducidos paso a paso por la enzima reductasa a óxido nítrico (NO) y óxido nitroso (N_2O), que finalmente se transforma en nitrógeno gaseoso (N_2), lo que implica pérdida de N del suelo a la atmósfera y contaminación ambiental. Cuando se proporciona un abundante suministro de nitrógeno, la desnitrificación da como resultado una importante pérdida de nitrógeno, que podría haberse utilizado por los cultivos. Los organismos más activos en la desnitrificación, son las bacterias de los grupos de la *Alcaligenes*, *Bacillus* y *Pseudomonas* abundantes en el suelo. La característica principal de su metabolismo es que bajo condiciones anaerobias usan más nitrato que oxígeno como aceptor de electrones para la actividad respiratoria. Este proceso puede ocurrir en suelos de texturas finas con mal drenaje o en suelos bien drenados durante periodos breves de saturación. El N aplicado a los cultivos como fertilizante no es recuperado completamente por éstos. Los gases emitidos es N_2O , compuesto que incrementa el efecto invernadero en concentraciones de 0.6-0.9 $\mu\text{L m}^{-3} \text{ año}^{-1}$ y contribuye al adelgazamiento de la capa de ozono (Morales, Rubí, López, Martínez, & Morales, 2019)

8.6. Fertilizantes nitrogenados recubiertos

(Rogers, 2015), indica que las fuentes de liberación lenta poseen algunas ventajas sobre las fuentes de sales inorgánicas. Por ejemplo, si bien las sales inorgánicas liberan nitrógeno inmediatamente después de su aplicación, los resultados (rápido crecimiento y ligero rebrote) no perduran demasiado. Y debido a que a menudo suelen suministrar más nitratos de los que el césped puede aprovechar, estos fertilizantes tienen propensión a la lixiviación de nitratos. Conveniencia y consistencia son algunas de las ventajas de los fertilizantes de liberación lenta.

- Liberan nitrógeno entre varias semanas y varios meses después de la aplicación.
- Suministran una reacción inicial lenta y a largo plazo.
- Brindan consistencia, tanto en color y crecimiento, durante toda la temporada.
- Aminoran la propensión a la lixiviación de nitratos en el agua del suelo.
- Pierden menos nitrógeno por volatilización y desnitrificación.

Los fertilizantes nitrogenados de lenta disponibilidad pertenecen a la última generación en fertilizantes. Recientes descubrimientos en los polímeros han hecho posible nuevos productos que suministran liberación controlada del nitrógeno a un costo razonable (Rogers, 2015).

El principal proceso de obtención de los fertilizantes de liberación controlada este dado en proteger por recubrimiento o microencapsulación un fertilizante convencional, haciéndolo un material semipermeable, controlando la penetración del agua y de liberación de los nutrientes más solubles presente en el fertilizante convencional, siendo estos utilizados por las plantas de acuerdo a sus necesidades. La fertilización nitrogenada debe considerar las visiones agronómica y ambiental como el rendimiento del cultivo y menor contaminación para contribuir a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas; los abonos de liberación lenta integran estas dos visiones (Morales, Rubí, López, Martínez, & Morales, 2019).

Una gran variedad de revestimientos ha sido aplicada a las partículas de fertilizantes para regular su solubilidad en el suelo. Estos aditivos son compuestos químicos que retrasan y estabilizan la liberación del nitrógeno de los fertilizantes. El control de la velocidad de liberación de nutrientes puede ofrecer múltiples beneficios de rendimiento, económicos y ambientales. Estos se aplican con mayor frecuencia a fertilizantes de nitrógeno granulados o perlados. Dado que la urea tiene el más alto contenido de N dentro de los fertilizantes solubles comunes, es el material base para la mayoría de los fertilizantes recubiertos (Basosi, Spinelli, Fierro, & Jez, 2014)

8.7. Materiales usados en la industria como revestimiento de fertilizantes

Hace poco tiempo se han utilizado los revestimientos con polímeros, para obtener liberación controlada a largo plazo, el revestimiento debía ser muy grueso y por lo tanto muy costoso. Las nuevas tecnologías, sin embargo, han permitido a los fabricantes a controlar la liberación de nitrógeno con una capa ultra delgada de polímero. Esencialmente, se encuentran disponibles en el mercado dos tipos de fertilizantes revestidos con polímeros:

urea revestida con polímeros (a veces llamada urea radioactiva revestida) y polímeros de urea y sulfuro (SCU) (Rogers, 2015).

El revestimiento de la urea con polímeros significa que la liberación del nitrógeno durará entre 8 y 16 semanas más, que las 2 y 6 semanas que duraría la urea sin revestimiento. En los SCUs, el revestimiento crea un perfil de liberación predecible del nitrógeno. Por ejemplo, los SCUs comunes tienen una curva exponencial de liberación de nitrógeno; mientras que los gránulos con múltiples capas de revestimiento tienen una respuesta lineal (Rogers, 2015).

8.7.1. Urea revestida con Azufre (SCU)

La urea revestida con S (SCU, por sus siglas en inglés) fue desarrollada en los laboratorios "Tennessee Valley Authority" y fabricado comercialmente desde hace casi 30 años. Su preparación está basada en un recubrimiento precalentado de gránulos de urea con S fundido. El S elemental es un nutriente de bajo costo, considerado como secundario en la nutrición de las plantas, mediante esta premisa se encontró que era conveniente para el revestimiento de fertilizantes granulados, debido a su capacidad para fundirse a 156 °C lo que permite pulverizar S fundido sobre la urea granular. El producto comercialmente contiene entre 38 a 40 % de N ya que parte del granulado es azufre (Paredes, 2014).

Este fertilizante encapsulado se obtiene rociando azufre molido sobre gránulos de urea sobrecalentados. Para reducir las posibles imperfecciones y orificios que se crean en esta cubierta de azufre durante el proceso, se sella posteriormente con una capa de cera. Es frecuente la aparición de gránulos con agujeros sin sellar, lo que provoca que parte del nitrógeno va a perder la característica de liberación lenta. Tras esta liberación inicial y hasta que el resto de los gránulos comiencen a liberar el nitrógeno, se produce un periodo en el que desciende de forma importante la disponibilidad de este nutriente. El proceso de liberación se inicia una vez que las bacterias del suelo del género *Thiobacillus* oxidan la capa de azufre de los gránulos sin imperfecciones. La actividad de estas bacterias se va a ver favorecida por la humedad del suelo, la temperatura, un pH neutro, así como el alto contenido en materia orgánica, factores que van a influir por tanto directamente en la liberación del nitrógeno y en la longevidad del producto (Haifa Group, 2020).

Hay que indicar que el revestimiento solo con azufre no es nunca total, debido a que siempre quedan poros microscópicos y grietas que favorecen la penetración de la humedad y la liberación del nutriente es irregular, por lo que se usan otro tipo de sustancias para obtener un máximo de revestimiento, entre los más utilizados y adecuados son las ceras sintéticas

mezcladas con un 70 – 80% de aceite mineral. Hay que tener en cuenta que el grado de disolución en el suelo es mayor que en el agua, por la carga de microorganismos que existen y pueden destruir la capa de revestimiento cuando la temperatura y otras condiciones son favorables. Para esto varias casas comerciales, añaden microbicidas a la cera como el pentaclorofenol y alquitrán de hulla en una proporción aproximada de 2 – 3 % obteniendo resultados positivos (Navarro & Navarro, 2014).

8.7.2. Isobutylidene diurea (IBDU)

Su nombre deriva del Isobutylidene diurea (IBDU). Es un fertilizante sintético de nitrógeno orgánico que se comercializa en varios tamaños de gránulo. La liberación del nitrógeno de los fertilizantes IBDU depende de la hidrólisis química. Es decir, una vez en contacto con el agua, se separa en urea y isobutiraldehído. Es éste el paso que limita la velocidad para que la planta disponga del nitrógeno. Los fabricantes ofrecen IBDU en distintos tamaños de gránulos que liberan nitrógeno a diferentes velocidades. Los gránulos grandes liberan el nitrógeno más lentamente que los gránulos pequeños. Esto se debe a que los productos IBDU compuestos de gránulos grandes, tienen menor superficie específica que los productos con gránulos pequeños. Dado que no se trata de un proceso microbial, la liberación del nitrógeno puede ocurrir a bajas temperaturas, con un pH menor en el suelo y una alta humedad en el suelo favorecen la liberación del nitrógeno de los IBDU (Rogers, 2015).

Las variables que modifican el ritmo de liberación de la IBDU están relacionadas con el tamaño de grano, temperatura y humedad del suelo. A 30°C, la extensión de la hidrólisis es unas seis veces mayor a pH 4 que a pH 7, confiriendo una propiedad de alta efectividad como fertilizante nitrogenado de aporte lento, especialmente en suelos ácidos. La liberación del aldehído, no afecta a la fisiología de la planta, debido a que se vaporiza y el porcentaje que se queda en el suelo se transforma en ácido isobutírico, que finalmente es consumido por los microorganismos al igual que el resto de ácidos orgánicos presentes en el suelo (Navarro & Navarro, 2014).

8.8. Fertilizantes recubiertos con polímeros orgánicos

Los fertilizantes recubiertos con polímeros orgánicos han buscado un patrón de liberación de nitrógeno más controlado para mercados hortícolas y jardín, desarrollando fertilizantes con recubrimientos modificados (Guelfi, 2017), dichos recubrimientos con polímeros pueden ser semipermeables o impermeables presentando pequeños poros. Este tipo de fertilizantes es denominado fertilizantes de liberación controlada, ya que la liberación de sus 25 nutrientes no es afectada significativamente por las propiedades del suelo (pH, salinidad, textura, actividad microbiana, potencial redox, fuerza iónica de la solución suelo) sino por la temperatura y permeabilidad a la humedad del recubrimiento del polímero, por lo tanto, es posible predecir o controlar el patrón de liberación, la cantidad y el tiempo con ciertos límites. La velocidad de liberación de nutrientes puede controlarse hasta cierto punto, de acuerdo al tipo y espesor de revestimiento, así como la proporción de diferentes materiales para el revestimiento y la permeabilidad a la humedad (Trenkel, 2010).

Los fertilizantes recubiertos con polímeros orgánicos a su vez se dividen en:

- Fertilizantes recubiertos con resina: son aquellos que por lo general su recubrimiento se prepara por polimerización in situ obteniendo la formación de un polímero hidrofóbico reticulado, también se clasifican como termoestable que significa que se degradan al calentarse. Las principales familias de resinas de uso práctico son las resinas de tipo alquídicas (Osmocote) y el revestimiento con poliuretano (Polyon, Multicote) (Castañeda, 2018).
- Fertilizantes recubiertos con polímeros termoplásticos: son aquellos en que la cubierta es una resina termoplástica muy impermeable como el polietileno, el cual se mezcla con un polímero de alta permeabilidad como el etileno-vinil acetato para controlar la liberación de los nutrientes (Nutricote) (Castañeda, 2018).

8.9. Fertilizantes revestidos con orgánicos naturales

Los fertilizantes orgánicos naturales fueron en un principio los únicos fertilizantes disponibles. Cuando se descubrió la manera de fabricarlos sintéticamente, los orgánicos perdieron popularidad. En este momento se están volviendo a utilizar. Varios materiales orgánicos tales como el sedimento cloacal, harina de plumas, desperdicios de animales, etc. se comercializan hoy en día como fertilizantes orgánicos. Típicamente, el 95% del nitrógeno en estos materiales está compuesto en forma orgánica. Más o menos un 5% está en forma de amonio y nitrato. La liberación del nitrógeno depende de la descomposición microbiana,

de manera que la disponibilidad del nitrógeno depende de que las condiciones climáticas sean favorables (alta temperatura y humedad). Si bien estos productos poseen poco nitrógeno, los investigadores han medido eficiencias en el uso del nitrógeno entre un 20% y 40% superiores al urea-formaldehído (Rogers, 2015).

8.10. Dureza del recubrimiento

Por lo general se define la dureza de un material como la fuerza que causa una deformación sin llegar necesariamente a una ruptura. Para lograr comparar la dureza de los materiales, todas las escalas cuantitativas, tales como las escalas de Brinell, Vickers o Martens deben definir un grado de deformación. Por lo tanto, la dureza está siempre asociada a una deformación definida, en este caso se tiene una deformación máxima, por lo que se puede definir la firmeza como la fuerza máxima de resistencia de un material. (Lehnebach, 2006) Para permitir una comparación de la firmeza entre materiales o entre muestras es necesario considerar esta resistencia con respecto al tamaño o unidad de superficie de un plano sobre el cual actúa la fuerza aplicada para romper el material. Se puede definir la dureza del recubrimiento como la resistencia con la cual el cuerpo del recubrimiento se opone a la deformación. En lo general la unidad de la dureza es una unidad de fuerza por unidad de superficie, dada en kg/cm^2 , como se tiene en la escala usada en el durómetro de Kahl. La ruptura del recubrimiento es causada por la concentración de las fuerzas en un punto donde existe de antemano una grieta o defecto. La resistencia a la fractura puede depender de las propiedades funcionales de las materias primas y de las condiciones de proceso, la adición de ligantes y por la fuerza de los enlaces interpartículas. (Lehnebach, 2006)

8.11. Durabilidad del recubrimiento

Se define la durabilidad del recubrimiento como el porcentaje de partículas menores al tamaño especificado. Los pellets con una alta durabilidad aseguran un flujo en silos de almacenaje, donde los finos producidos causan problemas tales como obstrucción. La formación de polvo representa pérdidas directas de recubrimiento y también puede producir problemas relacionados con el medio ambiente. (Lehnebach, 2006)

8.12. Efectos físicos

La granulación significa un incremento en la compactación, y por lo tanto de su densidad. Esto permite un mayor consumo y mejora los costos de transporte. (Solano, 2008)

Efectos químico-mecánicos Desnaturalización de proteínas, liberación de lípidos encapsulados, rotura de estructuras celulares, pre gelatinización de los almidones e inactivación de factores anti nutricionales. La acción conjunta de la temperatura, la humedad y la presión facilitan la desnaturalización de las proteínas, lo que mejora su asimilación. Por lo que respecta al almidón, la combinación humedad/temperatura/presión favorece la entrada de agua en su estructura, lo que reduce su cristalización (Solano, 2008).

8.13. Coberturas Órgano-minerales

Los órganos - minerales son productos fertilizantes los que proceden de la combinación de los abonos orgánicos con abonos inorgánicos o minerales y, como tales, son objeto de regulación para: tipificarlos, poder inscribir los productos y permitir así su comercialización y, además, para que se utilicen adecuadamente y evitar que causen impactos medioambientales. A la vez estos cinco grupos se divide cada uno en dos, los de su forma de presentación que puede ser líquida o sólida (Cáceres & Marfà, 2008).

8.13.1. Estiércol de vaca

Contiene nutrientes como el Nitrógeno, fósforo y potasio se concentran en el estiércol de vaca deshidratada. Las cantidades de nutrientes totales en el estiércol no son tan importantes como los nutrientes disponibles para las plantas. Fósforo y potasio están presentes en el estiércol en una forma fácil de usar, pero el nitrógeno se presenta en dos formas principales: nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal. El nitrógeno orgánico en el estiércol no está disponible para las plantas al principio, pero con el tiempo se descompone en nitrógeno disponible, siempre que el estiércol está en contacto con el suelo. Nitrógeno amoníaco es la principal forma de nitrógeno que está disponible para las plantas. El alto calor durante el procesamiento del estiércol de vaca deshidratada hace más de su nitrógeno amoniacal a disiparse en el aire. (Almeida, 2015).

Almeida (2015) manifiesta que el contenido de nutrientes del estiércol, suelo fluctuar ampliamente según sea el tipo de animal de procedencia, indica así mismo, que el estiércol formado con el excremento del ganado es el más importante de los abonos orgánicos, ya que todas las sustancias orgánicas del estiércol se transforman en humus

y esto hace favorable las propiedades físicas del terreno, al que hace blando e hidrocópico.

Estudios en países asiáticos nos reporta que el estiércol de vacuno es un buen abono y se usa directamente en zonas de cultivo intensivo y cultivos hortícolas. Además, incrementa el rendimiento del cultivo, mejora la estructura del suelo. (Correa, 2010)

8.13.2. Zeolita

Las zeolitas son una familia de minerales de origen volcánico y natural, que presentan propiedades y características tremendamente atractivas para el negocio agrícola. Entre ellas, destacan su capacidad para retener humedad y nutrientes, ayudar a la desalinización de los suelos, y su potencial uso como fertilizante de acción lenta. Todo esto repercute en la obtención de una mayor eficiencia nutricional y en la reducción de los costos de producción de la explotación. Su interior está formado por cavernas y canales que lo convierten en un cristal hueco con un gran porcentaje de su capacidad volumétrica para almacenar agua, la cual, por procesos de intercambio catiónico, cederá racionadamente a las plantas; posee, además, polaridad negativa que le permite atraer todo tipo de cationes, existiendo especial selectividad por K_2O , NH_4 , P_2O_5 , Ca, Mg, y otros esenciales en la nutrición de los cultivos. (Vásquez & Zetina, 2014).

Se incorporan como material de relleno en fertilizantes completos, las zeolitas pueden disminuir casi a cero la lixiviación de fertilizantes sintéticos, es decir, eliminan casi por completo la contaminación de la capa freática; y hacen que los cultivos sean mucho más eficientes en la asimilación y conversión de nutrientes. (Muñoz, 2018)

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

9.1. Hipótesis Nula

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

9.2. Hipótesis Alternativa

Ha: La técnica del recubrimiento órgano-mineral que contiene polímeros adhesivos y coberturas distintas, permite las características físicas del recubrimiento.

9.3. Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Variab les	Indicadores	Índice/unidad medida
VD: Polímeros orgánicos para el recubrimiento	Dureza	kg/cm ²
Ethocel y almidón	Flotabilidad	m/s
VI: Características físicas del recubrimiento	Volumen	ml
	Cantidad de absorción de agua de la urea recubierta	ml

Elaborado: Córdova, Y. (2021)

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:

10.1. Modalidad básica de investigación

10.1.1. De Laboratorio

La investigación se realizó en el Laboratorio de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde la recolección de datos se ejecutó, mediante la elaboración de cada uno de los tratamientos para la recolección de datos y posterior tabulación.

10.1.2. Bibliográfica Documental

La investigación se respaldó en la revisión de bibliografía, documentos en línea de investigaciones realizadas y además se revisó artículos científicos referentes a la temática investigada que sirvió de base para el contexto del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos.

10.2. Tipo de Investigación

10.2.1. Experimental

La investigación es de tipo experimental porque se basa en los principios del método científico, donde se manipularon variables no comprobadas en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o un acontecimiento en particular. (Arquero *et al.*, 2009). Al aplicar este tipo de investigación nos permitió recolectar datos para posteriormente analizarlos estadísticamente y cumplir con los objetivos planteados.

10.2.2. Cuantitativa

La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014). 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 físicas que nos permitan diferenciar cual tratamiento presentó los mejores resultados.

10.3. Técnicas de Investigación

10.3.1. Fuentes de información

Según el Instituto Azteca (2019) el nivel de información que proporcionan las fuentes de pueden ser primarias o secundarias.

- a. Las fuentes primarias** contienen información nueva y original, resultado de un trabajo intelectual.

Son documentos primarios: libros, revistas científicas y de entretenimiento, periódicos, diarios, documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas, patentes, normas técnicas.

- b. Las fuentes secundarias** contienen información organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización que refiere a documentos primarios originales. Son fuentes secundarias: enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones.

10.3.2. Observación Directa

La observación directa se refiere al método que describe la situación en la que el observador es físicamente presentado y personalmente éste maneja lo que sucede en el experimento (Cerde, 1991). Durante el ensayo se utilizó esta técnica para evaluar cada uno de los tratamientos.

10.3.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico es el análisis que emplea técnicas estadísticas para interpretar datos, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno (Hernández y otros, 2014). Para la tabulación de datos se empleó el software estadístico Infostat v 17.0.

10.3. Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi que se encuentra ubicada en la Parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Tabla 3. Ubicación del ensayo

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Eloy Alfaro
Latitud	00° 59' 57'' S
Longitud	78° 37' 14'' O
Altitud	2725 msnm.

Elaborado: Córdova, Y. (2021)

Fuente: Estación Meteorológica UTC – Salache

10.4. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, para los tratamientos en estudio, su arreglo factorial es $2 \times 4 + 1$. (Tabla 4)

Tabla 4. Esquema del Análisis de Varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Total	(t. r)-1	26
Repeticiones	(r -1)	2
Tratamientos	(t -1)	8
Factor a	(a -1)	1
Factor b	(b -1)	3
Factor a x b	(a -1) * (b-1)	3
Error	r*t	16

Elaborado: Córdova, Y. (2021)

10.5. Análisis Funcional

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

10.6. Factores en estudio

Factor A: Polímeros

P1: Almidón de papa

P2: Ethocel

Factor B: Cobertura orgánico - mineral

C1: Estiércol de vaca + zeolita+ urea

C2: Humus + Zeolita + urea

C3: Estiércol de vaca + roca fosfórica + urea

C4: Humus + roca fosfórica + urea

Testigos

T0: Urea desnuda

10.7. Tratamientos

Se evaluaron un total de 8 tratamientos por la interacción de cada uno de los factores en estudio y urea desnuda.

Tabla 5. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1	P1C1	Almidón de papa + estiércol de vaca + zeolita + urea
T2	P1C2	Almidón de papa + humus + zeolita + urea
T3	P1C3	Almidón de papa + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea
T4	P1C4	Almidón de papa + humus + roca fosfórica + urea
T5	P2C1	Ethocel + estiércol de vaca + zeolita + urea
T6	P2C2	Ethocel + humus + zeolita + urea
T7	P2C3	Ethocel + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea
T8	P2C4	Ethocel + humus + roca fosfórica + urea
T9	T0	Urea desnuda

Elaborado: Córdova, Y. (2021)

10.8. Características físicas en estudio

10.8.1. Dureza

Se define como la firmeza de la fuerza máxima de resistencia donde permite su manipuleo, aplicación, transporte y fraccionamiento. Se midió con el durómetro 10 muestras de urea de cada tratamiento para realizar la toma de datos de todo el ensayo cuyos valores están expresados en kg/cm^2 .

10.8.2. Flotabilidad

Es una característica física que nos demuestra la velocidad de absorción de agua de la cobertura órgano- mineral recubierto y esto se expresa en el tiempo en que demora en caer la perla recubierta. Se seleccionó 10 muestras de urea de cada tratamiento para poder expresar los datos de flotabilidad tomamos en cuenta el tiempo, la distancia y finalmente los datos fueron expresados m/s.

10.8.3. Volumen

Permite conocer la cantidad de masa que presenta el fertilizante recubierto. Se seleccionó 10 muestras de urea de cada tratamiento para poder expresar los datos de volumen tomamos en cuenta la densidad del agua, la masa de la urea y finalmente los datos fueron expresados ml.

10.8.4. Cantidad de absorción de agua de urea recubierta

Este proceso se realizó para determinar la capacidad de absorción de agua de los materiales inertes en interacción con los polímeros utilizados en el recubrimiento. Se seleccionó 10 muestras de urea para cada hora que se evaluó un total de 140 muestras para cada tratamiento los datos que registramos fueron: la cantidad de agua absorbida y aumento del peso y finalmente los datos fueron expresados ml.

10.9. Manejo específico del ensayo

La presente investigación de la tecnología del recubrimiento se realizó en la fase de laboratorio para determinar: dosis, características físicas del recubrimiento.

10.9.1. Fase en laboratorio:

a. Materiales:

Recubrimientos órgano-minerales:

- Estiércol vacuno deshidratado
- Humus
- Zeolita
- Roca fosfórica

Polímeros orgánicos

- Ethocel
- Almidón (papa)

b. 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.

10.10. Protocolo de recubrimiento de urea.

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

Equipos

- Balanza analítica

Materiales

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

Procedimiento

- a. Pesar 40 g de urea.
- b. Pesar 30 g de harina de estiércol de vaca deshidratada
- c. Pesar 30 g de harina de zeolita.
- d. Pesar 30 g de roca fosfórica.
- e. Pesar 30 g de humus.
- f. Medir 60 cc de Ethocel.
- g. Pesar 8 g de almidón.
- h. Colocar 40 g de urea en una bandeja de aluminio.
- i. 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.
- j. Con la ayuda de la parrilla calentar a 150 ° C durante 8 minutos.
- k. Enfriar la mezcla y luego ser depositar en un rociador previamente rotulado.
- l. Mezclar la harina de Estiércol de vaca + zeolita+ urea para los tratamientos que contienen estas coberturas.
- m. Mezclar la harina de Humus + Roca fosfórica + urea para los tratamientos que contienen estas coberturas.
- n. 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.
- o. Para darle un acabado se le dará una capa de zeolita quedando la urea.
- p. Este proceso se debe repetir para recubrir la urea con los diferentes tratamientos.

10.11. Protocolo para medir dureza del recubrimiento

Sagastume Vásquez (2017), Determino que para realizar este protocolo debemos realizar el siguiente procedimiento, adaptado por el Ingeniero Klever Quimbiulco.

Equipos

- Durómetro Kall (DIN53505, ASTM D2240 ISO/R868, JIS R7215)

Materiales

- Urea recubierta
- Mandil
- Guantes
- Libreta de campo

Procedimiento

- a. Calibrar el durómetro para así obtener datos exactos.
- b. Verificar que el dial este el 0 kg/ cm².
- c. Tomar la urea recubierta de cada tratamiento.
- d. Proceder a tomar los datos y registrar en la libreta de campo en la unidad de medida 0 kg/ cm².

10.12. Protocolo de la flotabilidad de la urea recubierta

Salazar (2011), Determino que para realizar este protocolo debemos realizar el siguiente procedimiento, adaptado por el Ingeniero Klever Quimbiulco.

Equipos

- Balanza analítica.
- Probeta graduada.
- Cronómetro (método práctico).

Materiales

- Mandil
- Guantes
- Urea recubierta
- Agua destilada
- Pinza
- Cinta métrica

Procedimiento

- a. Observar el comportamiento de la urea recubierta en una probeta graduada de 500 cc
- b. Introducir 10 g de urea recubierta.
- c. Medir el tiempo que se demoran en caer desde la superficie al fondo de la probeta (cronómetro)
- d. Repetir este procedimiento con cada de las codificaciones del diseño experimental.
- e. Calcular la velocidad de hundimiento en la unidad de medida m/s.

10.13. Protocolo para determinar el volumen la urea recubierta

Quishpe (2020), Determino que para realizar este protocolo debemos realizar el siguiente procedimiento, adaptado por el Ingeniero Klever Quimbiulco.

Equipos

- Balanza analítica.
- Probeta graduada.
- Cronómetro (método práctico).

Materiales

- Mandil
- Guantes
- Urea recubierta
- Agua destilada

Procedimiento

- a. Pesar 10 g de urea recubierta
- b. Llenar las probetas hasta los 50 ml.
- c. Introducir 10 g de urea recubiertas y observar el volumen de agua desplazado.
- d. Repetir el paso anterior al menos tres veces para tener un estimado del volumen desplazado por la urea recubierta.
- e. Finalmente, aplique las formulas establecidas y obtenga los resultados en la unidad de medida ml.

10.14. Protocolo para determinar la capacidad de absorción de la urea recubierta y sin recubrir

TRENKEL (2010), Determino que para realizar este protocolo debemos realizar el siguiente procedimiento, adaptado por el Ingeniero Klever Quimbiulco.

Equipos

- Balanza analítica

Materiales

- Mandil
- Guantes
- Probeta de 100 cc
- Papel filtro
- Embudos

- Urea (40 g)
- Polímero Ethocel
- Polímero almidón (Papa)
- Zeolita (30 g)
- Humus (30g)
- Estiércol de vaca (30 g)
- Roca fosfórica (30 g)
- 100 ml de agua destilada
- Vasos desechables
- Libreta de campo

Procedimiento

- a. Pesarse por separado la urea recubierta y sin recubrir al peso (40 g).
- b. Colocar el papel filtro en los embudos.
- c. Colocar en el papel filtro, la urea recubierta y sin recubrir de acuerdo al diseño experimental y ubicar el embudo sobre los vasos desechables.
- d. Añadir 100 ml de agua destilada a la mezcla de los materiales inertes y orgánicos.
- e. De manera periódica medir cada 1, 2 y 3 horas el agua absorbida, este procedimiento lo realizamos para todo el diseño experimental.
- f. Los resultados son expresados en la unidad de medida ml.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Variable Dureza

Tabla 6. ADEVA para la variable Dureza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	7442,71	8	930,34	19,79	<0,0001	*
Repetición	715,63	2	357,81	7,61	0,0048	ns
Factor A	34,44	1	34,44	0,73	0,5468	ns
Factor B	1294,47	3	431,49	9,18	0,0149	*
Factor A*Factor B	3430,92	3	1143,64	24,33	0,0002	*
Error	752,08	16	47,01			
Total	8910,42	26				
CV	22,04					
PROMEDIO	31,11					

En la tabla 6 se puede observar que existe diferencias significativas para los factores de variación tratamientos, factor B y la interacción de los factores A y B; para el factor A no hubo

significancia estadística, el coeficiente de variación fue de 22,04 y el promedio fue de 31,11 kg/cm².

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Dureza

Tratamientos	Medias (kg/cm²)	Rangos
T6	60,42	A
T4	48,75	A B
T1	38,75	B C
T7	37,5	B C
T2	31,67	B C D
T5	23,75	C D
T8	21,67	C D E
T3	14,58	D E
T0	2,92	E

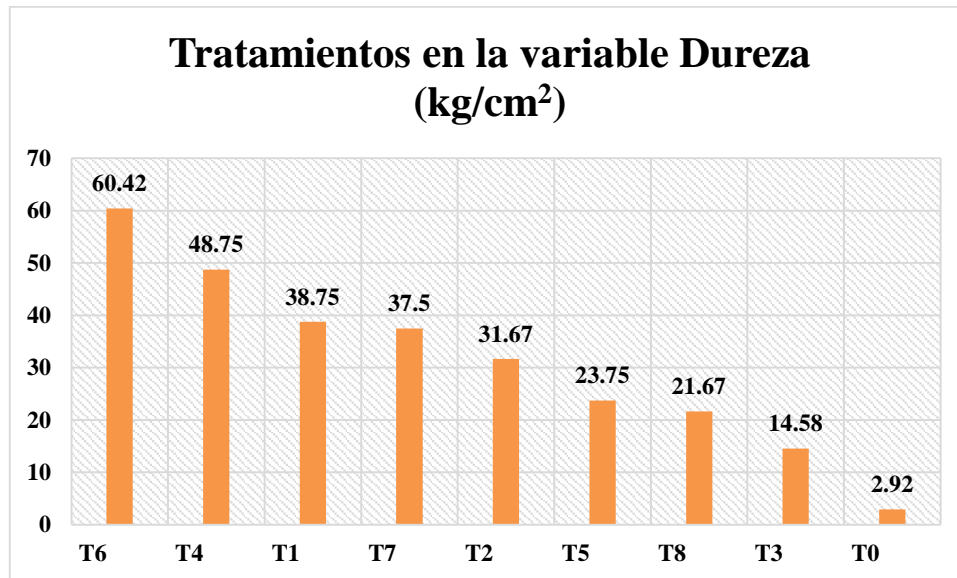
La tabla 7 nos indica los promedios obtenidos de cada tratamiento, donde existen 8 rangos de significación, donde el tratamiento T6 (Ethocel + humus + zeolita + urea) es el que obtuvo mayor promedio con 60,42 kg/cm² en la variable dureza, mientras que el último rango obtuvo el tratamiento testigo con un promedio de 2,92 kg/cm² ubicándose en el último rango de significación estadística.

Según Rodríguez y Torres (2009) indica que existen diferencias importantes en la dureza de los diferentes fertilizantes. Dichas diferencias se deben a la formulación y al diámetro de la partícula. En cuanto a la formulación, los procesos de síntesis y también el origen del material pueden determinar diferencias en la dureza de los gránulos y, por lo tanto, en la tendencia a la formación de polvo.

De acuerdo a los resultados vemos que los mejores resultados se obtiene con el polímero Ethocel y cobertura órgano-mineral de Humus + zeolita y resulta beneficioso realizar recubrimiento con este polímero ya que nos permite mantener la dureza debido a su capacidad de adherencia a la urea, razón por la cual protegerá a la urea recubierta que sufra daños mecánicos, físicos ya sea en traslado de la misma o la manipulación.

Al mezclar Ethocel, humus, zeolita, urea para el recubrimiento de la urea granulada se generara una capa, que pondra impedir que la urea granulada se volatilice en un tiempo corto, además Rodríguez y Torres manifiestan que gránulos con durezas menores a 15 kg/cm² se romperán con mayor facilidad generando polvo, mientras que partículas mayores a 25 kg/cm² son las más deseables para el transporte, fraccionamiento, manipuleo y aplicación.

Figura 1. Tratamientos en la variable Dureza



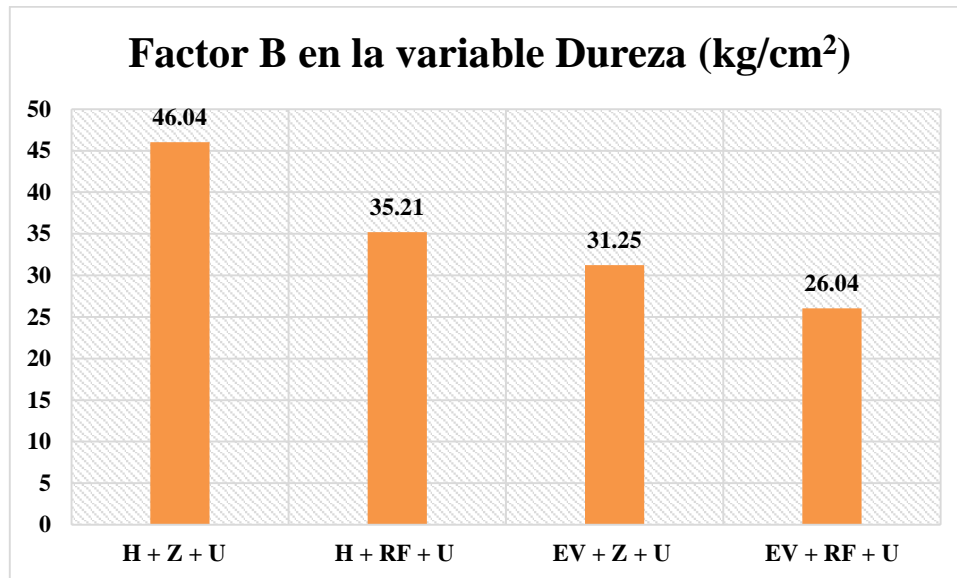
Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable Dureza

Factor B	Medias (kg/cm ²)	Rangos
H + Z + U	46,04	A
H + RF + U	35,21	A B
EV + Z + U	31,25	A B
EV + RF + U	26,04	B

La tabla 8 nos indica los promedios alcanzados por el Factor B, refiriéndose a la cobertura órgano – mineral del fertilizante nitrogenado donde la mezcla de humus, zeolita y urea alcanzó un promedio de 46,04 kg/cm², ubicándose en el primer rango de significación, y finalmente la mezcla de estiércol de vaca, roca fosfórica y urea se ubicó en el último rango de significación con un promedio de 26,04 kg/cm².

Figura 2. Factor B en la variable Dureza



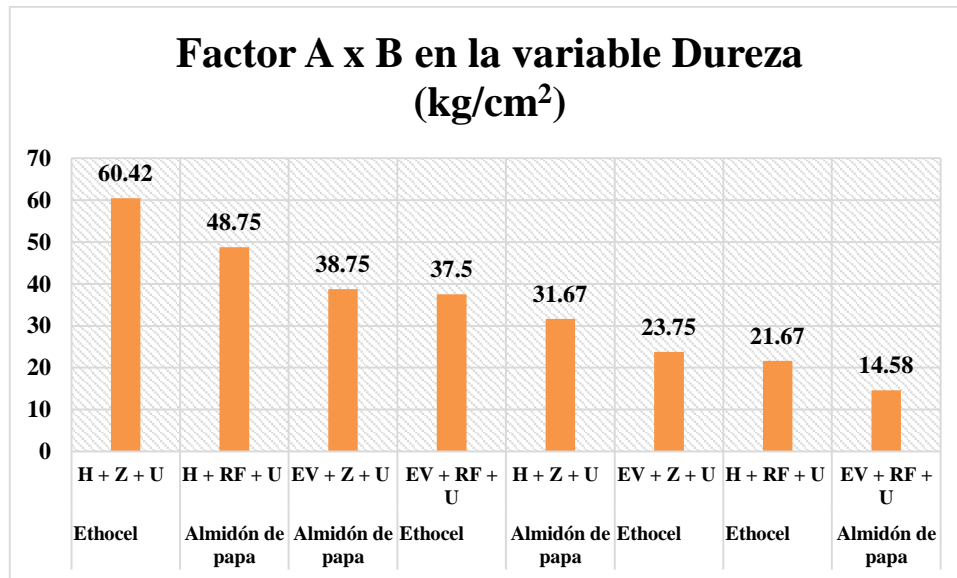
Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para interacción A x B en la variable Dureza

Factor A	Factor B	Medias (kg/cm ²)	Rangos
Ethocel	H + Z + U	60,42	A
Almidón de papa	H + RF + U	48,75	A B
Almidón de papa	EV + Z + U	38,75	A B C
Ethocel	EV + RF + U	37,50	A B C
Almidón de papa	H + Z + U	31,67	B C
Ethocel	EV + Z + U	23,75	B C
Ethocel	H + RF + U	21,67	C
Almidón de papa	EV + RF + U	14,58	C

La interacción entre los factores en estudio polímeros y cobertura órgano- mineral dieron como resultado 5 rangos de significación, indicado en la tabla 9, el primer rango de significación está ocupado por el polímero ethocel y la cobertura de humus, zeolita y urea, con un promedio de 60,42 kg/cm², por lo tanto, se acepta la Hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la Hipótesis nula (Ho) al mejor las características físicas de la urea recubierta.

Figura 3. Interacción A x B en la variable Dureza



Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

11.2. Variable Flotabilidad

Tabla 10. ADEVA para la variable Flotabilidad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	0,61	8	0,08	66,16	<0,0001	*
Repetición	2,7E-03	2	1,30E-03	1,17	0,3343	
Factor A	0,01	1	0,01	9,09E+00	<0,0001	*
Factor B	0,02	3	0,01	9,09E+00	<0,0001	*
Factor A*Factor B	4,1E-03	3	1,40E-03	1,27E+00	0,0070	*
Error	0,02	16	1,10E-03			
Total	0,63	26				
CV	10,54					

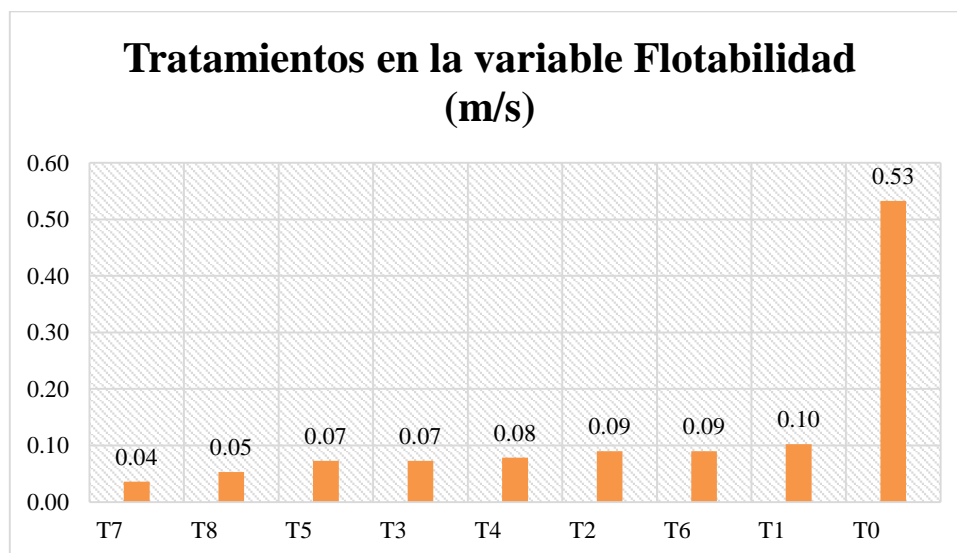
En la tabla 10 se puede observar el análisis de varianza para la variable flotabilidad donde existen diferencias significativas para todos los factores de variación tratamientos, factor A, factor B y la interacción de los factores A y B, el coeficiente de variación fue de 10,54.

La flotabilidad va a depender de la densidad del fertilizante recubierto, es decir de su masa y su volumen, la flotabilidad del fertilizante nitrogenado recubierto indica la velocidad de absorción de agua de la perla recubierta lo que ocasiona que se precipite.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Flotabilidad

Tratamiento	Medias (m/s)	Rangos
T7	0,04	A
T8	0,05	B
T5	0,07	B
T3	0,07	B
T4	0,08	B C
T2	0,09	B C
T6	0,09	B C
T1	0,10	B C
T0	0,53	C

De acuerdo con los resultados obtenidos el Ethocel tiene la capacidad de regular la velocidad de retención de agua lo que se refleja en el mayor índice flotabilidad fueron los tratamientos T7 (Ethocel + Estiércol de vaca + Roca fosfórica + Urea) con un promedio de 0,04 m/s, en segundo lugar los tratamientos T8 (Ethocel + Humus + Roca fosfórica + Urea), T5 (Ethocel + Estiércol de vaca + Zeolita + Urea) y T3 (Alm. papa + Estiércol de vaca + Roca fosfórica + Urea) con promedios de 0,05 m/s; 0,07 m/s y 0,07 m/s.

Figura 4. Tratamientos en la variable Flotabilidad

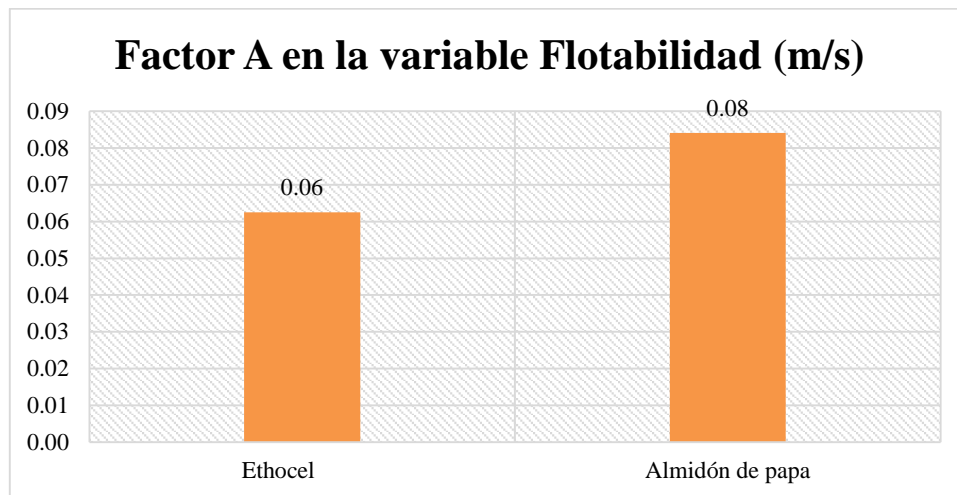
Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para Factor A en la variable Flotabilidad

Factor A	Medias (m/s)	Rangos
Ethocel	0,06	A
Almidón de papa	0,08	B

En la tabla 12 se indica los promedios alcanzados por cada uno de los polímeros usados para el recubrimiento del fertilizante nitrogenado, donde existen dos rangos de significación, el polímero ethocel ocupa el primer rango con un promedio de 0,06 m/s, mientras que el almidón de papa se ubica en el segundo y último rango de significación con un promedio de 0,08 m/s.

Figura 5. Factor A en la variable Flotabilidad



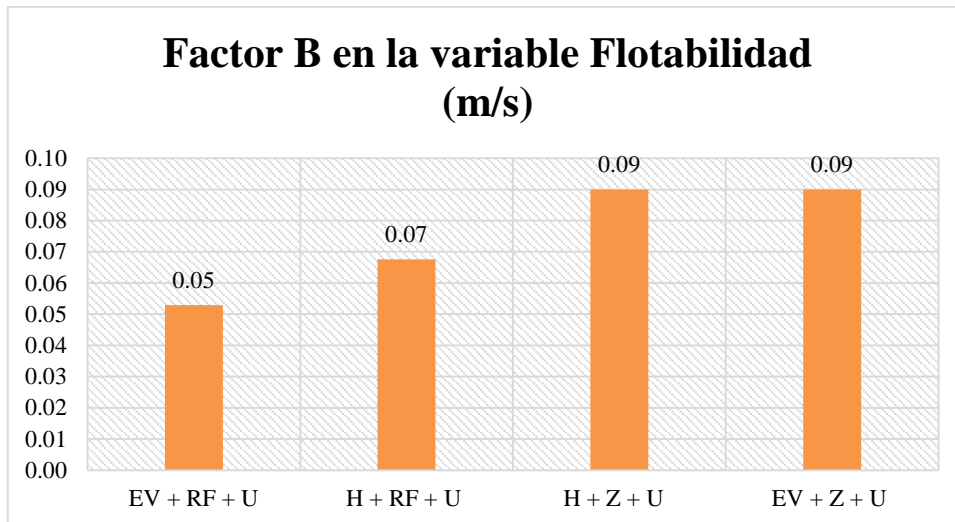
Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable Flotabilidad

Factor B	Medias (m/s)	Rangos
EV + RF + U	0,05	A
H + RF + U	0,07	A
H + Z + U	0,09	B
EV + Z + U	0,09	B

En el factor B concerniente a la cobertura orgánico – mineral, la prueba de Tukey al 5% arrojó dos rangos de significación donde el estiércol de vaca, roca fosfórica y urea obtuvo un promedio de 0,05 m/s ubicándose en el primer rango junto al humus, roca fosfórica y urea con un valor promedio de 0,07 m/s, en el segundo rango de significación se encuentra la cobertura compuesta por humus, zeolita y urea con un promedio de 0,09 m/s; y la cobertura de estiércol de vaca, zeolita y urea con un valor de 0,09 m/s, compartiendo el mismo rango de significación.

Figura 6. Factor B en la variable Flotabilidad

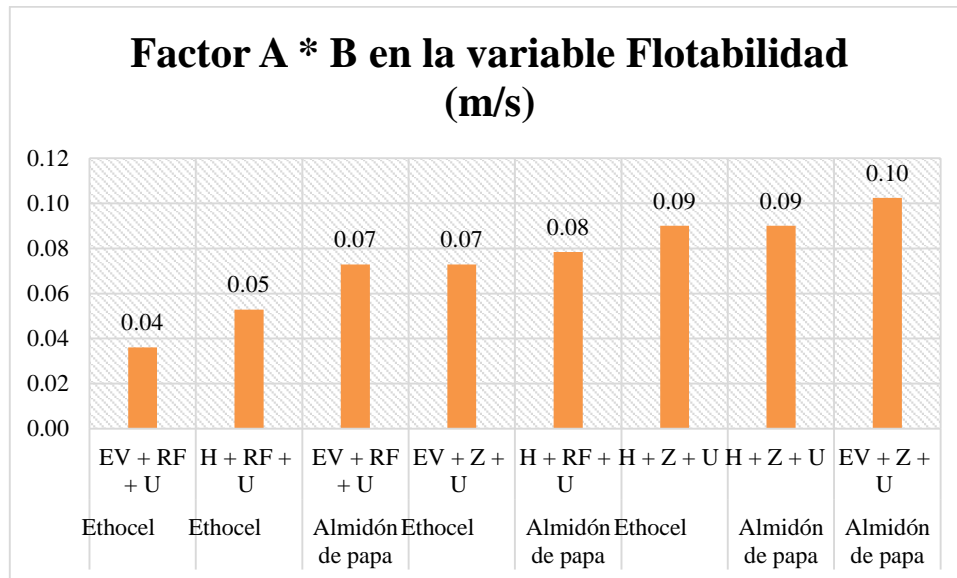


Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para A x B en la variable Flotabilidad

Factor A	Factor B	Medias (m/s)	Rangos
Ethocel	EV + RF + U	0,04	A
Ethocel	H + RF + U	0,05	A B
Almidón de papa	EV + RF + U	0,07	B
Ethocel	EV + Z + U	0,07	B
Almidón de papa	H + RF + U	0,08	B C
Ethocel	H + Z + U	0,09	C D
Almidón de papa	H + Z + U	0,09	C D
Almidón de papa	EV + Z + U	0,10	D

Para la interacción de los factores en estudio polímeros y cobertura orgánico mineral dieron como resultado seis rangos de significación, el primer rango de significación está ocupado por el polímero ethocel y la cobertura de estiércol de vaca, roca fosfórica y urea, con un promedio de 0,04 m/s, determinando que es el más conveniente debido a que tuvo una menor que absorción agua y el polímero de Almidón de papa y la cobertura de estiércol de vaca, zeolita y urea con un promedio de 0,10 m/s ubicándose en el último rango de significación (Castañeda, 2018).

Figura 7. Interacción A x B en la variable Flotabilidad

Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

11.3. Variable Volumen

En la variable volumen se propuso medir la cantidad de agua desplazada del recipiente, esto se relaciona con la masa del fertilizante y el material de su recubrimiento. Nos permite conocer la cantidad de masa que presenta el fertilizante recubierto.

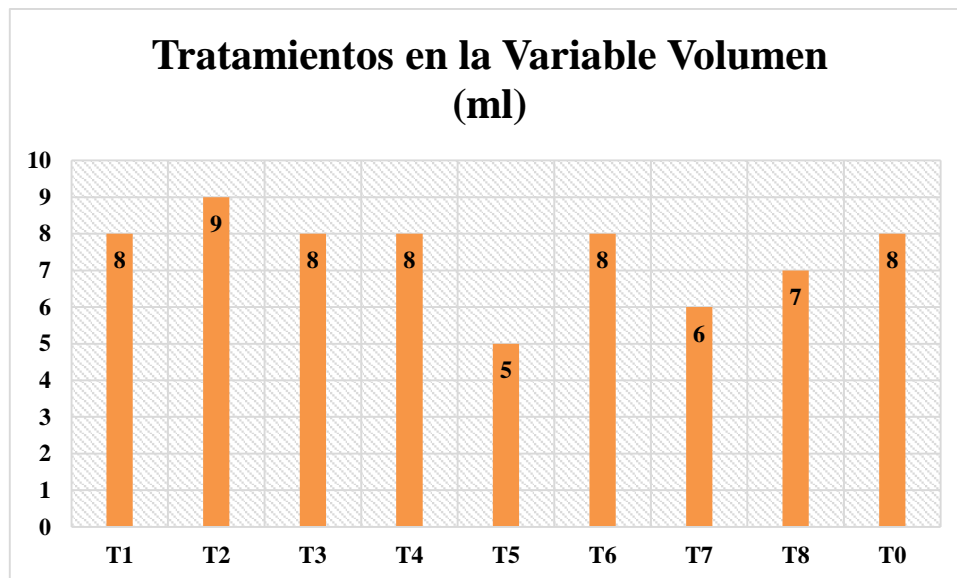
Se realizó el análisis de varianza el cual presentó resultados sin ninguna diferencia significativa entre los factores de variación. Los promedios obtenidos por cada uno de los tratamientos se presentan en la tabla 16.

Tabla 15. ADEVA para la variable Volumen

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	36,67	8	4,58	sd	Sd
Repetición	0	2	0	sd	Sd
Factor A	0,65	1	0,65	sd	Sd
Factor B	0,47	3	0,16	sd	Sd
Factor A*Factor B	0,18	3	0,06	sd	Sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	1,30	26			

Tabla 16. Promedios para tratamientos en la variable Volumen

Tratamientos	Medias (ml)
T1	8
T2	9
T3	8
T4	8
T5	5
T6	8
T7	6
T8	7
T0	8

Figura 8. Promedios para tratamientos en la variable Volumen

Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

11.4. Variable Cantidad de absorción de agua de la urea recubierta

La absorción de agua en un fertilizante puede tener consecuencias indeseadas, haciendo blandas y pegajosas a las partículas, incrementan el volumen de la partícula agrietándola, puede aparecer cambios en la coloración, la calidad de esparcimiento del fertilizante es afectado, además puede causar taponamientos en los equipos utilizados para la aplicación del fertilizante. Para la variable cantidad de absorción de agua se realizó el análisis de varianza el cual presentó resultados sin ninguna diferencia significativa entre los factores de variación. Los promedios obtenidos por cada uno de los tratamientos son expresados en la unidad ml, se presentan en la tabla 18.

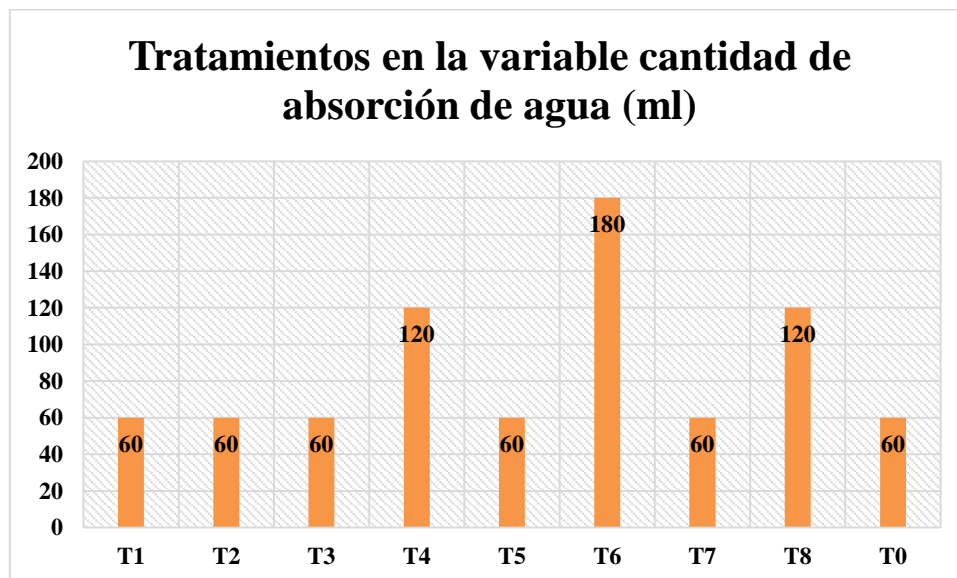
Tabla 17. ADEVA para la variable cantidad de Absorción de agua

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	45600	8	5700	sd	sd
Repetición	5,80E-12	2	2,90E-12	sd	sd
Factor A	12,06	1	12,06	sd	sd
Factor B	55,03	3	18,34	sd	sd
Factor A*Factor B	36,17	3	12,06	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	103,25	26			

Tabla 18. Promedios para tratamientos en la variable cantidad de absorción de agua

Tratamientos	Medias (ml)
T1	60
T2	120
T3	60
T4	120
T5	60
T6	180
T7	60
T8	60
T0	60

Figura 9. Promedios para tratamientos en la variable cantidad de absorción de agua



Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

11.5. Construcción de una tabla de decisión

Una vez que hemos analizado los resultados de cada característica física, lo que nos permite tomar la decisión más adecuada, es la construcción de una tabla donde se sumen todas las acciones afirmativas para cada tratamiento.

CARACTERISTICA FISICA	RANGOS		
	DUREZA	< 25 Kg/cm2	> 25 Kg/cm2 -40 Kg/cm2
Puntuación	0	3	5

FLOTABILIDAD	< 0.04 m/s	> 0,04 -0,06 m/s	> 0,06 - 0,07m/s	> 0,08 - 0,09m/s	> 0,09 m/s
Puntuación	5	4	3	2	0

VOLUMEN	< a 5 ml	5 ml a 8 ml	> a 8 ml
Puntuación	2	5	2

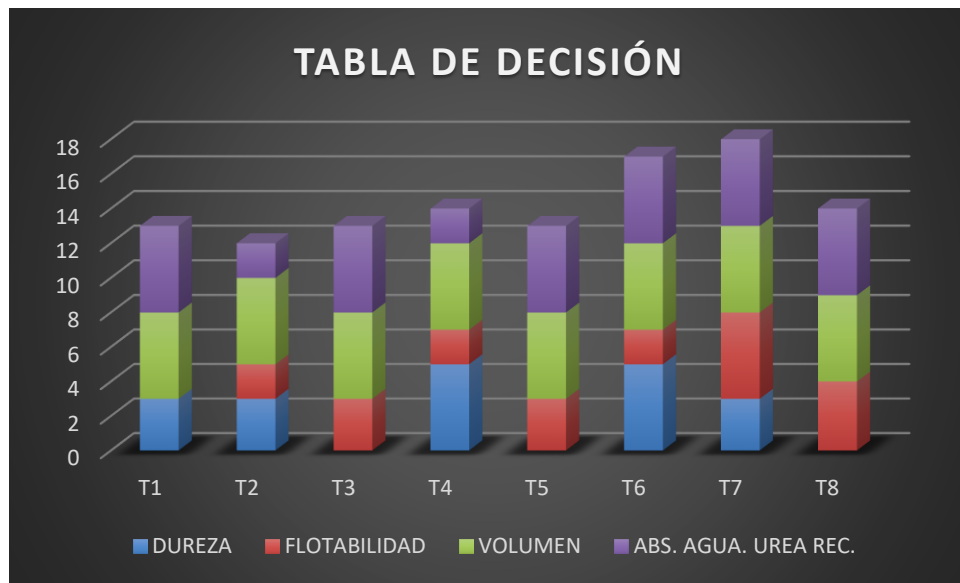
ABS. AGUA. UREA REC.	< = a 60 ml	> a 60 ml
Puntuación	5	2

Tabla 19. Tabla de decisión

CARACTERISTICA FISICA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
DUREZA	3	3	0	5	0	5	3	0
FLOTABILIDAD	0	2	3	2	3	2	5	4
VOLUMEN	5	5	5	5	5	5	5	5
ABS. AGUA. UREA REC.	5	2	5	2	5	5	5	5
TOTAL DE PUNTOS AFIRMATIVOS	13	12	13	14	13	17	18	14

Una vez tomada la decisión podemos determinar que el T7 reúne todas las acciones afirmativas de las características físicas y seguidamente el T6 que está en segundo lugar.

Figura 10. Tabla de decisión



Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

11.6. Análisis económico de los tratamientos

En la tabla 21 se indica los valores del costo de cada uno de los tratamientos, se puede observar que los valores son similares para los tratamientos que tienen como polímero al almidón de papa, siendo el tratamiento T2 (Almidón de papa + humus + zeolita + urea) el que presenta el costo más bajo con \$2,72 por cada kilogramo. Los tratamientos que tienen como polímero al Ethocel presentan valores más elevados que los mencionados anteriormente, bordeando valores entre \$3,36 y \$3,58 por cada kilogramo.

Tabla 20. Promedios de costos para cada tratamiento por kilogramo

Tratamiento	Medias (\$/kg)
T1	2.9
T2	2.7
T3	3.3
T4	3.1
T5	3.2
T6	3.0
T7	3.6
T8	3.4

Figura 11. Costos de tratamiento por kilogramo

Elaborado por: Córdova, Y. (2021)

12. PRESUPUESTO

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Balanza analítica	1	Unidad	50	50
Estufa	1	Unidad	40	40
Durómetro	1	Unidad	70	70
Papel filtro	24	Unidad	0,1	2,4
Guantes	3	Unidad	0,5	1,5
Embudos	8	Unidad	1,5	12
Probeta de 100 mL	1	Unidad	3	3
Probeta de 500 mL	1	Unidad	5	5
Vasos de precipitación 500 mL	8	Unidad	5	40
Vasos desechables	8	Unidad	0,05	0,4
Pinza	1	Unidad	8	8
Cinta métrica	1	Unidad	1	1
Cronómetro	1	Unidad	4	4
Cajas de Petri (15 x 1000 mm)	30	Unidad	0,15	4,5
Urea	9	Kilo	0,62	5,58
Harina de estiércol de vaca	8	Kilo	0,5	4
Zeolita	8	Kilo	0,3	2,4
Humus	8	Kilo	0,3	2,4
Roca fosfórica	8	Kilo	0,65	5,2
Polímero Ethocel	2	Kilo	35	70
Polímero Almidón (papa)	5	Kilo	1,25	6,25
Agua destilada	12	Litro	0,42	5,04
Transporte y salida de campo (detallar)				
Pasajes	15	Unidad	0,3	4,5
Materiales y suministros (detallar)				
Cartulinas	10	Unidad	0,05	0,5
Libreta de apuntes	1	Unidad	1	1
Laptop	1	Unidad	880	880
Sub Total				1228,67
10%				122,867
TOTAL				1351,537
DEPRECIACIÓN				1123,54
TOTAL FINAL				228,00

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Concluimos dependiendo las características físicas en estudio que el tratamiento T6 (Ethocel + humus + zeolita + urea) a pesar de presentar un promedio de 60,42 kg/cm² en dureza no reúne las demás características físicas, mientras que en flotabilidad presento un mejor comportamiento el tratamiento T7 (Ethocel + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea), en volumen y cantidad de absorción de agua de la urea recubierta a pesar de que no tiene diferencia significativa hay diferencia numérica, ya que tienen en común el polímero ethocel, estiércol de vaca y roca fosfórica.
- Se puede concluir que el polímero adherente más eficiente es el ethocel al ser insoluble en el agua permitiendo que la urea recubierta tenga una hidratación más lenta impidiendo que el material se precipite inmediatamente. El tratamiento T7 (Ethocel + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea) con un promedio 97,02 kg/cm², indicando que no genera polvo, evitando que la urea se pierda y pueda ser manipulable hasta su aplicación.
- Los costos de cada tratamiento están en un rango de \$2,72 hasta \$3,58 por kilogramo, el tratamiento con menor costo T2 (Almidón de papa + humus + zeolita + urea) el que presenta el costo más bajo con \$2,72 por cada kilogramo mientras que el tratamiento más costoso fue para T7 (Ethocel + estiércol de vaca + roca fosfórica + urea) con un valor de \$3,58 por kilogramo.

13.2. Recomendaciones

- Recomendamos el uso del ethocel como polímero adherente y la utilización de estiércol de vaca y roca fosfórica para el recubrimiento órgano- mineral.
- Se recomienda investigar alternativas para suplir el polímero etilcelulosa, para la elaboración de fertilizantes recubiertos de lenta liberación con el fin de encontrar otras alternativas para el recubrimiento de fertilizantes.
- Para recomendar el tratamiento se realizó una tabla de decisión donde se considera el tratamiento que más reúne características físicas del recubrimiento de urea.
- Se recomienda realizar investigaciones para mejorar la dureza en el recubrimiento órgano- mineral de urea y buscar proveedores que nos ayuden con precios más convenientes y así disminuir costos.

- Realizar investigaciones de fertilizantes recubiertos para los compuestos fosforados, azufrados y fertilizantes con microelementos utilizando la tecnología y materiales propuestos en la presente investigación.
- Se recomienda realizar el estudio de estas mismas características físicas en campo In-situ y continuar esta investigación evaluando las características químicas.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. (2015). <http://repositorio.upec.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec:8080/bitstream/123456789/355/1/252%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20cuatro%20ecotipos%20de%20chocho%20%20Lupinus%20mutabilis%29%2C%20en%20el%20Centro%20Experimental%20San%20Francisco.pdf>
- Andreu, J., Betrán, J., Delgado, J., Espada, M., Gil, M., Gutiérrez, F., . . . M., Y. (2006). <https://citarea.cita-aragon.es/>. Obtenido de https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf
- Arévalo, G., Hernández, T., Salcedo, E., & Galvis, A. (2007). Aplicación de fertilizantes sintéticos o abonos verdes y su efecto sobre la cantidad de nitrato residual en el suelo. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 85 - 90.
- Asensi, M., Cotarelo, R., Echenique, M., Fernández, J., Oñate, P., Romero, J., & Tamayo, J. (2014). <http://eprints.uanl.mx/>. Obtenido de http://eprints.uanl.mx/13416/1/2014_LIBRO%20Metodos%20y%20tecnicas_Aplicacion%20del%20metodo%20pag499_515.pdf
- Basosi, R., Spinelli, D., Fierro, A., & Jez, S. (2014). <https://www.researchgate.net>. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/264124538_Mineral_Nitrogen_Fertilizers_Environmental_Impact_of_Production_and_Use
- Cáceres, R., & Marfà, O. (Junio de 2008). <https://www.3tres3.com/>. Obtenido de https://www.3tres3.com/articulos/los-organominerales-y-su-interes-en-el-mundo-de-la-fertilizacion_2263/
- Carrera, M. (2009). <http://dspace.esPOCH.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/214/1/56T00188.pdf>
- Castañeda, C. (2018). <http://repositorio.lamolina.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3867/casta%C3%B1edatarrillo-carla-jeunelli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cerda, H. (1991). <http://postgrado.una.edu.ve>. Obtenido de <http://postgrado.una.edu.ve/metodologia2/paginas/cerda7.pdf>
- Correa, J. (Noviembre de 2010). <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/>. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1840/T-631.875-C77.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Eugercios, A., Álvarez, M., & Montero, E. (2017). Impactos del nitrógeno agrícola en los ecosistemas acuáticos. *Ecosistemas*, 37 - 44.
- Flores, D., García, T., Martínez, R., Martínez, A., López, A., & Ruiz, E. (2004). Síntesis y aplicación del producto de condensación de la urea con el furfural en el cultivo de maíz. *Cultivos Tropicales*, 83 - 87.
- Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., & Seitzinger, S. P. (2004). Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochem*, 153 - 226.
- García, F. (2019). <http://www.econoagro.com>. Obtenido de <http://www.econoagro.com/images/stories/pdf/agricultura/CicloNitrogeno.pdf>
- Ginés, I., & Mariscal, I. (2002). <http://oa.upm.es>. Obtenido de http://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL_MONO_2002_01.pdf
- González, M., Rodríguez, M., Hernández, M., Rodríguez, C., Rieumont, J., Cuesta, E., . . . Morales, A. (2005). Obtención de un fertilizante de liberación lenta y controlada enriquecido con diferentes plantas marinas. *Revista Cubana de Química*, 25 - 31.
- Guelfi, D. (2017). <http://www.ipni.net>. Obtenido de [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/90DE38570A7216CB832580FB0066E3B4/\\$FILE/Jornal-157.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/90DE38570A7216CB832580FB0066E3B4/$FILE/Jornal-157.pdf)
- Haifa Group. (2020). <https://www.haifa-group.com>. Obtenido de [https://www.haifa-group.com/node/1837#:~:text=Urea%20recubierta%20de%20Azufre%20\(SCU,sobre%20gr%C3%A1nulos%20de%20urea%20sobrecalentados.&text=El%20proceso%20de%20liberaci%C3%B3n%20se,de%20los%20gr%C3%A1nulos%20sin%20imperfecciones](https://www.haifa-group.com/node/1837#:~:text=Urea%20recubierta%20de%20Azufre%20(SCU,sobre%20gr%C3%A1nulos%20de%20urea%20sobrecalentados.&text=El%20proceso%20de%20liberaci%C3%B3n%20se,de%20los%20gr%C3%A1nulos%20sin%20imperfecciones).
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Intagri. (2017). <https://www.intagri.com>. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>
- International Fertilizer Association. (2020). <https://www.ifastat.org>. Obtenido de <https://www.ifastat.org/market-outlooks>
- Izquierdo, L. (2011). <https://riunet.upv.es>. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15610/TesinaMaster_LuciaIzquierdo.pdf
- Mazela, P., & De La Riva, F. (2013). <http://sb.uta.cl>. Obtenido de <http://sb.uta.cl/libros/30846%20manual%20fertirriego%20web.pdf>

- Mikkelsen, R. (2020). <http://www.ipni.net>. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/251EB81E3731729F852579A0006A0E4E/\\$FILE/Emisiones%20de%20amoniaco.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/251EB81E3731729F852579A0006A0E4E/$FILE/Emisiones%20de%20amoniaco.pdf)
- Morales, E., Rubí, M., López, J., Martínez, A., & Morales, E. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1875 - 1886.
- Muñoz, L. (Febrero de 2018). <http://www.elmercurio.com>. Obtenido de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2014/08/19/El-potencial-agricola-de-las-zeolitas.aspx>
- Navarro, G., & Navarro, S. (2014). *Fertilizantes: Química y acción*. Madrid - España: Mundiprensa.
- Navarro, S., & Navarro, G. (2000). *Química Agrícola*. Madrid, España: Mundiprensa.
- Paredes, D. (2014). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2866/1/T-UCE-0004-7.pdf>
- Peña, J., Grageda, O., & Vera, J. (2002). Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (15n). *Terra Latinoamericana*, 51 - 56.
- Quimbiulco, K., & Quishpe, S. (Enero de 2020). Elaboración de protocolo de características físicas de la urea recubiertas. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- Rodríguez, M., & Torres, M. (2009). <https://www.agroconsultasonline.com.ar>. Obtenido de https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Capitulo%201.%20Fertilizantes.pdf?op=d&ticket_id=8208&evento_id=16867
- Rogers, M. (2015). <https://www.aag.org.ar>. Obtenido de <https://www.aag.org.ar/fertilizantes-nitrogenados-de-liberacion-lenta/>
- Sagastume Vásquez, I R. 2017. Caracterización física de dureza de urea recubierta .T.A. CEMA/USAC. 34p.
- Salazar de Ariza J. 2011 Análisis de Alimentos. Caracterización física de flotabilidad de urea recubierta / FMVZ / USAC
- Trenkel, M. (2010). <https://www.fertilizer.org>. Obtenido de https://www.fertilizer.org/images/Library_Downloads/2010_Trenkel_slow%20release%20book.pdf
- TRENKEL, M. 2010. Caracterización física de absorción de agua de urea recubierta disponible en www.ifa.com

- Vásquez, A., & Zetina, R. (2014). *Uso de zeolita para reducir costos de fertilización química en la agricultura*. Obtenido de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4165/010209211500063356_USO_DE_ZEOLITA.pdf?sequence=1
- Vega, C. (2017). *http://147.96.70.122/Web/TFG*. Obtenido de <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/CRISTINA%20VEGA%20OLIVA.pdf>

15. ANEXOS

Anexo 1. Aval de inglés.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita **CÓRDOVA SALAZAR YOMARA KATHERINE** Egresada de la Carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, cuyo título versa, **“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS ADHERENTES EN EL RECUBRIMIENTO ÓRGANO-MINERAL DE UREA, LATAACUNGA – COTOPAXI, 2020 – 2021”**, 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 certificado de la manera ética que estime conveniente.

Lataacunga, marzo del 2021

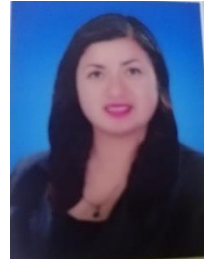
Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diana Karina Taipe Vergara'.

MSc. Diana Karina Taipe Vergara
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 1720080934

1803027935 Firmado
 VICTOR digitalmente por
 HUGO 1803027935
 ROMERO VICTOR HUGO
 GARCIA ROMERO GARCIA
 Fecha: 2021.03.16
 09:19:24 -05'00'

 A circular digital signature stamp in purple and red. The outer ring contains the text 'UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI' at the top and 'CENTRO DE IDIOMAS' at the bottom. The center features a stylized mountain peak and the letters 'UTC'. The text 'VICTOR HUGO ROMERO GARCIA' is written across the center of the stamp.

Anexo 2. Hoja de vida de los Investigadores.**HOJA DE VIDA****DATOS PERSONALES****Nombres:** Yomara Katherine**Apellidos:** Córdova Salazar**Fecha de Nacimiento:** 22 de Febrero de 1998**Lugar de nacimiento:** Arenillas**Cédula de Ciudadanía:** 210082118-6**Tipo de sangre:** O+**Estado Civil:** Soltera**Dirección:** Latacunga, la laguna calle Ilinizas**Teléfono:** 0982362806**Correo Electrónico:** Kattykizz1998@hotmail.com**ESTUDIOS REALIZADOS****Primaria:** Escuela Fiscal “José Peralta”**Secundaria:** Unidad Educativa Particular “Simón Bolívar”**Universidad:** Universidad Técnica de Cotopaxi**CURSOS Y SEMINARIOS REALIZADOS**

I Congreso Binacional Ecuador- Perú “Agropecuaria, Medio Ambiente y Turismo 2019”.
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y Universidad Nacional Agraria la
Molina, Duración de 40 horas, Enero 2019.

Primeras jornadas de difusión de metodologías de la investigación agrícola. Universidad
Técnica de Cotopaxi, Duración de 40 horas, febrero de 2020.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Unidad de Administración de Talento Humano



SIITH
Sistema Informático
Integrado de Talento
Humano

FICHA SIITH

Favor ingresar todos los datos solicitados, con absoluta veracidad, esta información es indispensable para el ingreso de los servidores públicos al Sistema Informático Integrado de Talento Humano (SIITH)



DATOS PERSONALES

NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
Ecuatoriana	1709561102		llene si extranjero	Klever Mauricio	Quimbiulco Sanchez	17/08/1968		casado
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	GENERO	TIPO DE SANGRE
				01/04/2017	12/04/2017	12/04/2017	masculino	O rH+

MODALIDAD DE INGRESO LA INSTITUCIÓN		FECHA INICIO	FECHA FIN	N° CONTRATO	CARGO	UNIDAD ADMINISTRATIVA
ejemplo:	CONTRATO SERVICIOS PROFESIONALES	12/04/2017				Universidad Tecnica del Cotopaxi: AGRONOMIA

TELÉFONOS		DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
22787077	987294064	Sucre	Atahualpa	5 204	San Vicente	Pichincha	Quito	Alanagasi

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL			AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA			
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA
			kleveradis@gmail.com	MESTIZO		SI

CONTACTO DE EMERGENCIA			DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES			
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	NOMBRES	APELLIDOS	No. DE NOTARIA	LUGAR DE NOTARIA	FECHA
22787077	999294946	Adis	Rodriguez			13/04/2017

INFORMACIÓN BANCARIA			DATOS DEL CÓNYUGE O CONVIVIENTE				
NÚMERO DE CUENTA	TIPO DE CUENTA	INSTITUCIÓN FINANCIERA	APELLIDOS	NOMBRES	No. DE CÉDULA	TIPO DE RELACIÓN	TRABAJO
8064048100	AHORRO	Banco Rumiñahui	Rodriguez	Adis	1714938576		

INFORMACIÓN DE HIJOS				FAMILIARES CON DISCAPACIDAD			
No. DE CÉDULA	FECHA DE NACIMIENTO	NOMBRES	APELLIDOS	NIVEL DE INSTRUCCIÓN	PARENTESCO	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD
1718097999	12/03/1998	David Andres	Quimbiulco Rodriguez	TECNOLOGÍA			
1723956817	20/11/2003	Kleber Daniel	Quimbiulco Rodriguez	TECNOLOGÍA			

FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENECYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	AREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAIS
4TO NIVEL - MAERSTRÍA	1079-15-86066432	ESPE	Master en Agricultura Sostenible		Agricultura			Ecuador

EVENTOS DE CAPACITACIÓN							
TIPO	NOMBRE DEL EVENTO (TEMA)	EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	TIPO DE CERTIFICADO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PAÍS
CURSO	Marketing Institucional	ESPE	19	APROBACIÓN	22-nov-06	22-nov-06	Ecuador
PROGRAMA	Entrenamiento en manejo de empresas Lecheras	Verhoef Dairy Ltd.	240	APROBACIÓN	01/03/2007	30/03/2007	Canada
PASANTÍA	Manejo de granjas modelo	Polar Genetics INC	120	APROBACIÓN	01/05/2007	15/05/2007	Canada
PROGRAMA	Manejo de Fertilizantes Agroecologicos	Universidad del Sur de China	360	APROBACIÓN	03/06/2009	14/07/2009	China
PROGRAMA	Tecnologías de Agroecología Permacultura	Universidad Nacional de Loja	20	APROBACIÓN	09/12/2011	11/12/2011	Ecuador
CONGRESO	I Congreso Internacional de Cienica Y Tecnologia	Universidad San Francisco de Qui	24	APROBACIÓN	15/06/2018	15/06/2018	Ecuador

Anexo 3. Datos de los indicadores evaluados

TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 1	DUREZA 1 kg/cm ²	DUREZA 2 kg/cm ²	DUREZA 3 kg/cm ²	DUREZA 4 kg/cm ²	PROMEDIO
UR + Z + Ev	T1R1	65	40	55	30	104,72
UR + Z + H	T2R1	30	50	65	20	90,94
UR + Rf + Ev	T3R1	10	10	20	0	22,05
UR + Rf + H	T4R1	45	75	45	80	135,03
TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 1	DUREZA 1 kg/cm ²	DUREZA 2 kg/cm ²	DUREZA 3 kg/cm ²	DUREZA 4 kg/cm ²	
UR + Z + Ev	T5R1	50	20	20	25	63,38
UR + Z + H	T6R1	75	70	70	50	146,06
UR + Rf + Ev	T7R1	50	40	30	50	93,70
UR + Rf + H	T8R1	20	30	10	30	49,60
TESTIGO	REPETICIÓN 1	DUREZA 1 kg/cm ²	DUREZA 2 kg/cm ²	DUREZA 3 kg/cm ²	DUREZA 4 kg/cm ²	
UR	UR	10	0	10	0	11,02

TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 2	DUREZA 1 kg/cm ²	DUREZA 2 kg/cm ²	DUREZA 3 kg/cm ²	DUREZA 4 kg/cm ²	PROMEDIO
UR + Z + Ev	T1R2	25	30	65	50	93,70
UR + Z + H	T2R2	30	30	30	65	85,43
UR + Rf + Ev	T3R2	10	15	0	20	24,80
UR + Rf + H	T4R2	20	40	80	40	99,21
TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 2	DUREZA 1 kg/cm ²	DUREZA 2 kg/cm ²	DUREZA 3 kg/cm ²	DUREZA 4 kg/cm ²	
UR + Z + Ev	T5R2	40	10	25	25	55,12
UR + Z + H	T6R2	80	50	75	50	140,54
UR + Rf + Ev	T7R2	50	60	30	40	99,21
UR + Rf + H	T8R2	30	10	20	35	52,36
TESTIGO	REPETICIÓN 2	DUREZA 1 kg/cm ²	DUREZA 2 kg/cm ²	DUREZA 3 kg/cm ²	DUREZA 4 kg/cm ²	
UR	UR	0	5	10	0	8,27

TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 3	DUREZA 1 kg/cm2	DUREZA 2 kg/cm2	DUREZA 3 kg/cm2	DUREZA 4 kg/cm2	PROMEDIO
UR + Z + Ev	T1R3	20	40	20	25	57,87
UR + Z + H	T2R3	0	20	10	30	33,07
UR + Rf + Ev	T3R3	25	35	30	0	49,60
UR + Rf + H	T4R3	30	60	35	35	88,18
TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 3	DUREZA 1 kg/cm2	DUREZA 2 kg/cm2	DUREZA 3 kg/cm2	DUREZA 4 kg/cm2	
UR + Z + Ev	T5R3	30	0	30	10	38,58
UR + Z + H	T6R3	70	40	75	20	112,99
UR + Rf + Ev	T7R3	10	10	40	40	55,12
UR + Rf + H	T8R3	10	10	35	20	41,34
TESTIGO	REPETICIÓN 3	DUREZA 1 kg/cm2	DUREZA 2 kg/cm2	DUREZA 3 kg/cm2	DUREZA 4 kg/cm2	
UR	UR	0	0	0	0	0,00

TRATAMIENTO S ETHOCEL	REPETICIÓN 1	TIEMP O 1	TIEMP O 2	TIEMP O 3	TIEMP O 4	TIEMP O 5	PROMEDIO
UR + Z + Ev	T1R1	0,10	0,08	0,09	0,11	0,07	0,09
UR + Z + H	T2R1	0,08	0,04	0,07	0,12	0,08	0,08
UR + Rf + Ev	T3R1	0,04	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06
UR + Rf + H	T4R1	0,07	0,07	0,11	0,10	0,08	0,08
TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 1	TIEMP O 1	TIEMP O 2	TIEMP O 3	TIEMP O 4	TIEMP O 5	
UR + Z + Ev	T5R1	0,06	0,09	0,07	0,09	0,06	0,07
UR + Z + H	T6R1	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,09
UR + Rf + Ev	T7R1	0,03	0,01	0,03	0,07	0,05	0,04
UR + Rf + H	T8R1	0,08	0,08	0,08	0,06	0,03	0,07
TESTIGO	REPETICIÓN 1	TIEMP O 1	TIEMP O 2	TIEMP O 3	TIEMP O 4	TIEMP O 5	
UR	UR	0,22	0,40	0,44	1,10	0,22	0,48

TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 2	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	PROMEDIO
UR + Z + Ev	T1R2	0,11	0,08	0,08	0,10	0,14	0,10
UR + Z + H	T2R2	0,09	0,10	0,08	0,08	0,12	0,09
UR + Rf + Ev	T3R2	0,11	0,07	0,10	0,07	0,05	0,08
UR + Rf + H	T4R2	0,07	0,05	0,09	0,14	0,02	0,07
TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 2	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	
UR + Z + Ev	T5R2	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
UR + Z + H	T6R2	0,09	0,09	0,15	0,10	0,03	0,09
UR + Rf + Ev	T7R2	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04
UR + Rf + H	T8R2	0,07	0,06	0,04	0,06	0,05	0,06
TESTIGO	REPETICIÓN 2	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	
UR	UR	1,10	0,88	0,65	0,55	0,37	0,71

TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 3	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	PROMEDIO
UR + Z + Ev	T1R3	0,12	0,09	0,09	0,10	0,14	0,11
UR + Z + H	T2R3	0,09	0,06	0,11	0,10	0,11	0,10
UR + Rf + Ev	T3R3	0,11	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07
UR + Rf + H	T4R3	0,10	0,09	0,07	0,06	0,10	0,08
TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 3	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	
UR + Z + Ev	T5R3	0,08	0,06	0,06	0,08	0,09	0,08
UR + Z + H	T6R3	0,08	0,11	0,09	0,06	0,09	0,09
UR + Rf + Ev	T7R3	0,04	0,01	0,01	0,05	0,06	0,04
UR + Rf + H	T8R3	0,05	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04
TESTIGO	REPETICIÓN 3	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	
UR	UR	0,37	0,40	0,55	0,58	0,34	0,45

TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 1	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)	REPETICIÓN 2	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)	REPETICIÓN 3	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)
UR + Z + Ev	T1R1	58	8	T1R2	58	8	T1R3	58	8
UR + Z + H	T2R1	59	9	T2R2	59	9	T2R3	59	9
UR + Rf + Ev	T3R1	58	8	T3R2	58	8	T3R3	58	8
UR + Rf + H	T4R1	58	8	T4R2	58	8	T4R3	58	8
TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 1	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)	REPETICIÓN 2	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)	REPETICIÓN 3	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)
UR + Z + Ev	T5R1	55	5	T5R2	55	5	T5R3	55	5
UR + Z + H	T6R1	58	8	T6R2	58	8	T6R3	58	8
UR + Rf + Ev	T7R1	56	6	T7R2	56	6	T7R3	56	6
UR + Rf + H	T8R1	57	7	T8R2	57	7	T8R3	57	7
TESTIGO	REPETICIÓN 1	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)	REPETICIÓN 2	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)	REPETICIÓN 3	V. FINAL (ml)	V. DESPLAZADO (ml)
UR	UR	58	8	UR	58	8	UR	58	8

TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 1	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	REPETICIÓN 2	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	REPETICIÓN 3	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN
UR + Z + Ev	T1R1	60	T1R2	60	T1R3	60
UR + Z + H	T2R1	60	T2R2	60	T2R3	60
UR + Rf + Ev	T3R1	60	T3R2	60	T3R3	60
UR + Rf + H	T4R1	120	T4R2	120	T4R3	120
TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 1	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	REPETICIÓN 2	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	REPETICIÓN 3	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN
UR + Z + Ev	T5R1	60	T5R2	60	T5R3	60
UR + Z + H	T6R1	180	T6R2	180	T6R3	180
UR + Rf + Ev	T7R1	60	T7R2	60	T7R3	60

UR + Rf + H	T8R1	120	T8R2	120	T8R3	120
TESTIGO	REPETICIÓN 1	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	REPETICIÓN 2	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	REPETICIÓN 3	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN
UR	UR	60	UR	60	UR	60

TRATAMIENTOS ALMIDÓN DE PAPA	REPETICIÓN 1		REPETICIÓN 2		REPETICIÓN 3	
UR + Z + Ev	T1R1	100	T1R2	100	T1R3	100
UR + Z + H	T2R1	100	T2R2	100	T2R3	100
UR + Rf + Ev	T3R1	100	T3R2	100	T3R3	100
UR + Rf + H	T4R1	100	T4R2	100	T4R3	100
TRATAMIENTOS ETHOCEL	REPETICIÓN 1		REPETICIÓN 2		REPETICIÓN 3	
UR + Z + Ev	T5R1	100	T5R2	100	T5R3	100
UR + Z + H	T6R1	100	T6R2	100	T6R3	100
UR + Rf + Ev	T7R1	100	T7R2	100	T7R3	100
UR + Rf + H	T8R1	100	T8R2	100	T8R3	100
TESTIGO	REPETICIÓN 1		REPETICIÓN 2		REPETICIÓN 3	
UR	UR	0	UR	0	UR	0

Costos de tratamientos

T1				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,62	0,62
Harina de estiércol de vaca	1	Kilo	0,5	0,5
Polímero Almidón (papa)	1	kg	1,25	1,25
Zeolita	1	Kilo	0,30	0,30
Subtotal				2,7
Imprevistos (10%)				0,3
COSTO TOTAL				2,9

T2				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,62	0,62
Zeolita	1	Kilo	0,30	0,30
Polímero Almidón (papa)	1	kg	1,25	1,25
Humus	1	Kilo	0,30	0,30
Subtotal				2,5
Imprevistos (10%)				0,2
COSTO TOTAL				2,7

T3				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,6	0,6
Harina de estiércol de vaca	1	Kilo	0,5	0,5
Polímero Almidón (papa)	1	kg	1,25	1,25
Roca fosfórica	1	Kilo	0,65	0,7
Subtotal				3,0
Imprevistos (10%)				0,3
COSTO TOTAL				3,3

T4				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,6	0,6
Humus	1	Kilo	0,3	0,3
Polímero Almidón (papa)	1	kg	1,25	1,25
Roca fosfórica	1	Kilo	0,65	0,65
Subtotal				2,8
Imprevistos (10%)				0,3
COSTO TOTAL				3,1

T5				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,6	0,6
Harina de estiércol de vaca	1	Kilo	0,5	0,5
Ethocel	50	Cc	0,03	1,50
Zeolita	1	Kilo	0,30	0,30
Subtotal				2,9
Imprevistos (10%)				0,3
COSTO TOTAL				3,2

T6				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,6	0,6
Zeolita	1	Kilo	0,30	0,30
Ethocel	50	Cc	0,03	1,50
Humus	1	Kilo	0,3	0,3
Subtotal				2,7
Imprevistos (10%)				0,3
COSTO TOTAL				3,0

T7				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,6	0,6
Harina de estiércol de vaca	1	Kilo	0,5	0,5
Ethocel	50	Cc	0,03	1,50
Roca fosfórica	1	Kilo	0,65	0,65
Subtotal				3,3
Imprevistos (10%)				0,3
COSTO TOTAL				3,6

T8				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
Urea	1	Kilo	0,6	0,6
Humus	1	Kilo	0,3	0,3
Ethocel	50	Cc	0,03	1,50
Roca fosfórica	1	Kilo	0,65	0,65
Subtotal				3,1
Imprevistos (10%)				0,3
COSTO TOTAL				3,4

Anexo 4. Fotografías



Fotografía 1. Inicialización del primer protocolo con las cantidades indicadas para el recubrimiento de la urea con zeolita más estiércol de vaca con polímero de almidón de papa.



Fotografía 2. Recubrimiento de urea con zeolita más humus con polímero de almidón de papa.



Fotografía 3. Recubrimiento de urea con roca fosfórica más estiércol de vaca con polímero de almidón de papa.



Fotografía 4. Recubrimiento de urea con roca fosfórica más humus con polímero de almidón de papa.



Fotografía 5. Recubrimiento de urea con zeolita más estiércol de vaca con polímero de ethocel.



Fotografía 6. Recubrimiento de urea con zeolita más humus con polímero de ethocel.



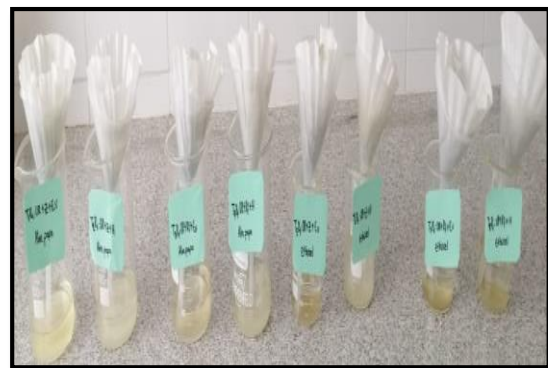
Fotografía 7. Recubrimiento de urea con roca fosfórica más estiércol de vaca con polímero de ethocel.



Fotografía 8. Recubrimiento de urea con roca fosfórica más humus con polímero de ethocel.



Fotografía 9. Tratamientos completos con sus respectivas repeticiones.



Fotografía 10. Determinación de la capacidad de absorción de los materiales inertes y orgánicos usados para el recubrimiento.



Fotografía 11. Se observó durante 24 horas en un vaso de 500 ml, que se mantuvo los 100 ml de agua destilada que se incorporó a los materiales inertes y orgánicos usados para el recubrimiento.



Fotografía 12. En las 3 repeticiones que se realizó se pudo ratificar que mantiene los 100 ml de agua destilada durante 24 horas.



Fotografía 13. Determinación de la capacidad de absorción de las ureas recubiertas y sin recubrir.



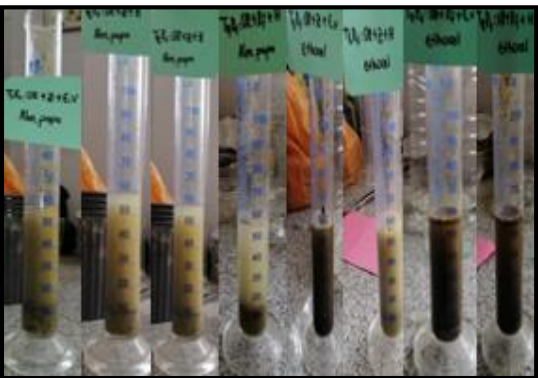
Fotografía 14. Se realizó las respectivas repeticiones para constatar que el primer resultado sea exacto.



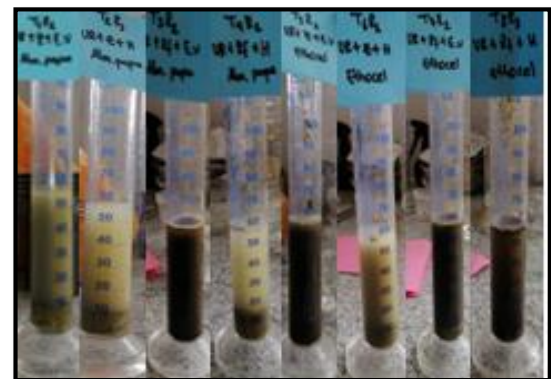
Fotografía 15. Se observó que el tratamiento T6R1 y sus repeticiones coincidieron en la duración de 3 horas.



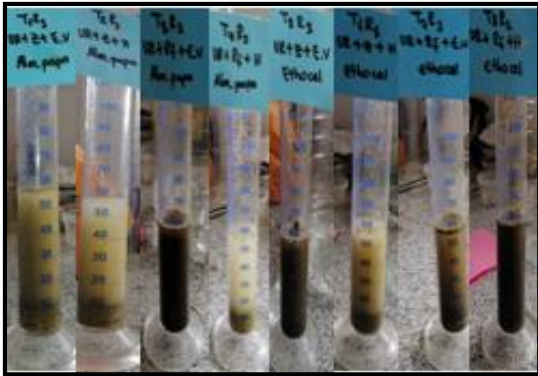
Fotografía 16. Tratamiento T6R1 el cual corresponde al recubrimiento de la urea con zeolita más humus con polímero de ethocel, mientras que los demás tuvieron menos duración y su recubrimiento se desvaneció de manera fácil.



Fotografía 17. Determinación de la flotabilidad de las ureas recubiertas (Volumen).



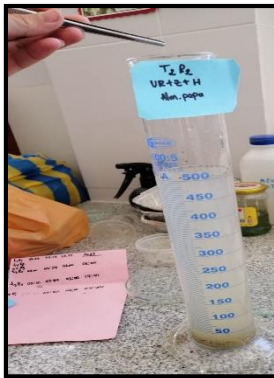
Fotografía 18. En las repeticiones de flotabilidad vamos a ocupar la fórmula de volumen desplazado.



Fotografía 19. El tratamiento T2R1 es el que tiene mayor de desplazamiento de 9 ml, a la diferencia de los otros que tienen 8 ml, 7ml y 6 ml.



Fotografía 20. El testigo tuvo un desplazamiento de 6 ml.



Fotografía 21. Determinación de la flotabilidad de las ureas recubiertas (Velocidad), donde se puede observar que el tratamiento T7R1 tiene mayor velocidad al caer a una distancia de 21.6 cm.



Fotografía 22. Medición de la dureza del recubrimiento con el durómetro, se observó que el tratamiento T6R1 y sus repeticiones tienen resultados mayores que los demás tratamientos.