



Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Nordeste

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

Experiencia en Inoculación con Rhizobium en

Leucaena leucocephala

ALUMNA: TEJERA, Gisela Paola

ASESOR: Ingeniero Agrónomo GÁNDARA, Luis.

Lugar de trabajo: Estación Experimental INTA, Sombrerito, provincia de Corrientes.

TRIBUNAL EVALUADOR: CASTELAN, María E.

GARAY, Jorge M.

ROMERO, Amalia M. E.

Año: 2019

INDICE

AGRADECIMIENTOS	3
INTRODUCCIONES Y ANTECEDENTES	4
1- OBJETIVOS.....	5
2- DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	6
a) Ubicación geográfica del área experimental	6
b) Características agroclimáticas.....	6
c) Desarrollo de la experiencia.....	8
d) Material vegetal y sustrato utilizado.....	8
i. Tratamientos.....	8
ii. Actividades pre siembra	8
iii. Inoculación.....	9
iv. Siembra.....	10
3- RESULTADOS	11
a) Germinación	11
b) Parámetros morfológicos	13
c) Efectividad de nodulación	15
d) Producción de biomasa aérea y subterránea	18
4- COMENTARIOS FINALES	20
BIBLIOGRAFIA	22

AGRADECIMIENTOS

Ya en el trecho final de esta hermosa experiencia de paso por la facultad solo queda agradecer a las personas que hicieron posible que logre mis objetivos.

En primer lugar, a mis padres, Silvina y Adrián que invirtieron en mí, no solo económicamente sino emocionalmente, sosteniéndome cuando más lo necesité. A mis hermanos; Axel y Alan que desde el segundo año facultativo vivimos juntos y lograron soportarme en los momentos de estrés, a mis mejores amigas; Lerena Silva y Yamila Vicentin con las que estudié, aprendí no solo en el ámbito académico sino personal. A todos los profesores de la facultad porque cada uno marcó en mi vida el propósito de estudiar para la vida no para aprobar. Gracias al Ingeniero Luis Gándara, mi asesor y la ingeniera Mercedes Pereira que, con simpleza y pasión, con su profesionalidad nos capacitaron en todo tipo de actividades, siempre con alegría y sin ningún tipo de limitaciones. Como olvidar además esos ricos asados o guisos cada vez que terminábamos de realizar alguna actividad en el campo. Escribo en plural porque no debo olvidarme del personal de campo del INTA y el grupo de pasantes que participó en esta experiencia, ellos son: Martín González, Álvaro Valenzuela, Aldo Astalla, Mauricio Silvero y un gran amigo Carlos Verón Bollini quien se ofreció y me ayudó a trasplantar las leucaenas un día de mucho calor. ¡Cómo olvidar ese día!

Me falta agradecer, pero quizás lo deje así, hay personas que por más que estén como elemento pasajero, dejan marca. Y esa marca siempre se transforma en algo positivo.

Para finalizar, resumo en una frase anónima lo que logró dejarme como enseñanza de vida la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, Corrientes, Argentina.

“Si tu no crees en ti, nadie va a creer en ti”

Llegar a esta instancia de mi vida es el resultado de creer que puedo hacerlo.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La alimentación del ganado vacuno para carne en el Subtrópico húmedo argentino se basa principalmente en el forraje proveniente de los pastizales, lo que dificulta mejorar la nutrición. Se buscó superar esta problemática con la incorporación de especies forrajeras cultivadas (Goldfarb et.al., 1993, Goldfarb, 1999). La inclusión de leguminosas arbustivas, como *Leucaena leucocephala* genera beneficios no solo en la calidad del forraje sino también en la fertilidad de los suelos. Esta especie, introducida en los años 70, fue evaluada en pastoreo, en bancos de proteína y asociada con el pastizal y gramíneas cultivadas demostrando un excelente potencial para incrementar la productividad del sistema (Gándara et al., 1986 y 1993).

La *Leucaena* es originaria de México y Centro América, la especie más conocida de su género es la *leucocephala* aunque existen por lo menos otras 14 especies. Es un árbol perenne de hasta 20 m de altura, la inflorescencia es de capítulos globales, de flores pequeñas de color blanco a crema. Las vainas se presentan en racimos en tamaño de 10 a 30 cm de largo, conteniendo entre 15 a 30 semillas elípticas comprimidas.

Leucaena leucocephala es muy bien conocida su gran capacidad de adaptarse a distintas condiciones ambientales (Razz et al., 1994). Esta capacidad de adaptación pudiera en parte ser debido a la alta plasticidad fenotípica, al acomodar la morfología de la planta y su crecimiento de acuerdo con la disponibilidad de luz, agua, nutrientes y espacio existente (Cheplick, 2003). La disposición de las hojas y la arquitectura de las plantas les permite hacer un uso mayor de la radiación solar (Simón, 2005). Esta planta se desarrolla mejor en zonas con altas temperaturas e insolación directa; aunque sobrevive a las heladas, se ve significativamente afectada por los meses más fríos. Esta necesidad la exposición solar, para su mejor crecimiento y desarrollo hace que bajo sombra densa o suave se reduzca significativamente.

Se considera de baja tolerancia al exceso de agua en el suelo, pero persiste con suelos bien drenados, de acuerdo a la bibliografía citada el rango óptimo de precipitación esta entre los 800 y 1000 mm anuales. Es una especie que tolera sequías, mantiene su follaje todo el año y una vez implantada, puede ser aprovechada durante más de 30 años con bajos costos

Esta leguminosa prospera en suelos de distintas texturas, aunque es aconsejable conocerse sus características edáficas en cuanto a textura, química y condiciones de drenaje como se mencionó anteriormente, sin embargo como toda leguminosa mejor desempeño es en suelos frances, con fertilidad entre mediana y alta.

Es una excelente fijadora de nitrógeno, promueve el crecimiento de gramíneas (si se encuentra asociada) y, además regenera la fertilidad de suelos degradados por actividades extractivas. Desde el punto de vista nutricional, tiene alto valor, buena palatabilidad y no presenta peligro de empaste en las vacas.

Entre los puntos importantes en el manejo del cultivo de *Leucaena* se encuentra el uso de Biofertilizantes. La asociación simbiótica de leguminosas forrajeras ricas en bacterias del género *Rhizobium* mejora el contenido de nitrógeno y el desarrollo, aumenta el rendimiento contribuyendo además a la disminución del impacto ambiental generado por el uso de insumos agrícolas. Las bacterias de este género se presentan en condiciones naturales cuando

las cepas están presentes en el suelo, no obstante, pueden ser inoculadas en las semillas antes de la siembra.

1- OBJETIVOS

- *Objetivo general*

Adquirir experiencia práctica en la implantación e inoculación con una cepa de *Rhizobium* en *Leucaena leucocephala* llevada a cabo en el INTA Sombrerito.

- *Objetivos específicos*

Aprender metodologías para la implantación e inoculación de *Leucaena*.
 Conocer las prácticas necesarias para el uso de inoculantes en *Leucaena* para la provincia de Corrientes.
 Aprender y practicar metodologías para evaluar eficiencia del uso Biofertilizantes en función de la producción de biomasa.
 Observar la capacidad de infección de las cepas de rizobios.
 Obtener el Peso fresco y Peso seco de las plantas de *Leucaena*

2- DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

a) Ubicación geográfica del área experimental.

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental INTA Corrientes, ubicada en la localidad El Sombrerito sobre Ruta Nacional N°12, 1008, las coordenadas geográficas del lugar son 27°40'26.3" de latitud Sur y 58°45'03.2" de longitud Oeste.

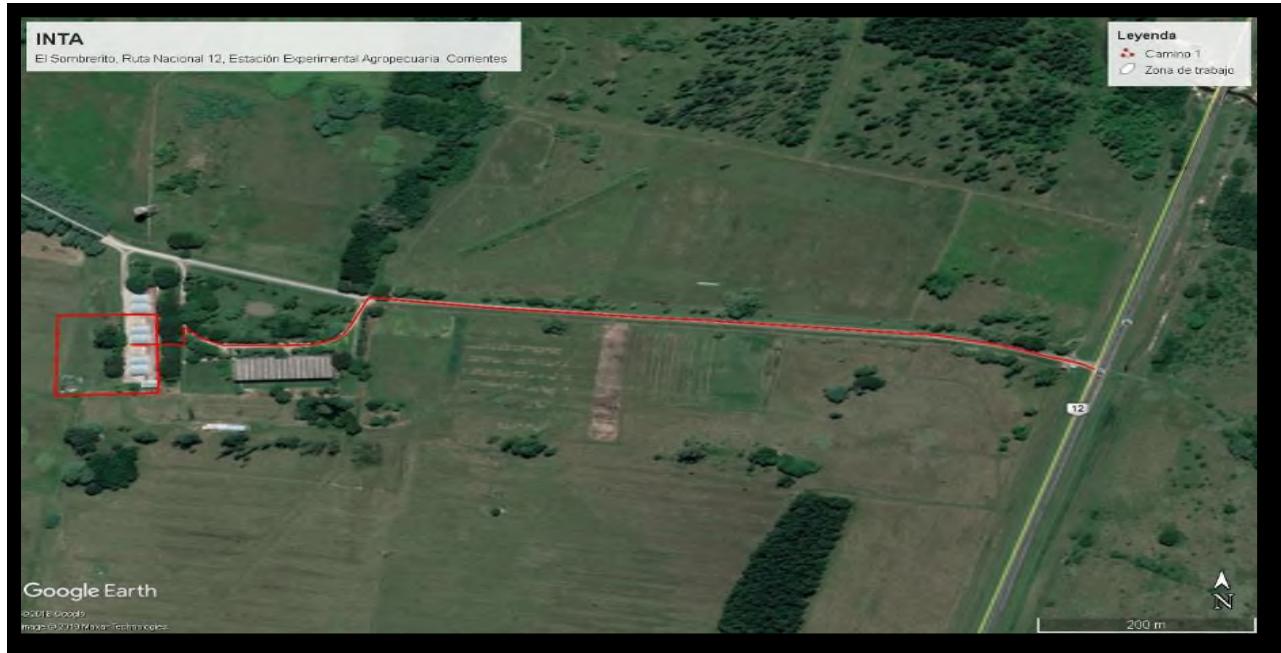


Imagen 1: Imagen satelital del lugar de realización del trabajo

b) Características agroclimáticas:

Los acontecimientos meteorológicos que se toman en cuenta provienen de los registros de la estación meteorológica automática instalada en la EEA INTA Sombrerito, los datos se obtuvieron de la página <http://siga2.inta.gov.ar/#/data> proveniente del Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica. Solo se tuvo en cuenta la humedad, temperatura y heliofanía. Los datos de precipitación no fueron relevantes debido a que las plantas dependían de riego diario.

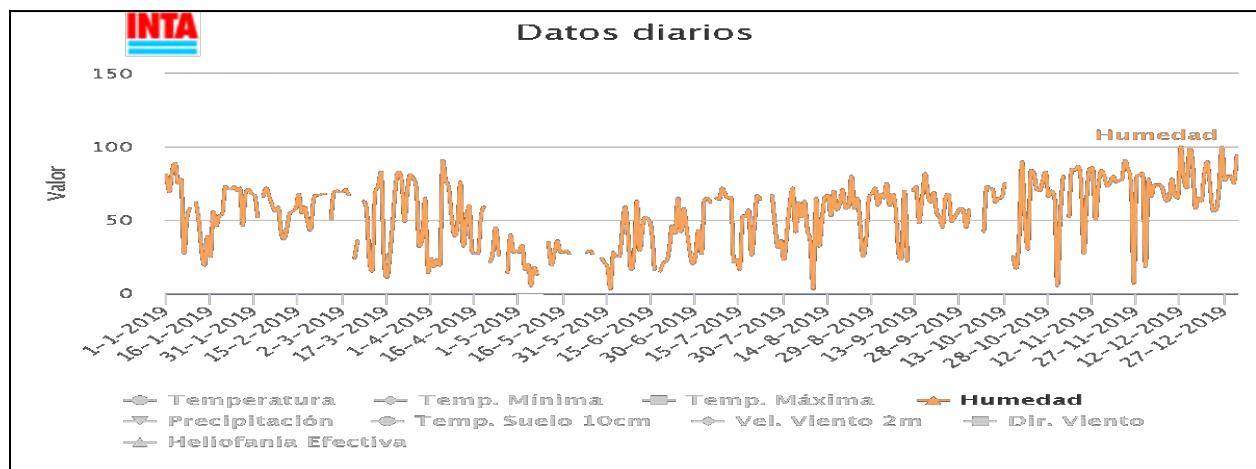


Gráfico 1: Datos diarios de Humedad

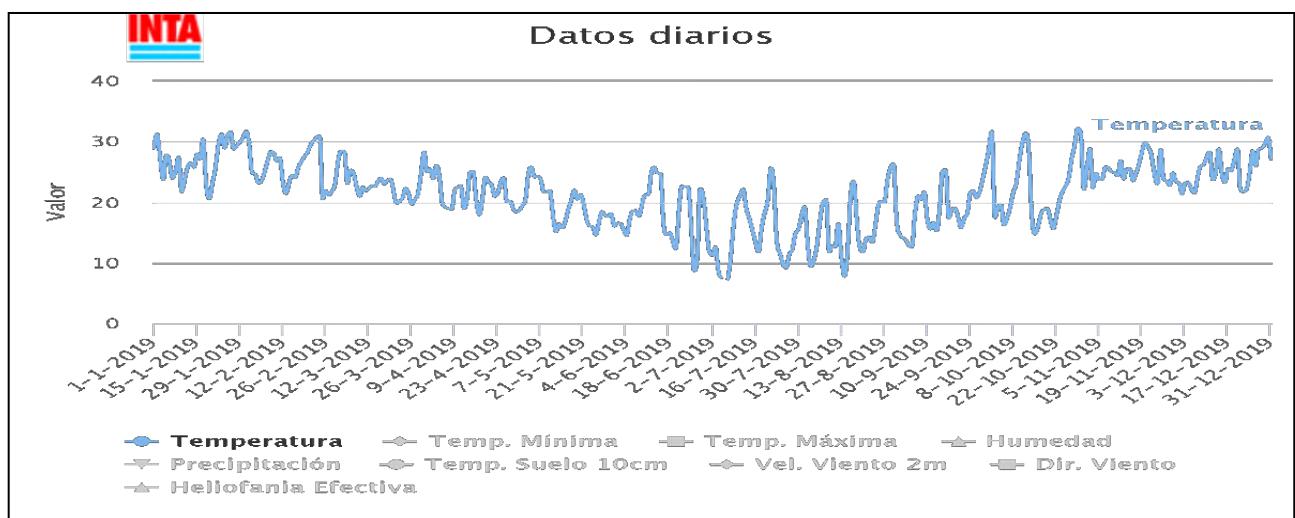


Gráfico 2: Datos diarios de Temperatura

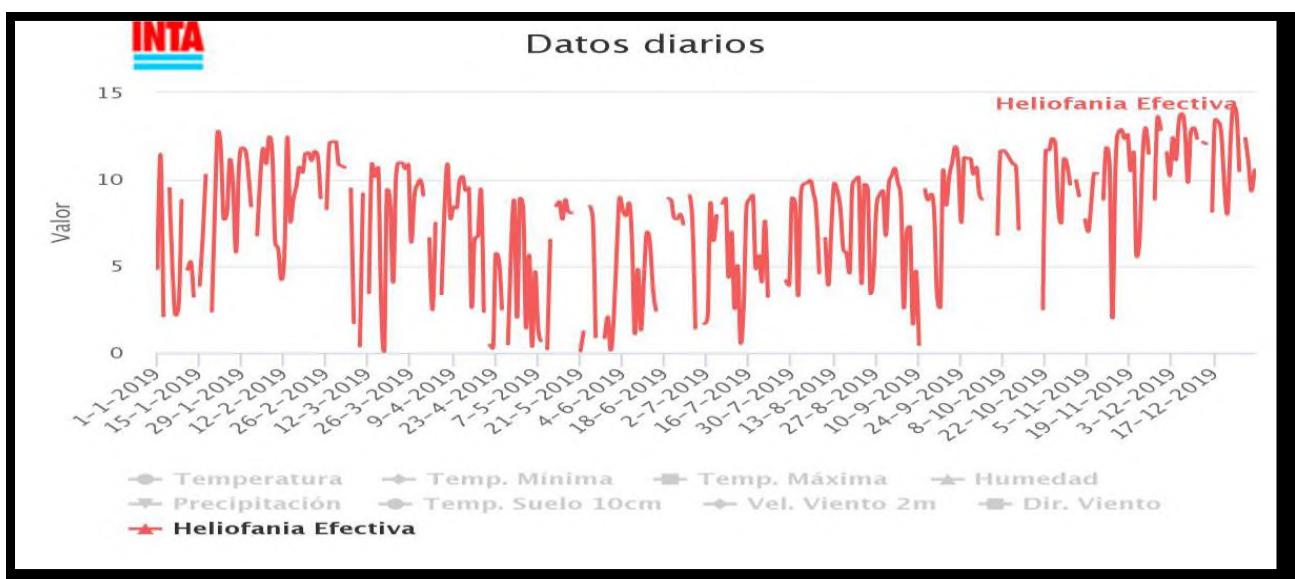


Gráfico 3: Datos diarios de Heliofanía efectiva. (*)

(*)*El período de tiempo (expresado en horas) durante el cual el lugar de observación ha recibido radiación solar directa (es decir, que no ha sido interceptada por obstáculos) y que ha sido, además, registrada por el instrumental de medición.*

c) Desarrollo de la experiencia

i. Material vegetal y sustrato utilizado.

Se seleccionó como material vegetal una línea de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *Glabrata* — MIMOSACEAE — (Rose) (Zárate, 1987) con denominación FRI82, cosecha 2018 obtenida de los ensayos en el campo experimental de la EEA – INTA Corrientes.

Para la preparación de las macetas el sustrato utilizado presenta valores medios de pH de 5,5 y 1,5 % de materia orgánica, bajo contenido de fosforo asimilable para las plantas (P2O5: 0,25mg/100 g) y potasio (K2O: 4.40 mg/100 g) (extraído en 0.5 m de ácido sulfúrico) y alto contenido de sodio Na+: 5 mg/ 100 g).

La fase de vivero de las plántulas, que comprende una duración de nueve meses, se inició el día 21/01/2019 con el establecimiento semillero las cuales fueron colocadas en macetas de plástico negro con capacidad para 2 kg de suelo.

ii. Tratamientos:

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Testigo, NO inoculación, NO escarificación, sin P
2. Tratamiento NO inoculación, NO escarificación, con P
3. Tratamiento NO inoculación, con escarificación, sin P
4. Tratamiento NO inoculación, con escarificación, con P
5. Tratamiento con inoculación, NO escarificación, sin P
6. Tratamiento con inoculación, NO escarificación, con P
7. Tratamiento con inoculación, con escarificación, con P
8. Tratamiento con inoculación, con escarificación, sin P

-Se realizaron 8 tratamientos con 10 macetas cada uno y 5 semillas por maceta.

-El inoculante en medio de turba, se aplicó a razón del 2 % del peso seco de semilla, adherido con agua azucarada.

-En los tratamientos con fósforo, el superfosfato triple se aplicó al momento de la siembra.

iii. Actividades pre siembra

Debido al endurecimiento de la capa superficial o tegumento, que no permite la entrada de oxígeno, luz y agua para el crecimiento del embrión, la *Leucaena* tiene un establecimiento lento lo que causa variación en la germinación. Existen diversos tratamientos pre-

germinativos, entre ellos el uso de agua a 80°C por 3 min. (Sánchez Paz, y Ramírez-Villalobos, 2006). Este fue el método de escarificación elegido para el reblandecimiento de las semillas. Resulta efectivo y fácil de aplicar. La escarificación se realizó en un recipiente sin vestigios de suciedad donde se colocó agua caliente hasta alcanzar 80 °C, temperatura medida con el termómetro.



Imagen 2. Proceso e instrumentos para el Escarificado (80°C por 3 min), eliminación de semillas inviables e impurezas.

Se agregaron las semillas y pasados 3 minutos, se retiró del agua con la ayuda de un colador. Anticipadamente, se eliminaron las semillas que flotaban indicando inviabilidad. Luego de haber sometido las semillas a escarificación, se las dejó secar al sol mientras se rellenaban las macetas con la tierra encalada

iv. Inoculación

El proceso de inoculación se realizó en la sombra. El inoculante en medio de turba, se aplicó a razón del 2 % del peso seco de semilla, adherido con agua azucarada. Se utilizaron dos recipientes; en el recipiente más grande, se volcó la semilla escarificada y seca. Se derramó en cada receptáculo unas cucharadas de almíbar espeso hecho con 2 partes de azúcar y una parte de agua. Se mezcló con una varita de vidrio, evitando el contacto con las manos, hasta que las semillas se tornaron pegajosas. Seguidamente se agregó el inoculante C89 proveniente del INTA Castelar y se mezcló nuevamente hasta conseguir que toda la semilla quede recubierta con una capa negra de turba



Imagen 3. Sobre con el inoculante precedente de Castelar, bandejas para la inoculación.

Existe la posibilidad de agregar cal apagada en polvo, hasta que las semillas queden completamente recubiertas de cal (paleteado). Según la bibliografía esto facilita la siembra inmediata al no pegarse entre sí las semillas también favorece al inoculante y a la plántula cuando nace (Pecci, 2014).

v. **Siembra:**



Imagen 4. Preparación de tierra para el llenado de macetas, fertilización fosfatada, siembra y riego.

Se sembraron 80 macetas, con 5 semillas por maceta a una profundidad de 1,5-2 cm de forma manual con la posibilidad todas las macetas tengan la misma cantidad de plantas y buscando en lo posible que emerjan el mismo día con suelo encalado según la necesidad de cal evaluada en el laboratorio de suelos de la EEA INTA Corrientes (500-1000 kg de cal por ha).

La aplicación del fósforo se realizó subdividiendo los lotes de macetas con/sin inoculación y con/sin escarificación, creando los sublotes sin fósforo (P_2O_5 : 0,25mg/100 g) y fertilizado con fósforo (150 kg P/ha). El Superfósforo triple utilizado pertenece a la familia de los fosfatados, presentado como sólido granulado en bolsas de 50kg. Este producto tiene una alta solubilidad en agua lo que aseguró una respuesta casi inmediata a la fertilización, a la hora de fertilizar se tuvo en cuenta su carácter ácido por eso se incorporó cada granulado alejado de la semilla.

3- RESULTADOS

a) Germinación.

Para el establecimiento, es importante que haya suficiente humedad en las macetas en los 90 días después de la siembra. Según los datos de la estación meteorológica automática instalada en la EEA INTA Sombrerito, el mes más húmedo (con la precipitación más alta) es enero (176.4mm en 2019), el mes más seco (con la precipitación más baja) es julio (50.1mm en 2019). Esto permite decir que los productores deberían realizar la siembra aprovechando así los meses más lluviosos del año y horas de luz más elevada que también es una de las características agroclimáticas que requiere esta plantación.

En el siguiente gráfico se puede observar el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos practicados (fechas de control desde 21/01/2019 hasta el 20/03/2019).

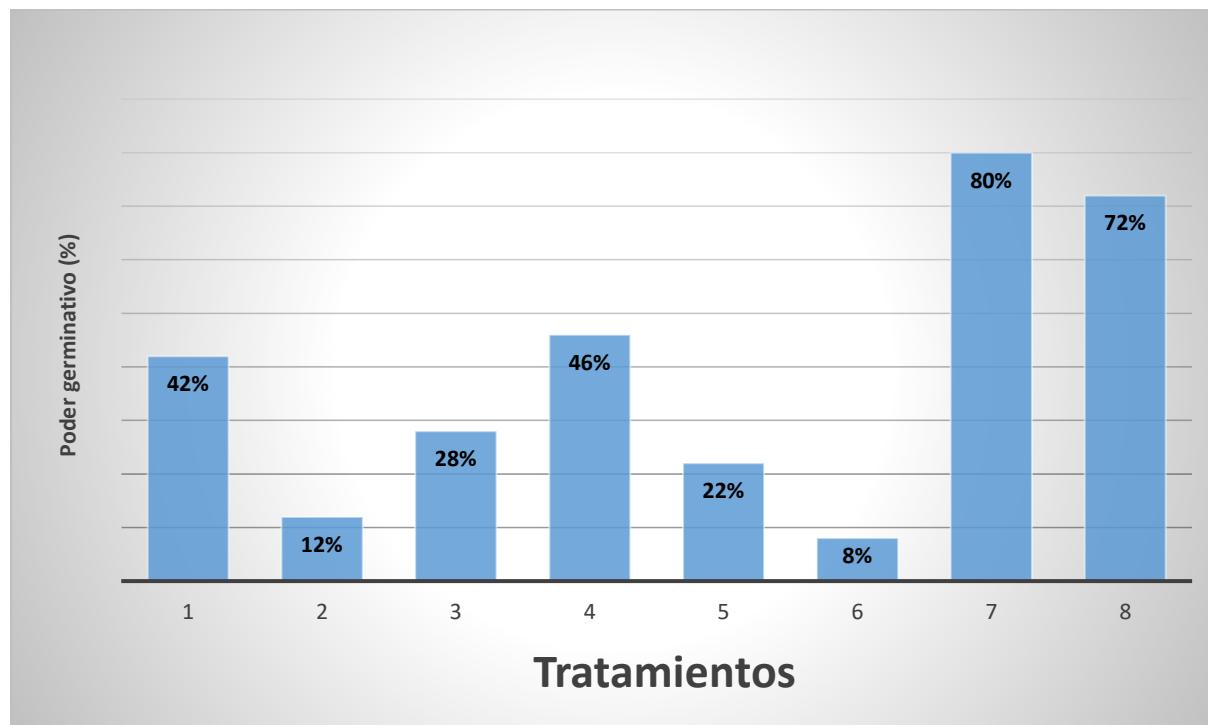


Gráfico 4. Poder germinativo por experiencia

Varios autores señalan la presencia de *Fusarium* sp. en semillas de Leucaena, formando parte de la micoflora de éstas (Chagas y Oliveira, 1983; Lezcano, 2005), afectando el poder germinativo y desarrollo de las plántulas (Chaluat y Perris, 1994). También es responsable de causar pudrición en semillas germinadas, plántulas y vainas (Moreno *et al.*, 1988; Alonso *et al.*, 1996; Arguedas *et al.*, 1999; Lezcano, 2005).

En todos los tratamientos fertilizados con P se pudo ver que es clave no solo para restituir los niveles de este nutriente que son carentes en los suelos correntinos sino para promover la rápida formación de raíces, que en condiciones a campo haría las plantas más resistentes a la falta de agua.

Se observa en T7 Y T8 un 9% más de semillas germinadas cuando se realiza fertilización fosfatada (T7), ambos tratamientos fueron inoculados y escarificados. El mayor porcentaje de germinación en el tratamiento T7 pudo haber sido ocasionado por la complementación de parámetros.

Es interesante ver que la relación se potencia al inocular si se comparan los tratamientos T4 (46%) y T7 (80%), la experiencia coincide con el documento de Marquina *et al.*,2018 en *Capsicum annuum* o el artículo de Vergani *et al.*, 2018 en *Lepidium meyenii*. Como también se cita que existe la posibilidad de una influencia favorable de la inoculación en el crecimiento de la especie (Medina *et al.*, 2007). Las diferencias significativas entre ambos tratamientos podrían estimar un adelanto en el trasplante a campo.

En el gráfico de a continuación se manifiesta la necesidad de realizar tratamientos pre-germinativos de escarificación.

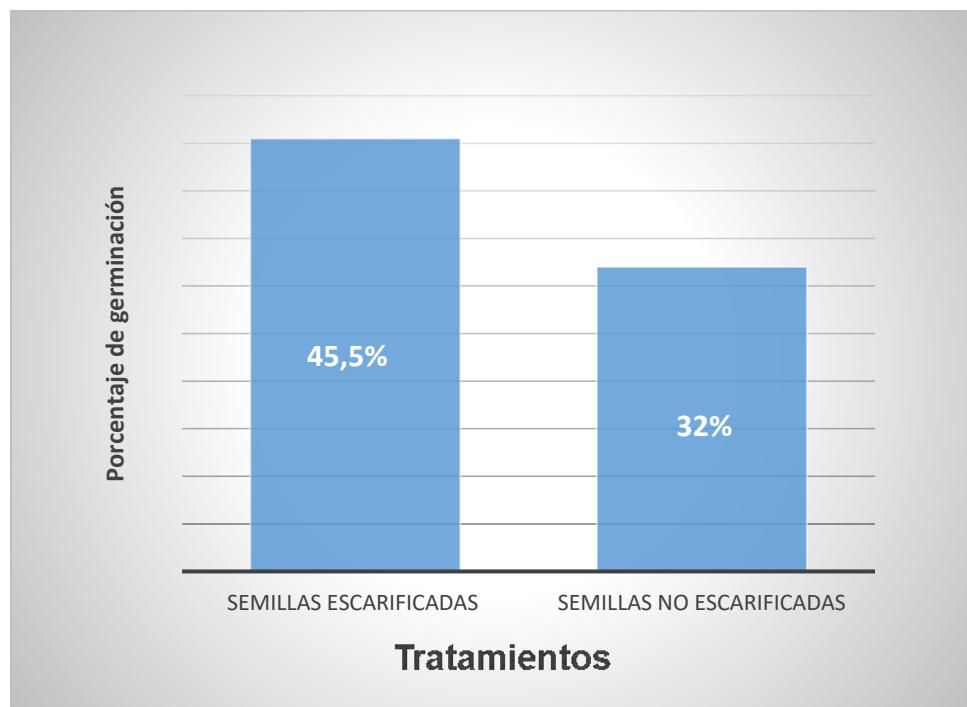


Gráfico 5. Aumento del 13.5% de semillas germinadas si se escarifican.

Cuadro 1. Cálculo de la necesidad de semillas de *Leucaena* (kg/ha) según tres marcos de siembra (alta, media y baja densidad) y diferente calidad de semilla en función del poder germinativo.

	DENSIDAD alta	DENSIDAD media	DENSIDAD baja
Número de hileras juntas (cantidad)	2	2	2
Distancia entre hileras sembradas (metros)	1	1	1
Distancia entre plantas en la hilera (metros)	0,10	0,10	0,10
Distancia del callejón (metros)	2	4	8
Densidad de la plantación (plantas/ha)	66667	40000	22222
Metros lineales de Leucaena	6667	4000	2222
Semillas por kg	22000	22000	22000
kg de semilla por ha			
Poder germinativo 75%	3,79	2,27	1,25
Poder germinativo 50%	5,68	3,41	1,50
Poder germinativo 25%	9,94	5,97	1,75

b) Parámetros morfológicos:

A pesar de observar un crecimiento de follaje parejo, hubo diferencias significativas cuando se comparó el crecimiento de las plantas con la cantidad de plantas germinadas por maceta.

-*Altura y crecimiento lateral, número de ramas:*

La altura se determinó mes a mes mediante una regla graduada en centímetros, según la metodología propuesta de (Machado *et al.*, 1999). Se colocó en posición vertical sobre la superficie del suelo; se tomó como dato el valor que coincidía con la yema apical del fuste. En los primeros meses creció lentamente, este lento crecimiento inicial puede estar relacionado con la poca cantidad de área foliar y con la dinámica de crecimiento y expansión foliar. Asimismo, los autores Toral y Hernández, 1997 (citado por Wencomo y Ortiz, 2010), explican que dicho problema se relaciona además con la partición de la biomasa, que muestra cierta prioridad hacia el sistema radical durante las primeras semanas.

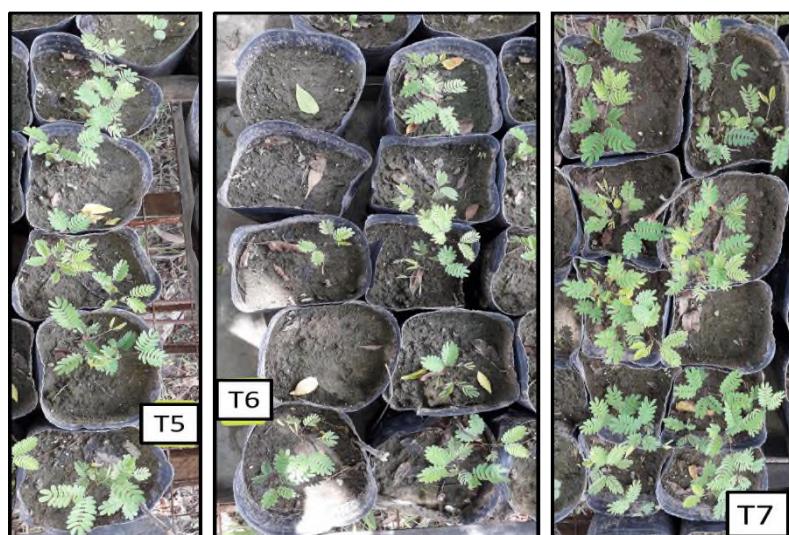


Imagen 5. Desarrollo de los foliolos, visible crecimiento del tratamiento 7. 17/05/2019



Imagen 6. Termómetro marcando 30°C. Las plantas se expandieron lateralmente y aumentaron en altura entre 0.10 - 0.38 cm. 27/09/2019

En general, todos los tratamientos, presentaron en el vástago tanto un crecimiento vertical como un crecimiento lateral. Las macetas fueron regadas diariamente en horas tempranas del día. También fueron refugiadas del frío, se llevaron al invernáculo desde el mes de junio hasta principios de noviembre. Para evitar el estrés hídrico, por altas temperaturas, en el mes de noviembre se trasladaron las plantas bajo sombra.



Imagen 7. Crecimiento en altura variable, Plantas entre 0,45 -1,7 m. 08/11/2019

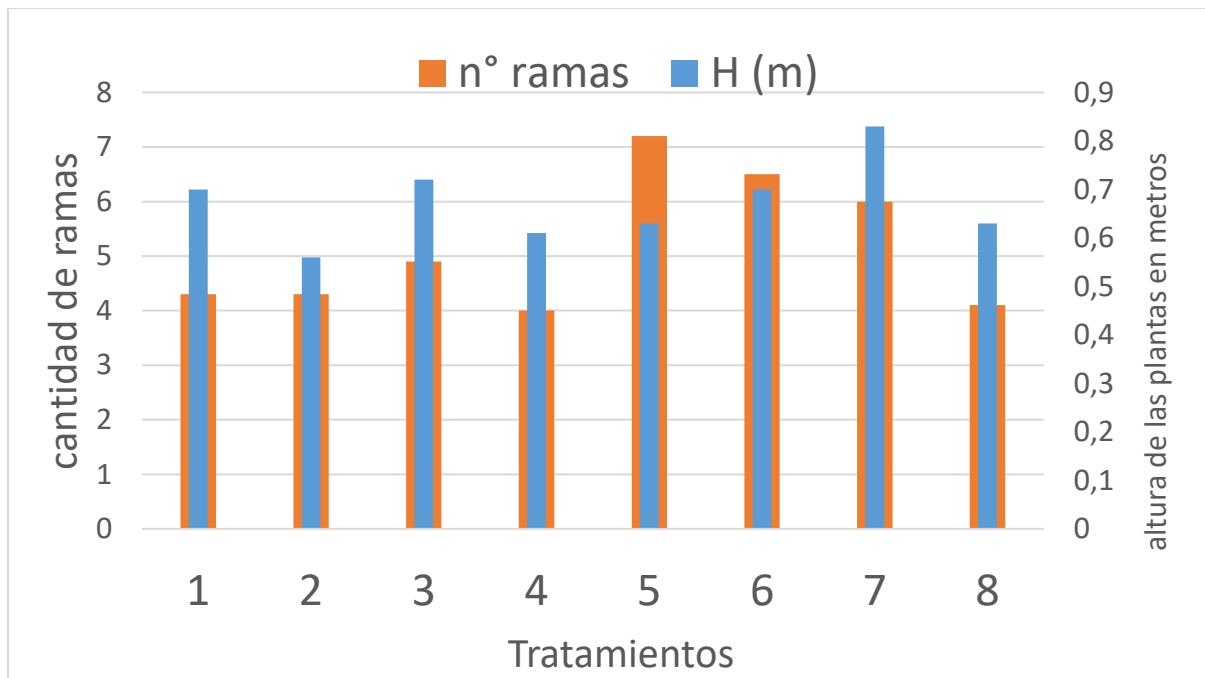


Gráfico 6. Altura y cantidad de ramas en los diferentes tratamientos practicados.

Se dio la mayor altura en el tratamiento, $T7 = 0.83\text{m}$. Cabe aclarar que inicialmente cuanto mayor fue la cantidad de plantas por maceta la altura se comportaba de manera proporcional, con el tiempo se pudo manifestar una disminución de plantas por maceta, viéndose algunas más beneficiadas que otras por la competencia de los nutrientes.

Los tratamientos con bajo porcentaje de germinación ($T2, T3, T5, T6$) alcanzaron una altura levemente inferior a los tratamientos con alto porcentaje germinativo ($T1, T4, T7, T8$). El $T3$ incluso superó las expectativas de crecimiento al igual que el Testigo, $T1 = 0.63\text{m}$ posee la mayor cantidad de ramas por planta.

El número de ramas, mediante conteo visual, se determinó al concluir la evaluación.

La limpieza de malezas estimuló el crecimiento.

c) Efectividad de nodulación

El día 08/11/2019 (283 días desde la siembra) se realizó la extracción de plantas en macetas para poder observar la presencia de nódulos. El tiempo transcurrido fue tenido en cuenta porque según el ensayo “Inoculación con cepas de Rhizobium en dos variedades de Leucaena” (Gómez *et al.*, 2009) no se observó presencia de nódulos y concluían la necesidad de tiempos mayores a 60 días de crecimiento de las plantas.

Se muestrearon tres macetas al azar por tratamiento para evaluar la nodulación. Con este fin, se discriminaron 2 sectores del sistema radical: raíz principal desde el cuello hasta 5 cm de profundidad y el resto de las raíces.



Imagen 8. Remoción con agua de terrones de tierra adheridos a las raíces, se recogieron los restos radiculares o desprendimientos de nódulos evitando la contaminación entre tratamientos.



Imagen 9. Nodulación visible a simple vista. Todos los tratamientos poseían nódulos, incluso los no inoculados.

Las etapas de la infección y desarrollo de nódulos radicales incluyen:

1. Reconocimiento de la combinación adecuada tanto por parte de la planta como de la bacteria, y adherencia de la bacteria a los pelos radicales.
2. Invasión del pelo radical y formación de un canal (o hilo) de infección.
3. Desplazamiento de las bacterias hacia la raíz principal a través del canal de infección.
4. Diferenciación de las bacterias en un nuevo tipo al que se le llama bacteroides, dentro de las células de la planta, y desarrollo del estado de fijación de nitrógeno.
5. División de las células bacterianas y vegetales y formación del nódulo radical maduro.

El tratamiento T5 presentaba nódulos grandes ramificados y/o pequeños redondeados, dispersos desde la raíz principal hacia las secundarias, acompañado de buen enraizamiento, pero de poco en comparación con la parte aérea, a pesar del buen crecimiento en altura del vástago no poseía mucho follaje.

El T2 presentaba pequeños nódulos de forma redondeada, muy blancos, con una visible carencia de actividad nodular.

Se observaron nódulos en todos los tratamientos, incluso los no inoculados, la diferencia radicaba en la efectividad de la nodulación. Puede que los nódulos formados por las cepas introducidas indiquen que los rizobios nativos son buenos competidores, pero necesitan de un ambiente propicio para la adherencia radicular. Se pudo evidenciar que la inoculación combinada con la aplicación de P mejora el crecimiento de la planta y la fijación de N.

Aquellos tratamientos que presentaban pocos nódulos (T2, T3, T6), pudieron ser consecuencia de múltiples factores: cepas nativas débiles, presencia de patógenos o bacterias competidoras con la cepa inoculante, letargo por falta de escarificación, semillas inviables, etc.



Imagen 10. Nódulos en raíces.

Se eligieron nódulos al azar y como se ve en las fotos, la mayoría son blancas o color beige, circulares, convexas, opacas y algunas, un poco mucilaginosas; generalmente miden 2-5 mm de diámetro, pero pudimos encontrar nódulos de casi 1,5 cm, como en el caso del T5 y T7. Se vieron nódulos negruzcos y deteriorados o que han perdido turgencia, localizados en las raíces más finas. Se lo podría relacionar con la senescencia nodular. Según Fisher *et al.*, 2002, coincide con la senescencia de la raíz.

Se pudo ver la actividad en los nódulos de T1, T5, T7, T8 por el color rosado al abrirlo (debido a la presencia de la leghemoglobina). Los nódulos más grandes muy deformes tenían una tonalidad más oscura.



Imagen 11. Nódulos y desarrollo radical.

Al finalizar la evaluación se intentó medir la longitud de las raíces por tratamiento con una regla graduada en centímetros, debido a que estas se encontraban muy entrelazadas no se logró medir, pero se pudo observar el gran desarrollo radical en los tratamientos, que es importante para la absorción de agua y lo que permite que la simbiosis entre las cepas bacterianas y la planta se manifieste de mejor manera.

d) Producción de biomasa aérea y subterránea:

Se obtuvo el peso fresco de la planta entera y por separado (tallos, hojas y raíces) La obtención del valor de peso seco se registró después del secado en estufa a 60°C hasta alcanzar temperatura constante.



Imagen 12. Balanza para el secado de muestras.

La *Leucaena* es considerada un buen suplemento forrajero. En la experiencia pudimos ver que las hojas constituyen un excelente forraje (14 a 28 % de materia fresca; 16 a 42 % de materia seca; al ser una leguminosa tiene buen porcentaje proteico, rico en calcio, potasio y vitaminas). Tienen un porcentaje de digestibilidad de 60 a 70 % (Zárate, 1987).

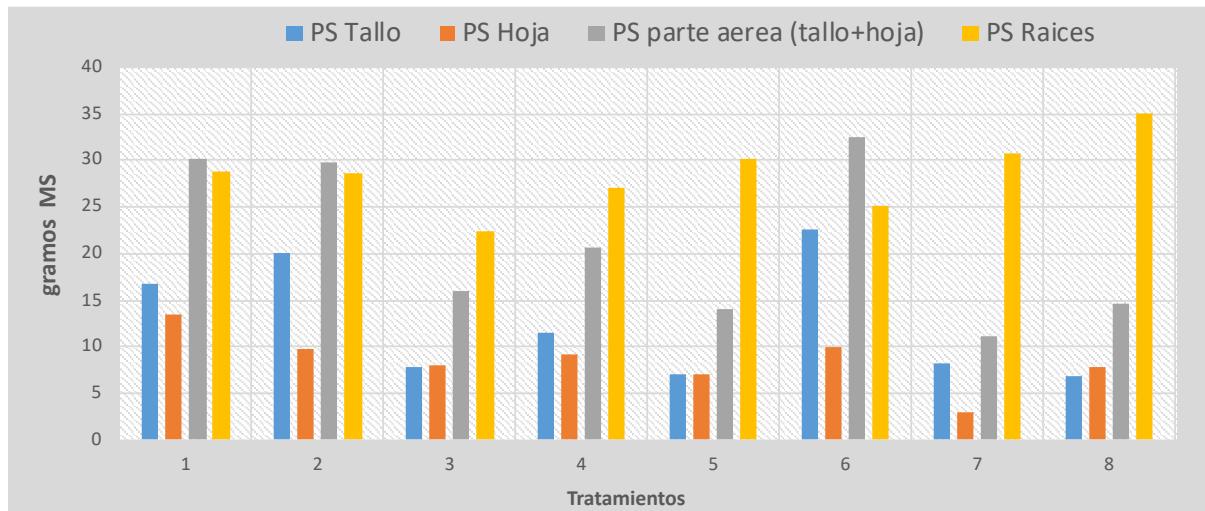


Gráfico 7. Biomasa de forraje (gramos/maceta) en términos de tallos, hojas, parte aérea total y biomasa de raíces de los distintos tratamientos.

En cuanto a la producción de biomasa aérea el mejor tratamiento fue T6 (Gráfico 7). Sin embargo, debido a la arquitectura que presentaron las plantas, los que obtuvieron PS aéreo mejor distribuido fueron el T1 y T2. En ambos casos había 1 planta/maceta, justificaría el mayor crecimiento de follaje foliar. En el tratamiento 7, todas las semillas germinaron, pero debido a la menor repartición de nutrientes, la producción de biomasa se vio afectada. Aunque se puede observar buena biomasa radicular, pero bajo porcentaje parte aérea los tratamientos T5, T7, T8 se comportaron mejor que el Testigo, teniendo en cuenta que estos tenían más plantas/maceta. Sería interesante analizar el comportamiento post-trasplante a campo, para ver la respuesta que estos tienen al rebrote luego de un pastoreo.

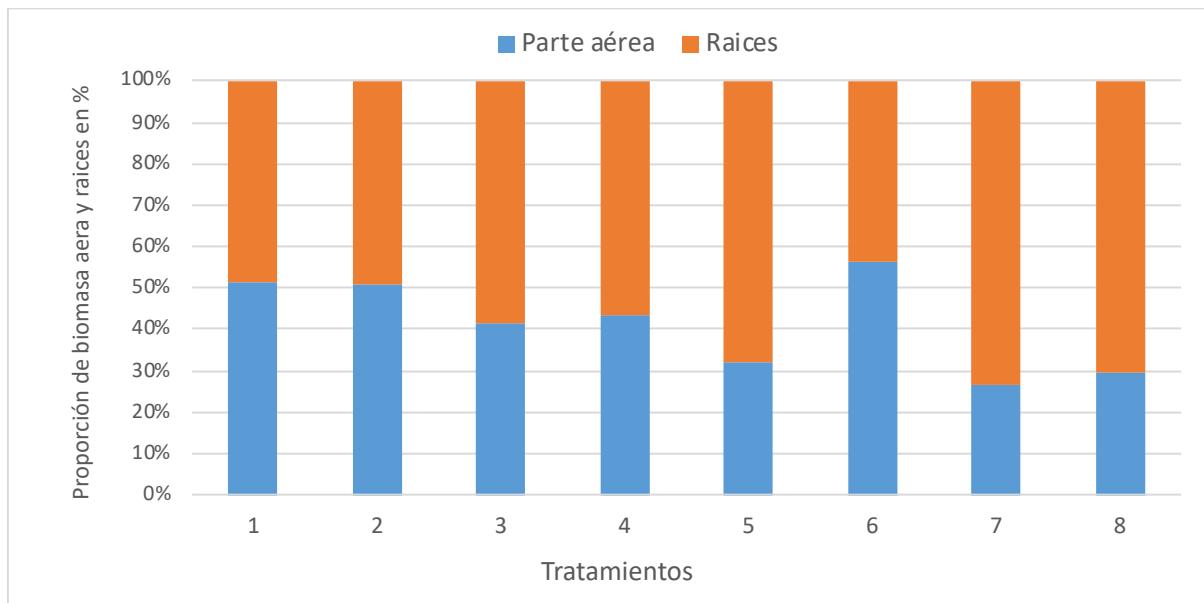


Gráfico 8. Se puede observar la partición de MS entre parte aérea y raíz.

4-COMENTARIOS FINALES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, se pudo observar que:

*Esta fase estudiada de suma importancia para establecer la implantación en el campo, las plantas atraviesan una fase compleja ya que se combinan, las características particulares de la especie, las condiciones del clima y el suelo.

*Es un cultivo de rápida germinación, pero lento crecimiento durante la etapa de plántulas, lo que las hace vulnerables a las malezas y las defoliaciones durante el establecimiento. En varios trabajos citan los problemas con roedores como liebres, hormigas, ciervos, etc., esto podría impedir el establecimiento del cultivo.

*La escarificación de semillas es un proceso necesario para mejorar la velocidad de germinación y el establecimiento de Leucaena, además es un proceso simple y fácil de realizar.

*La aplicación de fertilizantes fosfatados en la provincia de Corrientes o en suelos con bajo contenido, mejoraría el desempeño de Leucaena, en la experiencia se observaron plantas más vigorosas y con mejor desarrollo radical.

*Por la acidez de los suelos correntinos, es aconsejable encalar el suelo, pero como anexo de la experiencia se realizó un ensayo complementario donde se incluía la posibilidad de no encalar el suelo, se observó mayor germinación en los tratamientos que no se encalaron, un exceso de Ca no favorece el proceso germinativo. Además, esta leguminosa posee

limitaciones en la fijación de N₂ cuando en el suelo hay deficiencia o toxicidad de P, Ca, Mo, Al, exceso de sales y falta o exceso de agua.

*La inoculación de las semillas favorece la germinación (56,5% de semillas inoculadas lograron germinar, en cambio, alrededor de 21% si no se inoculan)

*Pese a haber sembrado en enero, debido a que es el mes más lluvioso, la bibliografía visitada aconseja hacer la siembra o trasplante en primavera, en nuestra región (octubre-noviembre) luego de una lluvia evitando así el mes de mayor evapotranspiración, como así también el estrés innecesario de plántulas.

*La fase de plántulas que perduró 9 meses resulta demasiado tiempo. Es difícil determinar el comportamiento de nodulación con plantas estresadas, lo ideal hubiera sido realizar raleo de plantas por maceta, dejando 1/maceta luego de haber realizado el control de germinación, es decir a los tres meses (90 días).

*Es importante la producción de biomasa aérea, como así también la proporción que aporta las hojas y tallos, cuanto mayor sea la proporción de hoja mejor va a ser debido a que la relación hoja/tallo aumenta, teóricamente, esta proporción tiene más proteína bruta, por ende, mayor digestibilidad va a producir en el animal. Entonces es importante la contribución que hace tallo y hoja pero en este estudio no es representativo.

*Fue muy importante para mí haber podido incorporar los conocimientos teóricos en el ámbito práctico, sobre todo la última parte de la pasantía donde además de explayar lo aprendido tenía que llegar a una conclusión, me di cuenta que hay múltiples factores que pueden modificar los resultados, ensamblar ambos aspectos es fundamental.

*Esta pasantía me dio las herramientas necesarias para poder implantar e inocular el cultivo de Leucaena, fue para mí todo un aprendizaje no solo en lo que concierne a la experiencia sino también metodologías de trabajo en equipo, creo que el aspecto humano y el desempeño de cada uno son clave para que cualquier experiencia de trabajo sea bien llevada. Observar y hablar con los ingenieros, el personal de campo del INTA y mis compañeros fue muy valioso.

*Además de las actividades vinculadas a la Experiencia en Inoculación con Rhizobium en *Leucaena leucocephala*, aprendí de la sapiencia de mis compañeros y sus respectivas pasantías realizando podas manuales en una experiencia de manejo de raigrás anual, como también de implantación de materiales de pasto Nilo, recolectando muestras para conocer el peso seco de las distintas variedades, en tareas de evaluación de diferentes materiales de pasto Nilo, fertilización y corte, mantención de parcelas experimentales de *Pennisetum purpureum*. Y también la parte animal en cuantos aspectos a tener en cuenta para una recria eficiente de vaquillas.

6- BIBLIOGRAFÍA

Alonso, O., A. Delgado y S. Sánchez. 1999. Hongos Asociados A Las Semillas De Una Leguminosa Tropical (Leucaena Leucocephala Cv. Perú). Pág.: 161-168

Arguedas M., M. Jiménez y C. Millar. 1999. Microorganismos Asociados A Semillas De Especies forestales en Costa Rica. Pág.: 18 Al 22.

Chagas, D. y Oliveira D.P., 1983. Fungos asociados a sementes de gramíneas e leguminosas forrageiras. Fitopatología Brasileira Pág.:131-135.

Chaluat, M. M. y S. Perris. 1994. Hongos patógenos en semillas de especies forrajeras tropicales. Pasturas tropicales. Pág.41-43.

Cheplick G.2003. Evolutionary significance of genotypic variation in developmental Reaction norms for perennial grass under competitive stress. Evol Ecol.; 17:175-196

Fisher, M. C. T., D. M. Eissenstat, and J. P. Lynch, 2002. Lack Of Evidence For Programmed Root Senescence In Common Bean (*Phaseolus Vulgaris*) Grown At Different Levels Of Phosphorus Supply. New Phytol. Pág. 63-71.

Gándara, R.F.; Goldfarb, M.C.; Arias Mañotti, A.A. y Ramírez, W.M. 1986. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit as a winter protein bank for a native grassland in Corrientes Argentina. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 6 No9-10. Pág. 561.

Gándara, F.R. y Casco, J.F. 1993. Valor alimenticio de una Asociación Pangola (*Digitaria decumbens*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). XIV Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur. INIA TACUAREMBO. Serie Técnica 94. Pág. 231.

Goldfarb, M.C; Casco, J.F. y Gándara, F.R. 1993. Introducción de especies y Cultivares forrajeros para el noroeste de la provincia De Corrientes". INTA EEA Corrientes. Boletín técnico Nro 9. Pág. 35

Goldfarb, M.C. 1999. Introducción y evaluación agronómica de especies forrajeras en la Región Occidental de Corrientes. Informe Final 1978-98. INTA EEA, Corrientes. 53 Pág. 5

Gómez Elisa Lilian; Iglesias, María Cándida; Leconte María Corina. Inoculación con Cepas de Rhizobium en dos variedades de Leucaena, 2009

Lezcano, J. C. 2005. Micoflora asociada a semillas almacenadas de Leucaena leucocephala cv. Perú. Revista de Protección Vegetal: Moreno *et al.*, 1988;

Machado, R.; Roche, R.; Toral, Odalys & González, E. 1999. Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. Pastos y forrajes. Pág.: 181.

Marquina, M E; Ramírez, Y y Castro, Y. 2018. Efecto de bacterias rizosféricas en la germinación y crecimiento del pimentón *Capsicum Annum*. L. Var. Cacique Gigante. Bioagro, Vol.30, N.1 Pág. 3-16.

Medina, M G; García, D E; Clavero, T E., Iglesias, JM. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop., Vol.25, N.2, Pág. 83-93.

Moreno, J., C.G. Torres y J.M. Lenné. 1988. Reconocimiento y evaluación de enfermedades de Leucaena en el Valle del Cauca, Colombia. Pasturas Tropicales 9(3):30-35.

Pecci C. 2014. Experiencias Con Leucaena Leucocephala En El Nordeste de Formosa. Argentina. 2014. Pág. 5-34.
http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/189-Leucaena-leucocephala-Formosa.pdf

Razz, R., T., Clavero, y J. J., Pérez. 1994. Crecimiento y rendimiento de materia seca de 2 ecotipos de Leucaena Leucocephala bajo diferentes niveles de fertilización. Rev. Fac. Agron.

SánchezPaz, y RamírezVillalobos. 2006. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaenaleucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Rev. Fac. Agron.

Simón, L. 2005. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág. 21.

Toral, Odalys & Hernández, J.J. Caracterización de dos especies del género *Leucaena*. 1997.

Vergani, I and Zúñiga, D. 2018. Efecto de la inoculación y peletización en la germinación y crecimiento de plantas de maca (*Lepidium Meyenii* W.) a nivel in vitro e invernadero. Revista Peruana de Biología.

Wencomo, HB. & Ortíz, R. 2010. Comportamiento de 23 accesiones de *Leucaena* spp. en condiciones de establecimiento. Pastos y Forrajes.

Zárate, S. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. glabrata — MIMOSACEAE. Publicado en: Phytologia Pág.: 304-306