

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): Yenni Emilia APELLIDOS: Varón Torres

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: Ciencias Agrarias y del Ambiente

PLAN DE ESTUDIOS: Tecnología Agropecuaria

DIRECTOR:

NOMBRE(S): Evaristo Alberto APELLIDOS: Carvajal Valderrama

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): Apoyo al desarrollo del proyecto de aula en la asignatura de diseño experimental, programa de Ingeniería Agronómica

La implementación y desarrollo de experimentos de interés agronómico como Proyecto de Aula (PA) requieren de una dedicación de parte de los estudiantes constante y diaria, ante esta situación se hace pertinente la articulación de los PA; mediante el cumplimiento de los objetivos de apoyo en la implementación y desarrollo de la propuesta, con su respectivo seguimiento al registro de datos y el análisis de variables agronómicas. Es por esto que se desarrolló un experimento bajo un diseño de arreglo factorial relacionado con el uso de arcilla mezclada con arena como recubrimiento de semillas de *Leucaena leucocephala*, con el propósito de hacer seguimiento a las variables de germinación y desarrollo de las plántulas.

PALABRAS CLAVES: Arcilla mezclada, diseño de arreglo factorial, *Leucaena leucocephala*, germinación de plántula, variables agronómicas.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 64 PLANOS: ILUSTRACIONES: 19 CD ROOM:

Copia No Controlada

Apoyo al desarrollo del proyecto de aula en la asignatura de diseño experimental, programa de
Ingeniería Agronómica

Yenni Emilia Varón Torres

Universidad Francisco de Paula Santander
Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente
Programa de Tecnología Agropecuaria
San José de Cúcuta

2023

Apoyo al desarrollo del proyecto de aula en la asignatura de diseño experimental, programa de
Ingeniería Agronómica

Yenni Emilia Varón Torres

Trabajo de grado modalidad pasantía presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo
Agropecuario

Director de Trabajo de grado
M.Sc. Rubén Darío Carreño Correa

Universidad Francisco de Paula Santander
Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente
Programa de Tecnología Agropecuaria
San José de Cúcuta

2023



**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD PASANTIA**

FECHA: 07 de marzo de 2023

HORA: 2:00 p.m.

LUGAR: Sc 301

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TITULO DEL TRABAJO DE GRADO: "APOYO AL DESARROLLO DEL PROYECTO DE AULA EN LA ASIGNATURA DE DISEÑO EXPERIMENTAL, PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA".

JURADOS: SEIR ANTONIO SALAZAR MERCADO
DEISY CAROLINA CELIS ALBA

DIRECTOR: RUBEN DARIO CARREÑO CORREA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE
YENNI EMILIA VARON TORRES

CÓDIGO
0961819

CALIFICACIÓN
3,8

OBSERVACIONES:

APROBADO

FIRMA DE LOS JURADOS:



Deisy Carolina Celis Alba

VoBo. Coordinador Comité Curricular



Agradecimientos

En primer lugar, le agradezco a Dios y a mi familia, a mis padres, mi hermana Sonia Varón Torres, mi esposo Giovanni Sierra Celis y a mis hijas que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

Le agradezco muy profundamente a mi director Rubén Darío Carreño Correa por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos.

Tabla de contenido

Introducción	13
Problema	15
Titulo	15
Planteamiento de problema	15
Justificación	17
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	19
Marco Referencial	20
Antecedentes	20
Marco Teórico	22
Proyecto de aula	22
Reforestación	23
Recubrimiento de semillas	24
Técnicas de pre-germinación de semillas de <i>L. leucocephala</i>	24
Leucaena leucocephala	25
Metodología	27
Descripción de las Actividades Programadas	27
Apoyo a las actividades de manejo agronómico	29

Seguimiento a las variables de interés agronómico en los proyectos de aula	36
Resultados	38
Discusiones	45
Conclusión	48
Recomendaciones	49
Referencias Bibliográficas	50
Anexos	57

Lista de figuras

Figura 1 Representación de un contenedor, unidad experimental	28
Figura 2 Vista general del lugar del trabajo para la ejecución del experimento	29
Figura 3 Actividades de lavado de pimpinas, cernido de arena para sustrato y llenado de los recipientes	30
Figura 4 Registro diario de la temperatura ambiente y de la temperatura del sustrato	31
Figura 5 Registro diario de la humedad ambiente y de la humedad del sustrato	31
Figura 6 Actividades preliminares realizadas en laboratorio para determinar la proporción de arena y arcilla a evaluar por tratamiento, elaboración de bombas de arcilla	33
Figura 7 Elaboración de las bombas de arcilla para el experimento definitivo	34
Figura 8 Actividades realizadas para pre germinación de las semillas	34
Figura 9 Distribución de las unidades experimentales en el lugar de trabajo	35
Figura 10 Esquema para el experimento a realizar como PA y desarrollo de la pasantía	35
Figura 11 Vista general del proyecto de aula, actividades de riego y control de arvenses	36
Figura 12 Plántula con los cotiledones abiertos y plántula con la primera hoja nomófila formada	36
Figura 13 Evidencia del marchitamiento de las plántulas	37
Figura 14 Actividades de alistamiento, siembra y seguimiento de las plántulas de <i>L. leucocephala</i>	38
Figura 15 Proceso de germinación de la semilla: Ruptura de la bomba de arcilla, brote de la semilla, aparición de cotiledones y formación de nomófilas	39
Figura 16 De izquierda a derecha, brote lateral, central y debajo de la bomba de arcilla.	40

Figura 17 Cantidad de plántulas germinadas (formación primera nomófila) en porcentaje según tratamientos evaluados	41
Figura 18 Tiempo en días post siembra para formar la primera hoja nomófila en plántulas de Leucaena, culminando el proceso de germinación	42
Figura 19 Evidencia, perdida de las plántulas por marchitamiento	44

Lista de tablas

Tabla 1 Tiempo en días post siembra para formar los cotiledones en plántulas de Leucaena	40
Tabla 2 Tiempo en días post siembra para formar la primera hoja nomófila en plántulas de Leucaena según criterio de congelar o no las bombas de arcilla antes de la siembra	42
Tabla 3 Tiempo en días post siembra para formar la primera hoja nomófila en plántulas de Leucaena según cantidad de arcilla y arena utilizada en la elaboración de las bombas	43

Lista de anexos

Anexo 1 Temperatura y humedad	57
Anexo 2 Parámetros del sustrato	58
Anexo 3 Humedad del sustrato	59
Anexo 4 Análisis estadístico de los datos	60

Resumen

La implementación y desarrollo de experimentos de interés agronómico como Proyecto de Aula (PA) requieren de una dedicación de parte de los estudiantes constante y diaria, ante esta situación se hace pertinente la articulación de los PA; mediante el cumplimiento de los objetivos de apoyo en la implementación y desarrollo de la propuesta, con su respectivo seguimiento al registro de datos y el análisis de variables agronómicas. Es por esto que se desarrolló un experimento bajo un diseño de arreglo factorial relacionado con el uso de arcilla mezclada con arena como recubrimiento de semillas de *Leucaena leucocephala*, con el propósito de hacer seguimiento a las variables de germinación y desarrollo de las plántulas. Donde se elaboraron nueve unidades experimentales de tratamiento, es decir, nueve mezclas homogéneas de arcilla más arena (bombas de arcillas) y así determinar cómo requerimiento mínimo 60% de arcilla para lograr la maleabilidad de la mezcla y elaborar dichas bombas con un sustrato orgánico compuesto por 70% humus, 10% cenizas, 10% arena y 10% cascarilla.

Introducción

Los proyectos de aula (PA) se establecen como una estrategia de enseñanza que le permite al estudiante colocar en práctica la teoría abordada en una asignatura a través de un escenario de formación similar a las situaciones cotidianas y de la realidad. De esta forma, los PA se constituyen como una herramienta para abordar y dar respuesta a múltiples interrogantes, es decir, diversas situaciones problema (Torres et al, 2016).

En la asignatura de Diseño experimental del programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad Francisco de Paula Santander UFPS Cúcuta, se implementan diferentes estrategias que facilitan el proceso de orientar al estudiante en el planteamiento de los modelos básicos de diseño experimental, resaltando completamente al azar, bloques al azar, existencia de una co-variable y modelos factorial (Gutiérrez y De la Vara, 2012). Algunas de estas estrategias corresponden a las clases magistrales con imágenes, esquemas y videos. Otra alternativa es el uso de maquetas didácticas además de la implementación de PA relacionados con temas de interés agronómico.

La implementación y desarrollo de experimentos de interés agronómico como PA requieren de una dedicación de parte de los estudiantes constante, diaria. Al respecto, los estudiantes mantienen compromisos académicos, resaltando cumplir horarios de las diferentes asignaturas que cursan, situación que limita la disponibilidad para realizar seguimiento a un PA. Ante la situación descrita, se hace pertinente articular los PA con el desarrollo de trabajos de grado, como es el caso de una pasantía como opción de grado.

Considerando el requerimiento descrito, a través del presente trabajo se apoyó la ejecución de un PA en la asignatura antes mencionada, a través de un estudiante de Tecnología Agropecuaria modalidad pasantía, cumpliéndose los objetivos de apoyo en la implementación y desarrollo de la propuesta, además del respectivo seguimiento al registro de datos y el análisis de variables agronómicas. Para el segundo semestre de 2022, se desarrolló un experimento bajo un diseño de arreglo factorial relacionado con el uso de arcilla mezclada con arena como recubrimiento de semillas de *Leucaena leucocephala*, con el propósito de hacer seguimiento a las variables de germinación y desarrollo de las plántulas (Romo-Campos y Guzmán Valle, 2019).

Problema

Título

Apoyo el desarrollo del proyecto de aula en la asignatura de Diseño Experimental, programa de Ingeniería Agronómica.

Planteamiento de problema

En la asignatura de Diseño Experimental se planteó el desarrollo de PA como estrategias de enseñanza y aprendizaje. Esta herramienta surge desde el interés de los estudiantes, fomentándose así, el interés por aprender de la situación problema planteada (Toledo y Sánchez, 2018).

La implementación y desarrollo de un experimento agronómico a nivel de modulo didáctico y como parte de un PA implica la disponibilidad de recursos físicos, económicos y humanos, siendo este último recurso una limitante para la adecuada ejecución de estas actividades. A su vez, el desarrollo de un PA implica el acompañamiento y seguimiento constante al experimento, situación que demanda disponibilidad de tiempo.

Al respecto, los estudiantes de Ingeniería Agronómica al igual que la mayoría de otros pregrados, disponen de pocas horas libres y los horarios de clase no permiten tener flexibilidad para desarrollar las actividades de manejo agronómico que implica un experimento. Este aspecto limita a los estudiantes de la asignatura a cumplir adecuadamente con los objetivos trazados.

La ausencia de un adecuado seguimiento a los PA afecta el normal desarrollo de los cultivos implementados y sesga la validez de los datos que se recolecten. Ante esta situación es pertinente el apoyo de un estudiante en modalidad Pasantía, que contribuya con el acompañamiento a los estudiantes de la asignatura de Diseño Experimental y el desarrollo de actividades de manejo técnico de los cultivos a implementar, propiciado por el correcto desarrollo de los experimentos, el adecuado registro y seguimiento de variables y finalmente el análisis de los datos. Estas actividades son desarrolladas bajo la orientación del docente de la asignatura, quien cumple el papel de mediador y orientador (Obando-Arias, 2021).

El PA se realizó durante el segundo semestre de 2022 con los estudiantes de la asignatura en mención, y se basó en evaluar el recubrimiento de semillas de *Leucaena leucocephala* con arena más arcilla en el proceso de germinación y desarrollo de las plántulas (Romo-Campos y Guzmán Valle, 2019).

En específico, el PA es planteado bajo el argumento que *L. leucocephala* es una forrajera de utilidad en alimentación animal (Murgueitio *et al.*, 2016), palatable y digestible para el animal (Nimbkar, 2019) y es utilizada para recuperación de suelos, esto por la capacidad de fijar nitrógeno y contribuir a recircular la materia orgánica (Cubillos-Hinojosa *et al.*, 2019), siendo la recuperación de los suelos el criterio de interés en el PA desarrollado en el segundo semestre académico de 2022.

Al respecto, al utilizar la semilla de *L. leucocephala* para procesos de recuperación de suelos y con poca cobertura vegetal, realizar trasplante de plantas es una actividad que representaría tener elevada disponibilidad de tiempo y recurso humano y económico. La estrategia de lanzar de manera dispersa semillas en el área o terreno de interés, es en términos de

recursos más viable. Sin embargo, esta estrategia puede estar limitada por el riesgo a la pérdida en el terreno de las semillas, antes que estas germinen.

Desde la perspectiva planteada, la estrategia es evaluar alternativas que permitan conservar o proteger las semillas lanzadas de manera dispersa en el terreno o suelo a recuperar, mínimo hasta que germinen. Una alternativa es el recubrimiento de las semillas. De esta forma, en el PA se analizaron las variables de germinación y desarrollo de las semillas de *L. leucocephala* utilizando arcilla mezclada con arena como material de recubrimiento, y en su interior, sustrato orgánico como fuente de nutrientes, una vez se forme la primera hoja nomófila o verdadera.

Justificación

En la actualidad lograr que los estudiantes trasciendan la barrera del aprendizaje netamente memorístico, logrando un aprendizaje significativo, sigue siendo un tema y un reto para quienes cumplen el papel de docentes en el aula de clase (Esquivel et al., 2018). Al respecto, constantemente se abordan estudios con diferentes estrategias, siendo una de ellas, los proyectos de aula (PA) (Fajardo y Gil, 2019).

Los PA deben ser flexibles en las propuestas a desarrollar, permitiendo a los estudiantes un constante dialogo entre compañeros de clase, el docente de aula y otros estudiantes del mismo programa académico u otros planes de estudio. Un criterio de importancia para el éxito de los PA es el uso de todos los recursos físicos, humanos, económicos y didácticos disponibles (Arias, 2017).

De esta forma, un PA se constituye como una estrategia de enseñanza relevante en asignaturas teórico prácticas, ya que estas, requieren de escenarios académicos que permitan enfatizar en el conocimiento teórico impartido en el aula, logrando combinar la teoría con la práctica a nivel de módulos académicos (Molina-Torres, 2019). Al respecto, una alternativa para la asignatura de Diseño experimental en Ingeniería Agronómica, es el desarrollo de proyectos ejecutables a corto plazo, permitiendo al estudiante abordar una problemática de manera integral, colocando en práctica el conocimiento adquirido en la asignatura y el programa en general.

En la asignatura en mención, la ejecución de los PA basados en cultivos agronómicos a nivel de módulos académicos implica la permanencia constante de un estudiante, con disponibilidad de tiempo para apoyar la adecuación del lugar de trabajo, la ejecución de actividades de manejo diario requeridas en el desarrollo del cultivo (riego, supervisión y control de plagas, entre otras), además de apoyar el registro y análisis de datos según las variables planteadas; esto debido a que, los estudiantes de la asignatura de Diseño experimental deben cumplir con los horarios de todas las asignaturas que estén cursando.

Desde esta perspectiva, el presente trabajo busco apoyar el desarrollo de un PA, en este caso, a través de una estudiante modalidad pasantía del programa de Tecnología Agropecuaria. La estudiante apoyó las actividades ya indicadas. Asimismo, la ejecución de estos PA se constituye como experimentos preliminares que posteriormente sirven de referencia para aquellos estudiantes que deseen seguir realizando proyectos de investigación o formación investigativa.

El tema agronómico de interés durante el segundo semestre académico de 2022, fue el manejo de *L. leucocephala*, una forrajera con potencial para recuperación de suelos contribuyendo a la recirculación de materia orgánica (Ferrari y Wall, 2004), además de fijar

nitrógeno atmosférico (Camacaro *et al.*, 2004). Un referente académico para replicar en el PA es el estudio reportado por Cubillos-Hinojosa *et al.*, (2019).

Objetivos

Objetivo general

Apoyar el desarrollo de los proyectos de aula en la asignatura de Diseño Experimental del programa de Ingeniería Agronómica referentes al recubrimiento de semillas de *L. leucocephala* como estrategia para la propagación de plantas con potencial en reforestación

Objetivos específicos

Apoyar las actividades de manejo agronómico en el desarrollo de los proyectos de aula ejecutados por los estudiantes de la asignatura de Diseño Experimental.

Realizar seguimiento a las variables de tiempo para formación de cotiledones, nivel de germinación, tiempo de germinación de las semillas de *L. leucocephala*, crecimiento de la planta (altura, diámetro del tallo y cantidad de hojas) a partir de la técnica de recubrimiento de las semillas.

Marco Referencial

Antecedentes

Arias, (2017) reportó el estudio desarrollado en la Universidad Nacional Heredia, Costa Rica “El aprendizaje por proyectos: una experiencia pedagógica para la construcción de espacios de aprendizaje dentro y fuera del aula”. Este ensayo tuvo como objetivo exponer las experiencias pedagógicas del aprendizaje por proyectos a partir de la práctica docente en un colegio urbano de la ciudad de Alajuela, a partir de la inclusión de proyectos educativos en el aula. Lo anterior responde a una serie de estrategias pedagógicas que implican el desarrollo de ciertas actividades, técnicas y recursos didácticos consecuentes con los contenidos curriculares denominados conceptuales, procedimentales y actitudinales. Los proyectos pedagógicos se sitúan dentro del marco filosófico constructivista e implican una estrategia metodológica que integra los procedimientos necesarios para desarrollar aprendizajes individuales o colectivos con base en actividades innovadoras. Se concluye que cada proyecto responde a un contexto específico, por tanto, no se pueden generalizar las estrategias que van a desarrollar en cada una de las instituciones; además el acompañamiento docente en el aula es fundamental durante la organización del trabajo. Uno de los aportes más significativos de la experiencia al trabajar por proyectos es que el conocimiento se puede construir por medio de distintas estrategias, consensuadas en el salón de clase, y que desde los talleres, la lúdica, el uso de medios tecnológicos y la investigación de campo dan la posibilidad de desarrollar en los grupos de jóvenes habilidades, capacidades y destrezas que llegan a romper con el esquema tradicional del libro, la pizarra y las formas directivas de control de la clase por parte del docente. De ahí que es una posibilidad de transformar las formas de enseñar y aprender de una manera dinámica,

creativa e innovadora, donde el conocimiento va más allá de las cuatro paredes del aula y lleva a considerar otros espacios que están cercanos a la realidad del estudiantado; de esta forma se puede visualizar la diferencia en enseñar.

El estudio realizado por Torres et al., (2016), “Proyectos de aula semestrales como estrategia pedagógica para la formación en ingeniería”, se realizó en la Universidad de Cartagena, Bolívar-Colombia. El objetivo de este trabajo fue analizar la utilización de proyectos de aula como estrategia para la formación profesional en Ingeniería. El método utilizado fue al comenzar el periodo académico, se le planteó a un curso de 20 estudiantes de último semestre en un programa de Ingeniería, la realización de un proyecto de aula, para desarrollarlo durante el semestre académico, donde aplicaron los conceptos teóricos vistos en clases y asignaturas previas, como matemáticas, geometría, cálculo, física, diseño de equipos y operaciones unitarias, entre otras. Después de seleccionar la temática, los estudiantes debieron justificar su respectivo estudio por medio de información económica, verificando el mercado, la viabilidad y la importancia técnica del proyecto, y su posible impacto a nivel social. A continuación, cada grupo de trabajo estableció sus objetivos, realizando y organizando la planeación experimental teniendo en cuenta los materiales y los métodos que iban a utilizar, así como las fuentes de información consultadas. El docente actuó como un orientador y la evaluación se realizó por medio de trabajos escritos y orales. Se aplicó un cuestionario para verificar la percepción de los estudiantes sobre esta estrategia pedagógica utilizada. El análisis de los resultados mostró que la metodología utilizada fue importante para el aprendizaje de los estudiantes, ya que fomentó el autoaprendizaje, la creatividad y la solución de problemas reales.

García-Paredes *et al.*, (2017) realizaron un experimento en el laboratorio de suelos del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Nayarit (El autor no reporta condiciones climáticas). Implementaron un modelo completamente al azar evaluando ácido sulfúrico al 95% con inmersiones durante 15, 30 y 45 minutos, inmersión en agua hirviendo durante 5 minutos, calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C durante cinco horas y un grupo testigo. La siembra y desarrollo del cultivo fue en condiciones de laboratorio; se utilizó peat moss (musgo) como sustrato. Doce días después se registraron datos de germinación (PG). El análisis se desarrolló mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba Duncan 95%. El mayor nivel de germinación se registró usando ácido al 95% con inmersiones de 15 minutos (PG de 95%), seguido de 30 y 45 minutos. Los otros tratamientos evidenciaron resultados inferiores al grupo testigo, se resalta el uso de agua hirviendo con una germinación nula.

Marco Teórico

Proyecto de aula

El salón de clase se constituye como un escenario idóneo para que el estudiante orientado por el docente pueda construir conocimiento y establecer procesos de enseñanza y aprendizaje. Este es un lugar de diálogo e interacción entre los estudiantes y el docente (Barrios y Chaves, 2016).

Desde esta perspectiva, el conocimiento se construye de manera activa por quien aprende, el educando, esto a través de la interacción con otros actores del proceso de enseñanza aprendizaje (Barrios y Chaves, 2016).

Actualmente, el reto es fomentar la construcción de un aprendizaje significativo. Una alternativa, son los proyectos de aula. Estos proyectos, se establecen como estrategia pedagógica enfatizada en procesos de enseñanza y aprendizaje innovadores que contribuyan al aprendizaje significativo (Barrios y Chaves, 2016).

El proyecto de aula se constituye como una propuesta metodológica que permite consolidar las unidades temáticas abordadas en una asignatura, a su vez, contribuye a dar respuesta o solución a un problema específico. Esta estrategia incentiva el desarrollo del pensamiento del educando, el trabajo en equipo, el dialogo entre educandos (Torres et al., 2016).

Reforestación

La deforestación es una actividad que conlleva al deterioro ambiental, y una de las estrategias para mitigar el impacto, son las prácticas de reforestar. Deforestar genera pérdida de biodiversidad, compactación del suelo, pérdida del balance hídrico (Cortes et al., 2016).

La reforestación es necesaria para mantener en buen estado el ambiente natural, entre otros, los recursos agua, el aire y el suelo. Desde esta perspectiva, se deben abordar estrategias para la reforestación (Molina, 2019). La recuperación de los suelos es una relevante estrategia para la restauración de ecosistemas (Romo-Campos et al., 2019)

La pérdida de vegetación en un suelo, a causa de talas, sobrepastoreo, desarrollo urbanístico, entre otros factores, conllevan a la pérdida del suelo. La estrategia de reforestación

es ampliamente utilizada para recuperar las condiciones y balance de dichos recursos. La degradación de un suelo, está presente en diferentes niveles a nivel mundial, es un tema de interés de diferentes países (Ventura-Ríos et al, 2017).

Las especies arbóreas, pueden utilizarse para el manejo de la alimentación en los sistemas pecuarios y en la implementación de estrategias que controlen la erosión y mejoren la fertilidad del suelo. La inclusión de plantas arbustivas en los sistemas de producción animal puede contribuir a mitigar el impacto ambiental (Cortes et al., 2016).

Recubrimiento de semillas

La técnica de restauración ecológica a través de recubrimiento de semillas también llamado “*pellets*”, consiste en integrar especies herbáceas a los suelos degradados mediante la formación de masas pequeñas y redondeadas formadas de cualquier sustancia que es soluble en agua (Pedrini et al., 2017, citado por Romo-Campos y Guzmán, 2019).

Romo-Campos y Guzmán, (2019) utilizaron caolín, equinaza, goma arábica y melaza para recubrir semillas de leucaena. El estudio plantea en términos amplios que el recubrimiento de las semillas podría contribuir a lograr la restauración de suelos degradados. Se deben explorar diferentes estrategias y materiales de recubrimiento; además de material orgánico. Un interés pudiese ser, la respuesta a la germinación de la planta. Otro autor, analizó el efecto de usar sulfato de zinc sobre la germinación de semillas de algodón (Abreu et al., 2019).

Técnicas de pre-germinación de semillas de L. leucocephala

La semilla de leucaena presenta gran producción de semilla (Varela y Arana, 2010), sin embargo, esta presenta latencia o dormancia. Esta característica disminuye la cantidad de semilla germinada y plantas viables para el trasplante.

Una alternativa es aplicar las técnicas de pregerminación química, hidrotérmica y mecánica (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, 2019). Algunos investigadores han sumergido la semilla en ácido sulfúrico al 95% durante 15 minutos (García-Paredes *et al.*, 2017), desgastar la cutícula o tegumento de la semilla con lija N° 100 (Gonçalves *et al.*, 2016) o sumergir la semilla en agua a temperatura ambiente (Rusdy, 2016) o elevada, por ejemplo 80°C a 100°C (Ibrahim *et al.*, 2020). Las técnicas hidrotérmicas (sumergir en agua), es una de las alternativas más comunes, esto por la practicidad de aplicar la técnica.

Leucaena leucocephala

La variabilidad productiva de un forraje se relaciona con las características del suelo y el nivel de manejo tecnificado del cultivo. En alimentación animal, los sistemas silvopastoriles representan una alternativa que puede contribuir a incrementar la productividad y calidad del forraje (Alvarado-Canché *et al.*, 2022). Una alternativa es el manejo de forrajeras en condiciones de bancos de corte (Echevarría *et al.*, 2019). Algunas opciones son botón de oro (*Tithonia diversifolia*), yatago (*Trichanthera gigantea*), morera (*Morus alba*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), entre otros.

Leucaena leucocephala es de utilidad en ganadería para sombra, cercas vivas, bancos forrajeros y ramoneo controlado (Murgueitio *et al.*, 2016). Esta forrajera no soporta suelos muy

ácidos con toxicidad por aluminio o hierro ni mal drenados. Tolera la sequía y no tolera la sombra. Requiere plena exposición al sol. Se adapta de 0 a 1600 metros sobre el nivel del mar (Ganadería Colombiana Sostenible, 2013).

Metodología

Descripción de las Actividades Programadas

El desarrollo de la pasantía tuvo como propósito apoyar a los estudiantes de la asignatura de Diseño Experimental de cuarto semestre de Ingeniería Agronómica con el desarrollo del proyecto de aula (PA). Esta actividad académica les permite a los estudiantes integrar la teoría con el componente práctico, además de resolver situaciones problema lo más contextualizado a la realidad del futuro profesional (Rodríguez *et al.*, 2019).

Para el segundo semestre de 2022, el PA consistió en evaluar un recubrimiento a base de arcilla y arena sobre semillas de *L. leucocephala* como futura estrategia de restauración o reforestación del suelo. El PA se realizó en las instalaciones del laboratorio de nutrición animal, el galpón con cubierta metálica y paredes en malla anti mosquito, ubicados en la sede de Los Patios y finalmente la siembra y seguimiento en las instalaciones denominadas “Casa malla” en la sede central de la UFPS Cúcuta.

Para el desarrollo de los PA y por ende de la pasantía, se utilizaron dos conceptos clave:

- a. Bomba de arcilla: Mezcla homogénea de arcilla más arena, inicialmente amasada hasta formar una “arepa plana: masa extendida”, en la cual se agregó una muestra de sustrato orgánico y una semilla de *L. leucocephala*. Finalmente, dicha “arepa plana” se contorneo hasta formar una esfera o balón sellado con el sustrato y una

semilla en el interior. La semilla fue sometida a escarificación o pre-tratamiento hidrotérmica.

- b. Contenedor: Hace referencia a una pimpla cortada verticalmente de 30 cm de largo, 22 de ancho y 10 cm de alto, con 4000 g de arena. En este recipiente se ubicaron tres bombas en arcilla formando una figura triangular. Cada bomba de arcilla representó una unidad experimental (Figura 1).



Figura 1 Representación de un contenedor, unidad experimental

Nota. Los puntos en azul, representan cada bomba de arcilla.

El PA consistió en evaluar tres proporciones o mezclas de arcilla más arena (grupos o tratamientos). Inicialmente se plantearon las siguientes proporciones.

T1: 75% arcilla más 25% arena

T2: 50% arcilla más 50% arena

T3: 25% arcilla más 75% arena

En el ensayo preliminar, se ajustaron las proporciones a evaluar en el experimento definitivo. Se utilizó un único sustrato orgánico (70% humus, 10% cenizas, 10% arena, 10% cascarilla). Se emplearon tres unidades experimentales (contenedor) por grupo o tratamiento, para un total de nueve bombas de arcilla (nueve unidades experimentales por tratamiento).

Las funciones de la pasante consistieron en acompañar y apoyar todo el proceso, incluido elaboración de las bombas de arcilla, adecuación de los contenedores, siembra, riego y seguimiento diario para el registro de datos. A continuación, se indican las actividades que realizó la estudiante de pasantía, delimitadas según los objetivos propuestos.

Apoyo a las actividades de manejo agronómico

Estas actividades se agruparon en las siguientes fases:

Ubicación y adecuación del lugar. El proyecto se desarrolló en la sede principal de la Universidad Francisco de Paula Santander. La siembra de las semillas se realizó en el área de trabajo denominada Casa malla. En este lugar se dispuso de un mesón en concreto sobre el cual se ubicaron 18 pimpinas. En cada pimpina, se acomodaron tres bombas de arcilla. El lugar estuvo delimitado por muros en malla metálica (con vegetación natural en los alrededores), sin cubierta o techo (Figura 2).



Figura 2 *Vista general del lugar del trabajo para la ejecución del experimento*

Las pimpinas fueron cortadas manualmente. Se realizaron agujeros para el drenaje y se colocó tela toldillo en el fondo para evitar pérdida de la arena utilizada como soporte para las bombas de arcilla al momento del riego. Las pimpinas fueron previamente lavadas y

desinfectadas. La arena fue cernida. Se utilizaron 4000 gramos de arena por pimpina. Estas actividades se realizaron en la sede de la Universidad en Los Patios (Figura 3).



Figura 3 *Actividades de lavado de pimpinas, cernido de arena para sustrato y llenado de los recipientes*

La fase de siembra y desarrollo de plántulas se realizó en el periodo del 25 de noviembre de 2022 hasta el 23 de diciembre de 2022. La temperatura ambiente estuvo en promedio de $28,0 \pm 1,4$ °C. La temperatura promedio del sustrato fue de $26,7 \pm 1,3$ °C.

En general, la temperatura ambiente se registró entre los 26 y 29°C, con descenso cercanos a los 26°C y un pico máximo en 31,2°C el día sexto y de 32,0°C el día 15 post siembra. La temperatura máxima registrada en el sustrato se observó similar a la temperatura mínima registrada en el ambiente. El registro de los datos se realizó entre 4:00 p.m. y 5 p. m. (Figura 4).

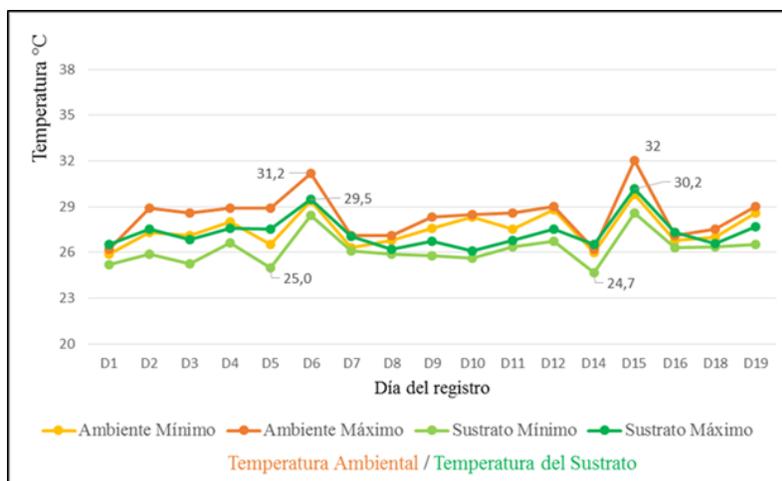


Figura 4 Registro diario de la temperatura ambiente y de la temperatura del sustrato

La figura 5 indica en color verde la humedad del sustrato y en color naranja la humedad relativa del ambiente. En la mayoría de días de la investigación la humedad del sustrato fue levemente mayor a la temperatura ambiente. Este parámetro oscilo entre 60% y 80%.

El dato promedio para la humedad relativa (ambiente) fue de $67,4 \pm 6,8$ %. En el sustrato se determinó una humedad promedio de $70,9 \pm 8,3$ %. El dato de humedad en sustrato se registró diariamente en tres pimpinas al azar, calculando un promedio generalizado para la unidad experimental o pimpina.

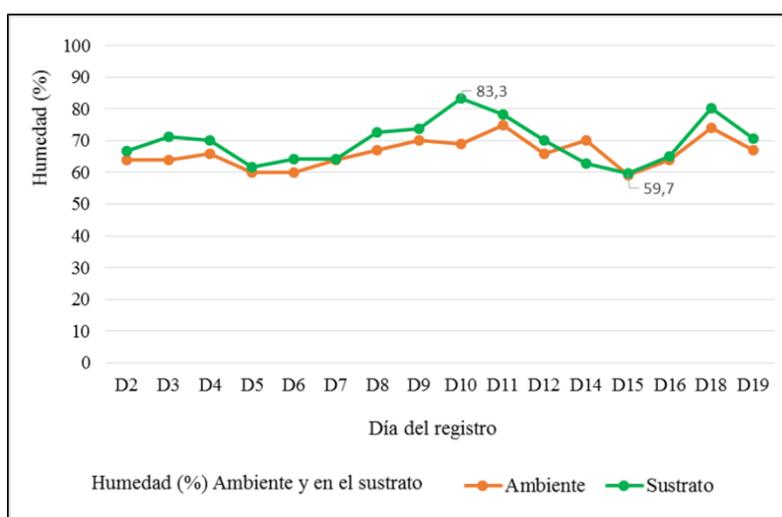


Figura 5 Registro diario de la humedad ambiente y de la humedad del sustrato

Los anexos 1, 2 y 3 indican el registro de datos total referente a temperatura ambiente, temperatura en el sustrato, humedad relativa y humedad del sustrato.

Ensayo preliminar. Se realizó una práctica en las instalaciones del laboratorio para realizar las mezclas de arcilla más arena según las proporciones a evaluar (TTO), esto con el propósito de lograr determinar la cantidad de mezcla definitiva (g) a utilizar para envolver o hacer el recubrimiento de una semilla (bomba de arcilla). Inicialmente se propuso utilizar 75% arcilla más 25% arena (225g de arcilla más 75g de arena); 50% arcilla más 50% arena (150g de arcilla más 150g de arena); 25% arcilla más 75% arena (75g de arcilla más 225g de arena). En todos los casos se agregó de 10 a 15 mL de agua (Figura 6).

La elaboración de las “bombas de arcilla” consistió en preparar la mezcla de arena, arcilla y agua en la proporción antes mencionada, amasándola hasta conseguir una consistencia adecuada que permitió formar bolas de 100 g de arcilla maleable. Luego se procedió a extender la masa hasta obtener una “arepa plana” de 11 cm, esto para adicionarle 25 g de sustrato orgánico y una semilla. Finalmente se contorneo hasta formar la bomba de arcilla (Figura 6).



Figura 6 *Actividades preliminares realizadas en laboratorio para determinar la proporción de arena y arcilla a evaluar por tratamiento, elaboración de bombas de arcilla*

En la fase preliminar se realizaron tres bombas de arcilla por cada proporción inicialmente planteada, nueve en total. Finalmente del ensayo preliminar se determinó que la proporción de 25% de arcilla más 75% de arena no tomaba consistencia maleable, por lo tanto, se eliminó como tratamiento. Se presentó una situación similar con la proporción de 50% de arcilla y 50% de arena, tomándose la decisión de ajustar a 60% de arcilla y 40% de arena.

A partir del ensayo preliminar se determinó incluir un grupo testigo con solo arcilla y de esta manera utilizar las siguientes tres proporciones:

Proporción 1: Testigo 100% de arcilla

Proporción 2: 75% de arcilla más 25% de arena

Proporción 3: 60% de arcilla más 40% de arena

Estas tres proporciones se evaluaría en condiciones congeladas (congelar la bomba de arcilla durante 24 horas, antes de la siembra) y dejar a temperatura ambiente las bombas de arcilla. En este proyecto se consideró la siembra, el día en que se acomodaron las 54 bombas de arcilla en las 18 pimpinas (ver fase experimental).



Figura 7 *Elaboración de las bombas de arcilla para el experimento definitivo*

Técnica de pre germinación. Todas las semillas utilizadas fueron sometidas a pre germinación hidrotérmica. Se sumergió la semilla en agua a 80°C durante tres minutos. Se utilizó plancha eléctrica, termómetro de mercurio y cronometro (se utilizó celular). La actividad se realizó en el laboratorio de nutrición y alimentación animal de la Universidad en la sede Los Patios (Figura 8).



Figura 8 *Actividades realizadas para pre germinación de las semillas*

Fase experimental. Se utilizaron 18 contenedores por experimento (seis tratamientos, tres repeticiones). En cada contenedor existieron tres bombas de arcilla (cada bomba de arcilla

una unidad experimental). Se realizó un total de 54 bombas de arcilla por cada experimento (Figura 9).



Figura 9 Distribución de las unidades experimentales en el lugar de trabajo

La figura 10, indica a manera de esquema el planteamiento estadístico del experimento a realizar

Tratamiento	Factor A		Factor B	R1	R2	R3
T1	Bombas congeladas	→	100% arcilla			
T2			75% arcilla más 25% arena			
T3			60% arcilla más 40% arena			
T4	Bombas sin congelar	→	100%			
T5			75% arcilla más 25% arena			
T6			60% arcilla más 40% arena			

Figura 10 Esquema para el experimento a realizar como PA y desarrollo de la pasantía

El riego del cultivo y el control de arvenses se realizaron de manera manual (Figura 11).



Figura 11 Vista general del proyecto de aula, actividades de riego y control de arvenses

Seguimiento a las variables de interés agronómico en los proyectos de aula

Tiempo de brote y de germinación. Se registró la fecha en que brotó la semilla y se abrieron por completo los cotiledones y la culminación del proceso de germinación (formación de primeras nomófilas). Tomando la fecha de siembra como día cero, se calculó el tiempo (días) para formar cotiledones y el tiempo para germinar (proceso completo) (Figura 12).



Figura 12 Plántula con los cotiledones abiertos y plántula con la primera hoja nomófila formada

Altura y diámetro. Posterior a la formación de las primeras hojas nomófilas, las plántulas presentaron marchitamiento, aspecto por el cual, no fue posible registrar estas

variables. Una posible causa fue la intermitente frecuencia del riego, actividad que estuvo limitada por la restricción al ingreso a la Universidad durante los fines de semana (Figura 13).



Figura 13 *Evidencia del marchitamiento de las plántulas*

Resultados

En cumplimiento del primer objetivo, el desarrollo del proyecto de aula (PA) implicó limpieza del material y adecuación del lugar de trabajo. En laboratorio, se realizaron las actividades de elaboración de las bombas de arcilla y el pre-tratamiento hidrotérmico de las semillas. Así mismo, se realizaron las actividades de siembra, riego y seguimiento al desarrollo de las plántulas de *L. leucocephala* (Figura 14).



Figura 14 *Actividades de alistamiento, siembra y seguimiento de las plántulas de L. leucocephala*

La siembra se consideró como el hecho de acomodar las bombas de arcilla en las pimplas o recipientes con arena, este como sustrato de soporte. Tomando este punto de referencia, se registró el tiempo en días transcurrido post siembra para formar cotiledones y el tiempo en días para formar la primera hoja nomófila (germinación completa).

De Izquierda a derecha, la figura 15 indica el proceso desde la siembra hasta la formación de hojas nomófilas. Inicialmente se observó agrietamiento de la bomba de arcilla, seguido del

brote de la semilla con la aparición de cotiledones aun cerrados. Posterior se evidencia la apertura total de los cotiledones con indicios de formarse la primera hoja nomófila. Finalmente se forma la primera nomófila, seguido de la apertura de segunda y tercera hoja.



Figura 15 *Proceso de germinación de la semilla: Ruptura de la bomba de arcilla, brote de la semilla, aparición de cotiledones y formación de nomófilas*

El brote de la semilla se observó en diferentes puntos de la bomba de arcilla (Figura 16), esto posiblemente debido a que, al colocar el abono y la semilla dentro de la bomba de arcilla, no había control de la posición interna de la semilla.



Figura 16 De izquierda a derecha, brote lateral, central y debajo de la bomba de arcilla.

El PA permitió hacer seguimiento al cultivo durante 29 días a partir de la siembra (25 de noviembre de 2022 hasta 23 de diciembre de 2022). El anexo 4 indica el análisis de los datos referentes al tiempo en días para formar cotiledones y formar la primera hoja nomófila. El tiempo promedio para formar los cotiledones fue estadísticamente homogéneo, es decir, la cantidad de arena y arcilla utilizada para elaborar las bombas de arcilla y el hecho de congelar o no las bombas, no afecta el tiempo requerido para formar los cotiledones (Tabla 1).

Tabla 1 Tiempo en días post siembra para formar los cotiledones en plántulas de *Leucaena*

Tratamiento	Tiempo formar cotiledones p-valor = 0,4138
Congeladas 100% arcilla	15,00 ± 2,65 a [17,64%]
Congeladas 75% arcilla + 25% arena	14,00 ± 2,35 a [16,75%]
Congeladas 60% arcilla + 40% arena	13,25 ± 2,06 a [15,56%]
Sin congelar 100% arcilla	14,57 ± 1,13 a [7,78%]
Sin congelar 75% arcilla + 25% arena	14,75 ± 0,50 a [3,39%]
Sin congelar 60% arcilla + 40% arena	12,33 ± 2,31 a [18,72%]

En promedio las bombas elaboradas con 100% arcilla congelada y sin congelar fueron los grupos con mayor cantidad de plántulas que alcanzaron a formar la primera hoja nomófila, registrándose entre un 66,7% y 77,8% de plántulas que culminaron el proceso de germinación, esto seguido del grupo con 75% y 60% de arcilla respectivamente (Figura 17). Posiblemente al

agregar arena durante la elaboración de las bombas de arcilla, disminuye la cantidad de plántulas que completan el proceso de germinación.

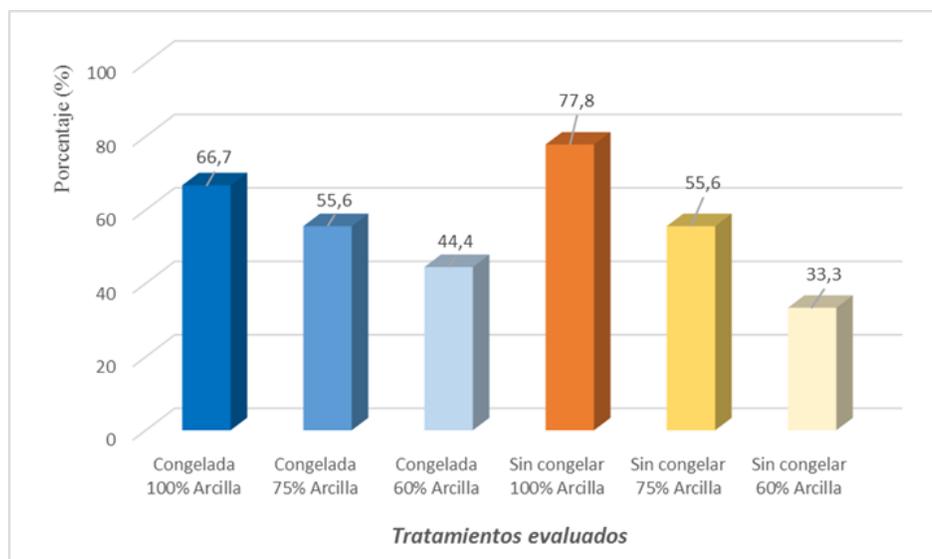


Figura 17 Cantidad de plántulas germinadas (formación primera nomófila) en porcentaje según tratamientos evaluados

El tiempo en días para la germinación completa (formación de la primera hoja nomófila) fue estadísticamente diferente según los tratamientos evaluados. Las semillas sembradas en una bomba con 75% de arcilla, esta sin congelar, completaron el proceso de germinación en 17,8 días. Este tiempo fue estadísticamente homogéneo con las semillas sembradas en bombas de 100% de arcilla congeladas y sin congelar. Posiblemente agregar arena al momento de elaborar la bomba de arcilla este incrementando el tiempo para que la plántula complete el proceso de germinación (Figura 18, Anexo 4).

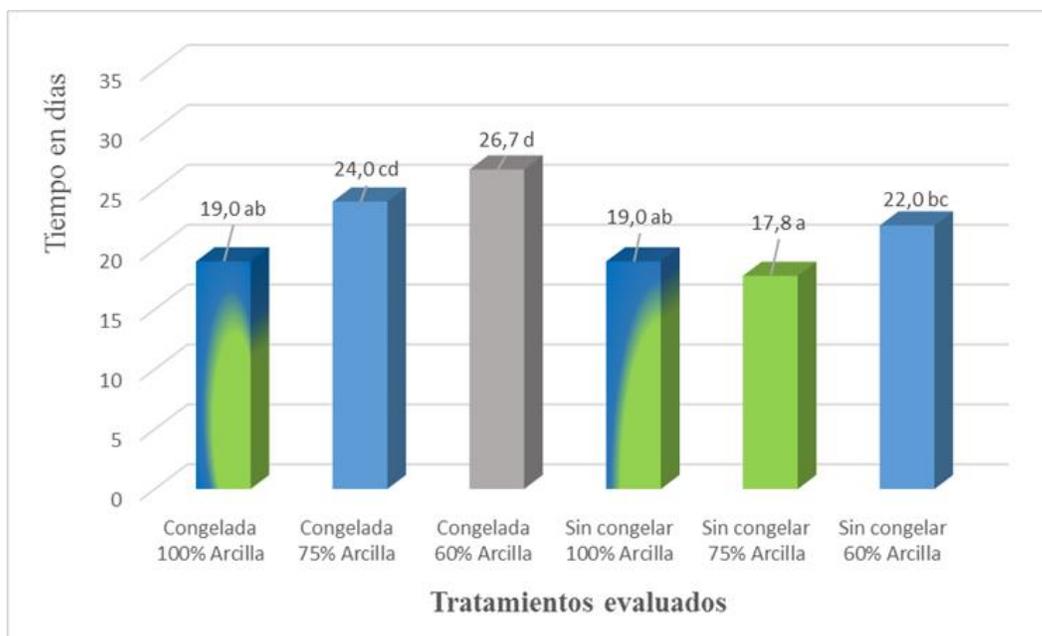


Figura 18 *Tiempo en días post siembra para formar la primera hoja nomófila en plántulas de Leucaena, culminando el proceso de germinación*

Al analizar los datos de manera independiente para cada factor, se determinó que las semillas sembradas en bombas de arcilla sin congelar completaron el proceso de germinación, en promedio en tres días antes que las semillas sembradas en bombas congeladas (Tabla 2).

Tabla 2 *Tiempo en días post siembra para formar la primera hoja nomófila en plántulas de Leucaena según criterio de congelar o no las bombas de arcilla antes de la siembra*

Tratamiento	Tiempo germinación p-valor = 0,0093
Congeladas	22,31 ± 3,77 b [16,91%]
Sin congelar	19,20 ± 2,01 a [10,45%]

El menor tiempo en días para registrarse la formación de la primera nomófila se evidenció al sembrar en bombas elaboradas con 100% arcilla y con 75% de arcilla. En los casos

en que se utilizó 60% de arcilla más 40% de arena se incrementó el tiempo de germinación entre tres a cuatro días (Tabla 3).

Tabla 3 *Tiempo en días post siembra para formar la primera hoja nomófila en plántulas de Leucaena según cantidad de arcilla y arena utilizada en la elaboración de las bombas*

Tratamiento	Tiempo germinación p-valor = 0,0093
100% Arcilla	19,00 ± 0,82 a [4,30%]
75% Arcilla	20,56 ± 3,84 a [18,70%]
60% Arcilla	24,33 ± 3,20 b [13,17%]

Las variables de altura de la plántula, diámetro del tallo y cantidad de hojas no fueron posible registrar, esto debido al marchitamiento y muerte de las plántulas (Figura 19).

Posiblemente la falta de riego constante (limitante para el ingreso a las instalaciones en los días de fin de semana) y la baja disponibilidad de nutrientes para la plántula posterior a formar la primera nomófila. Al respecto, existió poco abono dentro de la bomba de arcilla, además al brotar las raíces, estas salen de la bomba y penetraron la arena existente en las pimpinas, sustrato que no aporta nutrientes, afectándose así, la sobrevivencia de las plántulas.

Esta situación indica la necesidad de evaluar bombas de arcilla de mayor diámetro, esto con el fin de almacenar mayor cantidad de sustrato u abono. También se debe considerar evaluar la posición de la semilla dentro de la bomba de arcilla y posiblemente colocar más de una semilla. A su vez, es pertinente evaluar el proceso de germinación ubicando las bombas a campo abierto, en condiciones de dependencia total a los factores climáticos. Esta actividad, debería evaluarse en temporada de lluvias.



Figura 19 Evidencia, pérdida de las plántulas por marchitamiento

Discusiones

En las actividades referentes a la elaboración de las bombas de arcilla, se tuvo en cuenta todo el proceso desde la siembra hasta la formación de las hojas nomófilas para dar inicio a una nueva planta. El tiempo para formar cotiledones no fue afectado por el hecho de congelar o no la bomba de arcilla con la semilla dentro. Asimismo, la cantidad o proporción de arcilla no afectó esta variable. Tarquí & Martínez, (2020) indicaron en semillas altamente latentes de especies nativas del altiplano que el hecho de congelar la semilla durante 24 horas generó diferencias estadísticas, incrementando levemente la germinación de las mismas, respecto al grupo testigo. Las diferencias fueron de 2.0%, 7.0% y 11.0% respectivamente para las variedades Ades, Broca y Homu. Esto indica que el efecto de congelar o no la semilla puede ser diferente según la variedad y posiblemente la especie. También se debe considerar que Condori Tarquí, & Martinez Flores, (2020) utilizaron semillas sin pre tratamiento y las semillas fueron congeladas sin ningún recubrimiento. En el presente proyecto de aula todas las semillas habían sido sometidas a inmersión en agua a 80°C durante tres minutos y fueron congeladas dentro de la bomba de arcilla, posiblemente el pre tratamiento hidrotérmico coloca en igualdad de condiciones semillas congeladas y no congeladas.

Los medios de tratamiento empleados en las actividades de elaboración de las bombas de arcilla y el pre tratamiento hidrotérmico de las semillas muestran que los días de germinación epigea o aparición del primer cotiledón (tabla 1) es un dato conforme a lo reportado por Sánchez Paz & Ramírez-Villalobos, (2006) y González *et al.*, (2012) donde la tasa de germinación o días promedios a la germinación en leucaena varió para estos autores de 12,82 a 14,88 días.

Para el pretratamiento hidrotérmico, se sumergieron las semillas en agua a 80°C durante tres minutos dando un porcentaje de germinación de 66.7% para semillas congeladas en 100 % arcilla y a su vez 77.8% de germinación para semillas sin congelar en 100% arcilla (figura 17), siendo estas las más representativas. Estos resultados fueron superiores a los reportados por Sánchez-Gómez, et. al., (2018) quienes obtuvieron porcentajes de germinación en los tratamientos hidrotérmico (inmersión en agua a 80 °C por 3 minutos) e inmersión en agua a 24 °C por 12 horas en intervalos de 45 a 55 %. En este caso, las semillas utilizadas por los autores y en el presente proyecto de aula, estuvieron almacenadas por 18 meses antes de realizar el experimento.

El tiempo promedio para germinar las semillas no congeladas con 100% y 75% de arcilla fue de 17,8 y 19.0 días, respectivamente (tabla 2), dato ligeramente superior a lo descrito por Sánchez Paz & Ramírez-Villalobos, (2006), donde con un 40% de sombra y un tratamiento pre germinativo de 10 minutos en agua a 80°C obtuvo una germinación de 13.80 días.

Las semillas sin congelar presentaron menor tiempo de germinación que las semillas congeladas. Esto se podría atribuir a la afectación de la semilla por parte del congelamiento o al tiempo necesario que se debería tratar la semilla en el tratamiento hidrotérmico. De igual forma la escasa cantidad de semillas germinadas en 60% de arcilla sin congelar y en 60% de arcilla congelada analizadas (figura 17) indican que a mayor cantidad de arena en la proporción para elaborar las bombas de arcilla, disminuye la cantidad de plántulas obtenidas. Esto posiblemente porque la arcilla tiene mayor capacidad de retención de humedad, una vez, se empieza con los riegos, respecto a la arena.

Norda *et al.*, (2022) indica que los “índices de germinación por debajo de 50% sugieren una alta fitotoxicidad de los sustratos, abonos o fertilizantes; valores entre el 50% y el 80% sugieren una fitotoxicidad moderada, mientras que valores por encima del 80% no indican efectos fitotóxicos”. En este caso, a mayor cantidad de arcilla, mayor cantidad de semillas germinadas. Se podría inferir que la arcilla no es un factor de fitotoxicidad, aspecto positivo para usar la arcilla como material en la elaboración de las bombas de arcilla como estrategia de recubrimiento.

La marchitez de las plántulas ya formadas de leucaena, descritas en la figura 19, puede deberse a múltiples factores ambientales, como altas y bajas temperaturas, exceso de radiación solar y exceso de lluvia, además de factores culturales como la manipulación de las semillas y los sustratos donde fueron sembradas con agentes patógenos como hongos, bacterias o virus, ausencia de agua generando estrés hídrico máximo donde la planta produce cavitación de los elementos del xilema, caída de la hoja, acumulación de solutos orgánicos para llegar finalmente al punto de marchitez de la planta (Valverde-Otárola & Arias, D.,2020).

Como lo describe Sánchez *et al.*, (2003), “el uso del riego por goteo artesanal es una alternativa estratégica que le garantiza a la planta el agua necesaria para incrementar la tasa de crecimiento disminuyendo el tiempo de establecimiento”. Por otro lado, “la muerte o pérdida de la plántula, esta una vez forma las nomófilas, a menudo, por lo menos en parte, se asocia a las raíces en espiral o al daño en la raíz pivotante durante el plantado” (Parrota, 1992). En esta investigación, la pérdida de las plántulas se atribuye a elevadas temperaturas, un riego no constante en el tiempo y posible daño en las raíces a causa del esfuerzo que deben hacer las semillas para romper la arcilla con la cual está hecha la bomba evaluada.

Conclusión

Se logró realizar las actividades de elaboración de las bombas de arcilla ajustando las proporciones de arcilla más arena. Se determinó un requerimiento mínimo de 60% de arcilla para lograr maleabilidad de la mezcla y elaborar las bombas de arcilla. Durante el proyecto de aula se cumplió con las actividades adecuación del lugar, pre-tratamiento hidrotermico, siembra y seguimiento del cultivo.

El tiempo en días para formar cotiledones no se afectó por la proporción de arcilla más arena utilizada para elaborar la bomba de arcilla. La mayor cantidad de semillas germinadas (completaron el proceso hasta formar primera nomófila) se registró al utilizar las bombas congeladas y sin congelar de 100% y 75% de arcilla. El menor tiempo en días para germinar la semilla se presentó al usar bombas de 100% y 75% de arcilla sin congelar.

Recomendaciones

Se sugiere evaluar bombas de arcilla de mayor tamaño para lograr almacenar al interior de la bomba mayor cantidad de abono. Se plantea la necesidad de realizar el experimento con más de una semilla por bomba; a su vez, se debe contemplar analizar la posición de la semilla al interior de la bomba. La fase final del proyecto debe contemplar evaluar el proceso de germinación a campo abierto, totalmente dependiente de las condiciones climáticas.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado-Canché, A., Canul-Solis, J., Castillo-Sánchez, L. E., Campos-Navarrete, M. J., López-Cobá, E. H., Luna-Mendicuti, A. A., & Chay-Canul, A. (2022). Producción y calidad forrajera de *Cynodon plectostachyus* bajo sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 25, 1-9.
<http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.3871>
- Arias, L. (2017). El aprendizaje por proyectos: una experiencia pedagógica para la construcción de espacios de aprendizaje dentro y fuera del aula. *Ensayos Pedagógicos*. 12(1), 51-68.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6095686>
- Abreu Júnior, J. D. S., Fernandes Veira, J., Martín-Gil, J., Martín-Ramos, P., de Araújo Rufino, C., & Baudet, L. M. (2019). Efectos del recubrimiento con sulfato de zinc sobre tasas de germinación y niveles de isoenzimas en semillas de algodón. *X Congreso Ibérico de Agroingeniería*. 10.26754/c_agroing.2019.com.3452
- Barrios, L. Chaves, M. (2016). El proyecto de aula como estrategia didáctica en el marco de la enseñanza para la comprensión. *Avances en educación y humanidades*, 39-54.
<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/avedhum/article/view/895>
- Camacaro, S., Garrido, J. y Machado, W. (2004). Fijación de nitrógeno por *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Albizia lebeck* y su transferencia a las gramíneas asociadas. *Zootecnia Tropical*. 22 (1), 49 -70.
https://www.researchgate.net/publication/262468654_Fijacion_de_nitrogeno_por_Leucaena_leucocephala_Gliricidia_sepium_y_Albizia_lebeck_y_su_transferencia_a_las_graminas_asociadas

- Condori Tarquí, A. & Martínez Flores (2020). Tratamientos físicos y químicos en la germinación de semillas de especies nativas del Altiplano. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz*. 7(2), 46-57.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000200007&lng=es&tlng=es.
- Cortez Egremy, J. G., Uribe Gómez, M., Cruz León, A., Lara Bueno, A., & Romo Lozano, J. L. (2016). Árboles nativos para el diseño de tecnologías silvopastoriles en la Sierra de Huautla, Morelos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 7(SPE16), 3371-3380.
- Cubillos-Hinojosa, J. G., Mindiola, P. E. M., Mulford, J. L. H., & Castilla, A. P. (2019). Fijación biológica de nitrógeno por aislados nativos de *Rhizobium* sp. simbioses de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Acta Agronomica*, 68(2), 75-84.
<https://doi.org/10.15446/acag.v68n2.69322>
- Echevarría, M., Pizarro, D. M., y Gómez, C. A. (2019). Alimentación de ganadería en sistemas silvopastoriles de la Amazonía peruana. Programa Nacional de Innovación Agraria.
https://www.researchgate.net/publication/335542022_Alimentacion_de_ganaderia_en_sistemas_silvopastoriles_de_la_Amazonia_peruana
- Esquivel, P., Villa, F., Guerra, G., Guerra, C. y Rangel, E. (2018). El aprendizaje colaborativo como estrategia didáctica para el mejoramiento de la Comprensión lectora. *Cultura, Educación y Sociedad*. 9(3), 105-112. <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.13>
- Fajardo, E. Gil, B. (2019). El aprendizaje basado en proyectos y su relación con el desarrollo de competencias asociadas al trabajo colaborativo. *Amauta*. 17(33), 103-118.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7227790>

- Ferrari, A. y Wall, L. (2004). Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 105 (2), 63- 87.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15679>
- Ganadería Colombiana Sostenible. (2013). *Bancos mixtos de forraje, una herramienta estratégica para la ganadería sostenible en Colombia*.
<http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2017/02/9-BANCOS-MIXTOS-DE-FORRAJE.pdf>
- García-Paredes, J. Rodríguez, L. Madueño-Molina, A. Hanan-Alipí, A.M. Bojórquez-Serrano, J.I. (2017). Efecto de tratamientos pregerminativos en *Pithecellobium dulce*, *Leucaena leucocephala* y *Sesbania* spp. *Revista Bio ciencias*.
<http://dspace.uan.mx:8080/handle/123456789/2121>
- Gonçalves, L., Somavilla, A., Grassmann, A. y Tourinho, A. (2016). Análise de superação de dormência de sementes de *Leucaena leucocephala* e desenvolvimento inicial de plântulas. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria*. 20 (1), 398 - 404. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117019719>
- González, Y., J. Reino, J. A. Sánchez, y R. Machado. 2012. Efecto del almacenamiento al ambiente en semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham sometidas a hidratación parcial. *Pas. For.* 35: 393-399.
- Gutiérrez, H. De la Vara, R. (2012). Análisis y diseño de experimentos. Mc Graw Hill, tercera edición.
- Ibrahim, M., Rong, Y. y Dali, C. (2020). Seed dormancy overcoming and seed coat structure change in *Leucaena leucocephala* and *Acacia nilotica*. *Forest science and technology*, 16 (1), 18–25. <https://doi.org/10.1080/21580103.2019.1700832>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, (2019). Informe Técnico: Parcelas de introducción de *Leucaena leucocephala*. Secretaria de Agroindustria. En línea:

https://inta.gov.ar/sites/default/files/parcelas_de_introduccion_de_leucaena.pdf

Murgueitio E., Uribe F., Molina C., Molina E., Galindo W., Chará J., Flores M., Giraldo C.,

Cuartas, C., Naranjo J., Solarte L. y González, J. (2016). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV.

https://www.researchgate.net/publication/310460876_Establecimiento_y_manejo_de_sistemas_silvopastoriles_intensivos_con_leucaena

Molina, Y. (2019). La Reforestación como Estrategia Ambiental para la Conservación de ríos y quebradas. *Revista Scientific*, 4(13), 182-199.

<https://www.redalyc.org/journal/5636/563659492010/html/>

Molina-Torres, M. (2019). El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la formación metodológica del profesorado del Grado de Educación Primaria. *El Aprendizaje Basado en Proyectos (abp) en la formación metodológica del profesorado del Grado de Educación Primaria*, 123-137. DOI: <https://doi.org/10.14201/et2019371123137>

Murgueitio E., Uribe F., Molina C., Molina E., Galindo W., Chará J., Flores M., Giraldo C.,

Cuartas, C., Naranjo J., Solarte L. y González, J. (2016). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena*. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV.

https://www.researchgate.net/publication/310460876_Establecimiento_y_manejo_de_sistemas_silvopastoriles_intensivos_con_leucaena/link/582e30cb08ae138f1c01d8b9/download

- Nimbkar, N. (2019). Sistemas de alimentación con leucaena en la India. *Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales*, 7(4),415–419. [https://doi.org/10.17138/tgft\(7\)415-419](https://doi.org/10.17138/tgft(7)415-419)
- Norda-Castro, E. B., Pentón-Fernández, G., Susnay-Oropesa, Y., Urguellez, J., Pérez-Castro, M., Domínguez-Ortega, D., & Revuelta-Ortega, I. Viabilidad del uso de la técnica de pildorización con biochar enriquecido de IHPLUS BF®.
- Obando-Arias, M. (2021). Mediación pedagógica del aprendizaje a partir de la pregunta generadora en la educación media: Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Electrónica Educare*, 25(2), 383-403. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-42582021000200383&script=sci_arttext
- Parrotta, John A. 1992. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit *Leucaena*, tantan. SO-ITF-SM-52. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.
- Pedrini, S., Merrit, D.J., Stevens, J. y Dixon, K. (2017). Seed coating: science or marketing spin? *Trends in Plant Science*. 22: 106-116
- Rodríguez, A. F., Torrea, M. M., & Cargua, N. I. (2019). El proyecto integrador de saberes una oportunidad para aprender a aprender. *EmásF: Revista digital de educación física*, (57), 62-77. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6860154>
- Romo-Campos, R. Guzmán, J. (2019). Recubrimiento de semillas como técnica para la restauración de suelos degradados. *e-CUCBA*, (11), 46-53. <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/128>
- Rusdy, M. (2016). Improvement of seed germination and early seedling growth of *Leucaena leucocephala* by cold water, mechanical and acid scarification pretreatment. *International*

Journal of Research and Science Publication (IJRSP), 1(1), 1 – 6.

<https://core.ac.uk/download/pdf/83870006.pdf>

Sánchez, A, Miquilena, O, & Flores, R. (2003). Comportamiento de la *Leucaena leucocephala* durante el establecimiento regada por goteo artesanal en ambiente semiárido. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 20(3), 352-363.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000300009&lng=es&tlng=es.

Sánchez Paz, Y. & Ramírez-Villalobos, M. (2006). Tratamientos pre germinativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(3), 257-272.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000300001#c1

Sánchez-Gómez, A., Rosendo-Ponce, A., Vargas-Romero, J., Rosales-Martínez, F., Platas-Rosado, D., & Becerril-Pérez, C. (2018). Energía germinativa en guaje (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) con diferentes métodos de escarificación de la semilla. *Agrociencia*, 52(6), 863-874. Obtenido de

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000600863

Toledo Morales, P., & Sánchez García, J. M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. <https://idus.us.es/handle/11441/86870>

Torres, J. D., Acevedo, D., & Montero, P. M. (2016). Proyectos de aula semestrales como estrategia pedagógica para la formación en ingeniería. *Formación universitaria*, 9(3), 23-30. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062016000300004&script=sci_arttext

- Valverde-Otárola, J. & Arias, D. (2020). Efectos del estrés hídrico en crecimiento y desarrollo fisiológico de *Gli-ricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. *Colombia Forestal*, 23(1), 20-34. doi:<https://doi.org/10.14483/2256201X.14786>
- Varela, S. y Arana, V. (2010). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. Serie técnica: “Sistemas Forestales Integrados”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina INTA EEA Bariloche.
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3nde semillas.pdf>
- Ventura-Ríos, A., Plascencia-Escalante, F. O., Hernández de la Rosa, P., Ángeles-Pérez, G., & Aldrete, A. (2017). ¿Es la reforestación una estrategia para la rehabilitación de bosques de pino?: Una experiencia en el centro de México. *Bosque (Valdivia)*, 38(1), 55-66.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002017000100007&script=sci_abstract

Anexos

Anexo 1 Temperatura y humedad

Parámetros ambiente			
Día de registro	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)
	Mínimo	Máximo	
D1	25,9	26,2	87
D2	27,3	28,9	64
D3	27,1	28,6	64
D4	28	28,9	66
D5	26,5	28,9	60
D6	29,4	31,2	60
D7	26,3	27,1	64
D8	26,8	27,1	67
D9	27,6	28,3	70
D10	28,3	28,5	69
D11	27,5	28,6	75
D12	28,8	29	66
D14	26	26,2	70
D15	29,8	32	59
D16	26,8	27,1	64
D18	27	27,5	74
D19	28,6	29	67

Anexo 2 Parámetros del sustrato

Parámetros del sustrato								
	Pimpina # 1		Pimpina # 2		Pimpina # 3		Promedio	
	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
D1	25,4	26,4	25,1	26,4	25,1	26,7	25,2	26,5
D2	26	27,7	25,8	27,7	25,8	27,1	25,9	27,5
D3	25,3	27	25,1	26,9	25,3	26,6	25,2	26,8
D4	27,7	28,1	26,3	27,7	25,8	26,9	26,6	27,6
D5	26,2	28,1	24,7	27,3	24	27,1	25,0	27,5
D6	28,1	29,4	29	30	28,1	29	28,4	29,5
D7	26	27	26	27	26,2	27,1	26,1	27,0
D8	26,1	26,4	25,8	26,1	25,8	26,1	25,9	26,2
D9	25,8	26,9	25,8	26,6	25,8	26,7	25,8	26,7
D10	26,1	26,4	25,6	25,9	25,2	25,9	25,6	26,1
D11	26,5	27,1	26,3	26,6	26,3	26,6	26,4	26,8
D12	27,7	28,1	26,3	27,5	26,2	27	26,7	27,5
D14	25,4	26,6	24,3	26,4	24,3	26,6	24,7	26,5
D15	29,5	32	29,2	30,2	27,1	28,3	28,6	30,2
D16	26	27,1	26,6	27,8	26,3	27,1	26,3	27,3
D18	26,2	26,5	26,3	26,6	26,5	26,6	26,3	26,6
D19	27,6	28,3	26,3	27,7	25,7	27	26,5	27,7

Anexo 3 Humedad del sustrato

Humedad del sustrato				
	Pimpina #1	Pimpina #2	Pimpina #3	Promedio
D1	88	91	92	90,3
D2	65	68	67	66,7
D3	70	72	72	71,3
D4	68	72	70	70,0
D5	61	61	63	61,7
D6	69	62	62	64,3
D7	64	64	65	64,3
D8	72	73	73	72,7
D9	64	74	83	73,7
D10	82	85	83	83,3
D11	76	79	80	78,3
D12	68	72	70	70,0
D14	62	63	63	62,7
D15	58	59	62	59,7
D16	64	65	66	65,0
D18	83	79	79	80,3
D19	68	72	72	70,7

Anexo 4 Análisis estadístico de los datos

Medidas resumen

TTO cotiledon	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
T1	Tiempo_cotiledon	5	15,00	2,65	17,64	11,00	18,00
T2	Tiempo_cotiledon	5	14,00	2,35	16,75	10,00	16,00
T3	Tiempo_cotiledon	4	13,25	2,06	15,56	11,00	15,00
T4	Tiempo_cotiledon	7	14,57	1,13	7,78	14,00	17,00
T5	Tiempo_cotiledon	4	14,75	0,50	3,39	14,00	15,00
T6	Tiempo cotiledon	3	12,33	2,31	18,72	11,00	15,00

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tiempo cotiledon	28	0,19	0,01	13,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,55	5	3,91	1,05	0,4138
TTO cotiledon	19,55	5	3,91	1,05	0,4138
Error	81,88	22	3,72		
Total	101,43	27			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,07039

Error: 3,7219 gl: 22

TTO cotiledon	Medias	n	E.E.
T6	12,33	3	1,11 A
T3	13,25	4	0,96 A
T2	14,00	5	0,86 A
T4	14,57	7	0,73 A
T5	14,75	4	0,96 A
T1	15,00	5	0,86 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Tiempo cotiledon	28	0,00	1,74	0,94	0,3346

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Tiempo cotiledon	28	0,30	0,14	74,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,41	5	1,88	1,87	0,1405
TTO cotiledon	9,41	5	1,88	1,87	0,1405
Error	22,12	22	1,01		
Total	31,53	27			

Medidas resumen

TTO-germinacion	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
T1	Tiempo_Germinación	6	19,00	0,63	3,33	18,00	20,00
T2	Tiempo_Germinación	4	24,00	3,16	13,18	21,00	28,00
T3	Tiempo_Germinación	3	26,67	1,53	5,73	25,00	28,00
T4	Tiempo_Germinación	7	19,00	1,00	5,26	18,00	21,00
T5	Tiempo_Germinación	5	17,80	0,84	4,70	17,00	19,00
T6	Tiempo Germinación	3	22,00	2,65	12,03	19,00	24,00

Tratamiento	Tiempo germinación p-valor = 0,0001
Congeladas 100% arcilla	19,00 ± 0,63 ab [3,33%]
Congeladas 75% arcilla + 25% arena	24,00 ± 3,16 cd [13,18%]
Congeladas 60% arcilla + 40% arena	26,67 ± 1,53 d [5,73%]
Sin congelar 100% arcilla	19,00 ± 1,00 ab [5,26%]
Sin congelar 75% arcilla + 25% arena	17,80 ± 0,84 a [4,70%]
Sin congelar 60% arcilla + 40% arena	22,00 ± 2,65 bc [12,03%]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tiempo Germinación	28	0,80	0,75	7,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	234,96	5	46,99	17,39	<0,0001
TTO-germinacion	234,96	5	46,99	17,39	<0,0001
Error	59,47	22	2,70		
Total	294,43	27			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,53127

Error: 2,7030 gl: 22

TTO-germinacion	Medias	n	E.E.		
T5	17,80	5	0,74	A	
T1	19,00	6	0,67	A	B
T4	19,00	7	0,62	A	B
T6	22,00	3	0,95	B	C
T2	24,00	4	0,82		C D
T3	26,67	3	0,95		D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Tiempo Germinación	28	0,00	1,48	0,96	0,5871

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Tiempo Germinación	28	0,55	0,28	88,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,67	10	1,67	2,07	0,0904
Tiempo_Germinación	16,67	10	1,67	2,07	0,0904
Error	13,72	17	0,81		
Total	30,39	27			

Análisis factorial variable tiempo en días para germinación (formar primeras hojas nomófilas)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tiempo Germinación	28	0,80	0,75	7,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	234,96	5	46,99	17,39	<0,0001
Factor_A	82,80	1	82,80	30,63	<0,0001
Factor_B	116,82	2	58,41	21,61	<0,0001
Factor_A*Factor_B	56,00	2	28,00	10,36	0,0007
Error	59,47	22	2,70		
Total	294,43	27			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,29202
 Error: 2,7030 gl: 22
 Factor A Medias n E.E.

sin_C	19,60	15	0,45	A
C	23,22	13	0,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,00836
 Error: 2,7030 gl: 22
 Factor B Medias n E.E.

100	19,00	13	0,46	A
75	20,90	9	0,55	A
60	24,33	6	0,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,53127
 Error: 2,7030 gl: 22
 Factor A Factor B Medias n E.E.

sin_C	75	17,80	5	0,74	A
sin_C	100	19,00	7	0,62	A B
C	100	19,00	6	0,67	A B
sin_C	60	22,00	3	0,95	B C
C	75	24,00	4	0,82	C D
C	60	26,67	3	0,95	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Tiempo Germinación	28	0,00	1,48	0,96	0,5871

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Tiempo Germinación	28	0,55	0,44	77,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,63	5	3,33	5,32	0,0024
Factor_B	8,55	2	4,28	6,84	0,0049
Factor_A	0,38	1	0,38	0,60	0,4460
Factor_B*Factor_A	8,46	2	4,23	6,76	0,0051
Error	13,76	22	0,63		
Total	30,39	27			

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Factor B	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Tiempo_Germinación	60	6	24,33	3,20	24,50	7,52	0,0189
Tiempo_Germinación	75	9	20,56	3,84	19,00		
Tiempo Germinación	100	13	19,00	0,82	19,00		

Trat. Ranks

100	11,73	A
75	13,11	A
60	22,58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Medidas resumen

Factor A	Variable	n	Media	D.E.	CV
C	Tiempo_Germinación	13	22,31	3,77	16,91
sin C	Tiempo Germinación	15	19,20	2,01	10,45

Medidas resumen

Factor B	Variable	n	Media	D.E.	CV
60	Tiempo_Germinación	6	24,33	3,20	13,17
75	Tiempo_Germinación	9	20,56	3,84	18,70
100	Tiempo Germinación	13	19,00	0,82	4,30