

Tutores:

Roser Maneja

Josep Antoni Pujantell

Jordi Bartolomé

Martí Boada

Kenny López

Estudio de la viabilidad del establecimiento de un banco de proteínas en campo

Análisis de la supervivencia de árboles forrajeros en la región de Estelí, Nicaragua



Grupo: Nicaragua Ambientals

Componentes:

Miquel Benaijes 1365176

David Tañá 1365927

Jueves 1 de febrero de 2018

“Viajar es la mejor manera de tomar conciencia sobre el cuidado del medio ambiente, ya que al contemplar la belleza del mundo por ti mismo, comprenderás su verdadero valor y te darás cuenta que con tus acciones puedes generar un impacto positivo o negativo en él” ”

Tshamanny Sanchez

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo de final de carrera ha sido posible gracias a la conexión educativa que se ha establecido estos últimos años entre la Universidad Autónoma de Barcelona, Catalunya y Facultad Regional Multidisciplinar de Estelí, Nicaragua y que tantos alumnos hemos podido aprovechar para aumentar nuestro nivel formativo y nuestras experiencias personales.

También agradecemos las orientaciones y ayudas subministradas por el Doc. Martí Boada, ya que gracias a él y sus contactos, descubrimos esta oferta educativa desempeñada por las dos entidades. En este apartado también agradecemos su colaboración al profesor Jordi Bartolomé de veterinaria por todo su tiempo y los recursos empleados para poder realizar nuestro TFG.

A nuestros tutores del trabajo final de carrera Roser Maneja y Josep Antoni Pujantell, también les agradecemos todo el tiempo empleado y la gran orientación que nos han podido dar en las diferentes líneas de actuación trabajadas en este estudio, como también a los tutores Martí Boada y Josep Bartolomé.

En lo que se refiere a los agradecimientos de las personas que viven en Nicaragua, le damos un fuerte agradecimiento por toda la ayuda formativa y física para la realización de este estudio al profesor y esperamos que prósperamente sea el Doc. Kenny López puesto que este estudio es unja de las partes fundamentales de su doctorado en silvopastoralismo, también le damos las gracias a la profesora Verónica Ruiz por guiarnos en el aspecto más técnico de la realización de experimentos sobretudo en invernaderos.

Personalmente, hemos de estar muy agradecidos a 3 personas, que se han convertido en más que compañeros de trabajo, que han hecho que la realización de este estudio fuera posible, gracias a su ayuda desde las fases iniciales hasta las fases de análisis de datos, ellos son 2 licenciados ambientales que trabajan como ayudantes del profesor Kenny y son; Faustino Antonio Peralta Jarquín y Joel Excequiel Cardoza Aguilar. Como también le agradecemos toda la ayuda prestada a Génesis Benavidez Kauffmann, estudiante de ingeniería ambiental (actualmente la carrera de ciencias ambientales en Nicaragua ha pasado de ser una licenciatura técnica, a ser una ingeniería), que a su vez también realizaba su tesis final de carrera.

Siguiendo con la línea del trabajo, les damos nuestros agradecimientos al agricultor y técnico agroforestal Fernando Benavidez, padre de nuestra compañera de estudio, por dejarnos experimentar en una de las parcelas de su finca, como también le estamos agradecidos a los trabajadores de la estación experimental “El Limón” por ayudarnos en las diferentes actividades realizadas en la estación.

También queremos dar unos agradecimientos todas aquellas personas que nos han ayudado a poder desarrollar mejor nuestro estudio y nuestra convivencia en un lugar tan diferente de Barcelona como es en este caso Estelí, Nicaragua. Entre ellos nuestros antiguos compañeros de universidad Dani Querol, Alberto García y Bruno Barragán y de gente que vivía allí con las familias Cardoza y Benavidez entre otras.

Finalmente queremos agradecer a nuestras familias, que nos han ayudado tanto económicamente, en la medida que se ha podido, como emocionalmente, porque sin ellos animándonos y preocupándose cada día por nosotros no hubiéramos podido realizar este trabajo.

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	2
1. Resumen.....	7
2. Introducción	9
2.1 Intereses y motivaciones.....	9
2.2 Justificación	9
3. Antecedentes	12
3.1 Marco conceptual	12
3.1.1 Definición de conceptos claves	12
3.1.2 Silvopastoralismo en el trópico seco.....	17
3.1.3 Definición de especies vegetales a estudiar.....	18
3.2 Ámbito de estudio	25
3.2.1 Centroamérica.....	25
3.2.2 Nicaragua.....	27
3.2.3 Departamento de Estelí	28
3.3 Ámbito territorial.	29
3.3.1 Concepto biofísico.....	29
3.3.2 Dimensión socioeconómica.....	36
4. Objetivos	39
4.1 Objetivos generales:.....	39
4.2 Objetivos específicos:.....	39
5. Hipótesis.....	39
6. Metodología	40
6.1 Diagrama de la metodología	40
6.2 Trabajos preliminares.....	41
6.3 Trabajo de investigación	41
6.4 preparación de substrato	42
6.5 Obtención de datos in situ	44
6.5.1 Metodología tratamientos pregerminativos:.....	44
6.5.2 Metodología del estudio de estrés hídrico del experimento 1	49
6.5.3 Metodología del experimento 2.....	51

6.5.4 Determinación de la viabilidad y supervivencia de la planta en el experimento 2 ...	57
6.5.6 Geolocalización de las plantas y cartografía	57
6.5.7 Obtención de resultados	57
6.5.8 Análisis de los resultados y contraste con nuestra hipótesis	57
7 Resultados	59
7.1 Resultados del objetivo número 1:	59
7.2 Resultados del objetivo número 2	64
7.3 Resultados del objetivo 3	69
7.4 Resultados del objetivo 4	79
8. Diagnóstico de los resultados	83
8.1 Diagnóstico de tratamientos pregerminativos	83
8.2 Diagnóstico de la viabilidad de las plántulas en estrés hídrico y episodios de defoliación..	84
8.3 Diagnóstico de la viabilidad de la implantación de un campo de proteínas en campo	85
8.4 Diagnóstico de coste y limitación	89
9. Conclusiones.....	91
9.1 Conclusiones de los tratamientos pregerminativos.....	91
9.2 Conclusiones de la viabilidad de las plántulas en estrés hídrico y episodios de defoliación	92
9.3 Conclusiones de la viabilidad del experimento de 2	93
9.4 Conclusiones sobre el coste económico y las limitaciones en las diferentes fases del estudio.....	96
10 Refutación de la hipótesis	98
11. Propuestas de mejora	99
11.1 Propuestas de mejoras del estudio	99
11.1.1 Cambiar el periodo de realización de estudio.....	99
11.1.2 Realizar el experimento 1 en periodo diferente	99
11.1.3 Realizar el establecimiento del banco de proteínas en diferentes zonas.....	100
11.1.4 Realizar el establecimiento del banco de proteínas con poda natural	100
11.2 Propuestas de mejoras según conclusiones.....	100
11.2.1 Gestión de las zonas forestales	101
11.2.2 Potenciar la pastura en natura	101
11.2.3 realización de bancos de proteínas.....	102
12. Presupuestos del Trabajo	103
12 Bibliografía y webgrafía.....	107

12.1 Webgrafía:.....	107
12.2 Bibliografía	109
Anexos	112
1 Cronogramas:	112
1.1 Cronograma general.....	112
1.2 Cronogramas experimentos 1 y 2	113
2 Tabla determinación estrés hídrico y defoliación	115
3 Tabla estrés ambiental en campo	116

1. Resumen

La finalidad de este estudio es dar respuesta a las necesidades observadas en el sector de la ganadería en Nicaragua y Centroamérica, concretamente en Estelí. La problemática sobre la alimentación del ganado en la época seca ha ido aumentando debido al coste de los piensos y al aumento de este sector en el territorio de Estelí. Es por eso que nuestro estudio pretende abrir la posibilidad en la viabilidad de la alimentación del ganado gracias a la plantación de árboles forrajeros y así potenciar su alimentación o sustituirla completamente.

Las semillas utilizadas en este proyecto serán de carbón (*Acacia pennatula*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) todas autóctonas, fáciles de encontrar en los bosques de la zona, y el marango (*Moringa oleifera*) foránea de origen asiático, aunque la podemos encontrar en jardines o parcelas privadas de ganaderos y agricultores

La viabilidad del establecimiento del banco de proteínas será analizada desde las diferentes fases que lo constituyen. En lo que se refiere a la germinación, analizamos las distintas características de las semillas y utilizamos tratamientos pregerminativos especializados según bibliografía, para poder determinar que el ácido al 98% es el mejor tratamiento para carbón, guácimo y guanacaste, mientras que para las semillas de madero negro y marango son preferibles tratamientos débiles y hídricos como son el uso de ningún tratamiento específico y el baño de agua a 25°C durante 24h respectivamente.

Una vez puesta en marcha la germinación de aproximadamente 2000 semillas, 500 por especie, procedemos a dar un tiempo de reposo a las plántulas mientras empiezan su crecimiento en bolsa, este descanso, puede durar aproximadamente entre 15 días y 2 meses dependiendo de especies y sustratos empleados (nuestro sustrato fue de elaboración personal con tierra y cascarilla de arroz, que favorece la aireación y crecimiento en la bolsa).

Una vez llegado al tiempo máximo de crecimiento en bolsa sin experimentación, procedemos a elaborar los 2 experimentos restantes uno de viabilidad en invernadero según estrés foliar y hídrico y otro de viabilidad del banco de proteínas en campo.

En lo que se refiere al experimento 1: la viabilidad de las especies en estados de estrés hídrico y foliar, sus resultados no han sido muy satisfactorios, pues la propagación de plagas de áfidos y hormigas cortadoras, pueden haber modificado los resultados, puesto que Madero negro presenta los mejores valores en porcentaje en las pruebas más débiles o semejantes a las condiciones fuera del invernadero, mientras que marango, presenta valores relativamente buenos en aquellos tratamientos más exigentes (al ser foránea, en las pruebas del grupo control, presenta un menor porcentaje de crecimiento que en las otras).

Para la realización del experimento 2, sobre la viabilidad del establecimiento del banco de proteínas en campo, previamente se tuvo que realizar un trabajo físico, de aproximadamente dos semanas por parcela, sobre la preparación de los terrenos utilizados (limpiar parcelas, hacer hoyos y posteriormente plantar las plántulas). La realización de esta fase es necesaria para determinar la viabilidad en campo de dicho banco de proteínas. Pasado un periodo de tiempo relativo (tiempo de adaptación determinado por los investigadores), se procede a la obtención de muestras cada 2 semanas utilizando las primeras de cada parcela como grupo control. Entre los resultados obtenidos podemos concluir que la especie de madero negro vuelve a presentar los mejores porcentajes de viabilidad gracias al crecimiento de altura, diámetro y número de hojas (parámetros estudiados), también podemos observar como el marango cada vez presenta mayores problemáticas, dando a entender que no se encuentra bien adaptado a esta climatología o al menos en las etapas más jóvenes (puesto que se han encontrado especímenes en jardines y parcelas privadas), finalmente un elemento que también analizamos fue la biodiversidad de organismos patógenos que pueden llegar afectar a las plantas independientemente de la especie o no.

Finalmente, nuestro estudio, también posee un seguido de medidas o propuestas de mejora para poder mejorar algunos aspectos de la realización del establecimiento del banco de proteínas y otras de actividades cotidianas que podrían promover un cambio en la sociedad: el cambio de periodos de tiempo de obtención de resultados, el cambio de tiempo en la realización de todo el estudio (empezar en la época seca para poder tenerlo todo preparado al empezar la época húmeda), otro cambio posible y en el cual obtendremos más información sería el de modificar el experimento en campo para utilizar más de dos parcelas y así poder obtener más resultados significativos de la zona y finalmente este banco de proteínas quiere alimentar al ganado, podríamos haber propuesto una fase en el experimento donde se promueva la poda natural en los experimentos en campo y así poder dar respuestas mucho más acordes a las necesidades. Una vez propuestos los cambios en la forma del estudio, podemos también promover actividades sociales que gracias a ellas, podemos promover cambios en la mentalidad de la sociedad ganadera en lo que se refiere a alimentación, entre ellos encontramos: promover una gestión forestal con un mismo protocolo entre parcelas privadas y públicas, potenciar la pastura en el campo y no promover las grandes fincas de ganadería cercada y sin posibilidad de pasturar por el campo y como último también se promueve la implantación de este banco de proteínas pero buscando la multifuncionalidad, como sería dar un recurso de alimentación, de protección del sol, como barrera de protección entre campos o con función paisajística entre otros.

2. Introducción

2.1 Intereses y motivaciones

Durante el transcurso de los cuatro años de nuestro paso por la carrera de Ciencias Ambientales hemos podido observar multitud de problemáticas ambientales tanto en nuestro territorio como por toda parte del mundo. Otra cosa que hemos aprendido de nuestra carrera, ha sido a analizar correctamente los problemas ambientales, es decir analizarlos mediante criterios multidisciplinarios con enfoques sobre la realidad con perspectivas científicas, sociales y tecnológicas.

Otra posibilidad que nos brinda nuestra carrera, como también en muchas otras carreras, gracias a los programas europeos de estudios, es la de hacer programas propios de formación o estancias formativas en otras universidades de Europa o también más conocido como el “Programa Erasmus”

A través de estos recursos y las ganas personales de vivir experiencias nuevas y aprender sobre ellas, es lo que nos ha hecho abandonar nuestro estado natural en Barcelona, para ir a Estelí, Nicaragua y preparar, formalizar y ejecutar nuestro trabajo final de grado. Con la finalidad de dar ayuda a una situación problemática que se da repetitivamente, donde se crea un estado social de pobreza y dependencia alimenticia del ganado en la época seca, no muy tolerable si sigue con la misma que se ha dado en los últimos años

Otro punto destacable que nos ha hecho aceptar este tema es la posibilidad de conocer una cultura nueva, un país nuevo, y de poder vivir nuevas experiencias que nos sirvan tanto para nuestra vida profesional, como para nuestra vida personal, y que posiblemente no hubiéramos podido tener haciendo el trabajo aquí.

Todo esto fue lo que nos hizo aceptar este trabajo en Nicaragua, un trabajo lejos de casa, un trabajo que hasta el momento no habíamos estudiado en clase, y que nos podría dar la experiencia necesaria para solucionar cualquier problemática que se nos planteara a la vuelta.

2.2 Justificación

Nicaragua se encuentra en el centro de Centroamérica, área geográfica que une América del norte, con América del sud. Su clima, seco y húmedo dependiendo de la época, muy influenciado por la continentalidad y la presencia de los océanos atlántico y pacífico, recibe el nombre de trópico, pero dependiendo de la zona del país donde nos encontremos, podremos hablar de clima tropical seco en la parte central y oeste y tropical húmedo en la región más del este. Además de estos factores, también podemos encontrar afectaciones por los vientos elíseos que se manifiestan en esa zona a todas horas del año, pero cara al octubre provocan la época de huracanes o también del fenómeno Niño.

Estas dos estaciones tan bien diferenciadas, son ocasionadas por la presencia de precipitaciones. La estación húmeda o lluviosa con un periodo entre mayo y mediados de noviembre, las lluvias se suceden cada día o casi cada día, rebosando de vitalidad los bosques campos y ríos, no obstante en la época seca, la precipitación desciende a niveles prácticamente inexistentes por un periodo de diciembre a abril aproximadamente. Es en este periodo cuando el paisaje de Nicaragua se transforma radicalmente de verde a amarillo y toda su vitalidad va menguando a medida que se implanta más esta estación.

Este cambio en el paisaje, es la afectación más grande que tienen que solventar los ganaderos, concretamente los ganaderos de Estelí, nuestro ámbito de estudio. La problemática se ha hecho más evidente en los últimos años gracias a la reducción del régimen de precipitación, haciendo que las plantas comestibles cada vez sean menos y gracias al aumento del precio del pienso para los animales, el aumento es debido a la utilización de los mismos recursos para la creación de biodiesel, los animales llegan a perder hasta un 40% de masa corporal. Una vez pasada la época seca e iniciada la lluviosa, la tranquilidad vuelve a implantarse hasta que empiece de nuevo el ciclo.

Durante la época seca los ganaderos alimentan al ganado con residuos como la paja, residuos de cultivos y cascaras de maíz y sorgo. Dependiendo de las lluvias y de las prácticas agronómicas se producen entre dos y tres toneladas de tallos en los cultivos de maíz y sorgo. Los productores que tienen más animales de los que puede mantener su propia tierra alquilan tierras de pastoreo adicionales pagando un equivalente de \$EEUU 0,05 por animal/día, hasta \$EEUU 0,10 en los periodos de extrema escasez de alimentos, que se produce al final de la época seca. Si quedan pocos restos después de la cosecha de la soja y el maní, estos campos también son alquilados. Los residuos de la soja son muy codiciados para los productores, ya que tienen un alto valor nutricional y ayudan a aumentar la producción. Los ganaderos procuran dar sales a los animales, provocándoles sed y así aumentar su ingesta de agua para poder soportar el calor.

En relación con nuestro trabajo, existen ya muchos estudios sobre distintos árboles forrajeros, sobre su capacidad nutritiva, su adaptación al medio, y su fisiología para entender como sobreviven y que usos puedan tener, pero hay muy pocos estudios que estudien las interacciones en campo entre estos árboles y los animales.

Desde la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua y con la ayuda de la UAB, se está llevando un estudio sobre las preferencias de grandes mamíferos herbívoros a alimentarse de cinco especies de árboles forrajeros distintos, cuatro de ellos autóctonos de la zona, el carbón (*Acacia Pennatula*), el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpun*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y el madero negro (*Gliricidia sepium*), además de una quinta especie que no es originaria de Nicaragua, pero que su uso se ha extendido por toda la zona de Centroamérica y Suramérica, por sus múltiples

cualidades y su facilidad para adaptarse a estas zonas, es el marango (*Moringa oleifera*).

Este estudio pretende solventar el problema de la escasez de comida para el ganado durante la época seca, teniendo en cuenta las preferencias de los mismos animales y de los ganaderos, para poder, así, instaurar un tipo de conreo que beneficie a todas las partes. Como explicaremos durante el trabajo, el componente medioambiental es de vital importancia en este estudio, ya que se busca poder mejorar las condiciones ambientales que se han visto degradadas tras años de pastoreo y conreo poco tolerante con el medio ambiente.

Nosotros participaremos de este estudio en una de las etapas finales, centrándonos en la capacidad de viabilidad de establecimiento de un banco de proteínas formado por las cinco especies de árboles forrajeros en sus primeras etapas, cuando son más vulnerables, en convivencia con el entorno que les rodea debido a la multitud de problemas que puedan ocasionarse, para así poder determinar cuál o cuáles de estas especies se recomendará usar a los productores locales y poder evitar una deriva de dependencia de las grandes industrias alimenticias de ganadería mundiales e intentar ser autosuficientes por ellos mismos.

3. Antecedentes

3.1 Marco conceptual

3.1.1 Definición de conceptos claves

En este apartado veremos las definiciones de ciertos conceptos que irán saliendo a lo largo del trabajo. Algunos de estos son: Silvicultura, silvopastoralismo, agrofosteración, especies forrajeras, potrero, trópico seco, herbivorismo, hervivorismo simulado, germinación, banco de proteínas.

Silvicultura

Del latín “*silvi*” selva o bosque, y “*cultura*” cultivo. La silvicultura consiste en el la aplicación de las técnicas y conocimientos necesarios para cuidar los bosques o montes y así poder tener una producción sostenida y sostenible de bienes y servicios demandados por la sociedad, con el objetivo de garantizar la persistencia y mejora de la masa y su múltiple uso.

La producción de una masa forestal puede dividirse en producción directa, que consiste en toda la materia orgánica que se puede sacar de él, ya sea madera, corcho, resina, frutos, etc. como la producción indirecta, como la fijación del nitrógeno o del carbono, la regulación del ciclo hidrológico...

No hay un dogma sobre la silvicultura, se debe adaptar a cada objetivo o necesidad. Por ejemplo, si nuestro objetivo es tener mayor cantidad de producción se realizaran técnicas para aumentar el crecimiento anual de las plantas, y así conseguir esta mayor cantidad de producción, pero si nuestro objetivo es tener una mayor calidad, las técnicas utilizadas deberán ir enfocadas a la conservación y mejora de las plantas.

Silvopastoralismo

El silvopastoralismo es una doctrina que combina la silvicultura con el pastoreo. Su principal objetivo es el de mantener un equilibrio entre los componentes que incluye por tal de conseguir el mayor aprovechamiento por cada uno de ellos. Los componentes del silvopastoralismo son: el árbol, el pastoreo del bosque y sotobosque, y el componente animal. En el silvopastoralismo se crean sinergias entre estos componentes, provocando que si uno de estos se ve afectado por algún factor, el resto de ellos también se verán afectados, y viceversa, si uno de los componentes se ve potenciado por algún factor, el resto también se verá beneficiado. Es por este motivo que el silvopastoralismo ha ido cogiendo fuerza en zonas como Estelí.

Algunas de las actividades del silvopastoralismo incluyen la plantación de árboles con unas características concretas que ayudan a mantener la producción durante la época seca, estos árboles son principalmente especies forrajeras.

Los animales presentes en estas actividades del silvopastoralismo son animales rumiantes, como las vacas, las cabras, ovejas...

Agroforesteración

La agroforestación es mezclar intencionalmente árboles y arbustos con cultivos o sistemas de producción animal para obtener beneficios ambientales, económicos y sociales de forma ecológicamente sustentable (Departamento nacional de agroforestería (USDA en inglés), traducido por Edwin Mas, 2013).

Especies forrajeras

Son todas aquellas especies de plantas que sus partes vegetativas, o bien la planta entera, son usadas para la alimentación del ganado.

El establecimiento de cultivos de forrajeras tiene como finalidad principal la obtención de un alimento sano y de trazabilidad conocida y supone para las explotaciones ganaderas un ahorro en la compra de alimento exterior. Otro de los usos es emplear su plantación como cubierta herbácea en terrenos abandonados o inestables o utilizar el forraje como masa de combustible. (Universidad Pública de Navarra y Departamento de Producción Agraria.)

Las plantas forrajeras, en especial las arbóreas, tienen un alto valor nutritivo, además de tener una capacidad de tolerancia bastante alta a condiciones adversas, como la falta de agua, hecho que es de vital importancia en zonas con un clima seco como es nuestro caso. Por otra parte los árboles forrajeros ayudan a la mejora del terreno, con una mayor fijación del suelo gracias a sus raíces, aportan nutrientes al suelo y ayudan a frenar la erosión de este mismo, también ayudan a la infiltración del agua en el subsuelo, etc.

Potrero

Se entiende por potrero todo lugar, mayormente fincas rústicas, donde se crían y sostiene todo tipo de ganado, ya sea bovino, ovino o equino (de donde procede la palabra derivada de potro, cría de caballo).

Trópico seco

El trópico seco se sitúa entre los 5º i los 20º tanto norte como sur, se caracteriza por estar situado en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los vientos elíseos, haciendo que esta zona tenga dos estaciones muy marcadas, la estación lluviosa, y la seca. La estación lluviosa se da cuando el sol se encuentra en el mismo hemisferio, y está más al mediodía (“verano”), suele tener una precipitación media de unos 1300 mm anuales, cayendo la mayor parte durante este periodo, teniendo una media de 400 mm mensuales durante los meses lluviosos. La estación seca, por el contrario, es durante los meses que el sol está en el otro hemisferio (“invierno”), en esta estación las lluvias apenas alcanzan los 200 mm mensuales. Este es un clima cálido, con una temperatura media de unos 25-27ºC, y la amplitud térmica anual es moderada, llegando a los 15ºC, incluso 20ºC en las zonas más septentrionales y de mayor altitud. La amplitud térmica diaria varía entre estaciones, durante la época de lluvias la variación es de unos 7º, mientras que en la época seca llega a los 20ºC.

En las zonas ubicadas al este de los continentes, con contacto al mar, dependiendo de la temperatura de este, se pueden generar grandes vientos asociados a lluvias, pudiendo ser tormentas tropicales e incluso huracanes.

La vegetación que predomina en estas zonas es la sabana, o la selva seca. La sabana se caracteriza por grandes extensiones de prados, con pocos árboles. La selva seca, por el contrario consta de masas forestales densas, que llegan a su máximo esplendor durante la época de lluvias, sin embargo durante la época seca toda esta masa forestal se ve reducida, quedando solo pocos árboles con hojas verdes aún, debido al gran estrés hídrico que soportan. Esto conlleva a que la mayor parte de las plantas sean xerófilas.

Herbivorismo

El herbivorismo es la acción cometida por los animales al comer una planta.

Herbivorismo simulado

El herbivorismo simulado hace referencia a la simulación, en condiciones controladas, de la ingesta de una planta por parte de un animal. Se hace recordando hojas y sacando ramas a la planta para ver su respuesta a esta perturbación.

Germinación

La germinación es un proceso por el cual una semilla se desarrolla hasta formar una plántula y posteriormente una planta, arbusto o en nuestro caso un árbol. Es decir que podríamos definir este proceso como un paso donde no hay actividad ninguna, conocido como estado de reposo o periodo de latencia¹ a un estado de actividad, no obstante este proceso viene necesitado de unos acontecimientos específicos de lugar y momento adecuado, estos acontecimientos son necesarios en diferentes circunstancias i características dependiendo de la especie que queramos germinar.

No obstante este periodo de latencia puede variar según la especie i las condiciones en las que se encuentre, pero se dice que la semilla es viable cuando no pierde su capacidad de germinar durante el periodo de reposo que oscila entre los 5-25 años pero podemos encontrar semillas que duran mucho menos como algunos tipos de sauce u otras que duran mucho tiempo como semillas de lotos encontradas en Egipto con edades alrededor de los 3000 años

Las características que afectan más al proceso de germinación son las siguientes

- Humedad: podría decirse que es una de las características primordiales, por qué gracias a ella se pueden regular factores de temperatura y nivel de oxígeno. La humedad del sustrato o suelo puede evitar la deshidratación y así romper el periodo de latencia y generar los primeros compases para la germinación.
- Luz: dependiendo de las especies con las que trabajemos puede ser necesaria con especies de verduras como el apio, innecesaria es decir que no afecta en el proceso o incluso perjudicial para aquellas semillas que únicamente germinan en oscuridad.
- Temperatura: la temperatura a la que se encuentra la semilla también puede ser determinante para su generación, no obstante dependiendo de las especies de semillas que tengamos y del clima de donde provengan pueden tener variaciones de temperaturas ideales por eso podemos encontrar mismas especies con rangos ideales de temperatura diferentes. En general la variación de temperatura diurna y nocturna es beneficiosa para la germinación siempre que se mantenga constante.
- Oxígeno/Dióxido de carbono: los niveles de O₂ y CO₂ pueden llegar a ser determinantes para la germinación, ya que gracias a ellos se pueden activar ciertos procesos metabólicos que propician el crecimiento radicular. La proporción de O₂ y CO₂ debe procurarse mantener igual durante todo el proceso de germinación, pero su

Periodo de latencia¹: periodo de tiempo en el cual las semillas parecen estar dormidas, también en algunos casos este periodo es necesario para crear una maduración de la semilla a través de cambios químicos en su interior, o como en algunas de nuestras especies se debe a un periodo para que la cubierta se reblandezca gracias a fenómenos animales, ambientales, etc y así la radícula pueda liberarse y salir al exterior (suelo).

proporcionalidad puede variar dependiendo del sustrato donde se dé la germinación, ya sea suelo, con mayor porcentaje de O₂ respecto al CO₂ o en agua con niveles no tan desequilibrados. Es importante detallar que si se genera este proceso en temperaturas altas, el oxígeno estará menos soluble en el agua y se producirán mayores problemas como también a la inversa.

El proceso de germinación puede dividirse en cuatro partes diferentes:

- Imbibición: se trata de la primera fase de la germinación donde se dan efectos físicos, provocados por la entrada de agua del exterior, esta humedad hidrata los tejidos de la semilla con diferente durabilidad dependiendo de las especies con las que trabajemos. Es decir, que en esta fase de germinación hay una fuerte dependencia del medio, ya que depende de las características que presente. Con la semilla hidratada, ya pueden darse los procesos metabólicos, esenciales para las siguientes etapas de germinación.
- Fusión: en esta fase, la semilla con el sustrato húmedo permite que se cree una asociación entre semilla y agua causada por fuerzas matrices de las paredes celulares vegetales facilitando la entrada de agua en el cigoto, creando una rehidratación y reactivando su propio metabolismo
- Reactivación metabólica: al darse una rehidratación, se suceden procesos químicos a causa de una absorción de H₂O, donde se dan activaciones enzimáticas que aumentan los procesos de respiración, síntesis de proteínas y hormonas haciendo cambios anatómicos y comenzando la respiración anaeróbica.
- Crecimiento del embrión: las energías creadas a partir de la respiración desencadenan procesos fisiológicos de crecimiento gracias a los sistemas de almacenaje que tiene, que desencadenan la creación de cotiledones, primeras hojas en captar luz solar i en hacer fotosíntesis para así desprenderse de la necesidad de las reservas.

Banco de proteínas

Área compacta sembrada con plantas leguminosas, plantas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o bien de tipo arbustivo o arbóreo, que se emplean para corte o pastoreo directo de animales rumiantes (bovino, ovino y caprino), como complemento al pastoreo en praderas de gramíneas, principalmente en el trópico. Realizado en nuestro estudio a través de las plantas de guanacaste, guácimo, carbón, madero negro y marango.

3.1.2 Silvopastoralismo en el trópico seco

Como hemos visto anteriormente, Nicaragua pertenece a la región climática donde predomina el trópico seco. Las características de este clima hacen que se tengan que buscar soluciones para poder alimentar al venado y otros animales de granja durante la época seca. El silvopastoralismo es una de estas soluciones, ya que proporciona alimento de manera natural a la vez que se mejoran las condiciones de los bosques y praderías de esta zona.

A pesar de que el silvopastoralismo se había usado desde hace miles de años, como en el Salar del desierto de Atacama (“ARBORICULTURA Y SILVOPASTORALISMO EN EL PERÍODO FORMATIVO (1.400 a.C.-500 d.C.) DE LA CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA”, B. Virginia McRostie, 2013), la práctica de este se ha visto reducida, sobre todo durante la revolución verde, debido a la parcelación del terreno, el uso de monocultivos, y a la necesidad de una mayor producción, desde el último siglo. Esto ha provocado que las prácticas de antaño se perdieran en su mayoría con los años.

Actualmente se está volviendo a instaurar esta doctrina, debido al alto coste que supone la alimentación del venado durante la época seca, y a la pérdida de productividad por la deterioración del suelo (Betancourt et al. 2007). El uso de plantas forrajeras y en especial de árboles ayuda a la disminución de los costes de alimentación del venado, ayudando además, a reducir la pérdida de productividad tanto cárnica como de leche durante los episodios muy lluviosos y en la época seca (Claudia J. Sepúlveda L. y Muhammad Ibrahim, 2008). Los usos de estas plantas, además de ayudar a la alimentación del ganado también ayudan a la fijación del suelo, y la permeabilización de este.

El uso de árboles forrajeros está centrando muchos estudios actualmente, sobretodo en la zona de Centroamérica, para poder paliar la escasez de recursos en la que se encontraban, sobre todo durante la época seca. La mayoría de estos estudios revelan grandes beneficios para los ganaderos y granjeros, pero la opinión social sobre estos métodos de cultivo no se está viendo tan beneficiada como se creía. Esto es debido, mayormente, a la tradición ya existente en estas zonas del uso de piensos u otros substitutivos alimenticios en épocas de escasez. También podría ser que las empresas de suministro de piensos manufacturados estuvieran dificultando la implantación de estos métodos.

3.1.3 Definición de especies vegetales a estudiar

La mayoría de estas definiciones las podemos encontrar en los documentos publicados en la enciclopedia metódica, de botánica (**Encyclopédie Méthodique, Botanique**), del naturalista francés Jean-Baptiste Lamarck en los volúmenes I, II, III publicados en los años 1783, 1786, 1789 respectivamente. También encontraremos aportaciones extras de la “Flora británica de las islas del este de la India”, escrita per Fl. Brit. W. I. i publicada entre los años 1859-1864 por el editor August Heirich Rudolf, aparte de muchas otras webs de vegetaciones nacionales.

Acacia pennatula

La *Acacia pennatula*, o también conocida como carbón, es un árbol perteneciente a la familia de las Fabáceas.

Descripción: es un árbol deciduo², pequeño y espinoso. Con un tronco no muy largo de aproximadamente 8-10m, estrecho raramente superior a los 25cm de diámetro y que en la copa está densamente ramificado y plano en la parte de arriba. Posee espines cortas y fuertes en las brancas de 1-1,5 cm y que pueden llegar a ser mayores en brotes juveniles y rebrotes Nuevos. Sus hojas son bipinadas con muchos folios entre 1-3 mm de largo. Las flores del Carbón, son de color amarillo y se encuentran colgando de pedúnculos amarillentos y aterciopelados. Finalmente su fruto, en forma de vainas con 8 semillas dentro, es leñoso, túrgido y de color marrón con tonalidades purpuras.



Imagen 1: Frutos en vaina y hojas del carbón (*Acacia pennatula*).
Realizada por Mark Dimitt

² hace referencia a los árboles o arbustos que pierden su follaje durante una parte del año, la cual coincide en la mayoría de los casos con la llegada de la época desfavorable, la estación más fría en los climas templados, es decir, caducifolio.

Hábitat: el carbón, es un árbol característico de vegetación secundaria de bosques pinoencinos, nebliselvas y pastizales. Crece en climas secos y húmedos en tierras comprendidas 100-1400 msnm. Al ser tolerante a las heladas y tener una alta capacidad colonización, su área de distribución se ha extendido desde México hasta muchas partes de Centroamérica, como en Colombia y Venezuela.

Uso humano: el carbón es empleado en la medicina tradicional para aliviar las molestias digestivos y tratar inflamaciones en muelas o por traumatismos. También es empleado para el uso de leña, en construcciones rurales, postes o para el fuego, ya que quema lentamente, no produce mucho humo y además se seca en poco tiempo. También puede usar-se para luchar en contra de la erosión, gracias a su gran sistema de ramificación de raíces.

Uso animal: al ser considerado un árbol forrajeo, sus hojas, frutos y tallos jóvenes poseen un alto valor nutritivo para los rumiantes y otro tipo de ganado que se alimentan de este árbol en las épocas más secas del año a falta de otro soporte alimenticio. También puede emplear-se para el uso de descanso gracias a la sombra que genera.

Consideraciones: algunas especies de la familia Acacea pueden contener elementos tóxicos en hojas, semillas y corteza, que puede llegar a suponer un riesgo en caso de ingerir-se.

Enterolobium cyclocarpun

El *Enterolobium cyclocarpun*, o también conocido como el guanacaste o guanacaste de oreja, es una especie de árbol perteneciente a la familia de las Fabácea.

Descripción: es un árbol caducifolio de grandes alturas, que pueden llegar a los 30 metros generalmente. Su tronco posee grandes dimensiones y puede llegar a los 3 metros de diámetro a la altura del pecho, en la copa esta densamente ramificado con un follaje abundante haciendo que en ocasiones sea más ancho que no largo para así poder tener una libre competencia para la luz. Sus hojas son largas y bipinadas con coloraciones verde brillante que se pliegan en las horas nocturnas.



Imagen 2: guanacaste, en una llanura de pasto. Imagen extraída de "El árbol de Guanacaste" de Fernando Cuenca

Hábitat: este árbol es originario de Centroamérica, llegando hasta el sur de México y Sudamérica en Brasil y Venezuela. También lo encontramos en algunos reductos de islas del Caribe como Jamaica y Cuba. Generalmente lo encontramos en regiones costeras o cercanas a ríos y arroyos, pudiendo alcanzar alturas no muy superiores a los 500 metros y con suelos arenosos y negros³.

Uso humano: al tener Componentes adhesivos, puede emplear-se para la fabricación de gomas. También posee un alto valor calorífico, ya que contiene un jugo gomo-resinoso que mezclado con pulpa macerada sirve para hacer aglomerados de carbón, por otro lado la pulpa del guanacaste puede usar-se para la fabricación de jabones. También es usado para la fabricación de juguetes y artículos torneados porque es maderable o como soporte alimenticio.

Uso animal: el guanacaste como árbol forrajeo es empleado como uso de alimentación de los animales de pastura, ya que es altamente proteico. El ganado equino es un alto consumidor de este producto debido a su altura, por lo contrario el ganado vacuno no.

Consideraciones: Es el árbol nacional de Costa Rica. Es una de las especies típicas del bosque seco original que antiguamente se extendía desde Mazatlán en la costa oeste de México, hasta Panamá, abarcando medio millón de hectáreas.

³ es un tipo de suelo muy rico en humus (del 3 al 13 %), además contiene altos grados de potasio, fósforo y microelementos. Es uno de los suelos más fértiles para la agricultura, puesto que no requiere fertilizantes.

Guazama ulmifolia

El *Guazama ulmifolia* o también conocido como guácimo, es un árbol perteneciente a la familia de las malváceas.

Descripción: es un árbol median-bajo, con una altura no muy superior a los 20 metros, el tronco recto y de color gris, tiene unas dimensiones no muy grandes en la altura del pecho, entre 30-60 centímetros, pero lo podemos observar también en forma de arbusto muy ramificado o como árbol monopódico dependiendo de en la situación en que se encuentre. Las ramas serán largas, horizontales y pueden estar colgando. Sus hojas son simples y alternas con hasta 10 centímetros de largo, sus flores son pequeñas, blancas y amarillentas, con pétalos verdosos y cremosos, su fruta también es de tamaño pequeño pero de color oscuro marrón o negro contrariamente a sus flores.



Imagen 3: Guácimo en etapa de floración. Realizada por J.M. Garg

Hábitat: el guácimo, es una especie muy abundante originaria de América Central pero que se distribuye desde el sur de México hasta noroeste de Argentina en latitudes inferiores a los 1200 metros, pero que en regiones secas no serán superiores a los 500 metros. Lo encontraremos en sitios abiertos, en terrenos planos o laderas no muy pronunciadas, en los márgenes de los ríos y en diferentes terrenos edáficos como suelos ácidos (>5.5), volcánicos, pedregosos, sedimentarios o negro-arcillosos entre otros.

Uso humano: las semillas de este árbol pueden usarse para hacer jabones, en cambio la madera puede utilizar-se como fuente de leña y carbón, como también como elemento de decoración o construcción de postes, cajas, culatas para armas de fuego o construcciones rurales, embarcaciones... También posee usos medicinales en infusiones de su corteza para la lepra, elefantiasis, resfriados, anomalías gastrointestinales.

Uso animal: el fruto de la planta puede usar-se como alimentación para crías de aves de forma directa, los frutos verdes y hojas pueden usar-se de forma forrajea para la alimentación de ganado, las hojas también pueden usarse como alimento para los gusanos de seda.

Consideraciones: El género *Guazuma* comprende 4 especies: *G. longipedicellata* G.F. Freytag, *G. tomentosa* Kunth, *G. ulmifolia* Lam., *G. crinita* Mart.; diferenciándose principalmente por el tipo de inflorescencia, flor y dehiscencia. Su variación genética es considerable.

Gliricidia sepium

El *Gliricidia sepium* o también conocido como madero negro es un árbol de la familia de las Fabáceas.

Descripción: cuando hablamos del madero negro, estamos hablando de un árbol caducifolio, con una altura que comprende los 2 metros lo encontramos en forma arbustiva hasta los 15 metros con una forma más arbórea. Posee un tronco estrecho inferior a los 60 centímetros de diámetro, que puede generar muchas ramificaciones, ya sean en forma erecta y horizontal o retorcida. Al no tener una estructura bien clara, su copa tiene un aspecto irregular con hojas compuestas, alternas, imparipinnadas y alagadas hasta los 30 centímetros, sus flores de color rosado tienden a agrupar-se en racimos y su fruto de forma alargada y plana con colores claros y oscuros.



Imagen 4: Flores de Madero negro. Realizada por Toni Porta en "Parque nacional marino las Báulas de Guanacaste"

Hábitat: Esta especie la podemos encontrar en la región de América Central y en muchas partes de México. Su medio no tiene por qué ser ácido pero se adapta muy bien en suelos de bajo pH (4,5-6,2), también gracias a su capacidad de adaptación, la podemos encontrar en costas ligeramente salinas, áreas perturbadas y áreas inestables gracias al cauce de un río.

Uso humano: el madero negro, puede usar-se como un elemento de combustible, ya que sus hojas y flores lo son, pero en dosis bajas porque

contienen sustancias tóxicas, otro uso muy común es el de elemento de construcción de productos artesanales, ya sea como esculturas, como construcciones rurales o como elementos de trabajo. Otra de su utilización muy característica que tiene es, el uso como insecticida o plaguicida.

Uso animal: en el mundo animal es empleado como elemento de nutrición al ser un especie forrajera al ser muy proteica pero hay que tener en cuenta que algunos animales son vulnerables a su toxicidad como es el caso del ganado equino y perros, vacas y cabras no aparentan daño alguno ante la ingesta de este alimento.

Consideraciones: tiene un efecto restaurador en la cobertura de hojarasca que sirve como abono verde, también conserva el suelo evitando su erosión, como también el mantenimiento el agua de lluvia en las capas superiores del suelo para así tener una mejor captación y aprovechamiento de ella y con la fijación de nitrógeno atmosférico crea una mayor estabilidad nutricional en sus alrededores.

Moringa oleifera

El *Moringa oleifera*, o también conocido como marango, árbol de la vida, árbol milagroso o hierba mágica como dicen en Venezuela, es un árbol de la familia de las Moringáceas.

Descripción: el marango es un árbol con una tasa de crecimiento muy elevada. Sobre todo en la etapa juvenil, donde puede triplicar su altura el primer año. Puede alcanzar una altura de unos 12 metros, con un tronco con diámetro de 20-30 centímetros en la altura del pecho. Las raíces del árbol son largas y carnosas, tienden a tener una raíz principal que será un soporte vital gracias a la resistencia que tiene a periodos largos de sequía (hasta 6 meses sin agua). La copa es abierta en forma de paraguas y con una alta densidad foliar, estas hojas compuestas hacen unos 20 centímetros de largo y tienen un color verde claro. Su floración puede ser una vez al año o 2, dependiendo de la zona geográfica y climatológica nos encontremos, estas flores suelen ser de color crema con estambres amarillentos. Finalmente sus frutos están en forma de vaina muy parecida a la legumbre, pero con secciones triangulares y entre 30-45 centímetros.

Hábitat: el marango vive en hábitats provenientes del trópico, entre ellos cabe destacar el norte de la India y sur del Himalaya o en otras partes del mundo donde se ha naturalizado a partir de su implantación como elemento ornamental o como barrera natural para parar el viento, en 1920.



Mapa 1: Área de distribución del Marango. Extraído del artículo "Moringa oleifera, un aliado en la lucha contra la desnutrición" de Acción contra el hambre, ACF Internacional. Escalaa 1:1000000000

Uso humano: el marango es un árbol empleada para todo tipo de usos, ja sean medicinales, ambientales, alimenticios o para elementos de elaboración y construcción. Todas sus partes pueden usarse como medicinas naturales. Ambientalmente se usa como sistemas agroforestales haciendo de soporte para plantas trepadoras, para el cultivo en callejones⁴ y como fuente de biogás. Su uso

⁴ Cultivo en callejones: consiste en cultivar especies herbáceas anuales o de ciclo corto entre hileras de árboles, formando "callejones" sirven de protección contra el viento y sol excesivo y enriquecen la tierra

como alimento se debe a sus altos contenidos de proteínas, sales minerales, vitaminas y su buen sabor ya sea en forma curda o cocinada. El uso que se hace de la leña del marango generalmente es para quemar, debido a su alto valor calorífico, pero también encontramos usos industriales (como taninos para el curtido de pieles) a partir de las sustancias que secreta.

Uso animal: el uso que se hace del marango des del enfoque animal, es su uso como sustento forrajeo debido a su gran compatibilidad, en las épocas más desfavorecidas para los animales como camellos, vacas cerdos e incluso peces herbívoros.

Consideraciones: No es muy común en una planta, pero las hojas de la marango contienen todos los aminoácidos esenciales.



Imagen 5: Raíz principal y Hojas del marango extraída del artículo "Moringa root"

3.2 Ámbito de estudio

En este apartado haremos un análisis simple con un enfoque global del territorio, donde hablaremos desde un nivel internacional a uno más local y nacional de las diferentes características que poseerá dicho espacio.

3.2.1 Centroamérica

Nuestro estudio de trabajo final de carrera se realizara en Centroamérica, concretamente en la región de Estelí, Nicaragua.

Centroamérica, es un territorio que se encuentra entre América del Norte, configurada por países de primer nivel y por américa latina o Sudamérica entendida como países en vías de desarrollo, sus países limítrofes son: México por el norte y Colombia por el sud

Centroamérica tiene una superficie de 522.760 km² con una población de aproximadamente de unos 44.671.601 millones de personas, divididas geográficamente de forma ordenada hacia las zonas costeras y ciudades importantes del interior entre los diferentes países que configuran este subcontinente.

Este subcontinente está configurado por un grupo de 7 países que son: Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, ordenados de Norte a sur según su disposición geográfica.

País	Capital	Superficie En km ²	Población en 2016	PIB en millones de euro	Población Rural/urbana (2010 Y %)	Áreas protegidas (ha)
Nicaragua	Managua	129.494	6.205.435	12.690	41.7 / 58.3	2.242.200 (20 %)
Belice	Belmopán	22.966	373.169	1.589	N / D	1.220.000 (44 %)
Honduras	Tegucigalpa	112.494	8.281.603	20.420	49.5 / 50.5	2.907.938
El Salvador	San Salvador	21.041	6.156.635	25.850	39.7 / 60.3	N / D
Panamá	Panamá	75.517	4.041.167	52.130	31.7 / 68.3	2.459.000 (32.6 %)
Costa Rica	San José	51.100	4.902.737	54.140	34 / 66	1.300.000 (21 %)
Guatemala	Guatemala	108.889	16.931.783	63.790	42.8 / 57.2	3.192.997 (29.3%)

Tabla 1: Nivel económico de los países de Centro América de elaboración propia a partir de bases gubernamentales, Banco mundial y Green Peace.

Estos países a diferencia de los que les rodean, son países con una gran presencia de clase trabajadora en el ámbito rural, ya que el medio rural, en estado de decrecimiento, sigue siendo una parte muy importante de sus economías en el contexto internacional con exportaciones a Europa, norte de Sudamérica y EUA, entre otros.

Desde el punto de vista ambiental y ecológico, nos encontramos con una región muy influenciada por los dos continentes que la rodean y también por las diferencias climáticas que hay entre el trópico de Cáncer y el Ecuador, generando zonas más húmedas como la caribeña y más secas como las del pacífico, pero igualmente con una época de Monzón. Estos factores, dotan a este subcontinente con una gran

biodiversidad tanto animal como vegetal, superior a la que podemos encontrar en cualquier otra parte del mundo.

Desde el punto de vista social, estas regiones también han sufrido olas de inmigración en el pasado, sobretodo de África en las épocas coloniales, gracias a los países colonizadores como España, Portugal, entre otros y una inmigración afrocaribeña en la etapa de la revolución industrial, como también ha sufrido grandes oleadas de emigración de sus residentes, hacia países del primer mundo como EUA y EU o a países con un nivel de vida superior y que se encuentran relativamente cerca de Nicaragua, si lo comparamos con las inmigraciones internacionales. A raíz de esta realidad social inherente en la raza humana (el hecho de ir en busca de una situación mejor) hace que encontremos una elevada diversidad en el entorno social y cultural de estas civilizaciones residentes en Centroamérica.

3.2.2 Nicaragua

Nicaragua o mejor dicho, la República Democrática de Nicaragua, está situada en el medio de Centroamérica, en una latitud $10^{\circ}42'30.96''$ en el punto más al sur y el punto más al Norte es de $15^{\circ}0'10.10''$, en la costa pacífica, el punto más al oeste se encuentra en $87^{\circ}39'55.52''$ y en el lado caribeño, el punto más al este posible, se encuentra en $82^{\circ}44'26.79''$ en la isla de Corn Island. Si observamos su superficie y su población, podremos entender que se trata de un país con una densidad poblacional no muy elevada pero que se encuentra de forma heterogénea hacia el costado pacífico del país, y es allí donde se concentran las mayores densidades en el territorio debido a que allí

encontramos las grandes ciudades y los motores económicos no rurales del país.



Mapa 2: Departamentos de Nicaragua. Extraídos de la web del Ministerio público de Nicaragua. Escala 1:880.000

Desde el punto de vista administrativo, el gobierno de Nicaragua dividió el país en 15 departamentos y 2 regiones autónomas, la Región del Atlántico Norte y la Región del Atlántico Sur. Estas dos regiones autónomas fueron creadas a partir de un decimosexto departamento, pero que por razones políticas y administrativas, el gobierno

decidió que, estas dos regiones, constituidas por una gran mayoría de población indígena, se autogobernasen a partir de un gobierno comunitario regido por sus propias leyes basadas en sus culturas y creencias.

Ambientalmente, como hemos comentado anteriormente, Nicaragua se encuentra en una región muy influenciada por el trópico y el ecuador, como también por el océano Pacífico y el mar del Caribe. Esto provoca que el país definido inicialmente con un clima intertropical, posea una gran diferenciación entre la parte pacífica y la parte caribeña. En la zona pacífica del país encontraremos dos estaciones muy marcadas y singulares como, la época seca donde apenas llueve y la húmeda donde se dan las lluvias del monzón (entre mayo y noviembre). En cambio en el lado caribeño encontramos el clima más húmedo de todo el país, eso se debe a que no hay establecida una época de lluvia y una seca, ya que las precipitaciones se mantienen constantes a nivel anual, con lluvias que pueden llegar a ser diarias.

Para la elaboración del trabajo, nos encontraremos en Estelí, una región central en el país. Estelí se encuentra en la zona más montañosa del país, a unos 840 metros de altura y posee un clima más parecido a los del territorio pacífico que no al caribeño, pero con alguna lluvia esporádica y temperaturas no tan elevadas, debido a que es una de las ciudades más frescas del país.

3.2.3 Departamento de Estelí

El departamento de Estelí se encuentra en el norte de la zona central del país, en la zona más montañosa de Nicaragua. Sus coordenadas de localización son: 13°05'00"N 86°21'00"O.

Los territorios limítrofes con el departamento de Estelí son por el norte el departamento de Madriz, por el este, vendría el departamento de Jinotega, en el oeste los departamentos de Chinandega y León y finalmente para acabar de cercar nuestro territorio, por el sud encontraríamos en departamento de Matagalpa, todos ellos son departamentos con características económicas, sociales y climáticas bastante similares a las propio departamento estudiado.

La población del departamento de Estelí, al igual que en las regiones colindantes está dividida de forma justa entre el mundo rural con un 40 % de la población y el mundo urbano, el 60% restante, eso se debe a que este departamento, como también otros departamentos vecinos, en los últimos años se ha convertido en el motor de la economía en sectores como la manufacturación y la agricultura, con el tabaco y cereales y con la ganadería de bovino, ovino, porcino y caprino en temas de exportaciones a otros departamentos a nivel subcontinental e incluso a nivel internacional.

La capital del departamento de Estelí, está situada a aproximadamente 150km de Managua, la capital del país, es la ciudad de Estelí o también nombrada La Villa de San Antonio de Pavia de Estelí tiene una población total

Estelí tiene 182000 habitantes respecto a los 224000 censados en 2015 en todo el departamento según INIDE. Cabe destacar que casi el 40% de la población pertinente a Estelí y la de sus alrededores trabajan en el sector rural, ya será en la industria ganadera y agricultura. También en los últimos tiempos, las múltiples empresas tecnológicas que están generándose, empiezan a generar sitios de trabajo, para así fortalecer y desarrollar una mejor economía por la que administrar-se desde el gobierno central.

3.3 Ámbito territorial.

En este apartado explicaremos todas las características físicas, químicas y socioculturales de nuestro ámbito de estudio que a falta de una determinación mayor, consideraremos que será el departamento de Estelí. Ya sea en potreras salvajes o en grandes campos de fincas destinados a la ganadería.

Para poder entender bien nuestro trabajo será necesario hablar de conceptos biofísicos como la hidrología y la climatología de la zona y sus características geomorfológicas y edáficas entre otros y el concepto socioeconómico de las diferentes actividades y culturas sociales que se desarrollan en este departamento.

3.3.1 Concepto biofísico.

En este apartado hablaremos de todos los aspectos puramente más científicos ligados a al medioambiente como climatología, hidrología, geomorfología y ecología.

1. Climatología

Estelí se encuentra ubicado dentro de Nicaragua en la zona norte del país, concretamente en la zona montañosa, si cogemos un enfoque más amplio podemos observar que La República Democrática de Nicaragua, se encuentra en una zona subcontinental llamada Centroamérica, en este enfoque, pues podemos observar como en el extenso país de Nicaragua podemos encontrar 4 tipos diferentes de climas, pero todos pertenecientes al clima tropical gracias a la influencia del Pacífico y del mar Caribe, como también de los vientos alisios provenientes de los anticiclones de las Azores i las Bermudas.

A nivel de temperaturas podemos hablar de tres zonas bien diferenciadas, las tierras bajas pertenecientes a las regiones más cercanas al océano Pacífico o al mar del Caribe, las regiones centrales del país que tampoco se encuentran a mucha altura pero que ja no presentan características parecidas a las anteriores por falta de una afectación marina y por ultimo encontraríamos las

regiones del norte, pertenecientes a la zona más montañosa que presenta el país. Los valores de temperaturas en las tierras bajas rodean los 22-30Cº anuales pudiendo llegar a los 38Cº en los meses más calurosos, en las regiones centrales la temperatura puede descender en unos 5Cº respecto las tierras bajas y en las zonas montañosas hasta los 10Cº

Si intentamos definir los diferentes climas que podemos encontrar en Nicaragua, podremos observar que mayoritariamente son todos herederos del clima tropical pero con sus variantes tal y como nos lo define el instituto de Nicaragüense de Estudios Territoriales: clima de sabana tropical, clima de sabana tropical de altura, clima monzónico tropical y clima de selva tropical que vamos definir a continuación.

- **Clima de sabana Tropical:** es un clima de transición entre un clima tropical húmedo y un clima desértico. Es bastante caluroso con oscilaciones que pueden superar el clima tropical seco, que puede dar-se en otras partes del mundo con características muy parecidas. Este clima lo podemos encontrar en las zonas Pacíficas y en las estribaciones occidentales del macizo montañoso central, sus temperaturas anuales rondan entre los 22-30 grados Celsius, pero en oscilaciones temporales pueden llegar a registrar calentamientos al borde de los 40Cº, como también su nombre indica, el clima de sabana tropical tiene una diferenciación estacional entre el periodo seco o el periodo húmedo marcado por el monzón entre Mayo y Octubre con una precipitación anual entre 2000 mm y 700 mm cúbicos.
- **Clima de sabana tropical de altura:** para considerarse perteneciente a este tipo de clima, se necesita un mínimo de 100 metros de altitud, por debajo de ello seguiríamos hablando del clima de sabana tropical, al estar por encima de los 100 metros, las modificaciones climáticas dependerán exclusivamente y directamente del factor altura o también conocido como continentalidad, por lo tanto encontraremos un nivel más elevado en cuanto a las precipitaciones anuales y una reducción de las temperaturas que oscilaran entre los 10-25 grados.
- **Clima de selva tropical:** es un clima bastante húmedo, con precipitaciones diarias que pueden llegar a los 4000 mm cúbicos anuales, pero que debido a los calores que experimenta, durante la mayor parte del día, hace que la lluvia que cae se evapore el mismo propio día, su temperatura más baja a nivel anual esta alrededor de los 18 grados centígrados. Este clima es uno de los más extensos en Nicaragua, ya que cubre casi toda la costa atlántica que da al Caribe.

- **Clima monzónico tropical:** se caracteriza por ser uno de los climas tropicales con una mayor diferenciación entre los meses secos que van de febrero abril y una estación húmeda de aproximadamente 9 meses. A nivel de pluviometría podemos observar grandes diferencias entre las regiones Pacíficas y las atlánticas pertenecientes a este clima, pues en una llueve alrededor de 1400mm y en la otra, aproximadamente 3000 mmm cúbicos, la oscilación de la temperatura anual no es muy elevada puesto que la temperatura media anual esta entre los 24-26 mm cúbicos.

Entre todos estos climas, en nuestro ámbito de estudio, la ciudad de Estelí, situado en el norte del país y muy cercano a las montañas y con una altura aproximada de 840 metros, el clima que mayor predomina en este sitio es el de sabana tropical de altura, pero con grandes aspectos del clima monzónico cuyo se ve modificado por la holografía de la zona.

2. Hidrología

Desde el punto de vista hidrológico, el departamento de Estelí, no es definido como un territorio seco sino que es más bien húmedo, ya sea por su clima o por sus ríos, como por ejemplo el río Estelí, que es el más importante de la zona y es el único que cruza la ciudad a su paso antes de ser un afluente más del río Coco, uno de los más largos de Centroamérica que se abre paso durante 680 km entre los valles de esa zona y sigue hacia el atlántico entre Honduras y Nicaragua. Otra fuente de hidrología de la que dispone el departamento son las numerables lagunas de agua fría que podemos encontrar en la cordillera que rodea la ciudad. Se cree que entre esas mesetas el río Estelí se abrió paso y excavó formando valles por donde transcurre su agua día a día hasta llegar al río Coco.

La contaminación del río Estelí, es un problema real en la zona, ya que muchos agricultores y muchas ganaderías dependen de él, otro de los problemas más importantes que presenta el río, es la deforestación de las zonas cercanas y cuenca, para intentar aprovechar al máximo esas tierras fértiles que nos deja, pero que por desgracia aumenta el peligro de desbordamientos en la época de lluvias, una cosa que pasa de forma muy común en esa zona.

A raíz de estas problemáticas muy visibles el gobierno de Nicaragua a través de la administración gubernamental y la ayuda de los civiles voluntarios, está mirando de mitigar estos problemas para tratar de estabilizar-lo, cosa que parece imposible con la época de lluvias y la nueva oleada de desbordamientos

que se repiten sucesivamente dentro la época monzónica y entre diferentes monzones.

Para saber la relación del río con nuestros antepasados solo hace falta mirar el nombre, puesto que el nombre proviene de un vocablo híbrido nombrado: nahuatl-ulúa y significa "río de la obsidiana".

Si miramos hacia atrás, podemos entender a qué se debe este crecimiento a través del río, eso se debe gracias a los indígenas ya se ayudaron de lo que daba la naturaleza, entre ellos el río. Es por eso que en sus orígenes, el río Estelí, presenta piedras volcánicas decoradas bajo relieve y dibujos de cosmovisiones que representan las diferentes constelaciones observadas desde esos mismos lugares hace miles de años.

3. Geomorfología

En este apartado explicaremos las áreas de Nicaragua y el departamento de Estelí a través de su geología de general a más detallada y el concepto de edafología para explicar las cubiertas que encontramos.

La historia geológica de Nicaragua, empieza en el paleozoico y acaba con las grandes actividades tectónicas que se dan en el cuaternario.

En la mitad del paleozoico e inicios de la era del mesozoico, América Central estaba configurada por dos grandes bloques; el Septentrional en el norte y el Meridional en el sur, ambas partes actualmente también configurarían el norte y sur del país.

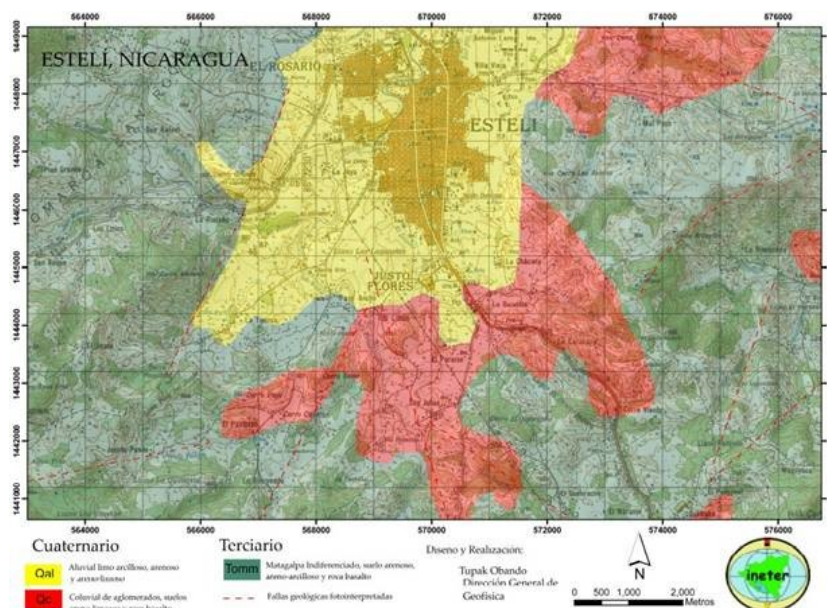
En la parte Septentrional (parte norte del país), representa una placa continental asentada en piedras metamórficas del paleozoico y con rocas sedimentarias del paleozoico, mesozoico, terciario y rocas plutónicas.

En cambio en la parte sur del país, el bloque Meridional es de origen oceánico del cretácico con basamentos de rocas ígneas superpuestas por sedimentos marinos y volcánicos del terciario.

Estructuralmente Nicaragua está limitada en sus costas por importantes unidades en el Pacífico como; la fosa Mesoamericana, la placa de Cocos y la placa Caribe, en cambio la costa atlántica está limitada por la placa Caribe y el

banco de Nicaragua, según estudios de ENACAL⁵ (empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados)

A nivel de nuestro ámbito de estudio, Estelí se encuentra en medio de un valle de origen volcánico en forma de fisura, esto crea ondulaciones en el territorio pudiendo crear grandes altiplanos y mesetas en alturas elevadas como Tisey y Tomabú a unos 1500 msnm. El departamento de Estelí mayormente está configurado por rocas de origen Terciario como el basalto y por zonas arenosas o zonas areno-arcillosas, gracias a su origen fuertemente volcánico. Por otro lado también podemos encontrar precedentes de una época más cercana como es el Cuaternario, ya que se observan grandes depósitos aluviales de limo-arcillas, arenosos, etc. también encontramos depósitos coluviales de aglomerados y rocas basálticas, creadas a partir de sedimentos del cuaternario. Si observamos atentamente el terreno podremos ver que su orografía está fuertemente pronunciada, que se elevan entre los 1200 msnm en la Sabana larga, hasta los 1608 msnm de La Fila, pasando por Agua Fría de 1367 msnm y Peluca 1426 msnm.



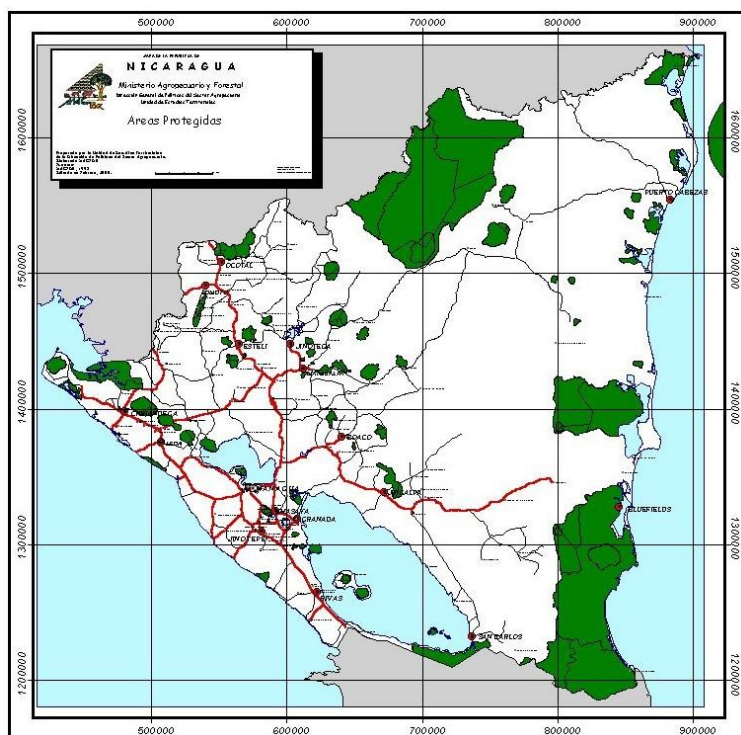
Mapa 3: Mapa geológico de Estelí y sus alrededores, creado y diseñado por Tupak Obando⁶

⁵ La empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL, es la entidad pública que debe implementar la política de aguas para el consumo humano y el alcantarillado sanitario, el uso eficiente y racional de las fuentes de agua subterráneas y superficiales destinadas al agua potable que beneficiarán a la sociedad en su conjunto, con prioridad hacia los sectores menos atendidos por los gobiernos pasados.

⁶ Ingeniero en Geología. Master y Doctorado en Geología, y Gestión Ambiental de los Recursos Mineros por la Universidad Internacional de Andalucía (Huelva, España). Especialista en Deslizamientos Volcánicos y No Volcánicos.

4. Ecología

Nicaragua posee uno de los mayores porcentajes de biodiversidad en el mundo tanto en lo relativo a la fauna como en la flora, eso se debe a las condiciones físicas y químicas que se dan en esta región centroamericana.



Mapa 4: Áreas públicas protegidas. Realizado por MAGFOR, el ministerio Agropecuario y Forestal. Escala 1:80000

Actualmente en Nicaragua existen 78 áreas protegidas con distintas categorías de manejo, entre ellas encontramos reservas naturales, reservas de recursos genéticos, parques nacionales o incluso reservas de vida silvestre entre otros, de estas 78 áreas, 60 son compatibles con los usos humanos. Aparte de recursos públicos destinados a la protección, Nicaragua también posee un gran

volumen de áreas protegidas pero con finalidades privadas y que reciben el nombre de “reservas silvestres privadas”, con sus normas particulares. La extensión de estas áreas de protección para el medio, ronda el 20% de la superficie total del país, cuyo hizo su primera reserva en 1958 en el departamento de Chinandega con la categoría de refugio de fauna silvestre.

El problema de estas áreas es que generalmente no son tan efectivas como uno piensa, debido a que están mal creadas o incluso mal gestionadas ya sea por una gestión pasiva o inexistente, o por una mala gestión debido a la falta de información. Ya que como dijo A. M. Perez (2008) podemos encontrar grupos de especies o familias genéticas enteras con mucha información, ya que han sido trabajadas en multitud de estudios debido a su necesidad o por su remuneración y otros grupos de especies de los que no se conoce nada e incluso aún no han sido descubiertos ni catalogados.

En nuestro ámbito de estudio, el departamento de Estelí, encontramos 6 áreas protegidas de las cuales 3 son reservas naturales y no son compatibles con el

manejo de los humanos, cabe decir que el volumen de áreas protegidas es superior debido a que en este caso no estamos teniendo en cuenta las áreas privadas que a partir de su autogestión, ya hacen su propia protección en muchos casos.

Hace falta destacar que incluso con un aumento en los últimos años del volumen de las áreas de protección y del nivel de concienciación ambiental, el departamento de Estelí sigue en un proceso de pérdida de biodiversidad, generalmente causado por el mal uso de los espacios montañosos que rodean la ciudad. Otro motivo de la pérdida de biodiversidad animal se debe al aumento de las especies invasoras (como en la mayoría de partes del mundo), ya sea de forma intencionada o no, todas ellas son un producto de la interdependencia y la globalización mundial que ha llegado a las partes más remotas de la tierra.

La vegetación más característica de este territorio, es la de naturaleza tropical (preparada para los ambientes tropicales), es decir, aquella vegetación que resiste los fuertes calores (superiores a los 24°C) y las grandes humedades que hay, también podemos encontrar vegetación de tipo subtropical allí donde la temperatura registra valores por debajo los 24°C y por ultimo podremos encontrar vegetaciones típicas de las nebliselvas pero solo se da en las cumbres más altas de la zona. En general la flora del departamento de Estelí es un poco pobre, sabanera y achaparrada, aun así podremos encontrar algunos reductos de pequeños bosques de coníferas de pino y roble entre otros, también podremos encontrar árboles frutales de origen natural y no antrópico, como también la flor que representa el país, el Zacuanjoche.

A lo que se refiere a nuestro trabajo, nuestras plantas, 4 de 5 son autóctonas del país pero no de la región donde se realizara el proyecto, pero podemos encontrar-las en algunos jardines botánicos públicos o privados, o en algunas de las potreras de ganado que hay como árbol forrajero (la base de nuestro trabajo), nuestra planta número 5, el marango, es una planta forrajera en otros países y es por eso que se dedicará tanto esfuerzo a su implantación en esta zona para mirar de mitigar los efectos derivados del monzón y potenciados por el cambio climático, como también por la masificación de la ganadería en esta zona.

3.3.2 Dimensión socioeconómica

En este apartado socioeconómico hablaremos de los aspectos más sociales a nivel de la sociedad nicaragüense y del departamento, para poder-nos hacer una idea de la realidad que se vive en esta parte del mundo y así comprender otra dimensión de nuestro trabajo, hablaremos de demografía, economía, aspectos sociales y culturales

1. **Ámbito demográfico**

La población de Nicaragua que ha ido aumentando lentamente estos años, ascendiendo a 6.262.703 de personas según el censo de INIDE de 2015, por otro lado la población del departamento de Estelí es de 224.231 censados también en 2015, en la ciudad de Estelí, la población es de 182.709 habitantes en 2015. Es decir, que Estelí aun siendo un departamento fuertemente rural, tiene la mayoría de su población concentrada en la gran ciudad, cosa muy parecida pasa en el resto de ciudades de Nicaragua.

2. **Aspectos sociales**

Como la mayoría de sociedades, Nicaragua ha sufrido o tenido problemas con la inmigración y emigración, ya sea en épocas actuales con emigración a los países europeos y EEUU o en épocas pasadas como colonia del reino de España y posteriormente de EEUU, eso le da un carácter multiétnico como la mayoría de sus países colindantes o los de pertenecientes al continente de Sudamérica.

Des del punto de vista social, el lenguaje predominante es el español, a raíz de su periodo como colonia perteneciente al reino de España y un poco de inglés llamado “criollo” proveniente de la necesidad de comunicación entre hablantes de varios idiomas nativos, entre ellos el español.

3. **Aspectos económicos**

Según informaciones dadas por el Banco Mundial, que tienen como objetivo trabajar por un mundo sin pobreza, el PIB nicaragüense rodea los 12.690 millones de dólares en 2016, haciendo que el PIB per cápita ascienda a 2086,48 dólares, siguiendo la línea general de los últimos tiempos, con un crecimiento por encima del 4,5% anual.

El PIB de Nicaragua está constituido mayormente por empresas destinadas a la exportación de productos, ya sean alimenticios, gracias al fuerte sector agrícola y ganadero, con una contribución al PIB de aproximadamente 14% (uno de los mayores índices en toda América central), también cabe destacar el sector de

la restauración y el de la manufacturación con una aportación al PIB del 13,8% aproximadamente cada uno.

Actividad Económica	Relación al PIB en %
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	18,5
Comercio, Hoteles y restaurantes	14,7
Industria de manufacturación	13,9
Servicios personales y empresariales	10,1
Impuestos netos a productos	9,8
Servicios del Gobierno Central	8,3
Propiedad de vivienda	6,2
Transportes y comunicaciones	5,2
Construcción	4,8
Servicios de intermediación financiera	4,1
Explotación de minas y canteras	2,7
Electricidad, agua y alcantarillado	1,8

Tabla 2: Actividades económicas según el PIB. Extraída de "El silvopastoralismo como herramienta de conservación".

Por lo que respecta al departamento de Estelí, su economía está bastante diversificada en agricultura, manufactura, restauración, entre muchos ámbitos, pero mayormente representa una economía de exportación. La mayoría de sus actividades económicas son de agricultura y ganadería ya sea de tabaco, árboles frutales, verduras o animales bovinos y caprinos entre otras especies. Un elemento también muy importante en la economía de este sector, son los productos de manufacturación, ya que en la propia ciudad existen más de diez centros de fabricación destinados a manufacturar todo lo que viene directo de los campos de alrededor, sobretodo tabaco, uno de sus grandes pilares socioeconómicos y considerado uno de los mejores tabacos del mundo.

Otra diversificación de la economía de este territorio es el uso de la restauración y el comercio destinado básicamente al sector del turismo. El aumento de este último sector se debe gracias al aumento de la construcción de infraestructuras, uno de los sectores fuertes del departamento a raíz del aumento en los últimos años

4. Cultura

Nicaragua se trata de un país multiétnico y multicultural, debido a su pasado con la inmigración y su colonización por parte del Reino de España.

Culturalmente podemos encontrar diferentes rasgos de las diferentes culturas que han pasado por ellos o de las diferentes culturas que encontramos por herencia de los indígenas en sus determinados espacios territoriales.

La cultura nicaragüense es una fusión entre la cultura indígena como la chorotega y náhuatl, la española y la africana, esta última en la región caribeña principalmente. Una muestra de esta gran fusión serían los elementos folclóricos que unen las tradiciones indígenas con las españolas. Otro vestigio que nos dejan culturas pasadas a los indígenas como Azteca, Maya y Tolteca, es el aspecto de la manufacturación de elementos naturales para la fabricación de diferentes utensilios como cestas, alfarería, también diferentes bailes y una rica cultura gastronómica.

Todos estos aspectos culturales se unen en una multitud de fiestas y tradiciones que se mantiene vivas en Nicaragua y que generalmente contienen aspectos católicos, herencia de su época colonial al servicio de la corona.

En el departamento de Estelí, las tradiciones culturales y las fiestas tradicionales siguen siendo muy presentes en la sociedad, como también a nivel de todo el país. La mayor parte de fiestas que se realizan tienen fecha en octubre debido a sus creencias católicas y las fiestas patronales organizadas por civiles son en el mes de diciembre. Cabe destacar el folclore de esta región, pues está llena de poesía de Rubén Darío como máximo representante, leyendas como la “Mocuana” que narra una historia de amor entre un indígena y un colono español en plena época colonial, también encontramos bailes típicos como la polca, el vals y la mazurca.

4. Objetivos

Nuestro estudio pretende relacionar los conceptos de silvopastoreo y agrofosterismo en el departamento de Estelí para dar una solución en el tema de la alimentación del ganado en la época seca a través de árboles forrajeros. Para así poder crear una herramienta que nos ayude a modificar las cuestiones alimenticias en los potreros de las fincas de la industria ganaderas cercanas y aquellas que presenten unas condiciones similares.

4.1 Objetivos generales:

1. Determinar la viabilidad de establecimiento de un banco de proteínas de árboles forrajeros en el trópico seco.

4.2 Objetivos específicos:

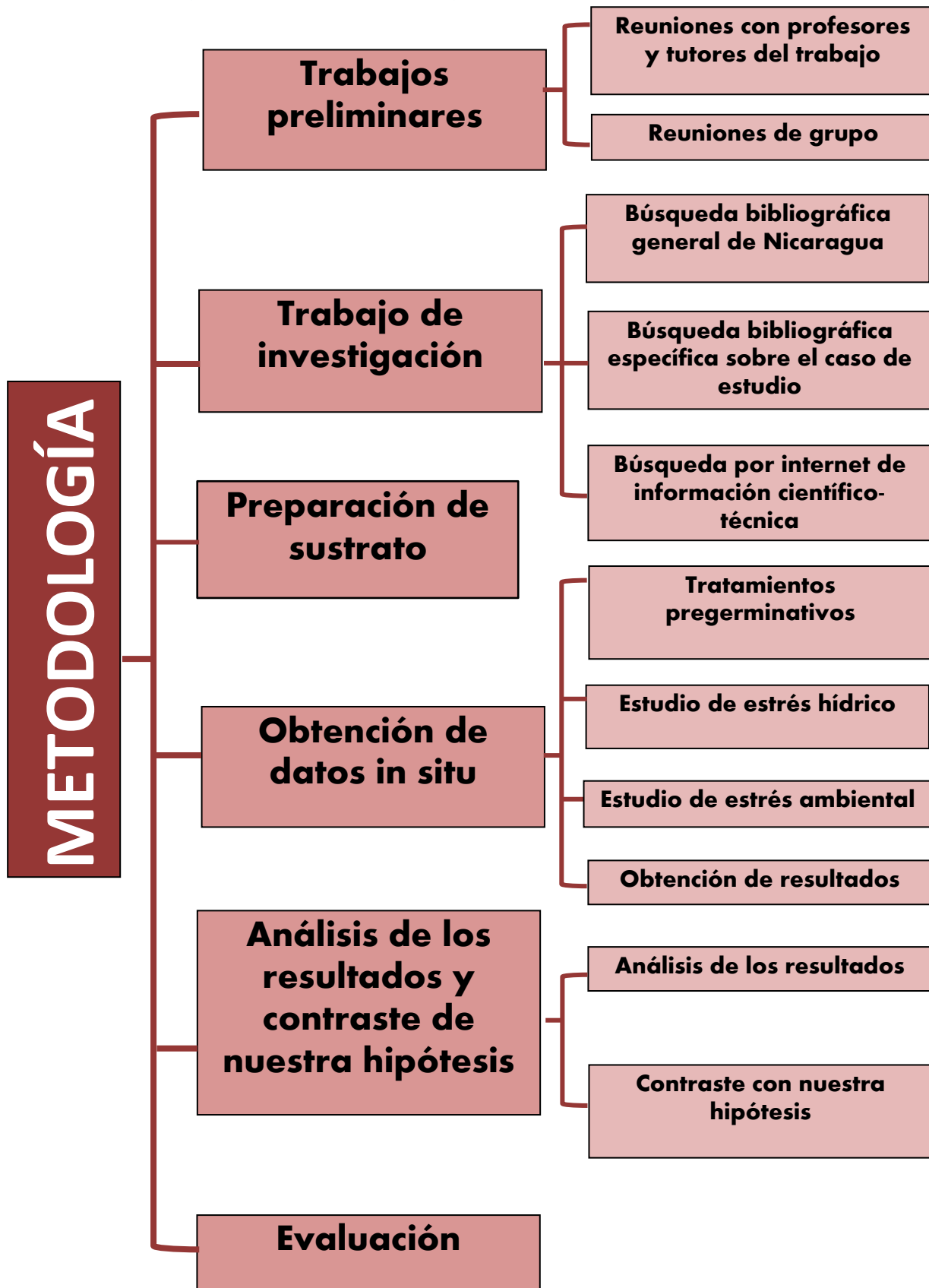
1. Determinar el mejor tratamiento pregerminativo para cada especie
2. Determinar la viabilidad de las plántulas de árboles forrajeros sometidas a estrés hídrico y defoliación, en condiciones de invernadero.
3. Evaluar la viabilidad de la implantación de un banco de proteínas con cinco especies arbóreas forrajeras, en condiciones de campo.
4. Determinar qué fase del establecimiento del banco de proteínas es más costosa o más limitante.

5. Hipótesis

1. Las especies forrajeras que tienen mejor comportamiento en cuanto a germinación, sobrevivencia y crecimiento en invernadero, serán las adecuadas para el establecimiento del banco de proteínas en campo.

6. Metodología

6.1 Diagrama de la metodología



6.2 Trabajos preliminares

Reuniones con los tutores del trabajo, para determinar las posibilidades de hacer un proyecto en Nicaragua, en la zona de Estelí, y concretar cuál sería nuestro proyecto.

Correspondencia con el estudiante de doctorado el profesor Kenny López para especificar los márgenes de nuestro proyecto y establecer las fechas en que se haría este proyecto. Una vez allí implementamos este seguimiento a reuniones semanales tanto con el profesor Kenny como con la profesora Verónica, también estudiante de doctorado.

Reuniones con los profesores Dr. Martí Boada i Dr. Jordi Bartolomé para especificar las características de nuestro proyecto y los requisitos que tendría este.

Reuniones con los componentes del grupo para debatir cómo afrontar este proyecto, decidir con que hipótesis trabajaríamos, cuáles serían nuestros objetivos a conseguir y como deberíamos llegar a ellos.

6.3 Trabajo de investigación

Gran parte de nuestro trabajo de búsqueda de investigación se basa en la lectura de distintos libros sobre Nicaragua de temáticas muy diversas (Social, económica, biótica, geológica, florística...) para poder definir el contexto en el cuál trabajaríamos, también en la búsqueda de otros trabajos sobre nuestro tema para conocer lo que se había hecho hasta el momento, y en especial la lectura del trabajo de nuestros compañeros de Ciencias Ambientales que fueron a realizar una primera etapa de este proyecto a la zona de Estelí en setiembre de 2015, para hacer su trabajo de finar de grado.

También hemos buscado distintos artículos científico-técnicos a través de internet sobre las distintas plantas estudiadas, la problemática del país y la región, el uso de distintos métodos de pasturas y cultivos en la región de Estelí y regiones con características similares. También artículos sobre la economía del país y la política agraria actual. También distintos trabajos y estudios sobre temática social, para entender las necesidades, tradiciones y características de la zona de estudio y sus alrededores, además de otros más genéricos sobre la región de Centro-américa.

Por último hemos buscado soporte físico-materiales como mapas de distintas índoles, como climáticos, geológicos, administrativos, ecológicos, etc. Esto se ha hecho para poder entender mejor como se distribuye la zona de estudio, qué características tiene a nivel de sustrato y climático y así poder precisar mejor como realizar nuestro estudio y que consideraciones deberíamos tomar, tanto para realizar nuestro estudio como facilitar nuestra estancia en la zona.

6.4 preparación de sustrato

Para poder hacer una plantación de aproximadamente 2000 ejemplares de las distintas especies, primeramente se debe realizar un trabajo logístico y preparatorio para organizar bien el proyecto y así poder observar posibles errores. Una vez realizada esta fase primaria i básica, debemos entender que nuestras plántulas necesitaran un medio donde poder crecer y fortalecer-se, como también tendremos que encontrar el mejor método pre germinativo para poder potenciar esos porcentajes de germinación de las distintas plántulas y especies.

Uno de los aspectos más importantes en cuanto a la germinación y crecimiento de las plantas es disponer de un buen sustrato donde sembrar y que crezcan lo suficiente para poder ser trasplantadas. El sustrato para poder sembrar las semillas ha de tener suficiente porosidad y permeabilidad para que la semilla pueda echar raíces con facilidad y crecer posteriormente, también ha de contener una buena capacidad de campo, es decir debe mantener un nivel hídrico acorde con las necesidades de las plántulas, ya que al tener una raíces poco desarrolladas no puede captar el agua tan fácilmente como cuando ya va desarrollando un sistema radicular más elevado con el paso del tiempo (mayor o menor dependiendo de la especie i sus características).

Para ello, preparamos un primer sustrato a base de tierra arcillosa con un alto índice de materia orgánica y cascara de arroz, que le da la porosidad suficiente para facilitar la infiltración del agua y la proliferación de raíces. La elaboración de este sustrato se hizo en 5 fases que contaremos seguidamente empezando desde la primera fase donde obtuvimos aproximadamente unos 10 metros cúbicos de tierra hasta la fase que final donde se depositaron en el invernadero.

- Fase 1 "obtención de materiales": obtención de la tierra de bajo bosque de una zona cercana al centro experimental "El Limón", cuyo sitio se realizó el experimento. Una vez transportado todo el material necesario, tierra i cascarilla de arroz comprada, ya que no disponemos de dicho material en la estación.



Imagen 6: Tierra usada para llenar las bolsas

- Fase 2 "limpieza de material": filtración de la tierra con el tamizador de arena para poder conseguir una granulometría mucho menor i que juntamente con la cascarilla de arroz podría adquirir la porosidad necesaria del sustrato. Este trabajo fue realizado al

aire libre con palas i un gran tamizador, todo aislado del suelo con plásticos para evitar la proliferación de insectos u otros organismos como también para evitar las pérdidas de tierra con el constante trabajo de mover la tierra i las constantes lluvias que acechan esta región en la época húmeda en la que nos encontramos.

- Fase 3 "elaboración de sustrato": para preparar el sustrato obtuvimos dicha mezcla al juntar aproximadamente 3 carretilladas de arena fina (ya tamizada) i limpia con 1 carretillada de cascarilla de arroz, todo ello bien mezclado creando el sustrato bien homogenizo con proporciones de $\frac{3}{4}$ de tierra por $\frac{1}{4}$ de cascarilla.



Imagen 7: Filtración con tamizador de la tierra



Imagen 8: Rellenado de bolsas y ordenado para su germinación

- Fase 4 "preparación de bolsas": una vez preparado el sustrato y sin ninguna impureza inesperada se llenaron aproximadamente 1000 bolsas (macetas de plástico), 200 bolsas para cada especie, de 6x17 cm dando aproximadamente un total de 0,5dm³ cúbicos ($V=r^2 \times \pi \times h$) quedando llenas completamente pero sin estar muy compactadas, ya que a más compactación más difícil será el enraizamiento i la filtración del agua de riego.

- Fase 5 "ordenado": una vez preparas todas las bolsas, se trasladaron todas ellas adentro el invernadero para poder ser utilizadas en las siguientes fases de la tesis ja sean para el

experimento 1 o 2

Este procedimiento se repitió una segunda vez para poder alcanzar las 2000 bolsas necesarias para realizar nuestra tesis. No obstante la fuente de tierra no fue la misma i la obtuvimos del nuevo cementerio municipal de Estelí y presentaba propiedades bastaste distintas como por ejemplo un color rojizo en vez de negro oscuro, así como

una mayor compactación debido seguramente a un aumento de porcentaje de limos. Por eso en la fase 3 donde elaboramos el substrato tomamos la decisión de aumentar el nivel de cascarilla de arroz en la mezcla, llegando a mezclar 6 carretillas de tierra con 2 de cascarilla creando un porcentaje de 2/3 de tierra por 1/3 de cascarilla y poder conseguir una infiltración y un arraizado más común en las especies por parte de los diferentes substratos generados. Finalmente fueron depositados aleatoriamente las bolsas del substrato 1 y 2.

Una vez realizada esta labor, se trabajó en el laboratorio de la estación experimental “El Limón”, en procesos de pregerminación de las diferentes semillas de las distintas especies, con el fin de poder obtener información de cuál será el mejor tratamiento pregerminativo para poder obtener un mayor número de germinaciones de las semillas en el menor tiempo y numero de especímenes posibles.

6.5 Obtención de datos in situ

El trabajo in situ, se dará en el propio departamento de Estelí al analizar las dos parcelas donde se realizara parte de la tesis con el experimento del profesor Kenny i con el experimento de la profesora Verónica solamente estudiaremos las evaluaciones del estrés hídrico de guanacaste (*Enterolobiu cyclocarpum*), carbón (*Acacia pennatula*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) en el invernadero, todo ello con sus grupos control o su niveles de base para poder efectuar una mayor obtención clara de resultados y así poder analizar-los y tratarlos posteriormente con programas estadísticos y así obtener unos resultados esperados o no a la situación creada.

6.5.1 Metodología tratamientos pregerminativos:

Para tal de poder una tasa de germinación más elevada y más rápida, decidimos poner en práctica un tratamiento pregerminativo. Para poder decidir cuál era el mejor tratamiento hicimos una primera prueba con cien semillas de tres especies, las que necesitaban más estos tratamientos, las cuales eran: carbón (*Acacia pennatula*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) i guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Los tratamientos que fueron analizados fueron: remojo en agua a 75 °C durante 4 horas, remojo en ácido sulfúrico concentrado (98%), y para el Guanacaste, escarificación mecánica. Para cada prueba se usaron 100 semillas de cada especie. Para las dos especies restantes se usaron dos tratamientos distintos, para el madero negro (*Gliricidia sepium*), como su tasa de germinación es de prácticamente el 100% sin ningún tratamiento probamos solamente hacer un tratamiento de remojarlo y ponerlo a germinar, y para el marango (*Moringa oleifera*), especie introducida, se buscó

literatura y se decidió hacer un tratamiento de remojo durante 24 horas en agua a 25°C.

Para tener un control de los porcentajes de tratamientos a todas las especies menos al Madero Negro, se hizo una prueba sin tratamiento, para poder comparar y corroborar los resultados

A continuación explicaremos el procedimiento que usamos en cada tratamiento:

Tratamiento 1: sin tratamiento

Este ha sido nuestro tratamiento control. Para hacerlo usamos cien semillas de cada especie y las pusimos en placas Petri con papel húmedo. El papel se iba humedeciendo cada dos días o cuando se veía seco. Las muestras fueron dejadas en una habitación encima una mesa donde se intentó que no estuvieran muy iluminadas. Los resultados de este tratamiento en Guanacaste fueron muy malos, muchas de las semillas presentaron contaminación por hongos, y la tasa de germinación fue muy mala y lenta. Para el carbón hubo menos contaminación, pero igualmente una buena parte de las semillas presentaron contaminación, la germinación fue lenta pero con unos resultados más positivos que en el guanacaste (*enterolobium cyclocarpum*). El guácimo (*Guazuma ulmifolia*) no presentó germinación y acabó presentando contaminación pero una proporción muy pequeña.

El madero negro (*Gliricidia sepium*), cuyo tratamiento fue este solo, presentó una germinación del 100% en menos de una semana, y con una tasa de contaminación muy pequeña, cercana al 5%, por esta razón se decidió no hacer ningún tratamiento al Madero Negro.

Para el marango (*Moringa oleifera*) este tratamiento no dio ningún resultado. Ninguna semilla germinó y tampoco se vieron evidencias de contaminación.

Tratamiento 2: Ácido sulfúrico 98%

Para realizar este tratamiento se usó una solución de Ácido sulfúrico al 98%, debido al peligro de usar ácidos concentrados, este tratamiento era llevado a cabo por una sola persona equipada con guantes de cuero, mascarera para los gases y gafas de seguridad.

Este tratamiento fue usado para conseguir ablandar la capa superficial



Imagen 9: Tratamiento con ácido sulfúrico

de las semillas, la más dura de todas, y así facilitar la germinación de estas. Adicionalmente, en el guácimo sirvió para eliminar una capa de mucosidad de presentan cuando son humedecidas y que dificulta su manipulación.

Las semillas se sumergían en el ácido dentro un vaso de precipitados, y se iban removiendo durante los 30 minutos que duraba el tratamiento. Una vez pasado este tiempo, se coló el ácido con un colador de plástico con rejilla de metal, y las semillas fueron bañadas por tres veces en agua destilada, para eliminar los restos de ácido que pudieran tener. El ácido usado fue diluido usando agua como base hasta una concentración inferior al 20% y embotellado para su posterior tratamiento en una empresa especializada.

Estas semillas se pusieron en placas de Petri con papel húmedo y en una habitación tapas con un cartón para reducir la presencia de luz sobre las semillas. Las semillas de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y carbón (*Acacia pennatula*) tuvieron una respuesta muy rápida, y con una contaminación muy inferior al control. Las semillas de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) tardaron más en germinar, pero su respuesta al tratamiento fue muy buena también.

Tratamiento 3: Baño en agua a 75°C

Este tratamiento fue usado para ablandar la capa más superficial de las semillas, la cual es la más dura, y así poder facilitar la germinación de estas.

Para ello se usó un calentador de agua, donde se preparó para que el agua donde se pondrían los vasos de precipitados con las semillas sumergidas en agua estuviera a 75°C, y el tiempo del experimento empezó cuando el agua de dentro los vasos llegó a los 75°C. Para saber la temperatura de dentro los vasos se usó un termómetro digital.

Pasadas estas cuatro horas las semillas fueron puestas en bandejas de plástico con papel húmedo puesto a que no teníamos suficientes placas de Petri, y fueron tapadas con film transparente para que conservaran la humedad.



Imagen 10: Calentador de agua para el baño maría.
Extraída de los datos del centro experimental El Limón

Los resultados con este tratamiento fueron muy bajos para todas las especies, el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) no germinó y el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y carbón (*Acacia pennatula*) germinaron

con una tasa muy baja. En estas dos últimas especies la presencia de contaminación se hizo muy notoria.

Tratamiento 4: Escarificación mecánica

Este tratamiento solo se usó para el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), por dos razones, era la única especie con la cual encontramos textos donde se usaba, y era con la única que se podía hacer manualmente, debido a su tamaño, las semillas de carbón apenas llegan a los 5 milímetros de tamaño y las de guácimo no superaban los 2 milímetros.

Este tratamiento consiste en lijar la semilla con una lija gruesa por los bordes, ya sea haciendo solo los cuatro puntos cardinales o todo el alrededor de la semilla, nosotros optamos por lijar toda la semilla para así no tener problemas de diferenciación entre semillas. Este tratamiento se usa para reducir notablemente la capa más dura de la semilla y así facilitar la salida del embrión en la germinación.

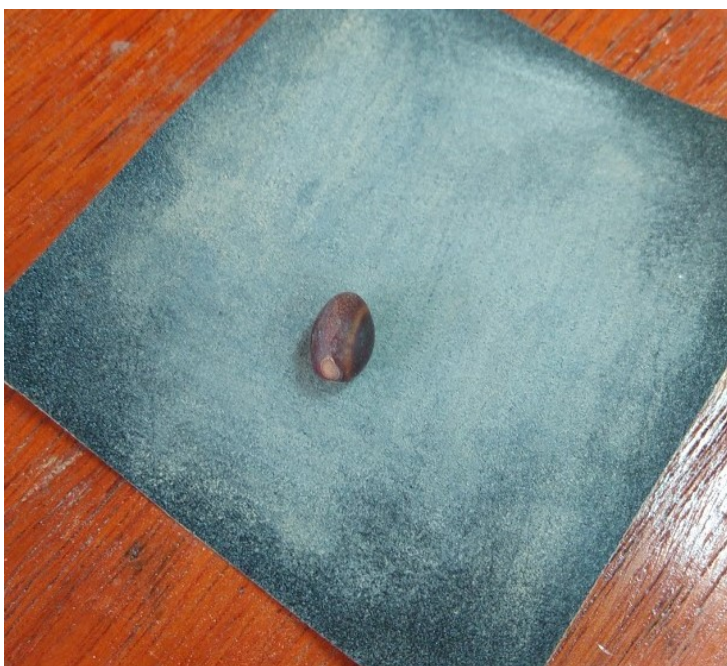


Imagen 11: Tratamiento de descarificación mecánica con semilla de guanacaste

Es un tratamiento muy laborioso, ya que para cada semilla se podía tardar hasta 15 minutos en lijar toda la zona deseada. Además de eso, si no se hacía con cuidado se podía dañar al embrión y matar la planta.

Los resultados de este tratamiento no fueron muy esperanzadores, poco más de la mitad de las semillas germinó, y muchas de estas y de las que no lograron

germinar presentaron contaminación.

Al plantar las semillas germinadas con este tratamiento vimos que una vez conseguían crecer unos centímetros se ponían amarillentas y morían. Por eso este tratamiento fue descartado como el tratamiento a usar en la pregerminación.

Tratamiento 5: remojo durante 24h en agua a 25°C

Este tratamiento solo se usó para el marango (*Moringa oleífera*), ya que según los documentos consultados era el mejor tratamiento para la germinación de esta especie.



Imagen 12: Tratamiento de remojo durante 24 horas con semillas de marango

Este tratamiento consistía en sumergir dichas semillas en agua a 25°C durante 24h, para ablandar la cascara de estas semillas y así facilitar la salida del embrión. Para poder-las sumergir se usó un vaso de precipitados con agua y un tope por la parte superior para sumergir las semillas, ya que estas flotan en agua.

Los resultados de este tratamiento fueron muy buenos. Casi el 100% de las semillas lograron germinar, y ninguna de ellas presentó contaminación.

Este tratamiento no fue usado en otras especies ya que en ningún documento consultado se nombraba, y el tratamiento con ácido que fue probado anteriormente dio muy buenos resultados.

Elección y resultados de los tratamientos para cada especie.

Para la selección de los tratamientos nos basamos en los resultados obtenidos en las distintas pruebas y los documentos consultados.

Para las tres especies más duras y difíciles de germinar, guanacaste, guácimo y carbón, se optó por el tratamiento 2, con ácido concentrado, puesto que los resultados obtenidos fueron muy buenos y bastante rápidos. Además del tiempo que duraba el tratamiento era muy corto, 30 minutos en ácido y 30 más para la colocación de las semillas.

Para la especie de madero negro se usó el tratamiento 1, remojo en agua, puesto que los resultados con este tratamiento fueron del 100%, y no se necesitaba ningún producto adicional, solamente remojar las semillas al momento de ponerlas sobre el papel húmedo para su germinación.

Para el marango se optó por el tratamiento 5, remojo en agua durante 24h. Pese a ser el tratamiento más extenso en tiempo, el poco trabajo durante esas 24h nos permitía hacer los otros tratamientos, y los resultados obtenidos fueron muy buenos.

6.5.2 Metodología del estudio de estrés hídrico del experimento 1

Una vez pasado un mes des del primer sembrado en el laboratorio de los primeros especímenes ya germinados y hasta obtener un número exacto de 360 muestras divididas entre 3 de nuestras cinco especies que corresponden guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y marango (*Moringa oleifera*), no obstante carbón i guácimo no forman parte en este experimento debido a su débil y lento crecimiento que han presentado durante este mes de plazo, no obstante sí que formaran parte del posterior experimento con el profesor Kenny en el estudio del estrés ambiental.



Imagen 13: Colocación para el experimento 1

Para la realización de este experimento organizamos nuestras muestras en tres bloques para así poder obtener 3 réplicas donde las someteremos a una serie de tratamientos: defoliación sin estrés

hídrico (defoliación del 50% de la planta por número de hojas cada mes), estrés hídrico sin defoliación, defoliación con estrés hídrico y nuestro grupo control (sin defoliación ni estrés hídrico), todo ello con sus tres repeticiones, es decir 90 plantas por cada replica y 30 por cada tratamiento donde habrán 10 de cada especie. Encontraremos 2 factores fijos como el corte con dos niveles: sin corte (SC) y con corte (C30) y el otros factor fijo será estrés hídrico, también en dos niveles: sin estrés (SS) y con estrés (CS). Es decir que al final obtendremos los 4 tratamientos nombrados anteriormente con estas nomenclaturas: SC SS (grupo control), SC CS, C30 SS y C30 CS.

El periodo de este experimento, es aproximadamente de 2 meses en invernadero más unos pocos más para la realización de las pruebas de laboratorio donde podremos obtener nuestros resultados finales y donde analizaremos cada uno de los objetivos propuestos.

Durante el periodo de invernadero de dos meses las plantas se irán regando de acorde a los cálculos de la capacidad de campo, nuestro nivel de riego será de 420 ml para los dos tipos de sustratos y las 3 diferentes especies. Por lo tanto regaremos con esa cantidad regaremos todas las plantas sin estrés cada dos días (C30 SS y SC SS) y las plantas que tengan que sufrir dicho estrés serán hidratadas una vez a la semana. Por otro lado durante ese tiempo se realizarán 3 cortes, 1 cada mes, más el corte inicial al iniciar el experimento. Este corte será pesado en masa fresca y puesto al horno a 105°C durante 24 horas y después seguidamente se volverá a pesar para adquirir el peso seco y a si saber la diferencia que surge entre esas medidas. Durante los periodos de riegos cada dos días se hará un seguimiento de sobrevivencia para determinar cómo se comportan las diferentes plantas según sus necesidades.

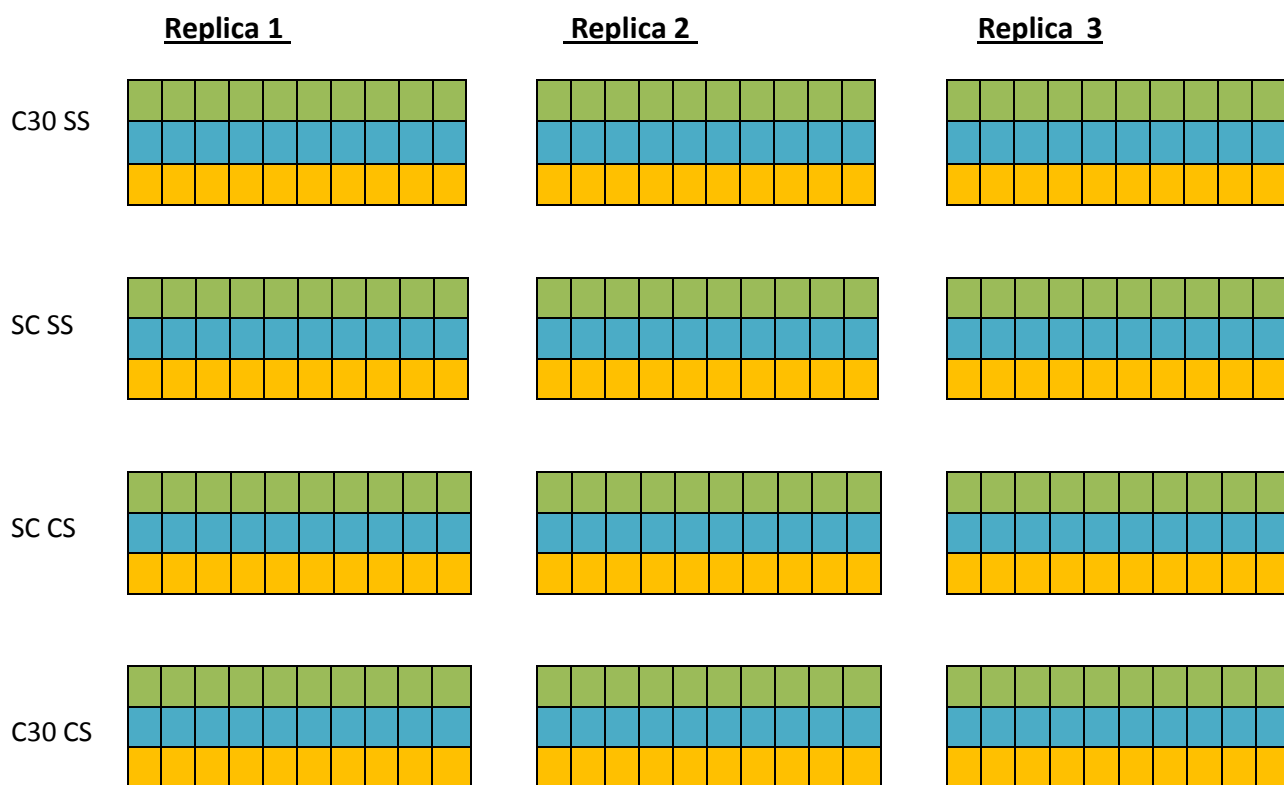
Otros tipos de medida que captaremos serán los diámetros y alturas de todas las muestras, estas medidas se agarrarán 1 vez al mes, el mismo día donde se realice el corte, para así disuadir posibles errores.




A finales del experimento, ya en los últimos días de recopilación de datos, se realizarán otras pruebas a dichas muestras, estas pruebas se realizarán, ya en la fase final de este experimento debido a sus características, entre estas pruebas encontramos la medición de tamaño y peso de las raíces (se realiza en la fase final del experimento, ya que su realización implica la muerte de la plantas y la destrucción de materiales desechables como las macetas de bolsas de plástico) o la capacidad foliar, que se trata de medir la cantidad de agua que mantienen las hojas de la copa de las plántulas dependiendo del tratamiento al cual se ha sometido.

Ya finalizados la fase de preparación y de obtención de resultados, analizaremos todos los resultados obtenidos y los computaremos con programas analíticos para poder dar respuesta a nuestros objetivos planteados y anunciados en los meses anteriores en las diferentes reuniones y los diferentes puntos de este trabajo.

Una vez finalizada la parte de preparación y la fase de obtención de resultados será necesario realizar trabajos estadísticos para poder cuantificar las diferencias fisiológicas que se hallan dado durante el trámite de este estudio.

Si queremos hacernos una idea visual de las características físicas que toma este experimento, podemos hacernos una idea con esta representación gráfica, diseñada para gestionar un apoyo logístico a la hora de trabajar, mientras la identificación “in situ” no sea del todo fácil y así evitemos errores en el trabajo.



	Madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>)		Guanacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)		Marango (<i>Moringa oleifera</i>)
---	--	---	---	---	--

Esquema 1: Distribución de las especies y sus réplicas en el experimento 1

6.5.3 Metodología del experimento 2

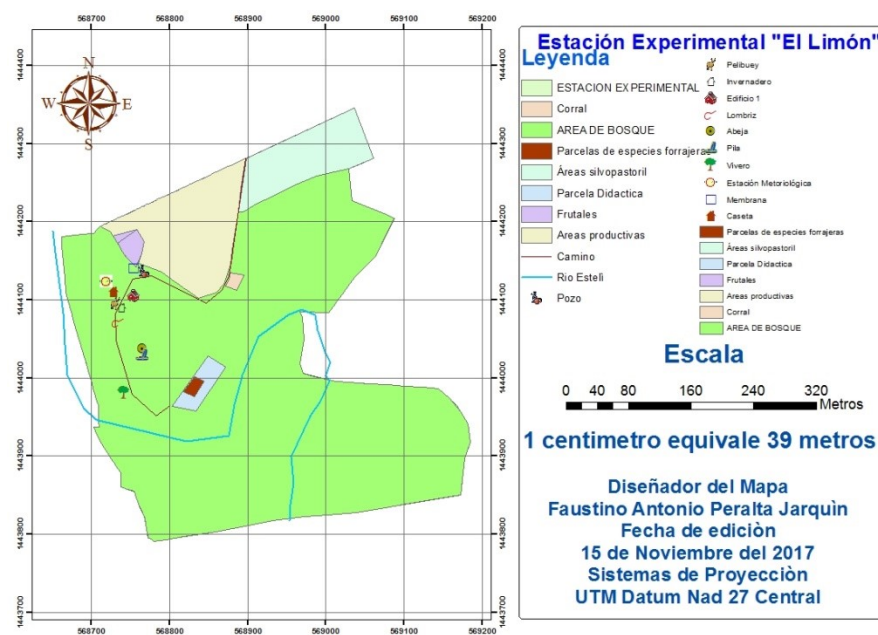
Una vez pasada la fase de preparación de sustrato, la fase de germinación de las diferentes especies y su respectivo sembrado. Las plántulas obtenidas pasaron aproximadamente mes y medio dentro de las instalaciones del invernadero para aislarlas de posibles problemas que podemos encontrar en el exterior, ya sean climáticos como la falta de agua o la sobresaturación de ella, como también de problemas ambientales como serían los ataques de las diferentes plagas de bacterias e insectos que encontramos frecuentemente en el campo o incluso de depredadores herbívoros como ovejas, cabras entre otros que se mueven libremente por las instalaciones del centro experimental. Con ese periodo de



Imagen 14: Campo parcela 1, en la estación experimental El Limón

tiempo obtuvimos también el nivel de plántulas en características y número necesarias para llevar a cabo una de nuestras fases de la tesis conjuntamente con el profesor Kenny, en cuya fase mediremos la viabilidad de estas plántulas durante un periodo aproximadamente de dos meses y de donde obtendremos resultados cada dos semanas después del plantado. Para la realización de este experimento usaremos 1000 plántulas de las 2000 que poseemos en el invernadero (400 individuos de cada especie), las 1000 restantes son empleadas algunas en el experimento de Verónica y otras se mantendrán vivas en el invernadero para poder-las tener como relevos i valores seguros ante posibles muertes repentinas y sin causas aparentes.

Para realizar esta fase de la tesis buscamos campos alrededor de la finca experimental donde poder llevar a cabo dicho experimento, entre los diferentes sitios consultados i observados encontramos 2 grandes lugares, uno situado dentro de la estación experimental a aproximadamente 20 metros de un rio y el otro situado en la zona de la Calabaza a aproximadamente unos 5 km de la estación y a unos 150 metros de un río que siempre lleva agua en la época húmeda.



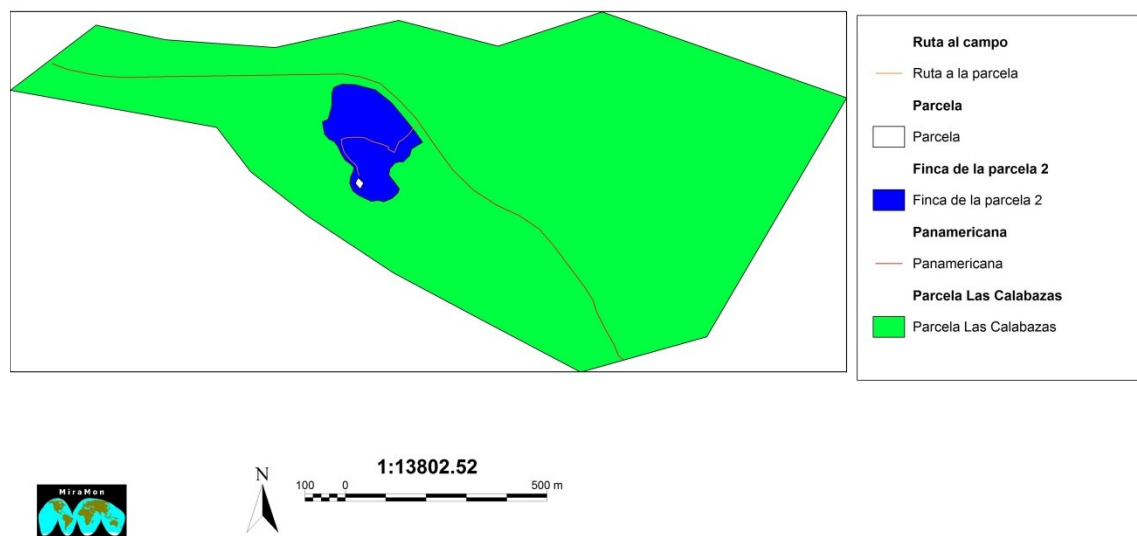
Mapa 5: Parcela experimental "El Limón". Realizado por Faustino Antonio Peralta Jarquín y editado por David Tañá

Características parcela 1 "El Limón": coordenadas UTM 16N (X:568830; Y: 14433983)

Esta parcela situada dentro el recinto del centro experimental el Limón, es propiedad de la UNAN (universidad de Nicaragua), pero está gestionada por la FAREM Estelí (la universidad del departamento de Estelí).

Geográficamente está situada a aproximadamente 300 metros del edificio del centro experimental y el invernadero, su orientación es en la cara sud de la heladera de la montaña (poco pronunciada) y a una altura de 875 metros, esta parcela estáhoit79

rodeada en la parte de arriba (norte) por un muro de piedra que la separa del bosque tropical seco donde podemos encontrar guácimo, carbón, quebracho ⁷ y cedro entre otros. En la parte inferior (sud), parte más próxima al río encontraremos un bosque de ribera con también guácimos, carbón. En el este oeste del campo la vegetación es sobretodo herbácea, ya que ambos sectores también son empleados como zonas experimentales y de pastoreo de ovejas, en esas zonas herbáceas predominan algunas leguminosas como los frijolitos, gramas y herbáceas como la valeriana, toda esta vegetación fue limpiada para poder tener una parcela lo más limpia posible para evitar problemas de crecimientos de nuestras plantas.



Mapa 6: Parcela Las Calabazas. Elaboración propia en base a ortofotos de "Google Earth"

Características parcela 2 "La Calabaza": coordenadas UTM 16N (X:571844; Y: 1443671)

Esta parcela se encuentra en el término comunitario de la Calabaza próximo a la ciudad de Estelí (3 km aproximadamente). En esta zona abundan el trabajo ganadero con pollos y gallinas y el trabajo agrícola con plantaciones de hortalizas, frijoles y árboles frutales como marangos, bananos y guayabas entre otros. Nuestra parcela está situada en la propiedad privada de Fernando Benavidez un ganadero y agricultor como también Ingeniero agroforestal.

Geográficamente estamos situados en la parte alta de la finca, en la cara este de la heladera rodeados por el monte en el norte-oeste es donde encontramos arboles de tipo bosque como el indio desnudo, guilihuiste⁸, amarguito⁹ y cola de pava¹⁰ entre

Quebracho⁷: *Schinopsis balansae* es un árbol nativo de Sudamérica, muy apreciado por su madera, utilizada en ebanistería, y por su alto contenido en taninos.

Guilihuiste⁸: *Spondias purpurea* es un árbol frutal que crece en las zonas tropicales de América, desde México hasta Brasil. Es muy común en Nicaragua.

amarguito⁹: *Tecoma stans* es una especie de planta de la familia de las bignoniáceas, nativa del continente americano. Se cultiva como planta ornamental por sus vistosas flores amarillas.

otros, en el sud de la parcela encontramos otro espacio destinado al cultivo rotatorio, ya sean pequeñas hortalizas chayas¹¹ y ayote¹² o leguminosas como frijoles, en la parte inferior, la que corresponde al este geográfico encontraríamos un campo fijo de frijoles cultivados separado de nosotros por una barrera viva de árboles fijos un escalón aproximadamente de 1m haciéndoles situarse a un nivel inferior al nuestro.

De lo contrario que la anterior parcela, esta presenta un poco de desnivel debido a que se encuentra en una heladera no muy erosionada por el tiempo, ese desnivel puede llegar al 1.50 metros de diferencia entre la parte inferior i la superior y de los lados que serían norte y sur la diferencia puede ser 0, pero respecto a la zona central puede llegar a los 50 centímetros, debido a esa forma de pequeño valle también encontramos numerosas piedras provenientes de la montaña que dificultan nuestro trabajo de plantación en este terreno franco-arenoso.

El orden de plantación en ambas parcelas fue el mismo i fue escogido aleatoriamente, pero para poder plantar primero de todo tuvimos que limpiar la parcela a golpe de machete y haza, limpiamos aproximadamente un espacio de 25 x 25 metros dando así una área de 625 metros cuadrados. De esta área solamente utilizaremos la parte central aproximadamente con 20 filas de 25 de plantas cada una, con separación de un metro entre planta i planta hacia todas direcciones, es decir, que de los 625 metros cuadrados iniciales, solamente emplearemos 500 metros cuadrados de la parte central más posible y así evitar las plagas más fácilmente.

Una vez marcado nuestro espacio de trabajo con estacas y cuerdas (hacer la gestión más fácil), procedemos a la realización de los primeros agujeros con barras de hierro para picar en el suelo y palas dúplex¹³ para poder quitar la tierra i darle forma cilíndrica, todo esto con una profundidad no superior a los 17 cm de altura de la bolsa y así evitar el hundimiento de la planta i posibles creaciones de charcos en la zona que podrían dañar seriamente el experimento.

Realizándose el trabajo fila por fila de 25 plantas, para así poder realizar el trabajo de forma más ágil y visual. Una vez realizados los primeros 25 hoyos nos dispondremos a plantar las plántulas un poquito más elevadas respecto al nivel base del suelo para evitar el problema nombrado anteriormente de la especie que toque y de esta forma

cola de pava ¹⁰: *Hymenolobium mesoamericanum* es un árbol del dosel en bosques húmedos con una precipitación superior a 3.000 mm anuales, desde Honduras hasta Panamá.

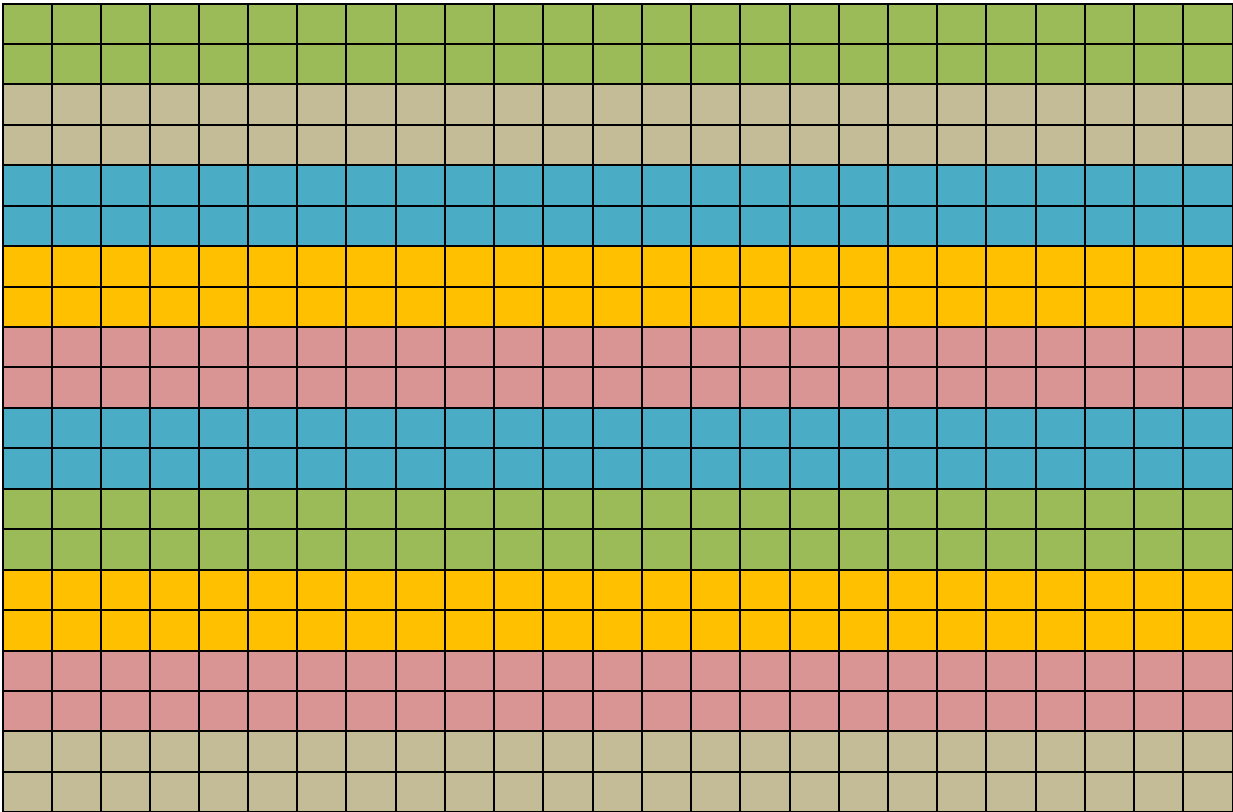
chayas ¹¹: *Cnidoscolus aconitifolius*, variedad cultivada altamente estéril 'Chayamansa' es considerada un derivado de la especie silvestre, *C. aconitifolius*. Usos. Las hojas tiernas de la chaya y sus gruesos y succulentos tallos constituyen una hortaliza gustosa, nutritiva, y no viscosa cuando se cocina.

ayote ¹²: *Cucurbita argyrosperma* (en una época conocida como *Cucurbita mixta*) es el nombre científico de una especie de plantas cucurbitáceas originaria de Mesoamérica, que junto con otras especies emparentadas (*Cucurbita pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*) forman un grupo de especies de calabazas.

Pala dúplex¹³: herramienta de trabajo de campo, empleada para hacer hoyos cilíndricos donde poder plantar, esta herramienta está formada por dos palas semicilíndricas unidas por una rosca parecida a la forma de una tijera

iremos repitiendo con las restantes hileras. Una vez realizada toda la plantación procedimos a liberar el espacio de estacas i cuerda para poder darle el aspecto más natural posible

El orden gráfico que representaría de la mejor forma visual esta distribución explicada anteriormente, tendría estas características:



	Madero Negro (<i>Glicidia sepium</i>)
	Guanacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)
	Guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)
	Carbón (<i>Acacia pennatula</i>)
	Marango (<i>Moringa oleifera</i>)

Esquema 2: Distribución de las especies en el experimento 2 en ambas parcelas

Una vez pasado un plazo de 2 semanas procedimos a obtener nuestra primera base de dadas para poder evaluar todo el experimento en base a ella, obteniendo futuros datos cada 2 semanas por un espació.

El procedimiento de obtención de datos se hará en base a una tabla de datos versión Excel, preestablecida anteriormente con el profesor Kenny y acorde con los objetivos de nuestra tesis y las características de la parcela.

La obtención de datos de este experimento consiste en agarrar i determinar el diámetro y altura de la planta con un pie de rey y un metro (en este caso empleamos el metro pero también pueden emplearse la cinta métrica o una regla fija de madera o plástico siempre y cuando esté acorde con el SI i presente la menor error posible), esta última medida puede contener errores debido a la percepción personal de la persona, el estado hídrico temporal de la planta o a condiciones atmosféricas como el tiempo que puede hacer torcer las plantas. Otras medidas que captaremos será el número de hojas que posee la planta y también la posible afectación que esté sufriendo la planta como la cloración (clorótica)¹⁴, hongos, sompopos¹⁵, sequedad por falta de agua y cortadas debido a la presencia de grillos y saltamontes.

Para la realización de las distintas plantaciones en las fincas usaremos un dispositivo de geolocalización para poder localizar las plantas plantadas, etiquetándolas para una posterior identificación. Se analizará cada finca en la que plantaremos, para conocer sus características espaciales, la familia de animales que vive en esa finca si se diera el caso, las condiciones del subsuelo y su hidrología superficial, para especificar si sufre problemas de erosión o compactación y ver qué beneficios puede tener el uso de estas plantaciones. También haremos un pequeño estudio sobre cada planta plantada, para poder ver su evolución desde el primer estadio hasta la finalización de nuestro estudio. Para ello usaremos una plantilla de elaboración propia (véase anexo “3 Tabla de determinación del estrés ambiental en el crecimiento en campo”) Donde se recogerán todos los datos obtenidos de las plantas según su código.

Para la geolocalización usaremos programas de geolocalización en el teléfono móvil para poder hacer una cartografía de la distribución de estas a través de programas cartográficos como Miramón o Arcgis.

Para la plantación de cada individuo usaremos los métodos más adecuados en cada caso y con la ayuda de las herramientas disponibles, como picos y palas, tierra de abono, y otros materiales.

cloración¹⁴: proceso de decoloración de la planta por falta de captación de nutrientes, puede llegar a provocar la muerte en casos severos.

sompopos¹⁵: hormigas rojas especializadas en cortar hojas de árboles y arbustos para procesar su propio alimento, pueden suponer grandes problemas de plagas en campos de cítricos como naranjas, limoneros o mangos entre otros , puede llegar a provocar grandes pérdidas económicas por muerte de árboles en casos graves, en nuestro caso fácilmente pueden llegar a provocar la muerte de la planta por falta de clorofila al no tener hojas para captar la luz solar.

6.5.4 Determinación de la viabilidad y supervivencia de la planta en el experimento 2

Para determinar el estrés sufrido por la planta en las distintas fincas utilizaremos una plantilla de elaboración propia, donde se clasifican las plantas según la especie, la finca y el tipo de afectaciones que sufren.

La finalidad de esta plantilla es poder estandarizar la recogida de datos y poder determinar cuantitativamente y cualitativamente el estrés sufrido por las plantas. En la plantilla se plasmará el número de serie de la planta, su localización según la finca y la parcela donde se encuentre, con que afectaciones se encuentra cada planta

Para describir la parcela se evaluará su tamaño, en metros cuadrados o hectáreas según sea conveniente, el tipo de sustrato que presente. Además, si presenta alguna anomalía remarcable (presencia de erosión evidente, uso de la parcela para otros fines aparte de la cría de animales, accidentes orográficos destacables, etc.) también se verá reflejada en el informe de cada finca.

6.5.6 Geolocalización de las plantas y cartografía

Para la geolocalización de las plantas usaremos la geolocalización del teléfono móvil para poder tener los puntos exactos de cada planta y así poderlos representar en un mapa. Además nos servirá en el caso que haya algún problema con algunas plantas y estas desaparezcan (por ser comidas al completo por las plagas) poder saber con precisión dónde se encontraban cada una de ellas.

Para la cartografía usaremos programas cartográficos como Miramón o Arcgis, según nos facilite más el traspaso de información y la obtención de estos programas (Arcgis es de pago), haremos tanto cartografía de localización de las plantas como del uso de las cubiertas del suelo, para poder entender mejor los resultados que obtendremos.

6.5.7 Obtención de resultados

Para la obtención de resultados nos basaremos en las plantillas rellenas adecuadamente durante los meses del estudio, los datos recogidos a lo largo de nuestra estancia. Para ello haremos uso de programas analíticos como Microsoft Excel o Statview. Los resultados obtenidos serán contrastados con nuestro supervisor del trabajo en Nicaragua, Kenny López, para asegurarnos de no tener errores a la hora de analizar todos los datos.

6.5.8 Análisis de los resultados y contraste con nuestra hipótesis

Aquí veremos cómo analizaremos nuestros resultados, y como contrastaremos nuestros datos con datos de otros estudios y de nuestro control. También explicaremos como contrastaremos nuestras hipótesis

1. Análisis de los resultados

Para hacer un análisis detallado de nuestros resultados trataremos de analizarlos junto a nuestro supervisor K. López, para tener una visión más detallada sobre estos. Usaremos programas analíticos como Excel para obtener unos resultados resumidos y poderlos plasmar de forma más comprensiva en el trabajo y así intentar hacer más amena toda la parte de resultados.

2. Contraste con nuestra hipótesis

Para contrastar nuestra hipótesis usaremos los resultados obtenidos del análisis anterior, viendo si nuestra hipótesis estaba equivocada o que si por el contrario era cierta. Para poder contrastarlo miraremos todos los resultados y nos aseguraremos de que todos ellos contrastan de la misma manera nuestra hipótesis.

7 Resultados

En este apartado del trabajo, se presentaran los diferentes resultados obtenidos según los objetivos planteados anteriormente, las discusiones de dichos resultados serán planteados y expuestos en el próximo apartado de diagnóstico de trabajo.

Los siguientes resultados han sido expuestos de forma ordenada de acuerdo a las necesidades del estudio.

7.1 Resultados del objetivo número 1:

El objetivo 1 de nuestro estudio hace referencia a la necesidad que tenemos de hacer germinar nuestras propias semillas para poderlas usar en los diferentes experimentos. Para ello se decidió hacer múltiples pruebas pregerminativas y así obtener la información necesaria para poder determinar cuál sería a groso modo el mejor método pregerminativo y por consiguiente el mejor método para iniciar la creación del banco de proteínas.

Cabe recordar que se emplearon 5 tratamientos pregerminativos de forma diferenciada entre las diferentes especies de semillas de acuerdo a la literatura bibliográfica encontrada, estos son los tratamientos realizados a las distintas especies:

<u>Especie</u>	<u>Tratamiento pregerminativo</u>	<u>Motivo</u>
Guanacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	- sin tratamiento - ácido sulfúrico 98% - baño en agua - escarificación mecánica	Se trata de semillas con un exterior duro y muy resistente, pero de fácilmente rompible mediante la absorción de agua según la bibliografía recopilada
Guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	- ácido sulfúrico 98% - baño en agua a 75°C	Se trata de semillas de tamaño muy reducido y una fisiología dura y resistente, altamente condicionadas por el agua según la información recopilada
Carbón (<i>Acacia pennatula</i>)	- sin tratamiento - ácido sulfúrico 98% - baño en agua 75°C	Semillas no muy resistentes y muy condicionadas por cambios de pH
Madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>)	- sin tratamiento	Semillas con un nivel de éxito en la germinación muy elevado, esto hace innecesario el uso de otros tratamientos pregerminativos

Marango (<i>Moringa oleifera</i>)	- baño en agua 24 horas a 25°C	Semillas físicamente no muy duras o resistentes, presentan tasa de germinación elevadas en métodos donde se emplee agua, según la bibliografía estudiada.
-------------------------------------	--------------------------------	---

Tabla 3: Tratamientos pregerminativos para las distintas semillas y motivos de su elección. Elaboración propia

Una vez conocidos los criterios básicos para la realización o no de dichos tratamientos pregerminativos procederemos a observar los resultados obtenidos. En dichos gráficos observaremos 3 denominaciones posibles por cada semilla; germinada, si la semilla ha germinado pasado un periodo de tiempo relativo; muerta, si la semilla no ha germinado o no a llegado a germinar pasado un periodo relativo de tiempo; contaminadas, semillas que pueden encontrarse germinadas o muertas pero que presentan características fisiológicas observables de contaminación (hongos mayormente) a simple vista.

Los resultados observables en graficas son los siguientes:

Tratamientos pregerminativos para el guanacaste:

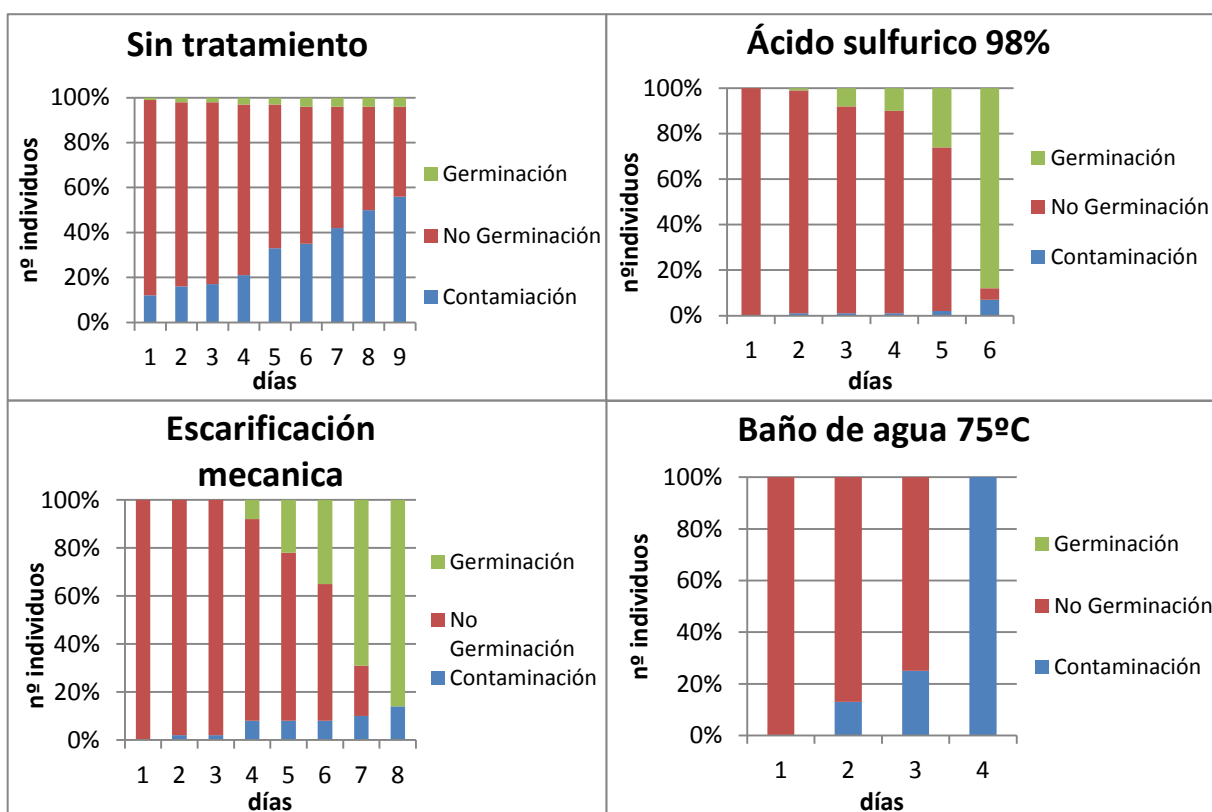


Gráfico 1: Representación de los resultados de tratamientos pregerminativos del guanacaste. Elaboración propia.

De las 4 tratamientos realizados podemos observar una ciertas predilecciones por tratamientos fuertes, físicos o químicos, como a su vez ciertas tendencias problemáticas a través de tratamientos donde el factor humedad es muy importante.

Tratamientos pregerminativos para el carbón:

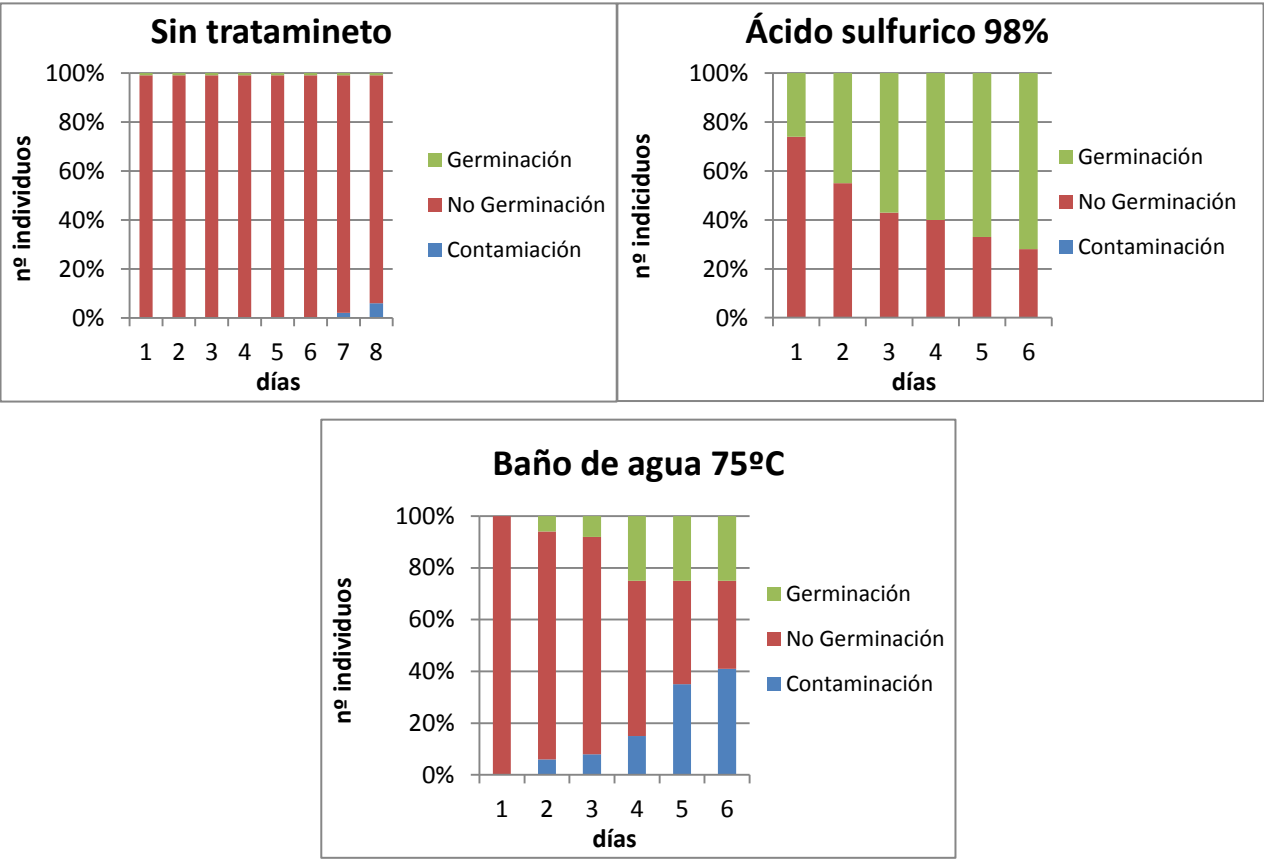


Gráfico 2: Resultados de los tratamientos pregerminativos del carbón. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en nuestras muestras

A simple vista podemos observar que el carbón debe de estar sujeto a algún tratamiento pregerminativo para poder obtener la máxima germinación posible, debido a características fisicoquímicas de la corteza de la semilla.

Tratamientos pregerminativos para el guácimo:

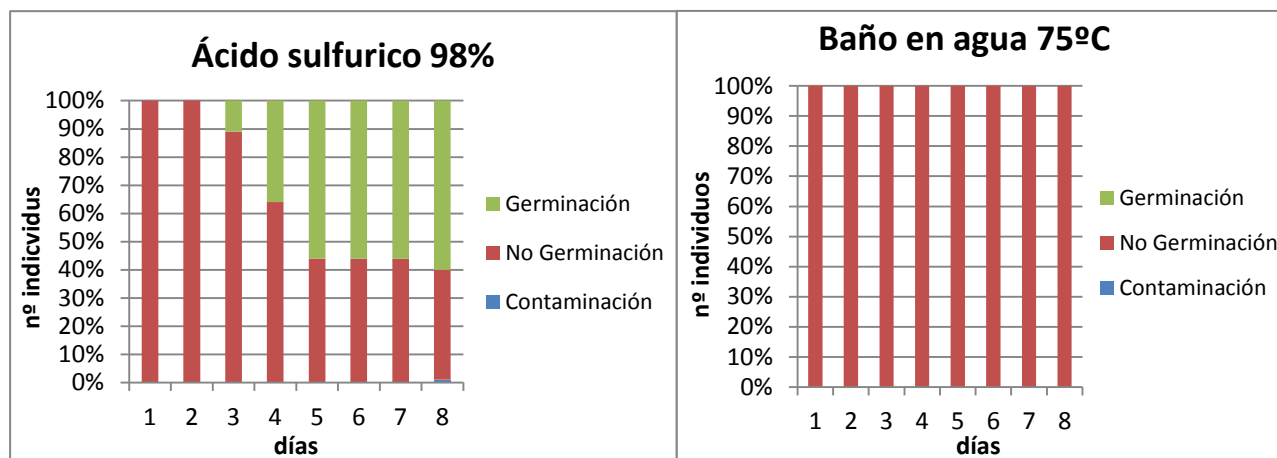


Gráfico 3: Resultados de los tratamientos pregerminativos del guácimo. Elaboración propia en base los resultados de nuestras muestras

Las semillas de esta especie de árbol forrajero, se caracterizan por tener un tamaño bastante reducido, por eso, es prácticamente imposible la realización del tratamiento mecánico. Por otra parte no se realizaba el tratamiento pregerminativo “sin tratamiento”, debido a las características que presenta la parte exterior de la semilla.

Tratamientos pregerminativos para el madero negro:

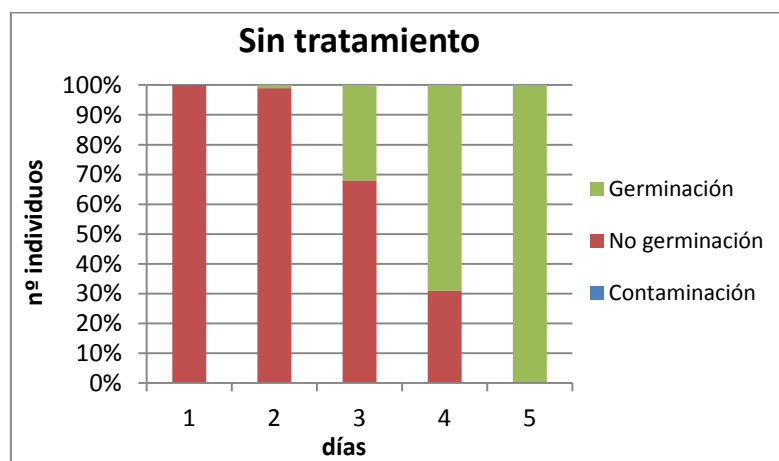


Gráfico 4: Germinación madero negro. Elaboración propia

Tabla XXX de elaboración propia a través del resultado de muchas muestras en la fase inicial del trabajo “tratamientos pregerminativos”, esta especie presenta poca importancia del medio y sus recursos, debido a su alta tasa de germinación sin tratamientos aparentes.

Las semillas de madero negro, son unas semillas pequeñas con una forma fisiológica de “lenteja”, y con capacidades químicas para poder obtener facilidades en el periodo de germinación, es decir, que estamos hablando de un tipo de semilla que presenta pocos o ningún problema de germinación, independientemente del tratamiento que se realice, no obstante los tratamientos con humedad o agua o incluso la puesta en bolsa para la germinación, son los tratamiento más utilizados.

Tratamientos pregerminativos para el marango:

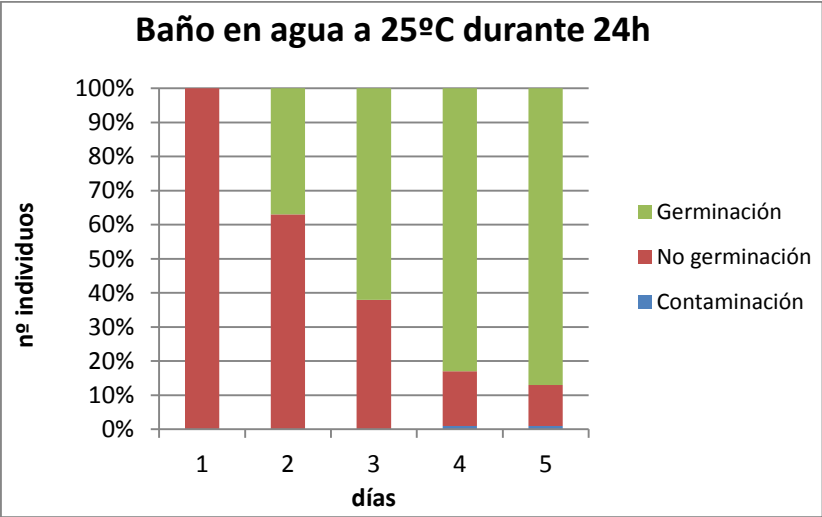


Gráfico 5: Germinación del marango. Elaboración propia

Tabla XXX: esta tabla ha sido creada por elaboración propia través de los resultados extraídos en la primera fase del estudio, en los tratamientos pregerminativos.

Como observamos en esta gráfica, esta especie de árbol forrajero presenta una buena tasa de germinación con solo un tratamiento hídrico de un periodo largo, eso se debe a las características que presentan estas semillas, adaptadas a climas muy húmedos y latitudes bajas (en el nivel del mar, se siente muy cómoda esta planta).

Una vez analizados los diferentes tratamientos con sus respectivas semillas de diferentes especies, nos disponemos a analizar cuál de las 5 especies de semillas tiene un mayor porcentaje de germinación una vez establecido el tratamiento pregerminativo más beneficioso para ella misma.

Por tanto en este grafico que veremos a continuación, observaremos representada, una comparación entre los mejores tratamientos pregerminativos, con los resultados

obtenidos en las distintas especies de semillas, todo ello en las mismas condiciones físicas y climáticas posibles y con el mismo número de individuos.

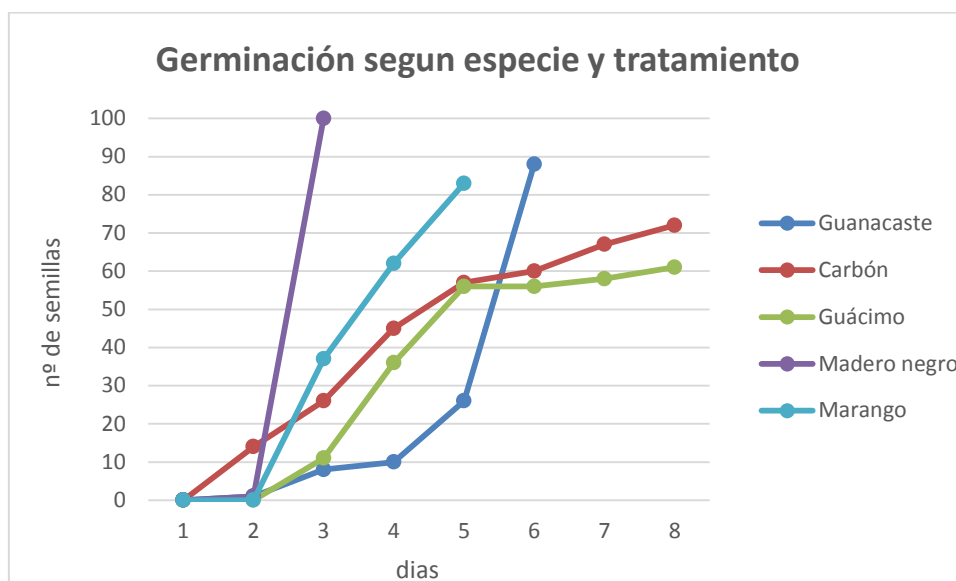


Gráfico 6: Germinaciones según especies con los tratamientos elegidos para el trabajo

Tabla XXX: tabla de elaboración propia donde podemos dar respuesta al tratamiento pregerminativo más efectivo, dependiendo de especie de semilla y el tiempo que se tarde.

Este gráfico se realizó para poder desarrollar una idea/opinión sobre cuáles deberían ser los mejores tratamientos pregerminativos para nuestras distintas especies y así poder crear y establecer nuestro banco de proteínas. También gracias a esta gráfica y a todas las demás realizadas para dar respuesta a este objetivo, pudimos saber aproximadamente cuantas semillas serían necesarias para las respectivas especies y también pudimos calcular aproximadamente el tiempo necesario para obtener 500 individuos per cada especie, aproximadamente 2000 ejemplares de seres vivos, los cuales se utilizaran para el experimento de Verónica sobre el estrés hídrico i el de Kenny sobre estrés ambiental.

7.2 Resultados del objetivo número 2

Para dar respuesta a nuestro objetivo número dos, donde hacemos referencia a la mejora de la contribución al sistema silvopastoralismo, analizaremos los índices de preferencias obtenidos del ganado sobre dicha especies, por compañeros nuestros en trabajos pasados como “El silvopastoralismo como herramienta de conservación”, realizado Alberto Garcia, Bruno Barragan y Dani Querol realizado en el 2016, con los datos medios de crecimiento en altura y diámetro para las diferentes especies arbóreas de los 4 tratamientos realizados. Al comparar estos dos resultados, podremos

saber cuáles son las especies de árboles forrajeros que presentan más problemáticas o menos en condiciones de estrés hídrico.

Los índices de preferencias nos indican una tendencia a preferir especies como el carbón o el guácimo, por ganado vacuno, ovino y caprino, no obstante los índices de preferencia eran inconcluyentes debido a sus bajos índices, por lo tanto podemos decir que hay tendencias por ciertas especies forrajeras dependiendo de sus componentes nutricionales y su adaptaciones al medio.

En lo que hace referencia a los datos de crecimiento y diámetro, hemos obtenido información gracias al experimento de campo del profesora Verónica con las 3 especies forrajeras, nombradas anteriormente y hemos analizado con el programa estadístico statview los resultados obtenidos para determinar y comprender mejor su dinámica de crecimiento y así dar respuesta a nuestro objetivo.

Índices de preferencias de especies forrajeras según los tipos de ganado, la especie marango, no ha sido estudiada en estos índices de preferencia al tratarse de una especie foránea y que no se encuentra fácilmente cerca de granjas ganaderas, ya que se trata de un árbol más utilizado en el mundo de la jardinería que no en el mundo ganadero, en forma de alimento.

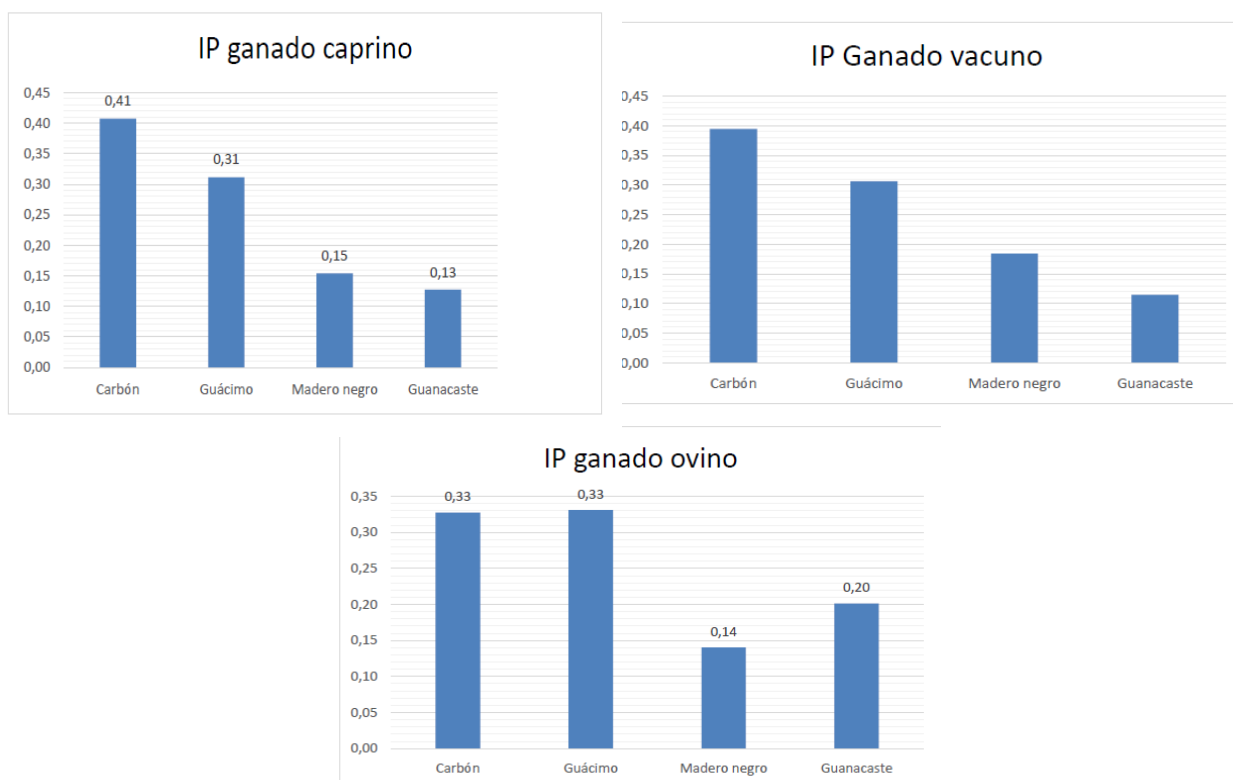


Gráfico 7: Índices de preferencia según tipo de animal.
Extraída del trabajo: "El silvopastoralismo como herramienta de conservación"

En ella se pueden ver los diferentes índices de preferencia de los animales más fáciles de encontrar en las diferentes ganaderías de Estelí.

Una vez observados los diferentes índices de preferencia, hemos analizado las variables de diámetro y altura para las diferentes especies, en los diferentes tratamientos realizados. En dichos resultados, hemos considerado que los valores correspondían a una distribución normal y hemos aplicado análisis de la variancia con el test de Fisher, estudiando y calculando errores standard y las diferencias entre las medias representadas de los diferentes tratamientos. Y así dar respuesta al objetivo planteado.

Madero negro (*Gliricidia sepium*)

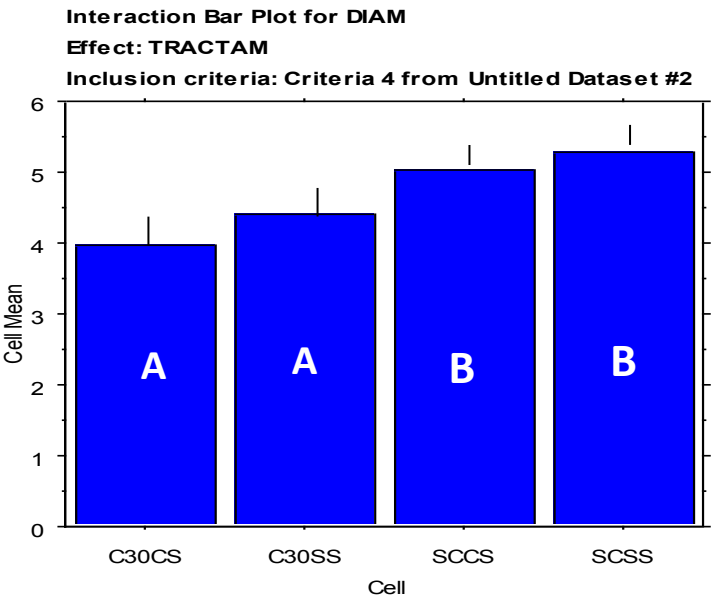


Gráfico 8: Diámetros del madero negro según su tratamiento. Elaboración propia

Como podemos observar las medias de los diámetros son diferentes entre los tratamientos con defoliación y estrés hídrico, no obstante son iguales entre ellas, podemos observar como aparentemente el madero negro presenta mejor crecimiento en condiciones normales (grupo control = SCSS) que no en estrés hídrico o defoliación.

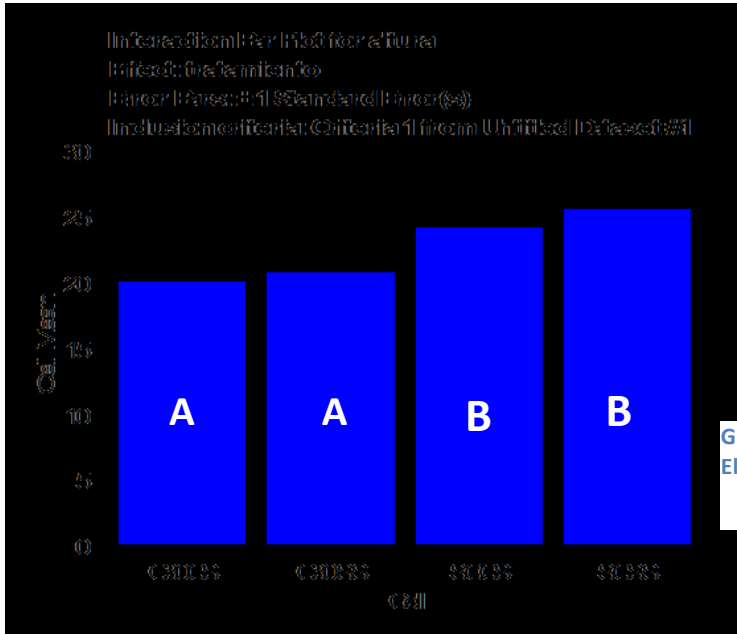


Gráfico 9: Alturas del madero negro según su tratamiento. Elaboración propia

Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)

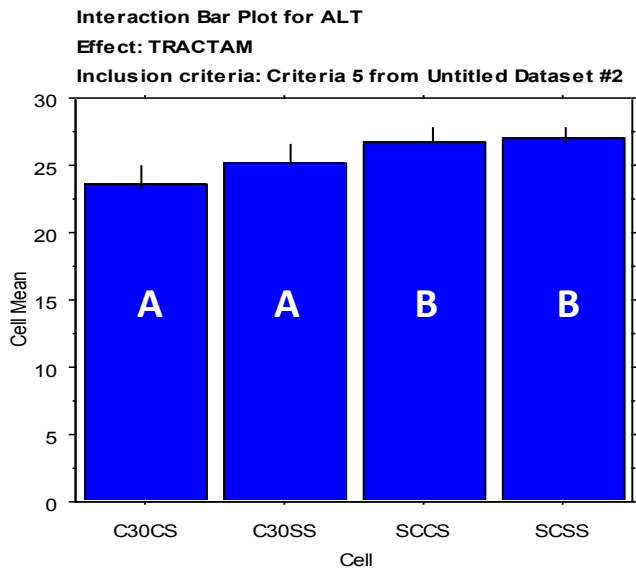


Gráfico 10: Altura del guanacaste según su tratamiento. Elaboración propia

Como podemos observar, la diferencia de altura entre estrés por defoliación y estrés hídrico es notorio y puede ser diferenciado mediante un cálculo de Fisher PLSD donde analizamos la variancia a través de las medias de nuestros resultados. Si interpretamos el grafico observaremos como la dinámica del guanacaste es mejor en condiciones de estrés hídrico que por defoliación.

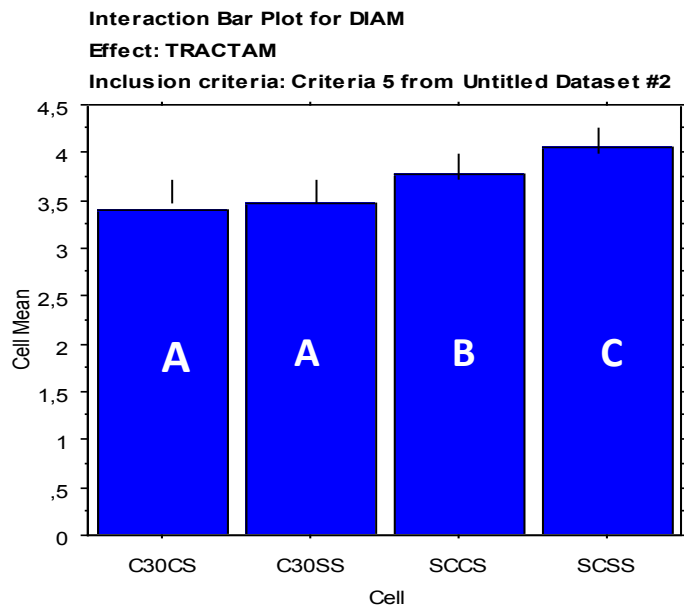


Gráfico 11: Diámetro del guanacaste según tratamiento. Elaboración propia

En la gráfica anterior hemos podido observar como las diferentes muestras son significativamente diferentes, también observamos la dinámica explicada en la medida de alturas debido a las mismas circunstancias.

Marango (*Moringa oleifera*)

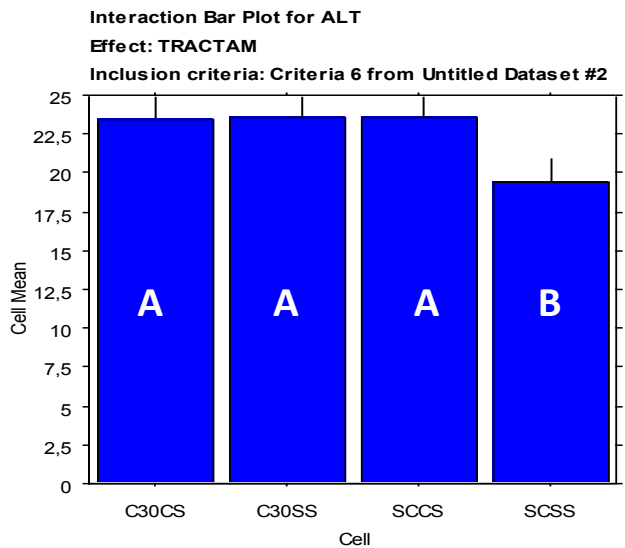


Gráfico 12: Altura del marango según tratamiento.

Cómo podemos observar en esta gráfica, las diferencias entre las respectivas medias, no son muy significativas, pues sus valores se asemejan demasiado entre tratamientos, no obstante podemos observar como en la variable altura, el marango presenta mejores valores en lo que respecta a tratamientos con defoliación y estrés hídrico. También cabe decir, que las plántulas de marango tuvieron que superar adversidades muy complicadas, en lo que se refiere al término de plagas de sompopos, ya que afectaron plenamente en el estudio, reduciendo los valores de C30CS y SCCS.

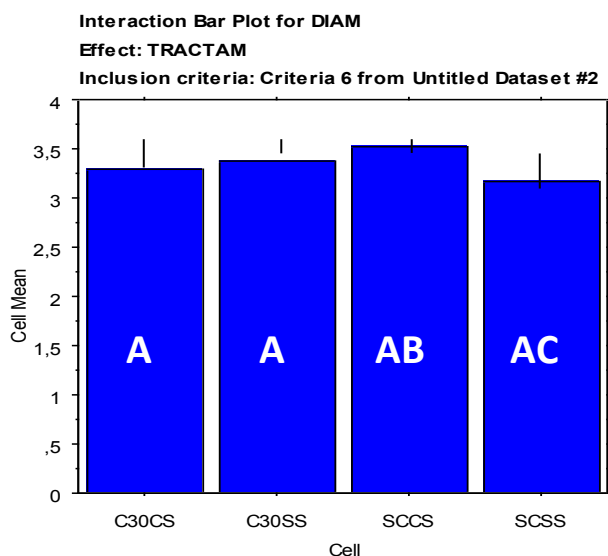


Gráfico 13: Diámetro del marango según tratamiento

Como ya hemos observado en la gráfica perteneciente a la variable altura, la dinámica de crecimiento se repite dando resultados aparentemente mejores a aquellos tratamiento que tienden a ocasionar modificaciones en la planta, ya sean por defoliación o por estrés hídrico, en este apartado también observamos como las afectaciones por sompops podrían llegar a ser perjudiciales a la hora de realizar la diagnosis y de determinar las conclusiones.

7.3 Resultados del objetivo 3

Para dar respuesta a este objetivo se han analizado los datos de crecimiento en el campo de las cinco especies con el test de Fisher PLSD, creando gráficos de barras para

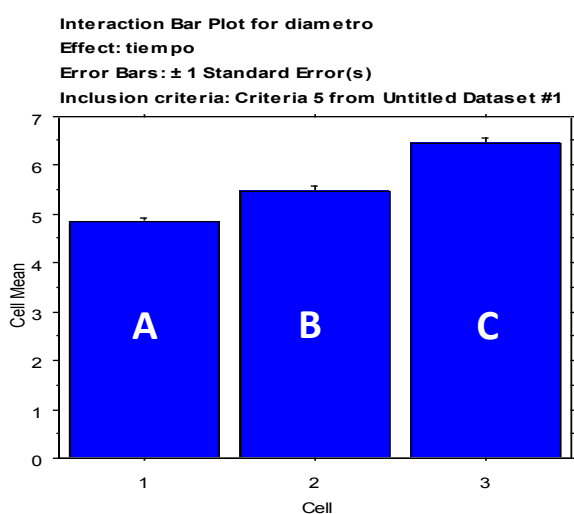


Gráfico 14: Diámetro del madero negro entre las tres mediciones.

mostrar más fácilmente cómo han evolucionado las plantas a lo largo del tiempo en las 3 mediciones que se hicieron.

Madero negro (*Gliricidia sepium*):

Para analizar el crecimiento del madero negro hemos usado el programa "StatView" para analizar las mediciones de diámetro, altura y número de hojas. Con este análisis encontramos la evolución del crecimiento de las plantas y si los cambios observados en las

distintas mediciones son representativos.

Como se puede observar en la gráfica se ve una evolución positiva en el grosor del tallo de la planta, y gracias a los análisis podemos decir que el crecimiento es significativo entre las tres mediciones. Vemos también que el error estándar de las mediciones es muy pequeño en todas tres mediciones, alrededor de 0'1 en todas.

En términos de porcentaje, la media de crecimiento del Madero negro en grosor de tallo es del 33%, lo que nos indica que creció un tercio de su grosor original entre las tres mediciones.

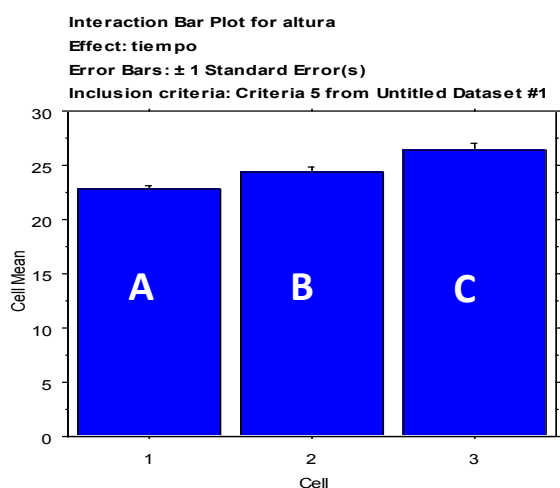


Gráfico 15: Altura del madero negro entre las tres mediciones

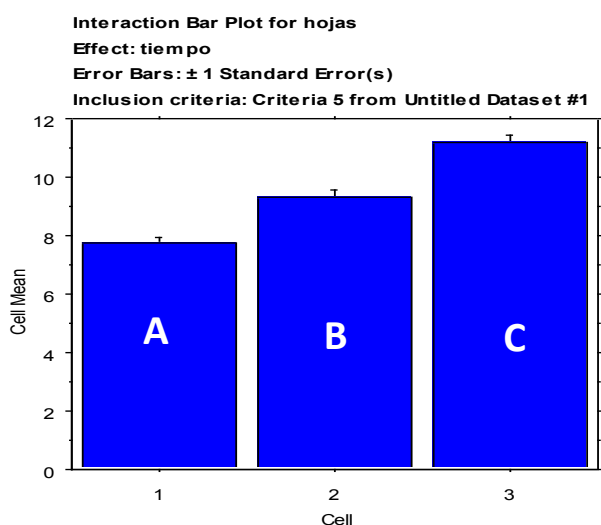


Gráfico 16: Número de hojas del madero negro en las distintas mediciones

Si no fijamos en la altura también podemos observar un crecimiento positivo entre las tres mediciones. Con estos datos ya podemos concluir que esta especie tiene una evolución positiva a lo largo del tiempo en crecimiento. Pero no obstante también influye en la viabilidad del establecimiento del banco de proteínas, la producción foliar que tengan las especies y las afectaciones que puedan sufrir.

El crecimiento en altura de esta especie entre la primera y la última medición es del 16% la mitad que el crecimiento en grosor del tallo.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por el análisis del número de hojas podemos observar como aquí la evolución también es positiva, siendo significativamente distintos los resultados obtenidos en las distintas mediciones. El crecimiento en número de hojas es del 43% entre la tercera y la primera medición, lo que nos indica que el número de hojas aumentó la mitad aproximadamente respecto al número de hojas original. Con estos tres datos ya se puede constatar que el Madero negro tiene un crecimiento en campo positivo, desde las primeras etapas.

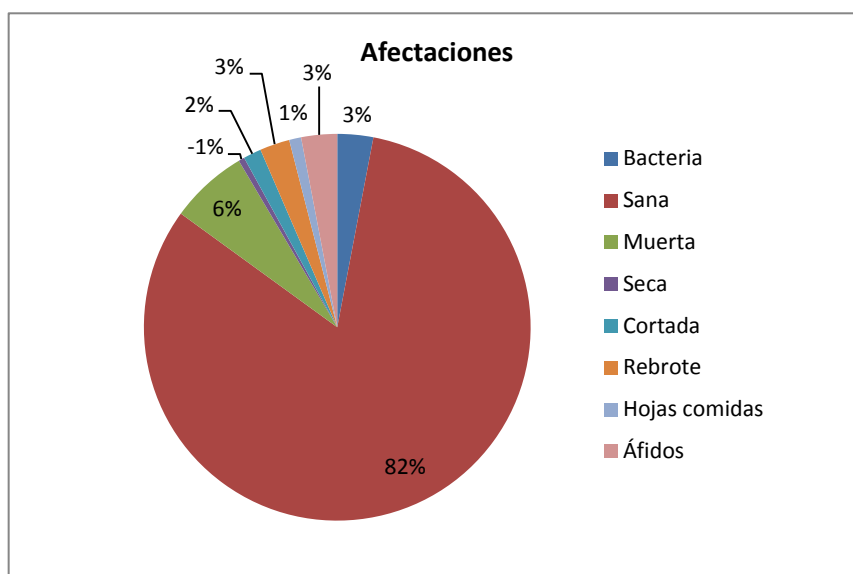


Gráfico 17: Afectaciones a las plantas de madero negro.

Cuando analizamos las afectaciones sobre esta especie podemos ver que hay una gran variedad de afectaciones, pese a eso, las plantas afectadas no superan el 18% de las totales.

Las afectaciones que podemos ver son afectaciones por bacteria, que afecta a las hojas mostrándose

con manchas amarillas que secan la parte de la hoja afectada. También vemos que se encontraron plantas secas, en esta afectación no entran las plantas que se habían secado por completo, ya que estas se contaban como muertas, sino plantas que presentaban signos de necesitar más agua, como hojas caídas, arrugadas o tallos doblados o con poca fuerza. Una de las mayores afectaciones y por la cual se daban la mayoría de muertes era el corte de las plantas por insectos, los grillos cortan esta especie por el tallo, dejando la planta cortada y, si el corte era en la zona más baja del tallo, matando la planta. Los Áfidos también supusieron un problema en esta especie, a pesar de no ser el principal problema.

Carbón (*Acacia pennatula*):

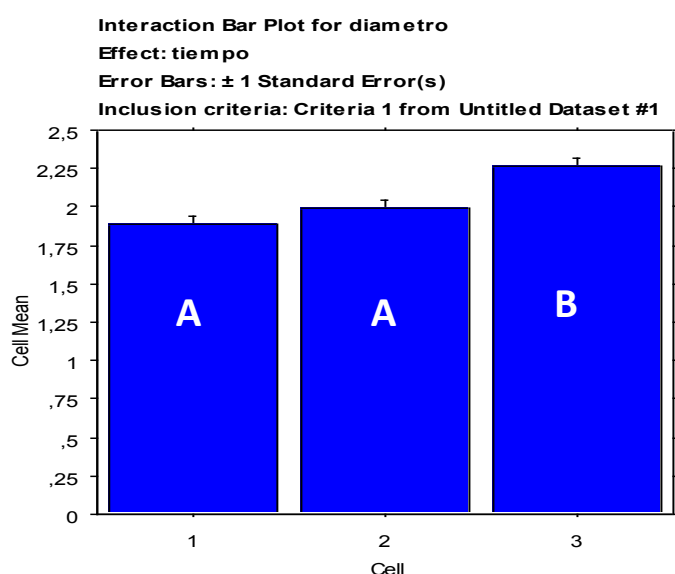


Gráfico 18: Diámetro del carbón en las distintas mediciones

Analizando el grosor del tallo en el carbón se puede ver que tiene un crecimiento a lo largo del tiempo, pero con las estadísticas observamos que el crecimiento solo se da significativamente entre la medida 1 y 3. El crecimiento no es significativo entre las medidas 1 y 2 porque la disparidad de datos hace que, aunque la media sea mayor, no se pueda asegurar que las

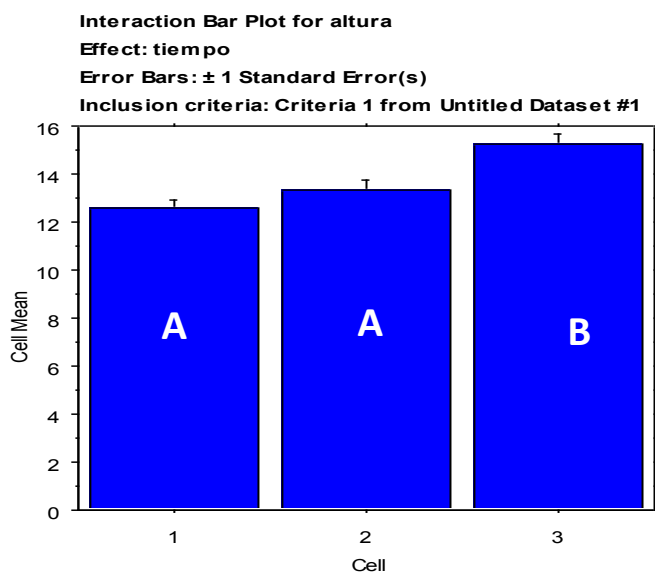


Gráfico 19: Altura del carbón en las distintas mediciones

mediciones sean distintas.

Si tenemos en cuenta el porcentaje de crecimiento medio es del 22'7%, un poco menos que en caso del Madero negro.

Si observamos la altura del tallo vemos que sigue una tendencia creciente. Aun así solo podemos asegurar que el crecimiento se da entre la medida 1 y 3 de esta

secuencia, por la misma razón que en el análisis del grosor del tallo. Este crecimiento es del 21% muy parecido al crecimiento en grosor del tallo. Pese a todo, podemos concluir que el carbón tiene un crecimiento positivo a lo largo de las tres mediciones en altura y grosor del tallo.

En el caso del número de hojas se hace patente este crecimiento. En este caso el crecimiento del número de hojas ya es significativo tras la segunda medición. Podemos ver como el número de hojas que presentan esta especie aumenta con rapidez, concretamente tiene un crecimiento de hojas del 59%. Esto es un dato muy positivo para el establecimiento de un banco de

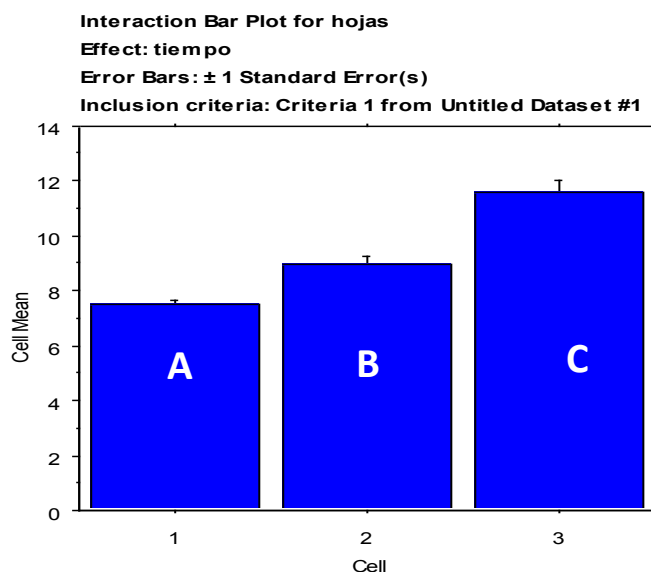
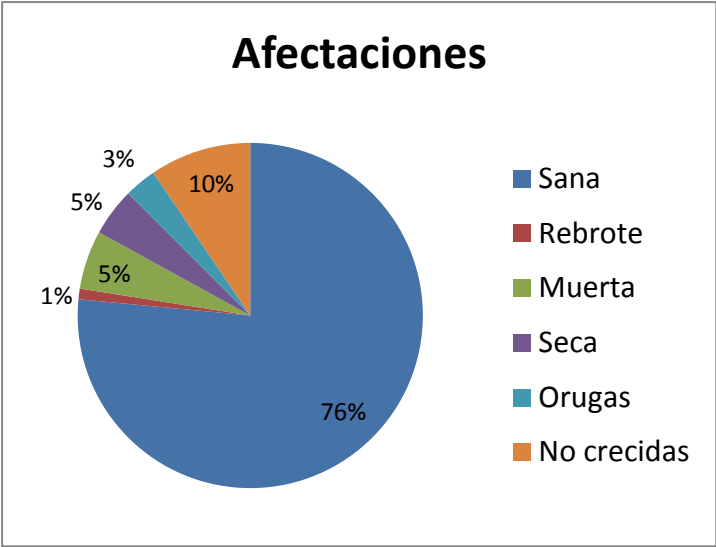


Gráfico 20: Número de hojas del carbón en las distintas mediciones

proteínas al ser las hojas el alimento necesario para el ganado.

En el caso del carbón, podemos observar que la afectación a esta especie es del 24% siendo la afectación más grave el no crecimiento de algunas plantas. Cabe resaltar que esta falta de crecimiento es debida a la falta de plántulas crecidas previamente y que sembraron semillas tratadas directamente en el campo. Se espera que a lo largo del proyecto estas semillas germinen y den nuevas plantas sin afectaciones. Por otro lado

tenemos vemos como un 5% de la plantas estaban secas y otro 5% muertas, la mayoría de estas últimas tras haber pasada por la fase de “seca”. Esto nos indica que la mayor mortalidad de esta especie en esta fase viene concebida por la sequedad. Por último a esta especie se le encontraron varias orugas en sus hojas, que se comían parte de estas



y después creaban el capullo atrofiando parte de las hojas de planta.

Gráfico 21: Afectaciones al carbón.

Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*):

El grosor del tallo del guanacaste también aumenta entre las distintas mediciones y pese a que en la gráfica no se ve una diferencia muy grande entre las columnas gracias al análisis estadístico realizado podemos decir que hay una diferencia significativa entre las distintas mediciones. El porcentaje de crecimiento de esta especie en grosor de tallo es del 13'29%. Muy menor que el de madero negro y carbón.

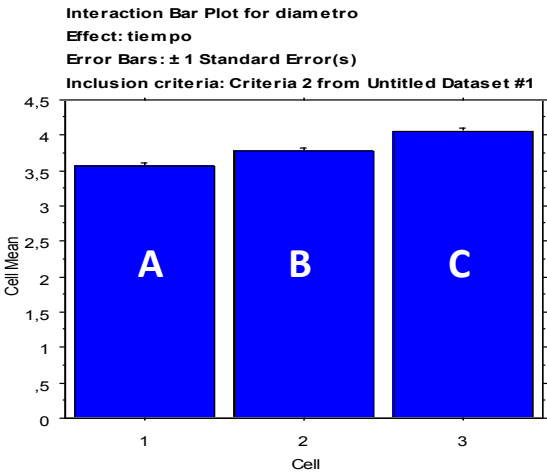


Gráfico 22: Diámetro del guanacaste en las distintas mediciones

Viendo la altura no se aprecia una diferencia de altura muy notable, y solo podemos asegurar que el crecimiento se da entre la primera medición y la última. El guanacaste es con diferencia la especie con una altura mayor, pero tiene un crecimiento en altura de tan solo el 4'94%, Esto nos indica que su crecimiento es muy rápido en los primeros días tras germinar pero que luego se ralentiza al empezar a madurar la planta.

Viendo los resultados de las hojas podemos observar que si existe un crecimiento significativo del número de hojas a lo largo de los tres periodos. Esto nos indica que

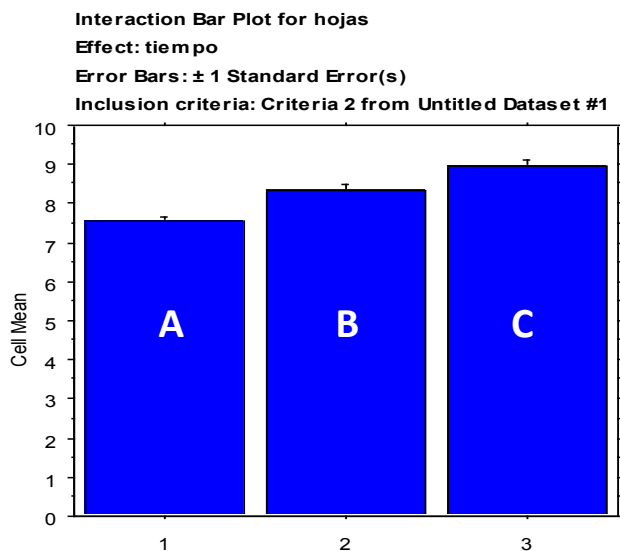


Gráfico 24: Número de hojas del guanacaste en las distintas mediciones

plantadas ha muerto. Pese a esto, tienen una gran afectación por Áfidos, que deforma la copa de este árbol impidiendo su crecimiento. Además vemos que tiene afectaciones por chinches, y además, como se vio en la fase de crecimiento en bolsa, algunas de plantas eran cloróticas y se acababan secando, y en el campo se vio lo mismo.

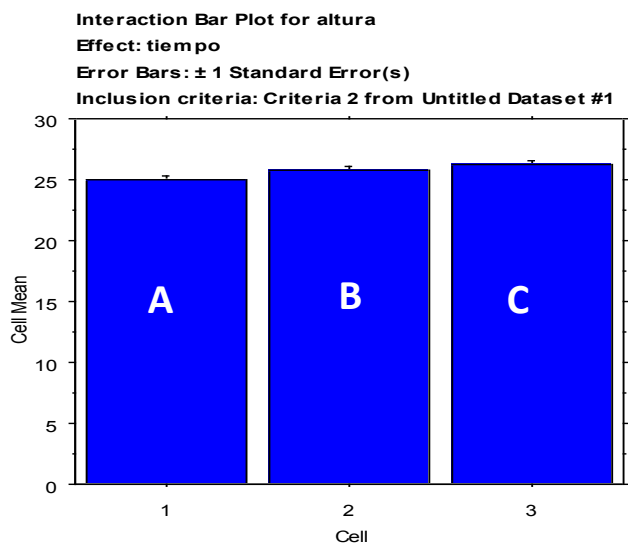


Gráfico 23: Altura del guanacaste en las distintas mediciones

tiene una buena generación foliar, con un porcentaje del 17'94%, que a pesar de esto, el poco crecimiento en altura que tiene y en grosor de tallo hace no que sea el más indicado para establecer este banco de proteínas.

Viendo sus afectaciones destaca que solo se han visto afectadas el 10% de las plantas, y ninguna de las plantas

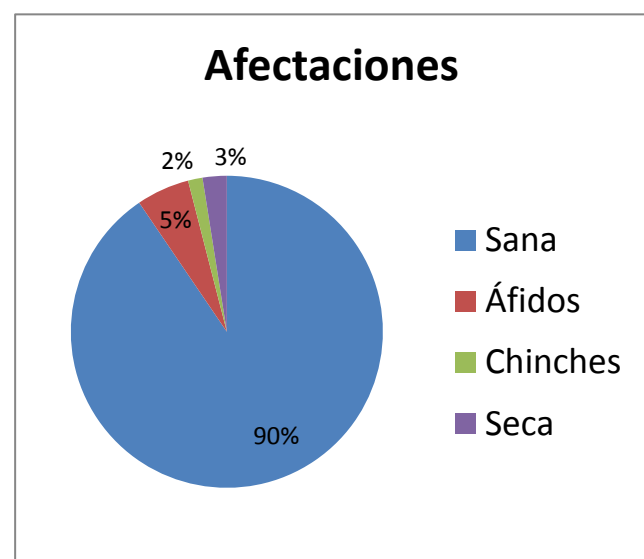


Gráfico 25: Afectaciones al guanacaste

Marango (*Moringa oleifera*):

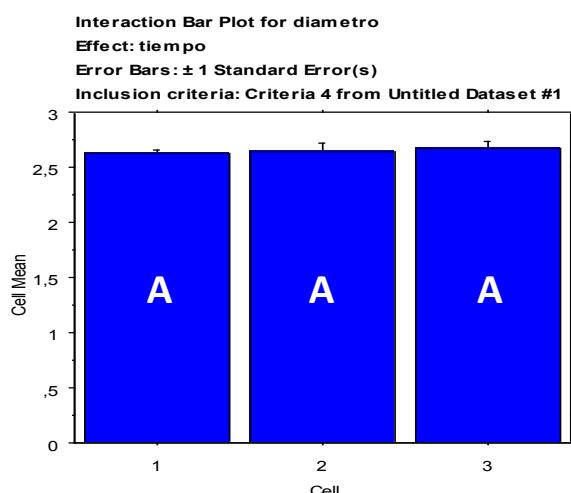


Gráfico 26: Diámetro del marango en las distintas mediciones

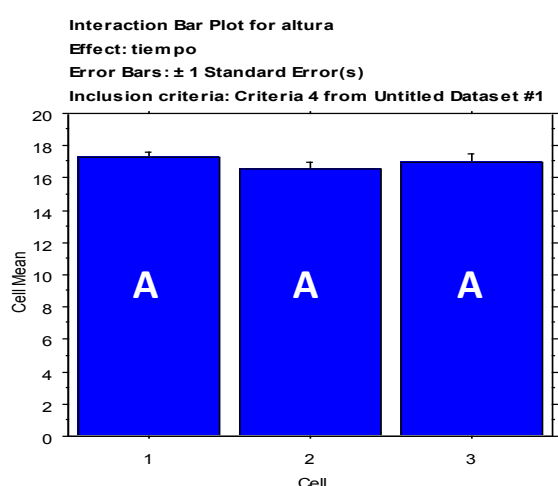


Gráfico 27: Altura del marango en las distintas mediciones

En cuanto al número de hojas, esta especie tiene una regeneración foliar muy alta, y como se ve en la gráfica, en este caso si se ve un aumento del número de hojas, que es significativo entre la segunda y tercera medición, y entre la primera y la tercera. Este dato es muy positivo para pensar en el marango como una especie para establecer un banco de proteínas. Su generación de hojas en porcentaje es del 26'15% una cuarta parte del número de hojas iniciales.

En el caso del Marango se puede ver claramente como su evolución en grosor de tallo es muy limitado, y no podemos asegurar que crezca entre las tres mediciones, ya que las diferencias no son significativamente representativas del crecimiento del Marango. Si nos fijamos en el crecimiento en porcentaje este es del 4'27%, un porcentaje muy pequeño para que esta especie sea eficiente en el establecimiento de un banco de proteínas.

Si nos fijamos en la altura, incluso se puede ver una disminución de la altura media entre las mediciones 1 y 2, pero no hay una diferencia significativa para poder decir que disminuye la altura entre las mediciones. El porcentaje de crecimiento entre la primera y la última medición es de tan solo el 3'74%, un porcentaje muy bajo.

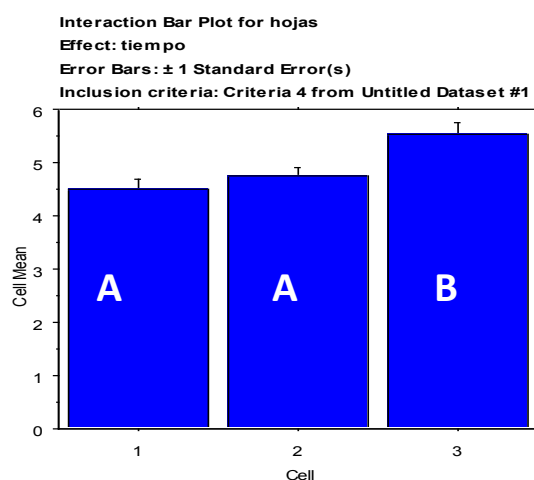


Gráfico 28: Número de hojas del marango en las distintas mediciones

En cuanto a las afectaciones, el Marango es una de las especies con un mayor porcentaje de afectación, del 26%, con un 14% de muerte. Las principales afectaciones que recibe esta especie es el ataque de las hormigas cortadoras, que propiciaron gran parte de las muertes de esta especie. Además es una especie sensible a las perturbaciones meteorológicas.

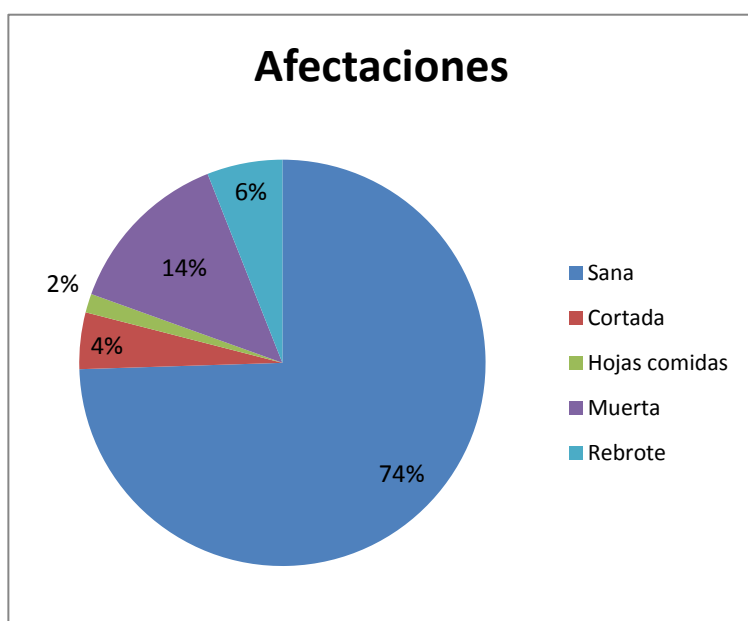


Gráfico 29: Afectaciones al marango

Pese a esto, tiene una capacidad de rebrotar muy alta.

Guácimo (*Guazuma ulmifolia*):

El Guácimo es con diferencia la especie más pequeña de todas las especies estudiadas. Su crecimiento en los primeros meses dentro el invernadero fue muy lento, y esto se ve en la altura y el diámetro de las plantas en la primera medición.

Analizando los datos del grosor del tallo podemos ver una evolución positiva a lo largo de las tres mediciones, teniendo diferencias significativas entre todas ellas. Pese a esto, los diámetros oscilan entre los 1.9 mm y los 1.6mm en la tercera medida. Un tallo muy delgado si se considera que es una especie arbórea. El crecimiento en porcentaje del grosor del tallo en esta especie es del 21'8%, es decir, creció una quinta parte de su grosor inicial entre las tres mediciones. Un crecimiento notable pese a todo.

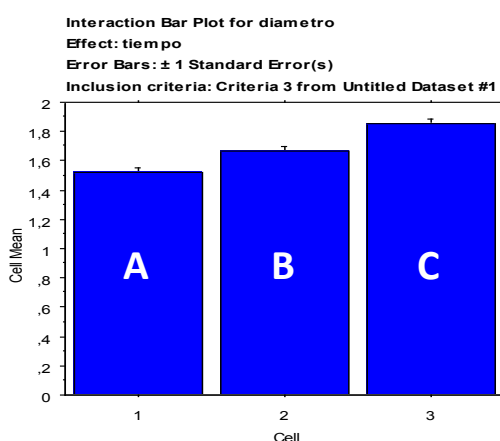


Gráfico 30: Diámetro del guácimo en las distintas mediciones

La evolución del crecimiento en la altura de esta especie es similar a la del grosor del tallo, sigue una evolución positiva, teniendo unas diferencias significativas entre todas las mediciones. Podemos observar un mayor crecimiento entre la primera y la segunda medida que entre la segunda y la tercera, pese a eso, el crecimiento en conjunto es de casi 2cm, que supone un crecimiento del 31'67%, una de las tasas de crecimiento más grandes de estas cinco especies.

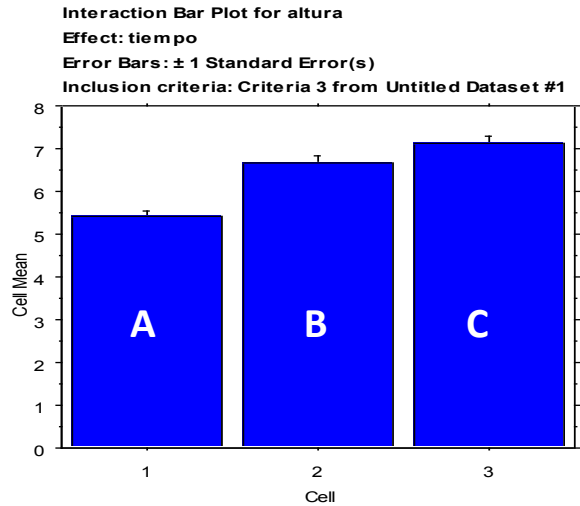


Gráfico 41: Altura del guácimo en las distintas mediciones

Con el número de hojas se puede ver claramente que esta especie tiene una generación foliar muy alta, viendo como aumenta el número de hojas significativamente entre todas las mediciones. Esta especie, se diferencia de las otras

en este contexto, porque es la única especie de las que se estudian que tiene hoja simple, el resto de especies son de hoja compuesta. Su generación foliar es del 42'59%, una muy buena generación de biomasa foliar para poder establecer un banco de proteínas.

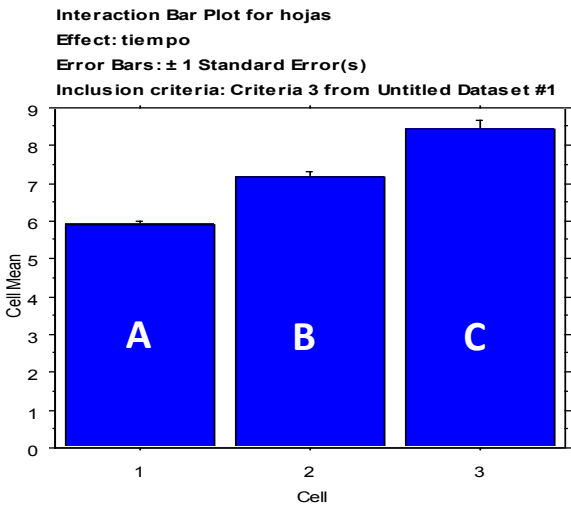


Gráfico 32: Número de hojas del guácimo en las distintas mediciones

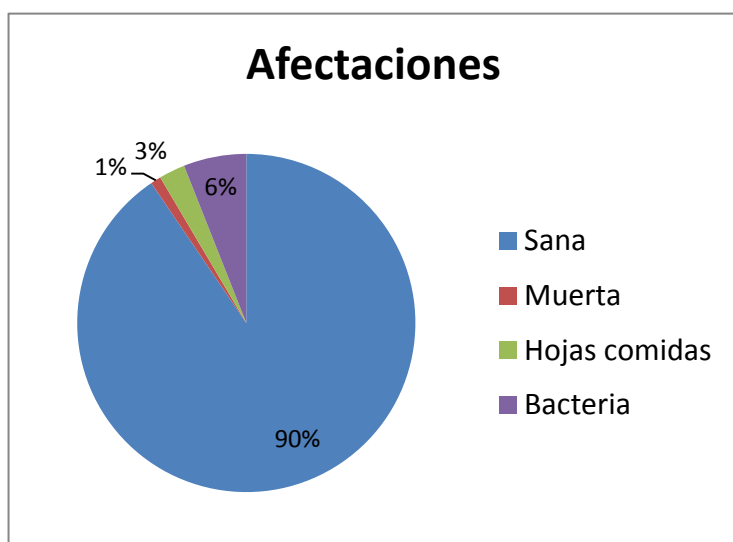


Gráfico 33: Afectaciones al guácimo

En cuanto a las afectaciones, podemos observar que solo un 10% de las plantas han sido afectadas, con una afectación mayor a causa del ataque de las bacterias, siendo una de las especies más afectadas por este tipo de problemática. También vemos que tiene afectaciones por insectos que se comen las hojas, pese a esto solo tiene una mortalidad en esta fase del

1%.

Las afectaciones generales se resumen en este gráfico, en él podemos ver qué porcentaje del total de afectaciones representa cada afectación en particular.

La primera afectación en porcentaje es la muerte, seguida del rebrote y las marcadas como no crecidas. Estas tres afectaciones no tienen un interés especial, ya que son

causadas por otras afectaciones de la lista.

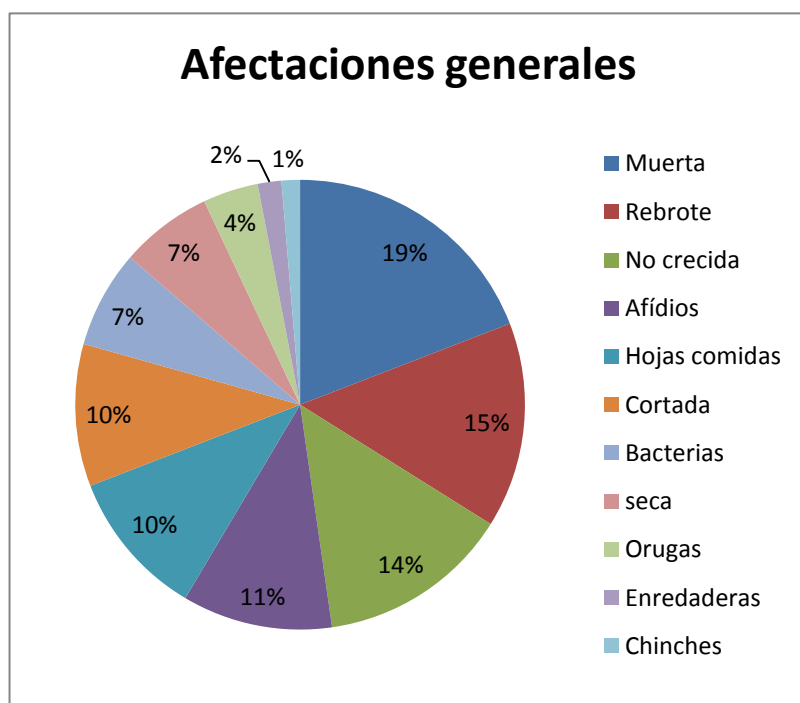


Gráfico 34: Afectaciones generales en porcentaje según el total de afectaciones

Los áfidos son el primer problema en porcentaje que nos encontramos, afectan principalmente al guanacaste, pero también al madero negro y el carbón en menor medida. Las hojas comidas son principalmente una afectación del marango y el guácimo, y representan un 10%

de las afectaciones totales, junto con las

plantas cortadas, que afecta al madero negro y al marango. Después vemos otras afectaciones como bacterias y plantas secas que tienen una afectación del 7% cada una, y por último afectaciones menores como orugas enredaderas y chinches.

7.4 Resultados del objetivo 4

Para dar respuesta al objetivo número 4 planteado en el estudio: “determinar qué fase del establecimiento de proteínas es la más costosa i limitante”, para dar una respuesta a este objetivo, hemos realizado un pequeño estudio, donde calculamos y tenemos en cuenta el tiempo empleado para la realización de las diferentes fases de este estudio, pero desde un punto de vista de coste económico, como también las diferentes tasas de mortalidad que se han dado en las diferentes fases del estudio.

Fase de pregerminación:

En esta primera fase del estudio, la mortalidad era algo común entre nuestras muestras de semillas debido a la necesidad de utilizar muchas las semillas de las diferentes especies forrajeas para poder decidir cuál era el tratamiento de germinación adecuado.

La mortalidad en esta fase puede variar mucho según tratamiento o especie, aun así presenta tasas de mortalidad muy elevadas.

Des del punto de vista económico, se trata de una fase relativamente cara del proyecto debido a las necesidades materiales, para poder llevar acabo el estudio, pero por otra parte se trata de una fase que no requiere un tiempo o un horario de trabajo explicito, ja que se va avanzando a medida que las germinaciones van proliferando.

Fase de crecimiento en bolsa:

En esta segunda fase del estudio, se lleva a cabo el crecimiento fisiológico de las semillas, ya germinadas, este crecimiento se puede hacer de muchas formas, no obstante como ja os contamos en apartados anteriores como ejemplo en la meteorología, el crecimiento se hizo en macetas de bolsas y dentro de un invernadero y así poder evitar posibles problemáticas de la naturaleza.

La mortalidad en esta fase no supone una gran pérdida para el trabajo, ya que estamos hablando de una fase poco evaluable i q además sirve como reservorio para las fases finales del experimento Verónica i experimento Kenny.

Des de la perspectiva económica, hablamos de una fase importante debido al material y al número de horas de trabajo constante que genera, ya que esta fase no acaba nunca al funcionar de reservorio para posibles adversidades.

Fase del experimento 1:

Esta fase del estudio, no ha sido evaluada en este objetivo, porque su realización no es un trámite necesario para el establecimiento de un banco de proteínas. Esta fase fue realizada para estudiar el comportamiento de las distintas especies arbóreas en condiciones de estrés hídrico y episodios de defoliación, todo ello en un entorno controlado (ejemplo: invernadero). Puesto que se trata de un estudio dentro de un entorno controlado no podemos compararlo con la fase del experimento de Kenny que se desarrollan en un entorno abierto y forman una parte esencial del establecimiento del banco de proteínas en el campo.

Fase del experimento 2:

Esta fase se trata de la última de todo del proyecto de grado y consiste en establecer un banco de proteínas con las plantas reservorio del invernadero (dejando algunos ejemplares en caso de problemas). Esta fase puede ser una de las más determinantes de todo el trabajo debido a sus características (no hay recuperación de muestras, la mortalidad es un resultado a tener en cuenta y no solo un elemento a sustituir, etc.), es decir, es una fase donde la mortalidad se puede entrever, pero debemos recordar que se tratan de resultados válidos i necesarios para determinar estrés ambiental o otros problemas.

Desde la perspectiva económica se trata de una de las fases más caras debido a la necesidad de espacios i materiales como también de la necesidad de mano de obra y la durabilidad temporal de esta fase, que dependiendo del momento puede llegar a ser superior a todas las demás.

Cabe decir que esta fase del experimento tiene un periodo aproximadamente 1 año donde las plantas serán estudiadas, una vez finalizado este periodo ya se decidiría que hacer con el banco de proteínas que quedara totalmente establecido dentro de una parcela empleada para el estudio y tramitaciones de experimentos científicos, nosotros hemos hecho el valor del coste económico a partir del periodo donde nosotros hemos estado trabajando.

Por tanto para determinar qué fase es la más costosa y limitante de todo el estudio respecto a la mortalidad, el nivel económico y el tiempo hemos creado esta gráfica:

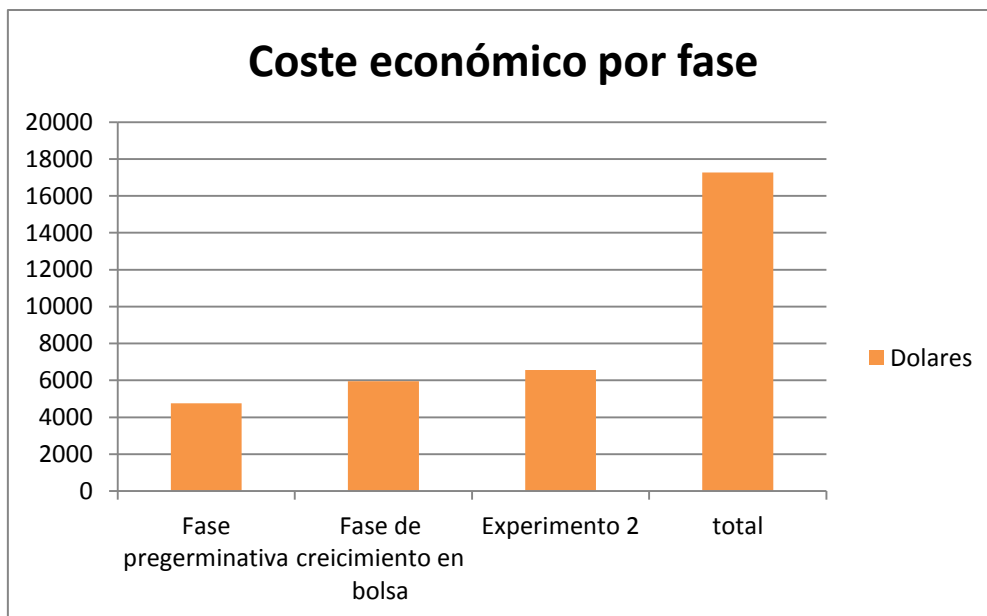


Gráfico 35: "Coste económico por fase" se trata de una tabla de elaboración propia a partir de facturas y tickets recopiladas entre otros.

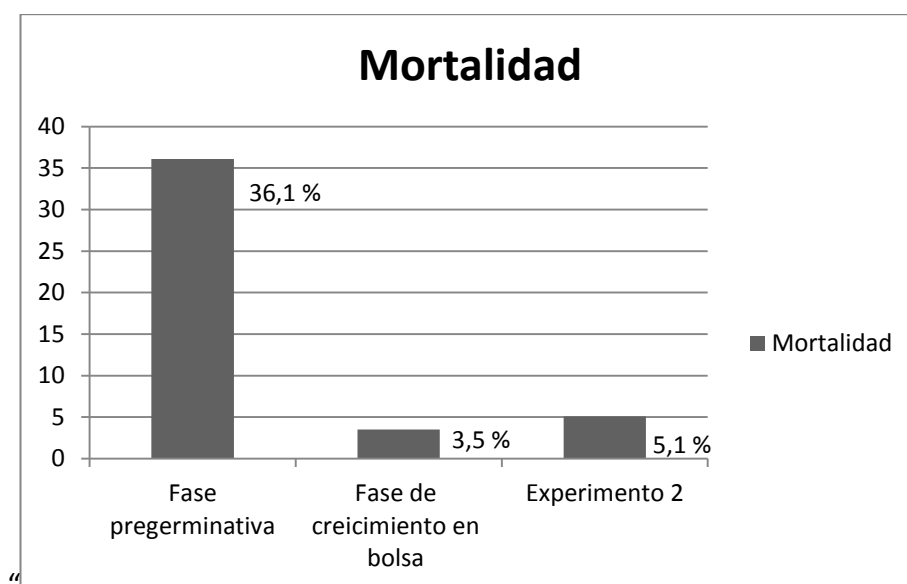


Gráfico 36: "Mortalidad" elaboración propia gracias a la contabilización de las diferentes mortalidades registradas a lo largo del estudio

Como podemos observar en estos dos gráficos, cada fase del estudio, tiene su propio coste económico independientemente de la otra, no obstante todas estas fases se consideran necesarias para el establecimiento de un banco de proteínas. La similitud presupuestaria en las 3 fases se debe a la utilización de los mismos materiales y de mano de obra en las mismas proporciones con horarios de trabajo muy parecidos entre todas las fases.

Por otra parte podemos ver los diferentes índices de mortalidad que pueden generarse en las diferentes fases del estudio y podemos apreciar una alta mortalidad en la primera fase producida por la necesidad de escoger el mejor tratamiento pregerminativo. No obstante sus limitaciones serán que ser analizadas en el siguiente apartado y las limitaciones que pueden presentar-se problemáticas serian aquellas pertenecientes a la fase del experimento 2.

8. Diagnósis de los resultados

En este apartado del trabajo final de carrera, comentaremos los diferentes resultados obtenidos en los diferentes objetivos, para así poder dar una respuesta la máxima completa y lógica en el apartado de conclusiones y así evitar posibles errores, en caso de no disponer de unos resultados adecuados para albergar unas conclusiones, los resultados serán inconcluyentes i se verán disminuido su peso en el trabajo.

8.1 Diagnósis de tratamientos pregerminativos

En este objetivo, analizamos los diferentes tratamientos pregerminativos empleados en las 5 diferentes especies de árboles forrajeros. Cabe decir que lo excelente hubiera sido que todas las especies realizaran los mismos tratamientos pero debido a problemas de logística (número de semillas escaso para algunas especies) no se pudo llevar a cabo.

Si hacemos un diagnóstico de los resultados del guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) podemos observar que se trata de una semilla con una alta resistencia a una germinación sin tratamiento debido a sus características de la corteza de la semilla. También podemos observar que se trata de una semilla que no se siente cómoda haciendo tratamientos basados en agua, como es el caso de nuestro baño de media hora a 75°C, prueba de todo ello, es ese nivel bajo de germinación (entre 0-10%) y nivel alto de contaminación (entre el 50 -75%) que presenta. No obstante podemos apreciar buenos resultados en tratamientos fisicoquímicos donde se crea una degradación más directa y sencilla de la corteza, que podemos observar con resultados del 90% aprox. de germinación con el tratamiento del ácido.

Para las semillas de guácimo (*Guazuma ulmifolia*), los tratamientos realizados fueron los mismos que para el guanacaste, no obstante no lo evaluamos sin tratamiento debido a la falta de semillas, al poco éxito de la semilla del guanacaste y a la literatura encontrada, ni tampoco hicimos la escarificación mecánica debido a los problemas que generaba (la semilla del guácimo es demasiado pequeña como para poderla pulir bien con papel de lija o lima y así poder facilitar la germinación). Como era de esperar, los resultados en ácido sulfúrico fueron los más elevados obteniendo tasas del 60% de germinaciones y 0% contaminaciones. Finalmente en el tratamiento donde se empleó agua, el resultado fue de fracaso absoluto dando una germinación del 0%.

Si hablamos de las semillas del carbón (*Acacia pennatula*), hablamos de unas semillas igual de gruesas y resistente que el guanacaste pero en tamaño reducido (no tanto como el guácimo), motivo por el cual el tratamiento mecánico era prácticamente imposible realizarlo. Los resultados de los tratamientos son parecido a los anteriores, el tratamiento del ácido presenta mayores germinaciones (75% aprox.) y ninguna contaminación mientras el tratamiento del agua presenta germinaciones inferiores al 25% con contaminaciones superiores al 40%.

En las dos siguientes especies solo realizamos 1 tratamiento pregerminativo, debido a las altas recomendaciones de fracaso y éxitos encontrados en la literatura científica consultada. Para el madero negro (*Gliricidia sepium*) se realizó el tratamiento “sin tratamiento” debido a que según la bibliografía se trata de una semilla con una alta capacidad germinativa i que no requiere de ayudas externas, eso genera información sobre las características de esta planta (planta que puede servir para colonizar o restaurar espacios), estos resultados tenían éxito alrededor del 100% de germinación en aproximadamente 5 días, algo muy difícil de pensar con las especies anteriores. Para las semillas de marango (*Moringa oleifera*) solo se realizó un tratamiento por motivos bibliográficos i características físicas de la semilla, el tratamiento que se realizó fue el de baño de agua a 25°C durante 24, generando germinaciones por valores del 85% aprox.

Es decir que podemos afirmar que de las 5 tipos de semillas que disponemos, 2 van bien con tratamientos basados en agua como son marango y madero negro y después encontramos la 3 restantes que serían guácimo, guanacaste y carbón donde prefieren tratamientos fisicoquímicos como el tratamiento en ácido sulfúrico.

8.2 Diagnósis de la viabilidad de las plántulas en estrés hídrico y episodios de defoliación

Una vez finalizado el experimento de Verónica y extraído el máximo número de muestras posibles para analizar, procedemos a hacer el estudio estadístico de todas esas pruebas.

Para poder hacer el estudio, suponemos que todos esos datos, comprenden una distribución normal o también conocida como Campana de Gauss, una vez finalizado este trámite, aplicamos el test de Fisher para el estudio de la variancia entre muestras y etc. Y así obtener los resultados en forma de gráfica, ya mostrados en el apartado anterior.

A la hora de comprender dichos resultados hemos observado sus desviaciones típicas y errores estándar para poder comprenderlas mucho mejor, de dichas gráficas podemos observar como las plántulas de madero negro (*Gliricidia sepium*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), autóctonas ambas, presentan valores superiores en las variables de altura y diámetro en los tratamientos de control y estrés hídrico mientras que en los tratamientos donde se crea una defoliación, las afectaciones presentan una mayor importancia. En lo que respecta a las plántulas de marango (*Moringa oleifera*), que han sido tratadas de igual forma que madero negro y marango, sus resultados no presentan las mismas características pues denotan unos mayores crecimientos en los tratamientos de estrés y defoliación respecto al grupo control.

Estos resultados, no hacen cuestionarnos la viabilidad de este estudio puesto que observamos que las variables altura y diámetro siguen trayectorias de crecimiento en lo que respecta a las plantas autóctonas, mientras la foránea presenta valores superiores en aquellos tratamientos que presentaban adversidades y complicaciones.

En lo que respecta al índice de preferencia, observamos que en ese estudio previo, la preferencia mayoritaria era sobretodo en árboles de carbón (*Acacia pennatula*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*), para las diferentes especies de ganado estudiadas, no obstante viendo que los valores no son del todo significativos, debido a que el índice de preferencia en ningún caso supera el 0,5 (50%), podemos pensar que la preferencia entre una de nuestras tres especies (de las cuales una no tenemos índice de preferencia), es algo relativamente menospreciable a la hora de evaluar la viabilidad de este experimento.

En conclusión podemos decir que las plantas autóctonas presentan una mejor viabilidad ya sea en el invernadero o en campo, gracias a la variabilidad de los tratamientos escogidos y ejecutados. No obstante el marango, única especie foránea puede presentar valores superiores de viabilidad dependiendo del momento estacional o las condiciones meteorológicas en la etapa de crecimiento más joven, puesto que presenta mejores valores en estrés hídrico y en episodios de defoliación.

8.3 Diagnóstico de la viabilidad de la implantación de un campo de proteínas en campo

Con los resultados obtenidos en el objetivo número tres, en la fase del experimento 2: “Viabilidad de la implantación de un campo de proteínas en campo”, se pueden observar diversas tendencias.

Primero de todo vemos que todas las especies tienen a lo largo del experimento un crecimiento positivo, eso quiere decir que aumenta su altura y grosor de tallo a lo largo de las tres mediciones. El marango (*Moringa oleífera*) es la única especie que no presenta un crecimiento significativo en cuanto a altura o grosor, debido en gran parte, a las afectaciones sufridas por esta especie.

Si nos fijamos en el madero negro (*Gliricidia sepium*), podemos observar que su crecimiento en grosor fue del 33%, durante el experimento su tallo se ensancho un tercio de su grosor inicial. Un crecimiento notable comparado con las otras especies del experimento. Un grosor de tallo mayor significa más dureza y rigidez de la planta, lo que la convierte en más resistente para soportar tirones o dobladuras que pueda causar un animal rumiante al comerse las hojas en estas primeras etapas de vida de la planta.

En cuanto a la altura, podemos ver que la especie creció un 16% a lo largo del experimento, la mitad que en grosor. Este dato nos indica que la planta destina más

recursos a crear un tallo fuerte y resistente antes de crecer en altura en exceso, y así no tener problemas de estabilidad por tener demasiada altura en función de su grosor de tallo. Este dato nos hace pensar que la planta estaría más tiempo a una altura alcanzable para los animales mientras crece hasta convertirse en un espécimen adulto, así que se dispondría de más alimento de forma natural durante más años.

Teniendo en cuenta el número de hojas vemos que han aumentado en un 46%, casi la mitad desde el inicio del estudio. Esta gran generación foliar es muy alentadora para decidir si el madero negro sería una buena especie para implantar un banco de proteínas para animales rumiantes en un sistema de silvopastoreo, ya que a mayor cantidad de hojas, más comida para los animales.

Un problema del madero negro son las afectaciones. Tiene afectaciones en las primeras etapas, especialmente por parte de insectos cortadores y bacterias. Los primeros cortan el tallo desde su base, impidiendo que la planta pueda rebrotar fácilmente, sino que tiene que hacerlo de raíz, y la planta resultante es más débil que su predecesora, debido a la falta de sustancias para su desarrollo. Las bacterias, en cambio, afectan a las hojas, creando manchas amarillentas en una primera fase y luego secando la parte central de esa mancha. Pese a esto, no tienen una gran incidencia las afectaciones observadas para esta especie.

El carbón (*Accacia pennatula*) era una de las dos especies de menor tamaño junto con el guácimo. Ya en su etapa adulta el árbol no es de dimensiones grandes, así que tampoco nos extrañó que sus plántulas fueran pequeñas. El crecimiento del carbón en altura durante el experimento fue del 22% en grosor del tallo, un poco más de una quinta parte, y, como se explicó en los resultados, solo se puede afirmar que creció entre la primera y la última medición, así que su crecimiento es más lento que el del madero negro. Además, el carbón es la única especie de las estudiadas que tiene mecanismos de defensa para no ser comido, las plantas adultas tienen toda la corteza cubierta de pares de púas que salen desde el tronco hacia afuera, siguiendo la dirección de la rama. Estas púas salen una vez empieza a generar hojas, esto provoca que se tenga que trabajar con cuidado al manipular las plantas de carbón, puesto a que muchas veces estas púas pasan desapercibidas. Esto hace que la planta no tenga tanta necesidad de crecer rápido en grosor de tallo ni en altura, que creció un 21% entre las tres mediciones, para dejar de estar al alcance de los animales, ya que estos se pincharían si comieran sus hojas directamente. Pese a todo esto, las plantas de carbón tuvieron un crecimiento pronunciado entre las dos últimas mediciones.

La generación foliar del carbón es abundante. En nuestras mediciones vimos como la cantidad de hojas aumentó un 59% respecto las hojas iniciales. La gran generación foliar del carbón podría hacer que fuera la mejor especie para la implantación del banco de proteínas.

En cuanto a las afectaciones, el carbón presenta principalmente afectaciones por sequedad de las hojas y la presencia de orugas en sus hojas, además de la difícil germinación que tienen. Visto en el apartado anterior.

El guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) es de las cinco especies la más grande. Su evolución en campo fue muy regular y positiva. Su crecimiento en grosor del tallo fue del 13%, un crecimiento muy pobre comparado con el madero negro o el carbón, y su crecimiento en altura no superó el 5%. Pese a que si crecimiento fue regular, no tuvo una gran diferencia entre las tres mediciones. El Guanacaste, pese a ser la especie que tiene un tamaño mayor en su fase adulta (y en la fase de plántulas también) tiene un crecimiento demasiado ralentizado para que sea la mejor especie para un banco de proteínas, y al ser un árbol de tan grandes dimensiones, tampoco sería viable un sistema de silvopastoreo con esta especie en su etapa adulta.

Su generación foliar tampoco es muy alta, con un 18% aproximadamente. Una tasa de generación foliar muy por debajo que el carbón, y el madero negro. Esto ya nos indica que no sería la mejor especie para un banco de proteínas.

En cuanto a sus afectaciones, el guanacaste es la única especie que no presenta ni un solo espécimen muerto en todo este experimento, y las afectaciones no representaron más que el 10% del total de las plantas. Este es un muy buen dato para esta especie, puesto que no presentar mortalidad, podría escogerse como especie para la implantación de un banco de proteínas. Pese a eso, las afectaciones que presenta, los áfidos y las chinches en especial, representan un problema serio. La incidencia de estas afectaciones a los individuos es mayor que las observadas en otras especies. Los áfidos y las chinches afectan directamente al tallo, en el primer caso atrofiando las copas de las plantas e impidiendo su crecimiento en altura o el desarrollo de nuevas hojas, cosa que perjudica gravemente a su evolución, las chinches, en cambio penetran hasta el centro del tallo, buscando la sabia que transcorre por ellos, impidiendo que la parte superior de la planta reciba los nutrientes necesarios para crecer. Visualmente esto se hace patente al ver que el propio tallo de sobra unos centímetros por encima de donde se encuentra la chinche, y las hojas se ven secas, con poca turgencia. Por esto el guanacaste tendría que vigilarse mucho si se quisiera implantar en un banco de proteínas.

Algo similar pasa con el marango (*Moringa oleífera*), en un principio nos pareció que el marango tenía todas las ventajas para prosperar en este experimento, dentro el invernadero tenía un crecimiento muy acentuado, y en los dos casos que vimos orugas en sus hojas y que estas estaban comidas casi por completo, la planta rebrotó a los pocos días desde la base, creando un tallo nuevo y dejando al anterior como vestigio de lo que había sido. Una vez llevados al campo, vimos que es una especie que no está adaptada a este clima. Su crecimiento en altura y diámetro fue casi inapreciable, cerca del 4% en ambos casos. Su poco crecimiento se debe mayormente a la gran cantidad

de afectaciones que presentó y la severidad de estos. Las plantas se veían atacadas diariamente por hormigas cortadoras (sompopos), dejando sus tallos sin hojas, también por insectos cortadores, que, igual que con el madero negro, cortaban el tallo por la base y las condiciones climáticas no ayudaron en nada a esta especie. Muchos de los individuos morían por exceso de agua debido a las lluvias, otros por sequedad en la última medición a causa de la poca lluvia que se registraba. Es por esto que esta planta presenta unos índices de crecimiento en campo tan bajos, y una mortalidad tan alta.

En el caso del marango no hablamos de generación foliar, sino de regeneración. Es la única especie que hemos tenido que tener en cuenta que su número de hojas al inicio del experimento fue drásticamente reducido antes de la segunda medición a causa de las hormigas cortadoras, así que todas las hojas nuevas se contaban como hojas regeneradas. En este aspecto, el marango tiene una facilidad para rebrotar muy alta, y también una gran regeneración foliar, cerca del 26% de hojas regeneradas entre la primera y la última medición.

Las afectaciones del marango son muy diversas e incidentes, ya se han hablado de las principales, que son los insectos cortadores en general (hormigas y otros insectos) y el clima, pero también presentan afectaciones que no dependen de factores externos directamente. El marango presentó en bastantes individuos manchas amarillentas en sus hojas, y decoloración de algunas, dando a la planta un tono verde claro muy distinguido del tono verde de una planta sana. Pese a esto, no pudimos relacionar las manchas o la falta de color a un factor que perjudicara su crecimiento o evolución.

Por último encontramos en guácimo, la especie más pequeña de todas, y la única especie que tiene hojas simples. El guácimo presenta un crecimiento en diámetro y altura bastante notables. En grosor de tallo presenta un crecimiento del 21%, una quinta parte del grosor inicial. El problema con el guácimo, es su tamaño, un crecimiento del 21% podría significar pasar de un diámetro de 1mm a un diámetro de 1.2mm, muchos de los tallos del guácimo se veían endebles, doblados y retorcidos, esto hizo muy difícil poder tomar las medidas. En cuanto a la altura, su crecimiento fue del 31%, casi un tercio de su altura inicial. Iguala al crecimiento del madero negro, pero otra vez la diferencia de altura entre ambas especies hace que el crecimiento del guácimo sea de unos pocos centímetros. Debido a su tamaño el guácimo no podría ser una especie utilizada en un banco de proteínas si se planta con pocos meses de vida, tendría que tener ya un tamaño considerable.

En cuanto a la generación foliar presenta unos índices muy buenos, llegando al 46% de generación foliar entre la primera y la última medición. Esto nos indica que, con un tamaño mayor, podría ser una gran elección para establecer un banco de proteínas. Y las afectaciones van en el mismo sentido, junto con el guanacaste, es la especie con menos afectaciones, y mucho menos intensas que las afectaciones al guanacaste.

En general en las afectaciones se ha podido observar que una afectación tenía distinta intensidad en diferentes especies, y que estas respondían diferente a estas afectaciones comunes. Pero las afectaciones más severas, eran únicas de cada individuo, el caso más claro son las chinches del guanacaste, que solo se vieron en especímenes de guanacaste pese a estar en el centro de todo el banco de proteínas, ninguna otra especie presentaba evidencias de haber sido atacada por chinches. O el caso del madero negro con los grillos, que cortaban las plantas por la base dejando el tallo restante en el suelo sin aprovechar ni una de sus hojas, como mínimo aparentemente. Las afectaciones han representado un total del 25% de las plantas aproximadamente. Es decir, que una cuarta parte de las plantas estudiadas han presentado en algún momento del experimento alguna afectación. Esto también influye en la recopilación de los datos que hemos llevado a cabo, puesto que algunas plantas afectadas podían suponer una desviación en los datos de altura y diámetro.

8.4 Diagnóstico de coste y limitación

Una vez finalizados la gran mayoría de los objetivos, hemos decidido analizar cuál de las diferentes fases del proyecto son la más costosa o la más limitante.

Para responder a estas preguntas, debemos fijarnos en nuestras gráficas y analizarlas visualmente. En ellas podemos observar como una de las fases más caras corresponde a la fase de crecimiento en bolsa, eso se debe a la necesidad de compra de materiales (utilizados en fases posteriores) y en la gran cantidad de horas presenciales que necesita esta fase, cabe decir que muchas de estas horas son compatibles a la vez con la tramitación de las siguientes fases. Por otro lado el experimento, la fase que realmente resulta más costosa sería la del experimento 2, eso se debe a la gran cantidad de horas trabajadas y las que aún están por trabajar y al precio que se encuentran dichos materiales de campo. En lo que hace referencia a la otra fase, su precio no está muy alejado de las dos fases más costosas pero se trata de una fase más sencilla, con un nivel de actividad relativamente moderado, por tanto su coste se ve fuertemente influenciado y reducido de factura final.

Por lo que hace el tema de limitación, aquí podríamos entrever un problema de enfoque, porque dependiendo de nuestra perspectiva, la fase limitante puede ser una o la otra. Es decir que si observamos la gráfica, podemos ver como aparentemente la fase más limitante del trabajo, coincide con la fase de tratamientos pregerminativos, debido a su alta mortalidad, porque difícilmente se encuentren valores de germinación del 100% en nuestras especies forrajeras, ya que generalmente sus valores promedios de germinación entre todas las especies oscilan entre el 60-90% generalmente.

Si analizamos la mortalidad en las siguientes fases, observamos como el porcentaje se reduce ampliamente, eso se debe a que en las siguientes fases, la plantas se

encuentran en estados físicos menos susceptibles a las perturbaciones debido a un incremento de maduración física, no obstante apreciaremos mortalidades debido a las perturbaciones que sufren en la fase de experimentación de Kenny, gracias a su plantación en el campo fuera de un espacio controlado como sería el invernadero.

La mortalidad en el experimento 2, viene propiciada al aumento de estrés ambiental¹⁶ que sufren las plántulas al salir del invernadero (estado perfecto o tranquilo sin perturbaciones) para convivir en el campo (fincas 1 y 2 estudiadas y explicadas anteriormente). Otro concepto a tener en cuenta es que si se produce mortalidad en esta fase, a niveles bajos no hay una gran importancia debido a que tenemos un banco de reservas de plántulas del invernadero que aun prosiguen en la fase de crecimiento en bolsa y que no se moverán de allí salvo una necesidad imperativa como es la muerte de muestras, no obstante dichas muertes nos proporcionan información necesaria para la tramitación de este estudio, en estas fase estaríamos hablando de limitaciones problemáticas cuando aproximadamente el nivel de mortalidad supere el 20-30%, ya que no dispondremos de reservas de abastecimientos.

En resumen podríamos decir que la fase más costosa sería la del experimento de Kenny debido a su alto coste económico y su larga durabilidad, mientras la fase limitante sería la perteneciente a la fase de tratamientos pregerminativos debido a la alta mortalidad de semillas y el número limitado que disponemos de ellas, consideramos más limitante esta fase y no la del experimento de Kenny debido a que trabajamos en bloques de 1000 semillas donde aproximadamente mueren 50 individuos y en el otro trabajamos para hacer aproximadamente 2000 semillas para estudiar sus plántulas e intentamos germinar aproximadamente 3000 semillas.

Estrés ambiental¹⁶: las plantas sufren adversidades fisicoquímicas propias, propiciadas por elementos exteriores a ella, ya sean climáticos, por carencia o sobresaturación o por presencia de animales e insectos o no, entre muchos de los casos posibles.

9. Conclusiones

Una vez finalizada la fase de resultados y su diagnóstico, se nos generan un seguido de pensamientos que condicionaran el producto final de este trabajo, dichos pensamientos, son las conclusiones.

Por tanto podemos entender que las conclusiones generadas en este trabajo, son únicamente y exclusivamente de este estudio, pues a veces la extrapolación de informaciones puede suponer la generación de un error.

A continuación veremos las diferentes conclusiones extrapolables de los resultados anteriores ya analizados y diagnosticados.

9.1 Conclusiones de los tratamientos pregerminativos

En este apartado donde hemos estudiado los diferentes tratamientos pregerminativos realizados a las semillas de las diferentes especies arbóreas forrajeras.

Los tratamientos realizados en las diferentes semillas son producto de la biografía científica encontrada y analizada para cada especie, puesto que nuestro número de semillas no era ilimitado, ni tampoco representaban los mismos valores para las diferentes semillas de especies.

Es posible que la limitación de las semillas haya podido influir en la elección del mejor tratamiento, pues se produce una falta de muestras. No obstante con las pruebas ya analizadas, observamos que el error es relativamente menospreciable y que no afecta en la toma de decisiones.

En conclusión, podemos concluir que aquellas semillas que presentan unas características fisicoquímicas más resistentes serán aquellas donde el tratamiento será fisicoquímicamente más activo, mientras que aquellas semillas de características fisicoquímicas más débiles se utilizaran tratamientos químicos o basados en agua. En otras palabras, podemos afirmar que para el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y carbón (*Acacia pennatula*) emplearemos el tratamiento "ácido de 98% 1 molar", para el marango (*Moringa oleifera*) emplearemos el "baño de agua a 25°C durante 24 horas" y para el madero negro (*Gliricidia sepium*) el tratamiento de "sin tratamiento".

En lo que a respecta el número de germinaciones, podemos concluir que el madero negro, es la única especie que presenta un 100% germinación, mientras que el guácimo, la pero especie en términos de germinación posee un índice aproximadamente del 60%.

9.2 Conclusiones de la viabilidad de las plántulas en estrés hídrico y episodios de defoliación

Una vez observados y analizados los diferentes resultados, en la diagnosis, que dan respuesta a este objetivo podemos concluir las siguientes cosas:

La viabilidad de este sistema, que conforma el experimento de Verónica, es posible observando detenidamente estos resultados. En dichos resultados, las especies de madero negro (*Gliricidia sepium*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) presentan valores superiores para aquellos tratamientos con características menos severas y más pertenecientes a entornos controlados, entendemos esos resultados, al tratarse de dos plantas autóctonas adaptadas a este medio.

Por otra parte el marango (*Moringa oleifera*) presenta valores susceptiblemente significativamente más bajos en los tratamientos moderados, dando a entender que presenta características de ser una especie foránea.

Para decidir cuál de las 5 especies consideramos la mejor especie forrajera para formar parte en un establecimiento de un banco de proteínas, hemos considerado que las especies carbón (*Acacia pennatula*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*) aun siendo las que presentan un índice de preferencia superior, quedan descartadas al tener un periodo de crecimiento relativamente lento respecto a las anteriores, de las tres restantes consideramos que el marango puede ser excluido al presentar valores relativamente inferiores en lo que se respecta al grupo control. Finalmente entre las especies restantes, guanacaste y madero negro, consideramos que el madero negro presenta unas mejores cualificaciones para ser considerada la mejor especie forrajera teniendo en cuenta estos criterios y resultados de los diferentes objetivos estudiados.

En conclusión, la viabilidad de este experimento es posible como confirman los resultados, pero consideramos finalmente que el madero negro presenta los mejores valores en los resultados para ser tomada en cuenta como la mejor especie forrajera, en las condiciones y restricciones que nos da este estudio.

9.3 Conclusiones de la viabilidad del experimento de 2

Primero de todo debemos resaltar que el estudio de viabilidad de este banco de proteínas se realizará durante un año, y que los datos aquí expuestos son los referentes a los dos primeros meses, que son los más decisivos para el establecimiento de un banco de proteínas.

En este apartado intentaremos explicar las distintas afectaciones que se han observado durante el estudio, y que han propiciado la decisión de escoger una especie para la creación del banco de proteínas, y que han provocado, en algunos casos un aumento de la mortalidad de las plantas.

También daremos respuesta a las diferencias observadas entre las distintas especies en cuanto a crecimiento y evolución de las plantas, para determinar a que son debidas y como afectan al estudio para el establecimiento del banco de proteínas.

Por último concluiremos que especie de las estudiadas es más adecuada por sus características en el crecimiento en campo para la implantación de un banco de proteínas para poder alimentar al ganado durante la época seca en un sistema de silvopastoralismo.

Afectaciones:

Las afectaciones recibidas por las 5 especies son muy diversas, y no afectan en una misma medida a todas las especies, por esto hemos querido analizar las afectaciones y ver que repercusión tienen sobre las distintas especies.

La principal afectación que podemos ver es el rebrote. Esto no es una afectación en sí, sino una consecuencia de las afectaciones sufridas. Después de esta encontramos las plantas no crecidas, que solo afectan al carbón, así que no es una afectación importante en cuanto al banco de proteínas. La siguiente afectación en porcentaje son los áfidos, una afectación que recibían principalmente el guanacaste y el madero negro. Esta afectación atrofiaba la copa de los árboles, impidiéndoles su crecimiento y afectando a los capullos de las hojas, provocando que no crecieran nuevas hojas en las zonas afectadas. Esto provoca que las plantas afectadas no crecieran ni pudieran rebrotar hojas nuevas en la zona de la copa de la planta. Para la aplicación de un banco de proteínas esto es muy perjudicial, ya que si la planta no crece no podrá alimentar al ganado en la época deseada.

Con un 10% encontramos las plantas cortadas, una de las mayores afectaciones a la mortalidad de las plantas causada por insectos, ya que los insectos cortaban la planta cerca de la base, y esta no podría rebrotar. La especie con mayor afectación es el Madero negro, seguido del marango, que también tenía que lidiar con las hormigas cortadoras que cortan las hojas de los árboles para alimentarse, que es la siguiente afectación, con un 10% de afectación igualmente. Las hojas comidas afectaban

principalmente al marango, pero también al Guácimo, aunque en este último la afectación era menor. La segunda causa de mortalidad del marango son las hojas comidas, después de las inclemencias climáticas.

Después encontramos las plantas con hojas secas y las afectadas por bacterias. Las plantas afectadas por bacterias presentaban un color amarillento con marrón en las hojas, y provocaba que las hojas afectadas no pudieran hacer la fotosíntesis, y perjudicaran el crecimiento de la planta. Las plantas afectadas por esta afectación son el guácimo y el madero negro en menor medida. Las hojas secas, por su parte afectaban a casi todas las especies, aunque en mayor medida en el carbón. La sequedad de las hojas impedía el desarrollo de la planta, al no hacerse fotosíntesis por falta de agua. Esta afectación ha sido la más perjudicial para la mayoría de las plantas muertas que no hubieran sido atacadas por insectos.

El resto de afectaciones tienen una incidencia bastante baja, en primer lugar tenemos las orugas, que causaban más problemas en el crecimiento dentro del invernadero que en el campo, ya que solo dañaban algunas de las hojas de la copa, pero no impedían el crecimiento de la planta. Con un 2% de afectación encontramos las enredaderas, que no afectaban a la evolución de la planta, pero sí que podían doblar el tallo y hacer que la planta no creciera bien. Por último tenemos las chinches, que solo afectaron al guanacaste, y pese a que afectación en número es bastante pequeña, su afectación a la planta era muy grande. Las plantas con presencia de chinches se veían muy afectadas por este insecto, ya que presentaban unas hojas muy caídas, oscurecidas y un tallo sin turgencia.

Por concluyente, la afectación con más repercusión sobre la implantación de un banco de proteínas son los áfidos y los insectos cortadores, como las hormigas y los grillos. Que tienen una afectación muy grande a las especies que atacan y afectan a más especies del estudio.

Para poder controlar estas dos afectaciones se deberían vigilar, en primer lugar, la presencia de hormigas cortadoras, y la contención de estas en el caso de encontrarlas, y la presencia de grillos.

Diferencias entre plantas:

Cada especie tiene un crecimiento distinto, y una evolución diferente en cada fase de su vida, por esto es necesario tener en cuenta como es esta evolución en el momento de decidir que especie es mejor para el establecimiento de un banco de proteínas en el campo. Para ello se debería buscar la especie que tenga un crecimiento más grande y una evolución más constante a lo largo del tiempo. Para ello se ha analizado el crecimiento del grosor y la altura del tallo, y el número de hojas.

Las diferencias entre las especies provocan que no se pueda tratar del mismo modo a todas las especies, ya desde su germinación a la implantación en el campo. Por esto es necesario tener en cuenta las características de las plantas antes de implantar un banco de proteínas.

Habiendo analizado los datos de crecimiento podemos decir en primer lugar, que las especies autóctonas tienen un crecimiento mucho mejor que la especie foránea (marango) pese a eso, las especies de guácimo, y carbón, tienen un crecimiento muy lento en sus primeras etapas de vida, y esto dificulta que puedan ser usadas en un banco de proteínas si este se implementa desde cero. El carbón tiene una capacidad de generación foliar muy grande, pero debido a su poca estatura y a que presenta púas en su tallo no es una buena especie para implantar un banco de proteínas. El guácimo, pese a no tener púas, su tamaño hace que sea muy difícil trabajar con él, y no es una buena opción para establecer un banco de proteínas.

El marango, que en un principio parecía ser una buena opción para establecer un banco de proteínas, gracias a su rápida germinación y facilidad de crecimiento dentro el invernadero, es una planta foránea, y no está adaptada a las condiciones de la zona de Estelí, y es la especie con más afectaciones. Por eso esta especie no es la más indicada para el establecimiento de un banco de proteínas en esta zona.

El guanacaste es la especie más alta de las estudiadas, y la que llega a ser más grande en la edad adulta. El crecimiento de esta planta es bastante notable, pero tiene una generación foliar bastante baja. Las afectaciones que recibe esta especie son sobre todo en la zona de la copa, provocando que las plantas afectadas no crezcan en igual medida que las plantas no afectadas, y tiene unas afectaciones en este sentido mayores que otras especies. Pese a eso, es la única especie que no ha presentado ninguna muerte.

Por último el Madero negro, una especie que presenta una altura media por debajo el Guanacaste, pero con un crecimiento mayor. Las afectaciones a esta planta son sobretodo bacterias, y cortes, la primera no impide que la planta crezca, aunque lo hace con menos rapidez que una planta sana, pero las plantas cortadas tienen una probabilidad de morir más alta, dependiendo de la altura a la que se dé el corte. El crecimiento de esta especie es muy rápido, tanto en altura como en generación foliar, cosa que propicia que esta especie sea usada en un banco de proteínas.

Estas diferencias provocan que sea necesaria hacer un estudio estadístico desarrollado para poder comparar y estudiar las evoluciones de cada especie.

Especie elegida para el banco de proteínas:

Para finalizar, después de analizar todas las variables y características de las especies podemos concluir que la especie que mejor se adapte al campo, y tenga un mayor

crecimiento y menor afectación por parte de factores externos e internos tiene que ser la mejor especie para implantar un banco de proteínas.

Las especies como el guácimo y el carbón son demasiado pequeñas para poder establecer un banco de proteínas, ya que es muy difícil trabajar con ellas, y son más susceptibles a ser comidas enteras por los animales, y tener mayores problemas de crecimiento en presencia de animales durante su crecimiento.

En el caso del marango pese a tener una regeneración foliar muy alta y una facilidad de rebrote muy superior a todas las otras especies, su poca adaptabilidad a este clima impide que pueda ser usada como una especie forrajera para el establecimiento de un banco de proteínas en esta zona.

El Guanacaste tiene un crecimiento muy rápido en las primeras etapas, y una vez establecido en el campo un crecimiento gradual constante, y en comparación con el resto de especies un menor número de afectaciones, pero más graves. Por esto esta especie no es la más idónea para la implantación del banco de proteínas.

Finalmente tenemos el madero negro. Que tiene una germinación muy buena y un crecimiento notable. Pese a tener más afectaciones que el guanacaste, estas son menos severas con la planta y le permiten seguir creciendo. Además al tener un crecimiento sostenido a lo largo de todas las medidas y tener un porcentaje de generación foliar del 43% hace que sea la mejor especie para establecer un banco de proteínas

9.4 Conclusiones sobre el coste económico y las limitaciones en las diferentes fases del estudio

Una de las finalidades de este objetivo no es solamente concluir con cuál es la fase del estudio que representa un coste económico más importante, sino que también pretende comprender el coste total del estudio en lo que se refiere a la parte práctica.

A su vez el coste económico nos da información necesaria para la elaboración del proyecto, pero las limitaciones nos dan también informaciones muy valiosas a la hora de tomar precauciones en el desarrollo del proyecto, este y futuros.

En lo que se refiere a coste económico, podemos concluir que la fase de estudio que representa un coste económico superior a las otras es "fase del experimento 2" siendo a aproximadamente el 38% del presupuesto total.

Por otro lado, tenemos las limitaciones medidas a partir de la mortalidad de las especies en las distintas fases, nos darán información sobre qué fase presenta más o menos problemas en realización o ejecución dependiendo de la limitación. Las limitaciones más importantes de este estudio, provienen de la fase de "tratamientos pregerminativos" con una tasa de mortalidad del 36% aproximadamente, no obstante

se trata de la fase más limitante en el periodo actual, debido a que la fase "experimento 2" tiene un año de temporalidad (solo hemos medido los 2 meses).

En conclusión podemos decir que la fase de experimento 2 es la más costosa y la fase de tratamientos pregerminativos presenta las limitaciones más elevadas a causa su alto índice de mortalidad, estas conclusiones son y serán válidas siempre y cuando se repintan los criterios y condiciones de este estudio.

10 Refutación de la hipótesis

En el apartado de la hipótesis, paginas atrás, planteábamos nuestro estudio y esperábamos que los resultados, nos dieran una respuesta semejante a esta:

“Las especies forrajeras que tienen mejor comportamiento en cuanto a germinación, sobrevivencia y crecimiento en invernadero, serán las adecuadas para el establecimiento del banco de proteínas en campo.”

Lo cierto es que observando los resultados, las discusiones y las conclusiones, podemos ver como nuestra hipótesis se ha cumplido, puesto que el madero negro (*Gliricidia sepium*) presentaba los mejores valores tanto e invernadero como en el campo. Por otro lado, también hemos podido ver como las plántulas de marango (*Moringa oleifera*), nuestra especie foránea estudiada presenta un crecimiento menor que sus compañeras debido a grandes afectaciones por factores climáticos y animales, es decir, una adaptación menor respecto las otras especies estudiadas, cabe recordar que el estudio de invernadero se hizo con 3 especies marango, madero negro y Guanacaste (*enterolobium cyclocarpum*) debido a h problemas de tamaño con carbón (*Acacia pennatula*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y en cambio el estudio en campo se realizó con todas las plántulas de las distintas especies.

11. Propuestas de mejora

Finalmente como último apartado de este trabajo, hemos recopilado un seguido de propuestas de mejoras a partir de las experiencias vividas durante la ejecución de este estudio y otras relacionadas con las diferentes conclusiones observadas y expuestas anteriormente.

Por lo tanto diferenciaremos entre las propuestas que pretenden mejorar aspectos de la praxis, ya sea para afianzar más los resultados o evitar los posibles errores realizados y las propuestas de mejora del aspecto social y práctico de la vida real de este estudio final de carrera.

11.1 Propuestas de mejoras del estudio

Las diferentes propuestas que serán mostradas seguidamente, son producto de una valoración crítica de las diferentes adversidades sufridas durante las diferentes fases del estudio, cabe recordar que estas propuestas no tienen un carácter obligado de implantación si no que pretenden crear una reflexión ante las necesidades y/o dificultades que presenta nuestro estudio.

11.1.1 Cambiar el periodo de realización de estudio

Una de las problemáticas más sufridas en este experimento, han sido las condiciones meteorológicas adversas que sufre el departamento de Estelí en la época húmeda o estación lluviosa.

Es por eso que proponemos que la realización de las primeras fases del estudio, sean realizadas en épocas no lluviosas o no muy húmedas, con la intención de poder realizar las actividades más fácilmente, no obstante si se prosigue en la idea de crear un banco de proteínas, la fase de establecimiento en campo debe realizarse a mediados de la estación lluviosa, evitando las posibles fechas de paso de huracanes.

Por lo tanto proponemos que la realización de este experimento se empiece a mediados de la estación seca, en los meses febrero-marzo y se inicie la fase de experimento de Kenny en campo a mediados de agosto-setiembre (fuera de la época huracanada del país).

11.1.2 Realizar el experimento 1 en periodo diferente

Observando los diferentes problemas que se sucedieron en el trámite de realización de la fase "experimento de Verónica" consideramos que para poder potenciar nuestras conclusiones y aportar más valor al estudio, podríamos crear un proyecto donde la plantación de las semillas recién germinadas se dé en la misma fecha. Esta propuesta se debe a la imposibilidad de haber realizado esta fase con el estudio de las 5 especies arbóreas forrajeras en vez de las 3 utilizadas.

Otra consideración a tener en cuenta en esta propuesta podría ser la ampliación del periodo de muestreo en este estudio para poder apreciar más los resultados

generados entre las diferentes especies y tratamientos, esta ampliación del periodo de captación puede servir para disipar las dudas generadas en la experimentación actual debido a que podríamos apreciar periodos de máxima afectación o incluso de adaptación.

Pero, al incrementar el tiempo, hay que vigilar que el crecimiento surgido de las plántulas, no pueda suponer un problema en pérdida de resultados al darse problemas de caída de la parte aérea por demasiado peso; que las raíces de las bolsas crezcan y se fijen en el suelo de tierra del invernadero; que ocurran problemas procedentes del exterior como plagas; etc.

11.1.3 Realizar el establecimiento del banco de proteínas en diferentes zonas

La posible realización del mismo estudio, con las mismas características en la praxis, en diferentes zonas del departamento de Estelí o incluso en otras zonas de Nicaragua y Centroamérica (zonas con condiciones climáticas y geográficas parecidas).

La repetición de este mismo estudio en otras zonas, puede generar bases de datos muy valiosas que pueden ser extrapolables para poder hacernos ideas más específicas del coste que supone, de las dificultades que aparecen durante su tramitación, de las limitaciones con las que no podemos hacer nada y de los beneficios previamente previstos.

11.1.4 Realizar el establecimiento del banco de proteínas con poda natural

Esta propuesta hace referencia a las aspiraciones generadas en los primeros días de realización del estudio. Esta propuesta se debe a que gracias a la poda natural, en el banco de proteínas en campo, podemos acabar de determinar las preferencias del ganado respecto a estas especies arbóreas forrajeras, como también poder determinar las viabilidades de las distintas especies estudiadas.

No obstante esta propuesta, presenta dificultades más elevadas en su ejecución como también presenta diferentes enfoques en la realización del estudio, por lo que podríamos llegar a plantear un experimento nuevo, posterior al nuestro.

11.2 Propuestas de mejoras según conclusiones

En este apartado hablaremos de las diferentes propuestas de mejoras podemos organizar en el día a día con tal de mejorar las dinámicas alimenticias establecidas en los últimos tiempos (dinámicas de: alimentación con pienso de los animales de ganado en la estación seca), las dinámicas de gestión de bosques o incluso mejorar nuestros proyectos personales.

11.2.1 Gestión de las zonas forestales

Como ya hemos argumentado en diferentes apartados del trabajo, Nicaragua sufre problemas para la gestión de zonas forestales, ya sean privadas o públicas como zonas protegidas o parques nacionales.

La gestión forestal en Nicaragua ha sido organizada de forma personal en el mundo privado y evitado en el sector público (al menos desde hace un cierto tiempo), todo ello ha supuesto un seguido de problemas medioambientales como la proliferación de incendios, la reducción de la biodiversidad por pérdida de hábitos, etc.

Nuestra propuesta propone una gestión igualitaria entre sector privado y público del manejo del bosque, a través de un protocolo consensuado y ratificado conjuntamente. Este protocolo de obligado cumplimiento irá ligado a las necesidades características de la región o zona y no a los derechos del propietario sobre su parcela, con tal de generar una cobertura de protección igual para todo el territorio.

Cabe decir que este protocolo deberá respetar un conjunto de normas o hábitos de uso y actuación con el fin de crear el mínimo impacto en las diferentes zonas. Entre esos hábitos podríamos incluir el control de la tala de árboles para el uso de leña (uso muy frecuente en la cocina y otros espacios durante el día a día de las personas Nicaragüenses), este control podría estar relacionado con la tipología de los árboles que pueden talararse o con las diferentes praxis realizables.

Finalmente consideramos que tal protocolo debería ser reformado y reevaluado cada cierto periodos de tiempos previamente considerados.

11.2.2 Potenciar la pastura en natura

El sistema ganadero de Nicaragua, aun presenta valores porcentuales relativamente altos respecto otros trabajos en lo que respecta el volumen del PIB estudiado, es por eso que consideramos que las prácticas actuales, de cercados en espacios artificiales generalmente, posiblemente no sean las mejores prácticas.

El pastoreo en natura intenta potenciar ese manejo que a veces es muy necesario de los bosques, campos y otras zonas de los diferentes espacios naturales que se dan en las áreas forestales que a veces parece tan necesario. Este manejo reduciría las problemáticas de los bosques con falta de gestión como también podríamos reducir las necesidades alimenticias del ganado, al poder alimentarlo con especies arbóreas forrajeras o a otras aportaciones de diferentes especies (según alimentación preferida del ganado). Esta gestión si es realizada de la forma adecuada puede reducir en cantidades elevadas las aportaciones alimenticias artificiales, sobre todo en las épocas más desfavorables para el ganado y que generalmente tienen costes elevados que reducen los beneficios medios obtenidos en la época seca en comparación en la época húmeda donde el alimento florece solo de las tierras.

11.2.3 realización de bancos de proteínas

Una vez observados las diferentes conclusiones de este estudio, podemos entrever las posibilidades económicas y ambientales que puede generar este tipo de experimentación.

El establecimiento de un banco de proteínas puede generar beneficios a los agricultores al poder disponer de un punto de nutrición fijo cada año en la época sea siempre y cuando se emplee una buena gestión del mismo.

El establecimiento de un banco de proteínas puede hacerse de diferentes formas dependiendo de las características del espacio donde se implante o de posibilidades económicas del ganadero o incluso dependiendo del uso que se quiera dar. Dependiendo de lo que el ganadero pueda o quiera, el banco de proteínas será de una forma o de otra.

La realización del banco de proteínas no tiene porqué compartir las mismas características que nuestro estudio, pues puede tratarse desde un monocultivo de carbón (*Acacia pennatula*) o guácimo (*Guazuma ulmifolia*) o de un cultivo mixto, de dos, tres o cinco especies, como el realizado en este estudio. Dependiendo del espacio que dispongamos, del uso o incluso del tipo de ganado que tengamos, podrá decantar la balanza hacia un lado o el otro sobre qué actividades llevar a cabo para dar viabilidad a los bancos de proteínas establecidos.

Otra posibilidad de estos bancos de proteínas sería la de evitar esta distribución en una parcela limpiada previamente y promover distribuciones con más o menos espacio, combinado con bosque natural o no, incluso empleado como sistemas de barreras natural generando un control entre los diferentes campos del agricultor/ganadero.

El hecho de utilizar el banco de proteínas con doble funcionalidad, puede hacer ganar beneficios al propietario de la finca gracias a esta implantación arbórea, a causa de que puede trabajar la problemática de plagas entre campos, puede generar funciones paisajísticas si nos encontramos en una parcela con dedicación al turismo y finalmente también podemos obtener alimento para nuestros animales en la época más desfavorable.

12. Presupuestos del Trabajo

Al realizar todo experimento tenemos que tener en cuenta una multitud de cosas necesarias para realizar la tesis, entre ellas encontramos la cronología que nos permite llevar a cabo en unos plazos de tiempo previamente establecidos la realización de las diferentes fases del Trabajo Final de Carrera, una metodología donde se determinan claramente las diferentes fases de dicho Trabajo y por ultimo pero no menos importante, encontramos los presupuestos, donde se establece el dinero que se ha necesitado o que se podría necesitar para poder realizar bien nuestro Trabajo.

En este caso los presupuestos solamente se dirigirán hacia una única línea temporal, dándole mucha más importancia al presente y no al futuro o en las acciones pasadas. Para eso hemos dividido los presupuestos en dos grandes bloques; el primero sería respectivo únicamente y exclusivamente a la propia realización del experimento, mientras que el segundo bloque, hablaría más de temas indirectos del propio estudio, es decir, que uno habla del coste del estudio y el otro del coste de vida que supone vivir 5 meses aproximadamente en Nicaragua.

Presupuestos directos del Trabajo “Estrés ambiental de 5 plántulas de árboles forrajeros”	
Material biológico	
Semillas de guacimo	0 córdobas
Semillas de madero negro	0 córdobas
Semillas de marengo	300 córdobas = 10 \$
Semillas de carbón	0 córdobas
Semillas de guanacaste	0 córdobas
Cascarilla de Arroz	1000 córdobas = 33,33 \$
Tierra	0 córdobas
Material de laboratorio	
4 vasos de precipitados (500 ml)	18,5 \$ (4,62 \$/per unidad)
Horno	1650 \$
Calentador de agua	199 \$
3 botellines de agua destilada	23 \$ (7,64 \$/unidad)
20 placas de Petri	59,60 \$ (2,98 \$/unidad)
9 bandejas 50cm *25cm*4cm (5 litros)	89,82 \$ (9,98 \$/unidad)
5 botes grandes (1/2 galón)	6 \$ (1,2 \$/unidad)
25 litros de ácido sulfúrico 98%	43,25 \$ (1,72 \$/L)
Guantes de protección	7,80 \$ la pareja
Mascara de gases	14,72 \$
Bacula	185 \$
1000 Bolsas de cartón para horno	56,6 \$ (0,056 \$/unidad)
3 rollos de papel film	9 \$ (3 \$/unidad)
Pack de papel de cocina (6 rollos)	7,5 \$ (1,25 \$/unidad)
Cinta selladora	3,5 \$

Material de campo	
3 cumas (machetes curvados)	12 \$ (4 \$/unidad)
1 pala dúplex	16,79 \$
2 picos	32 \$ (16 \$/unidad)
1 pala	13,5 \$
2 pares de botas de hule (impermeables)	17 \$ (8,5 \$/unidad)
150 metros de cuerda nylon	60 \$
2000 bolsas de macetas	165 \$
3 regadoras	33 \$ (11 \$/unidad)
Tamizador	134 \$
Guantes de Trabajo	6 \$/pareja
Coche de transporte	60 \$ (20 \$/dia)
6 Cajas de transporte	22 \$ (3,66 \$/unidad)
2 Carretillas	148 \$ (74 \$/unidad)
2 barras metálicas	22 \$ (11 \$/unidad)
Sueldo trabajador	
Joel Exequiel Cardoz Aguilar	26000 córdoba (217 \$/mes)
Faustino Antonio Peralta	26000 córdobas (217 \$/mes)
David Taña Moreu	11400 \$ (2850 \$/mes)
Miquel Benaijes Mas	11400 \$ (2850 \$/mes)
Presupuesto total	<u>27693 \$</u>

Tabla 4: Presupuestos directos del trabajo.

En esta tabla 4 se trata de un inventario del material utilizado para la realización de este estudio, también podemos observar sus costes y así poder-nos dar cuenta del coste total que supone realizar una experimentación de este tamaño. Teniendo en cuenta los costes laborales de los trabajadores

Tabla 4: Presupuestos indirectos del trabajo

Presupuestos indirectos del trabajo “estrés ambiental de 5 plántulas forrajeas”	
Vuelos a Nicaragua	
Vuelos ida y vuelta	1794 \$
Hospedaje	
Hospedaje 1 (casa de doña Deisy)	140 \$
Hospedaje 2 (apartamentos Freeman)	350 \$
Hospedaje 3 (casa doña Diega)	330 \$ (110 \$/mes)
Transporte	
Autobús hasta la capital o viceversa	20 \$
Autobús urbano	10 \$
Taxi	15 \$
Gastos de la casa	
Alquilar	Hospedajes 1,2 y 3
Pasta	34 \$

Arroz	28 \$	
Pescado	40 \$	
Carne	70 \$	
Verdura y hortalizas	35 \$	
Frutas	20 \$	
Aceite	13 \$	
Refrescos	10 \$	
Alcohol	75 \$	
Comida de restaurantes u otros locales	80 \$	
Productos higiénicos	20 \$	
Productos de cocina	34 \$	
Recargas de móvil	110 \$	
Gastos esporádicos		
Auriculares	8 \$	
Chubasquero	10 \$	
Velas	6 \$	
Cargador Samsung	5 \$	
Adaptadores	2 \$	
Turismo		
Viaje a Costa Rica		
- Parques naturales	72 \$	} 975 \$
- Hospedaje	105 \$ (15 \$/noche)	
- Comida	100 \$	
- Alquilar de coche	270 \$	
- Souvenirs	60 \$	
- Vuelos	350 \$	
Presupuesto total		<u>4234 \$</u>

Esta segunda tabla nos muestra los costes indirectos y sobrecostes que se pueden obviar muy fácilmente de este tipo de trabajos que suponen un gran gasto a nivel privado, este coste está en función de dos personas debido a que al vivir juntas los costes se han podido calcular a la vez.

Como hemos podido observar en las dos tablas anteriores, los presupuestos solamente los podemos encontrar en “córdobas” que hacen referencia a la moneda oficial de Nicaragua y los dólares, moneda oficial de Estados Unidos de América, en algunos territorios más y también moneda de intercambio a valor internacional y más importante si nos encontramos en el continente americano.

El valor de los córdobas respecto a los dólares sería de 30 a 1 a nivel social en el propio país de Nicaragua aunque su valor varíe dependiendo los días i los mercados internacionales, no obstante el dólar nunca bajara de los 30 córdobas y podrá subir todo lo que pueda. Si el cambio social que encontramos a nivel de calle no nos gusta

debido a su bajo valor, podemos cambiarlo a los bancos donde cada dólar se paga a 33,55 córdobas a día 12 de diciembre de 2017 según la autoridad de divisas.

No obstante, nuestro ámbito social no se mueve ni en monedas oficiales de Nicaragua con los córdobas ni estadounidense con los dólares, nuestro ámbito está en la comunidad europea, donde nos movilizamos económicamente a partir de los euros, debido a que ambos países de esta región compartimos el mismo sistema económico. La divisa económica entre euro y dólar está en $1\text{€} = 0,85\text{\$}$, según las autoridades de divisas en el 12 de diciembre del 2017.

Es decir que desde el punto de vista nicaragüense, hemos gastado 31927 \$ o aproximadamente 950000 córdobas, un dineral visto desde su forma económica de vivir la vida. A nivel europeo el coste de este trabajo ha ascendido a los 27137,95 €.

12 Bibliografía y webgrafía

12.1 Webgrafía:

- Definiciones de conceptos básicos, consultada el 2/03/2017:
<http://conceptodefinicion.de/silvicultura/>
- Guía de conceptos básicos sobre Nicaragua consultada el 21/3/2017:
<http://geografia.laguia2000.com/climatologia/nicaragua-clima-y-vegetacion>
- Historia y cultura básica del departamento de Estelí, consultada el 26/2/2017:
<https://www.ecured.cu/Estel%C3%AD>
- Estadísticas de Nicaragua, UNICEF, consultada el 26/3/2017:
http://www.unicef.org/spanish/infobycountry/nicaragua_statistics.html
- Banco Central de Nicaragua, Cifras de Nicaragua, consultada el 27/3/2017:
http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/nicaragua_cifras/nicaragua_cifras.pdf
- Banco mundial en Nicaragua, estudios sobre la economía, consultada el 27/3/2017:
<http://www.bancomundial.org/es/country/nicaragua>
- Noticias de la economía nicaragüense, en “Datosmacro” un periódico online, consultada el 27/3/2017:
<http://www.datosmacro.com/paises/nicaragua>
- Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA), consultada el 27/3/2017:
<http://www.sela.org/es/estados-miembros/nicaragua/>
- Comisión económica para América Latina y el Caribe, consultada el 28/3/2017:
<http://www.cepal.org/mexico/noticias/documentosdetrabajo/4/54794/2015-003-Evol.Sect.Agropec.AyR.Dom-1990-2013-L.1175.pdf>

- Banco Central de Nicaragua, Cifras de Nicaragua, consultada el 28/3/2017:

http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/nicaragua_cifras/nicaragua_cifras.pdf

- Página oficial del gobierno de Nicaragua sobre cultura nacional, consultada el 29/3/2017:

<https://www.visitanicaragua.com/cultura/>

- Datos económicos de Guatemala, consultada el 24/3/2017:

<http://www.monografias.com/trabajos95/areas-protegidas-guatemala/areas-protegidas-guatemala.shtml>

- Datos económicos de Panamá, consultada el 24/3/2017:

<https://burica.wordpress.com/2007/07/24/las-areas-protegidas-en-panama/>

- INETER, dirección general de meteorología de Nicaragua, consultada el 21/3/2017:

<http://servmet.ineter.gob.ni/Meteorologia/climadenicaragua.php>

- Informaciones cromatografías de zonas de Nicaragua, consultada el 25/3/2017:

http://www.wikiwand.com/es/Clima_tropical_de_sabana

- Enciclopedia ilustrada de la vida, versión online, consultada el 25/3/2017:

<http://www.biopedia.com/selva-tropical/>

- Página oficial del gobierno de Nicaragua sobre “Áreas Protegidas” consultada el 27/3/2017:

<http://www.sinia.net.ni/multisites/NodoSINAP/index.php/sinap/areasprotegidas>

- Reglamento de las áreas protegidas de Nicaragua, consultada el 27/3/2017:

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/33CA55EBAEC13C6062572A0006C725A?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/33CA55EBAEC13C6062572A0006C725A?OpenDocument)

- Geolocalización de las áreas protegidas, consultada 27/3/2017:

http://www.gifex.com/imapa/inmonica/images/Nicaraguas_Legally_Protected_Natural_Area_Map_2.jpg

- Áreas naturales protegidas de Nicaragua, consultada el 27/3/2017:

<http://osirismelisanicaragua.blogspot.com.es/2011/08/listado-de-las-areas-naturales.html>

- Biodiversidad de la flora y fauna de Nicaragua, consultada el 2/4/2017:

<http://florayfaunadenicaraguense.blogspot.com.es/>

- Página oficial del gobierno de Nicaragua sobre aspectos de la biodiversidad en su país, consultada el 2/4/2017:

<http://www.sinia.net.ni/multisites/NodoBiodiversidad/index.php>

- Jardín botánico de Misuri recopilación de flora y fauna en Nicaragua, consultada el 2/4/2017:

<http://www.mobot.org/MOBOT/research/nicaragua/breve.shtml>

- Áreas protegidas de Belice, consultada el 3/4/2017:

<http://www.embajadadebelize.org/belice/acerca-de-belice/areas-protegidas.php#.WNU69zs19PY>

- Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica, consultada el 3/4/2017:

<http://areasyparques.com/>

12.2 Bibliografía

- J. Ferreira R./ E. Romero C./M. Soriano C./J. Manuel F. Autores de “Clima monzonico”

<http://titulaciongeografiasevilla.es/contenidos/profesores/materiales/archivos/2012-04-13CLIMAMONZONICO.pdf>

- DAVID BARTON GRAY y LETICIA MERINO PÉREZ. Autores de “La experiencia de las comunidades forestales en México” paginas salteadas de introducciones de capítulos.

<https://books.google.es/books?hl=ca&lr=&id=vBsNvHoeFEUC&oi=fnd&pg=PA15&dq=silvicultura&ots=Fpix27vpgi&sig=oElsJdyPBl6KTqksnvqXH39v2I#v=onepage&q=silvicultura&f=false>

- Doc. TUPAK OBANDO R. (geólogo) “Mapas temáticos del área de Estelí (Nicaragua)”:

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/mapas-tematicos-area-esteli-nicaragua/mapas-tematicos-area-esteli-nicaragua.pdf>

- ANTONIO MIJAIL PÉREZ; “Biodiversidad en Nicaragua: contexto y estado actual.” Encuentro 2008/ , N° 79, 96-104

<http://165.98.12.83/1429/1/encuentro79articulo12.pdf>

- D.QUEROL / A. GARCIA / B. BARRAGAN “Silvopastoralismo como herramienta de conservación, ejemplificado con el venado cola blanca en Nicaragua”
https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/169560/TFG_SilvopastoralismoNicaragua_articloe.pdf
- Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Publicado en “Flora of the British West Indian Islands”.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/41-legum16m.pdf
- Carbón (*Acacia pennatula*), BENTH (SCHLECHT. y CHAM.) “Acacia pennatula”
file:///C:/Users/m-ortopedics/Desktop/articles/acacia_pennatula.pdf
- Madero negro (*Gliricidia sepium*), Publicado en “Repertorium Botanices Systematicae”.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/29-legum19m.pdf
- Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Publicado en “Encyclopédie Méthodique, Botanique”.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf
- Marango (*Moringa oleifera*), publicado por “Arboles de la vida”, autores no encontrados
http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp%28screen%29.pdf
- Tratamientos pregerminativos:
 - Autor: LAM de WIT “Viabilidad de semillas pretratadas de *Caesalpinia velutina*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Leucaena leucocephala*”.
<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6922/A5206e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - Autor: SANTIAGO A. VARELA y VERONICA ARANA de “Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos.”
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf

- Autor: BARBARA C. MUÑOZ, J. A. SÁNCHEZ y W. ALMAGUER
“Germinación, dormancia y longevidad potencial de las semillas de
Guazuma ulmifolia”

https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Sanchez_Rendon/publication/280577239_Germinacion_dormancia_y_longevidad_potencial_de_las_semillas_de_Guazuma_ulmifolia/links/55bb924408aec0e5f4418d6e/Germinacion-dormancia-y-longevidad-potencial-de-las-semillas-de-Guazuma-ulmifolia.pdf

Anexos

1 Cronogramas:

A continuación mostraremos los cronogramas que hemos seguido durante este trabajo, divididos en cronograma general y cronogramas de los experimentos 1 y 2.

1.1 Cronograma general


Columna1	Febrero 1 - 15	Columna2	Marzo 1 - 15	Columna3	Abril 1 - 15	Columna4	Mayo 1 - 15	Columna5	Junio 1 - 15	Columna6
Fase 1 Información	Buscar información									
	Buscar información relacionada con nuestro ambito de estudio									
Fase 2 Practica	Comprar vuelos									
Fase 3 Redacción	Información sobre alojamiento									
	Redacción de los antecedentes					Redacción del estudio				













[illegible]







Tabla 5: Cronograma general

1.2 Cronogramas experimentos 1 y 2

222

Septiembre						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
			 7	8	9	10
   11	 12	13	 14	15	16	17
18	 19	20	 21	22	23	24
25	 26	27	 28	29	30	

Octubre						
						1
2	 3	4	 5	6	7	8
9	 10	   11	 12	13	14	15
16	 17	18	 19	20	21	22
23	 24	25	 26	27	28	29
30	 31					

Noviembre						
		1	 2	3	4	5
6	 7	8	 9	10	   11	12
13	14	15	16	17	18	19






	PODA 50% cada 30 dias
	RIEGO semanal con 420ml
	RIEGO cada 2 dias con 420 ml
	Medida de la altura (cm)
	Diámetro del tallo (mm)
	Supervivencia (uds)

Tabla 6: Cronograma experimento 1: "Estrés hídrico y defoliación en invernadero"

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
						SEPTIEMBRE
25	26	27	28	29	30	

						OCTUBRE
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

						NOVIEMBRE
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

						DICIEMBRE
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

	Plantación en parcela 1 "El Limón"
	Plantación en parcela 2 "Las Calabazas"
	Recogida de muestras parcela 1
	Recogida de muestras parcela 2

Tabla 7: Cronología experimento 2 "Viabilidad del campo de proteínas en campo"

2 Tabla determinación estrés hídrico y defoliación

[illegible]

Tabla 8: Estrés hídrico y defoliación

3 Tabla estrés ambiental en campo

Especie	Código	Finca	Tiempo	Diámetro	Altura	Nº de hojas	Mortalidad	Afectada	Tipo de afectación

Tabla 9: Determinación del estrés ambiental en el crecimiento en campo