UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA

ESTUDIO DEL GEOTROPISMO Y FOTOTROPISMO DEL TALLO CON PLANTULAS DE TRES MESES DE EDAD DE *Guazuma crinita* Mart. (BOLAINA BLANCA)

RESPONSABLE: DR. VÍCTOR AUGUSTO ARAUJO ABANTO

PARTICIPANTES:

ALUMNOS DE BOTÁNICA GENEREAL SEMESTRE 2014 - II

PUCALLPA – PERÚ

2015

RELACIÓN DE ALUMNOS PARTICIPANTES DEL CURSO DE BOTÁNICA GENERAL

1. Briceño Dueñas, Linda Ibeth
2. Cabrera Ramirez, Aurora Alili
3. Castro Sajamí, Andrew Hairtón
4. Cuyubamba Nuñez, John Paul
5. De Souza Marin, Fritzi Luz
6. Faustino Sanchez, Erick Bryan
7. Gonzales Pizango, Lincer
8. Gonzales Sandoval, Sharon Cristina
9. Gonzales Laulate, Fredy Anthony
10. Meléndez Ribeyro, María Paula
11. Miranda Torres, Steicy Meylin
12. Navarro Sanchez, Geyner
13. Paíma González, Roldan
14. Penadillo Ruiz, Antonio
15. Perea Torres, Jhon Jerry
16. Pinedo Flores, Frank Diego
17. Ramírez Gonzales, Roger Levit
18. Rioja Coral, Dely Lily
19. Rosales Díaz, Justo Raúl
20. Ruiz Pinedo, José Estalín
21. Silva Paima, Edeson Alexander
22. Tuanama Pinchi, Rayme Roxana
23. Tuesta Rengifo, Jennyfer Esther
24. Vela Salazar, Lia Valera
25. Bocanegra González, Armando André
26. Chávez Ramos, Ronal Junior
27. Salazar Peña, Jhakelin Dinna
28. Chávez Ramos, Ronal Junior
29. García Gonzales, Carlos Ángel
30. Gonzales Alvarado, Antony Cristhian
31. Gonzales Malpartida, Brayan
32. Gonzales Santamaría, Jefferson S.
33. Gratelly Viena, Geordi Antony
34. Guevara Arévalo, Jorge Vítor
35. Gutiérrez García, Luis Alberto
36. Hidalgo Gonzales, Corina del Rosario
37. Huiza Advíncula, Joel Alfredo
38. Jaramillo Noa, Esler
39. Lino Calero, Cristiam Jhoel
40. Marquez Rosales, Deneb Nereid
41. Maynas Nunta, Lindis Susy
42. Mogrovejo Tenazoa, Jhon Anthony
43. Ochoa Torres, Rex Riner
44. Peña Panduro, Jackson
45. Peralta Salazar, José Miguel
46. Pereyra Culqui, Flavia Yonna
47. Pérez Soria, Pablo samir
48. Pezo Jimenez, Wilmer
49. Pinchi Torres, Jabol Uriel
50. Ramírez López, Axel David
51. Reyna Mendoza, Alain Francois
52. Ruiz Duarte, Gabriela Ester
53. Ruiz Rengifo, Cristhian Manuel
54. Villacorta Córdova, Erick, Gustavo

I. RESUMEN

En el presente trabajo de **Investigación Formativa** los alumnos del curso de **Botánica General** del semestre 2014 – II demostraron que el tallo de una planta dicotiledónea (***Guazuma crinita* Mart.**) de tres meses de edad, tiene "**geotropismo negativo y fototropismo positivo**" para lo cual las plántulas se repicaron a bolsas con suficiente sustrato durante tres meses en el Laboratorio de Dendrología Tropical de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali hasta que alcanzaran un tamaño de 20 cm de altura y un diámetro de 3 mm, instalándose el experimento la primera semana de enero del 2015.

Para demostrar el **geotropismo negativo del tallo** se colocaron tres plántulas invertidas (con el tallo hacia abajo) suspendidas en un soporte de madera de 2 m de altura colocado en el alero de la ventana del laboratorio y se las regó en forma inter diaria por el extremo superior de la bolsa. Durante los doce meses de evaluación se anotaron en un formato cada 15 días el largo, diámetro e inclinación respecto a su posición original de los tallos y se tomaron fotografías de las plántulas, con lo cual después de un año de evaluación se demostró que el tallo en el transcurso de su crecimiento tiende a doblarse hacia arriba en sentido contrario a la gravedad de la tierra dando un giro de 180°, con lo cual quedó demostrado el **geotropismo negativo del tallo.**

Para demostrar el **fototropismo positivo del tallo** se colocaron en posición natural en la parte interior de la otra ventana del Laboratorio tres plantones de la misma especie, edad y procedencia y que han sido plantados en las mismas condiciones que las anteriores, y se evaluaron cada 15 días durante doce meses su largo, diámetro, vigorosidad, número de hojas, y su inclinación respecto a su posición original, tomándose fotografías de todo el proceso durante todo el año de evaluación. Al final del experimento se demostró que los tallos de los tres plantones se inclinan hacia la parte exterior de la ventana por donde ingresa la luz del sol haciendo un giro de más de 90° respecto a su posición inicial, con lo cual quedó demostrado que el tallo de las plantas tiene **fototropismo positivo**.

II. SUMMARY

In this paper Formative Research students in the course of General Botany Semester 2014 - II showed that the stem of a dicot plant (Guazuma crinita Mart.) Three months old , has " negative geotropism and positive phototropism " for which seedlings were picked to bags with sufficient substrate for three months at the Laboratory of Dendrology Tropical School of Forestry and Environmental Sciences of the National University of Ucayali until they reached a size of 20 cm and a diameter of 3 mm , settling the experiment the first week of January 2015 .

To demonstrate the negative geotropismo stem three inverted seedlings were placed (with the stem down) suspended in a wooden stand 2 m high placed in the eaves of the laboratory window and are watered daily inter formed by the end top of the bag. During the twelve months of evaluation were recorded in a format every 15 days long , diameter and angle from its original position stems and photographs of the seedlings were taken , which after a year of evaluation showed that the stem during growth tends to bend upward opposite to the gravity of the earth giving a 180 ° , which demonstrated the negative geotropism stem .

To demonstrate the positive phototropism stem were placed in a natural position on the inside of the other window Laboratory three plants of the same species , age and origin and have been planted under the same conditions as above , and were evaluated every 15 days for twelve months its length, diameter , vigor , number of leaves , and its inclination with respect to its original position , taking pictures of the whole process throughout the year of assessment. At the end of the experiment showed that the stems of the three seedlings are inclined towards the outside of the window through which enters the sunlight making a turn of over 90 ° from its initial position , which demonstrated that the stem of the plant has positive phototropism .

III. INTRODUCCIÓN

Se sabe por estudios en el curso de Botánica General que el tallo de las plantas tiene **geotropismo negativo** porque crece en sentido contrario a la gravedad de la tierra dirigiéndose siempre hacia arriba, y que también tiene **fototropismo positivo** porque el tallo siempre orienta su crecimiento en dirección hacia la luz, "esto se conoce teóricamente y se quiso demostrar a través del presente experimento.

En la Universidad Nacional de Ucayali no se ha hecho anteriormente ningún tipo de investigación de este tipo, o al menos no ha sido publicado por lo que se desconocen datos al respecto.

IV. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar experimentalmente que el tallo de una planta tiene geotropismo negativo porque crece en sentido contrario a la gravedad de la tierra, dirigiendo siempre su crecimiento hacia arriba; y que tiene fototropismo positivo porque su crecimiento siempre se va orientar en dirección a la luz.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Demostrar experimentalmente que el tallo de una planta siempre va crecer hacia arriba por más que se lo coloque en posición invertida.

Demostrar experimentalmente que el tallo de una planta siempre se va curvar en dirección de la luz del sol, partiendo de un estado inicial que es el recto.

V. MARCO TEÓRICO

Un **tropismo** (del griego *trope* = *giro*) es un fenómeno biológico que indica el crecimiento o cambio direccional de un organismo, normalmente una planta, como respuesta a un estímulo medioambiental. Si el órgano se mueve en la misma dirección que el estímulo se denomina tropismo positivo (+), pero si lo hace inclinado (crecimiento con dirección horizontal o en ángulo) alejándose del estímulo es un tropismo negativo (-). Ambas son respuestas realizadas para acercarse o alejarse del estímulo recibido. http://es.wikipedia.org/wiki/Tropismo

Geotropismo o gravitropismo es el estímulo que permite dirigir las raíces en el sentido de la gravedad (geotropismo positivo), y al tallo en sentido contrario (geotropismo negativo). En las ramas y raíces secundarias se presenta **plagiotropismo**, este fenómeno está controlado por las auxinas, en el tallo éstas se desplazan hacia la parte baja del órgano produciendo un mayor crecimiento de la zona inferior y una curvatura hacia arriba. Las plantas detectan esta fuerza gravitatoria mediante los amiloplastos que se comportan como estatocistos y se desplazan hasta situarse en la parte inferior de la célula, donde se localizan en la cofia de la raíz y el ápice de los tallos. La posición de los amiloplastos lleva a la síntesis de auxinas en raíz y tallo. http://es.wikipedia.org/wiki/Tropismo

El gravitropismo se ve definido por la concentración diferencial de auxina, una familia de hormonas vegetales: sintetizada en el ápice, allí posee su máximo nivel, que decrece conforme el tallo se aleja de aquél. Experimentalmente, en el caso de la expansión de coleoptilos situados en posición horizontal, se produce un transporte lateral de auxinas que provocan una alteración en dicho gradiente, lo que provoca una menor división celular en las células situadas en la parte más baja de dicho órgano, donde las auxinas están más concentradas y esta alta concentración inhibe la división celular. La adición de una auxina endógena a la zona más alta del mencionado coleoptilo contrarresta dicho efecto, lo que demuestra su implicación en el proceso. Meškauskas A., Jurkoniene S., Moore D. (1999).

La raíz presenta **gravitropismo positivo**, es decir tiende a crecer en la misma dirección que la fuerza de la gravedad, mientras el tallo presenta **gravitropismo negativo**, pues busca la dirección opuesta. El gravitropismo se produce por la presencia de **amiloplastos** en células especializadas. Estos, al cambiar de posición dentro de las mencionadas células, producen una descomposición de masa que es lo que dispara un crecimiento desigual que origina los **tropismos.** http://www.botanical-online.com/lasplantasmovimientosvegetales.htm

El **fototropismo** se produce porque las plantas poseen unos **receptores** especializados llamados **fototropinas** que activan la hormona vegetal **auxina**. Este fenómeno fue descubierto en 1880 por Charles Darwin y posteriormente desarrollado por Fritz Went., ambos pusieron las bases de la importancia de las hormonas en el mundo vegetal como reguladores en el proceso de las plantas. http://www.botanical-online.com/lasplantasmovimientosvegetales.htm

Según (Vidal, J., 2009) el tallo de una planta tiene geotropismo negativo porque siempre crece en sentido contrario a la gravedad dirigiendo su crecimiento hacia arriba, y fototropismo positivo porque el tallo si se encuentra en una zona de penumbra siempre va buscar orientar su crecimiento en dirección hacia la zona de donde proviene la luz.

El crecimiento vertical u **ortotrópico** es originado por una zona de crecimiento activo o plúmula en el ápice de la planta que va alargando a esta durante toda su vida, formando el tallo central, nudos y entrenudos. Academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm (tomado el 27/02/2016).

El crecimiento lateral o **plagiotrópico** se origina de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente. La yema inferior a menudo llamada accesoria da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Usualmente esta yema no se desarrolla a menos que el tallo principal sea decapitado o agobiado. Academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm (tomado el 27/02/2016).

Los tejidos que detectarían el gravitropismo mediante los amiloplastos, según esta hipótesis, corresponderían: en tallos y coleoptilos, a la capa de células ricas en almidón, continua con la endodermis de la raíz; en las raíces, a la columela o cilindro central, puesto que su escisión quirúrgica interrumpe toda respuesta gravitrópica. (Meškauskas A., Jurkoniene S., Moore D., 1999).

Una vez detectado el estímulo, la célula debe iniciar una transducción de señales que conduzca a la aparición de segundos mensajeros que modulen la actividad enzimática y génica, dicho proceso se denomina graviestimulación.

Dos señales detectadas tempranamente durante la respuesta a la gravedad en las células de la columela son: los cambios en el pH y en la concentración de calcio intracelulares; el primer factor aumenta en valor en el simplasto, y disminuye en el apoplasto. Dicha acidificación del apoplasto puede conducir a la activación de bombas H^+ ATPasas, lo que está relacionado con la respuesta mediada por auxinas. Además, la liberación del calcio de los acervos celulares puede demostrarse por la inhibición de la respuesta gravitrópica cuando se tratan raíces con sustancias quelantes de cationes, como el EDTA. (Taiz, L.; Zeiger, E., 2006)

VI. HIPOTESIS

Ho: El tallo siempre va crecer hacia arriba, en dirección contraria a la gravedad de la tierra

Ho: El tallo siempre va orientar su crecimiento en dirección de la luz.

VII. METODOLOGÍA

El experimento se realizó en octubre del 2014 en el Laboratorio de Dendrología de la UNU para lo cual se repicaron en bolsas plásticas negras con abundante sustrato seis plantones de bolaina blanca ***Guazuma crinita*** **Mart.** (tres para la prueba del geotropismo y tres para la prueba del fototropismo), llegando al tamaño adecuado de los plantones (20 cm de altura y 3 mm de diámetro) el 31 de diciembre del mismo año; instalándose el experimento del **fototropismo** y **geotropismo** la primera semana del mes de enero del 2015.

Para la prueba del **geotropismo negativo del tallo** se contó con un bastidor de madera 2 metros de altura con un soporte en su base y una barra en la parte superior de 50 cm de largo para soportar los plantones embolsados. Los tres plantones (repeticiones) se colocaron en el bastidor suspendidos boca abajo, es decir la bolsa de tierra que contiene las raíces en la parte superior, y el ápice del tallo orientado en dirección al piso y sujetados en la boca de la bolsa con una red para evitar la caída del sustrato. El bastidor con los tres plantones se colocaron en el alero exterior de la ventana del Laboratorio de Dendrología (figura N° 1).

Se contó con un formulario para el registro de datos, y los plantones se regaron en forma inter diaria; al inicio del experimento se medió el largo de los plantones con una regla, y su diámetro con un vernier, y se fueron anotando además datos del número de hojas y el vigor que presentan las plantas, tomándose fotografías cada 15 días al momento de hacer las mediciones, midiéndose el grado de inclinación que vaya presentando el tallo a medida que crece.

Para la prueba del **fototropismo positivo del tallo** se colocaron los tres plantones de ***Guazuma crinita*** **Mart**. en la parte interior de la otra ventana, encima de una mesa del Laboratorio de Dendrología, y al igual que en el caso anterior se tomaron datos del largo y diámetro de los plantones, y se hicieron mediciones y tomaron fotografías cada 15 días. Cabe mencionar que el interior del Laboratorio siempre permaneció oscuro para lo cual se serraron las cortinas, recibiendo las plantas la luz solamente de la parte exterior.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el caso del En la figura N° 03 se observa que durante el primer mes el tallo invertido del lado derecho permanece recto en posición vertical con el ápice en dirección al piso tal como fue instalado; durante el segundo mes en la figura N° 04 se empieza a observar una ligera curvatura del tallo hacia la derecha.

En la figura N° 05 la parte apical del tallo de la misma planta se ha recurvado 90° hacia la derecha, pero empieza aparecer un nuevo brote un poco más arriba; a los 6 y 8 meses de evaluación el brote que ha emergido está muy desarrollado y casi en posición vertical hacia arriba, y la parte apical del tallo se han caído todas sus hojas y se está secando. Este cambio de dirección del tallo originado por un fenómeno externo por haber colocado a la planta en posición vertical pero invertido con el ápice del tallo en dirección al piso, hace que se produzca un fenómeno de crecimiento lateral del tallo que se conoce como **plagiotropismo**, y luego un crecimiento vertical recuperando el tallo su posición inicial con el ápice hacia arriba se conoce como **ortotropismo,** todo lo cual es causado por unas **auxinas** que estimulan a los **amiloplastos** que se comportan como **estatocistos** haciendo que contrarresten las fuerzas gravitatorias terrestres. Meškauskas A., Jurkoniene S., Moore D. (1999)

A los 12 meses de evaluación el brote que ha emergido ha formado un arco de 180° y constituye la parte principal del tallo dirigiéndose en sentido vertical hacia arriba en sentido contrario a la gravedad, con lo que queda demostrado el **geotropismo o gravitropismo negativo** del tallo, tal como lo mencionan http://www.botanical-online.com/lasplantasmovimientosvegetales.htm

En la figura N° 09 se ha graficado la variación de la orientación del tallo en sentido contrario a la gravedad, en la que el primer mes de evaluación el tallo permanece 180° en sentido vertical con dirección del ápice hacia el piso, pero con el transcurso de los meses el tallo se va recurvando hasta quedar a los 12 meses de evaluación en sentido vertical orientado el ápice 180° hacia arriba en sentido contrario a la gravedad, por lo que a partir de los 180° ya no hay variación en la curva.

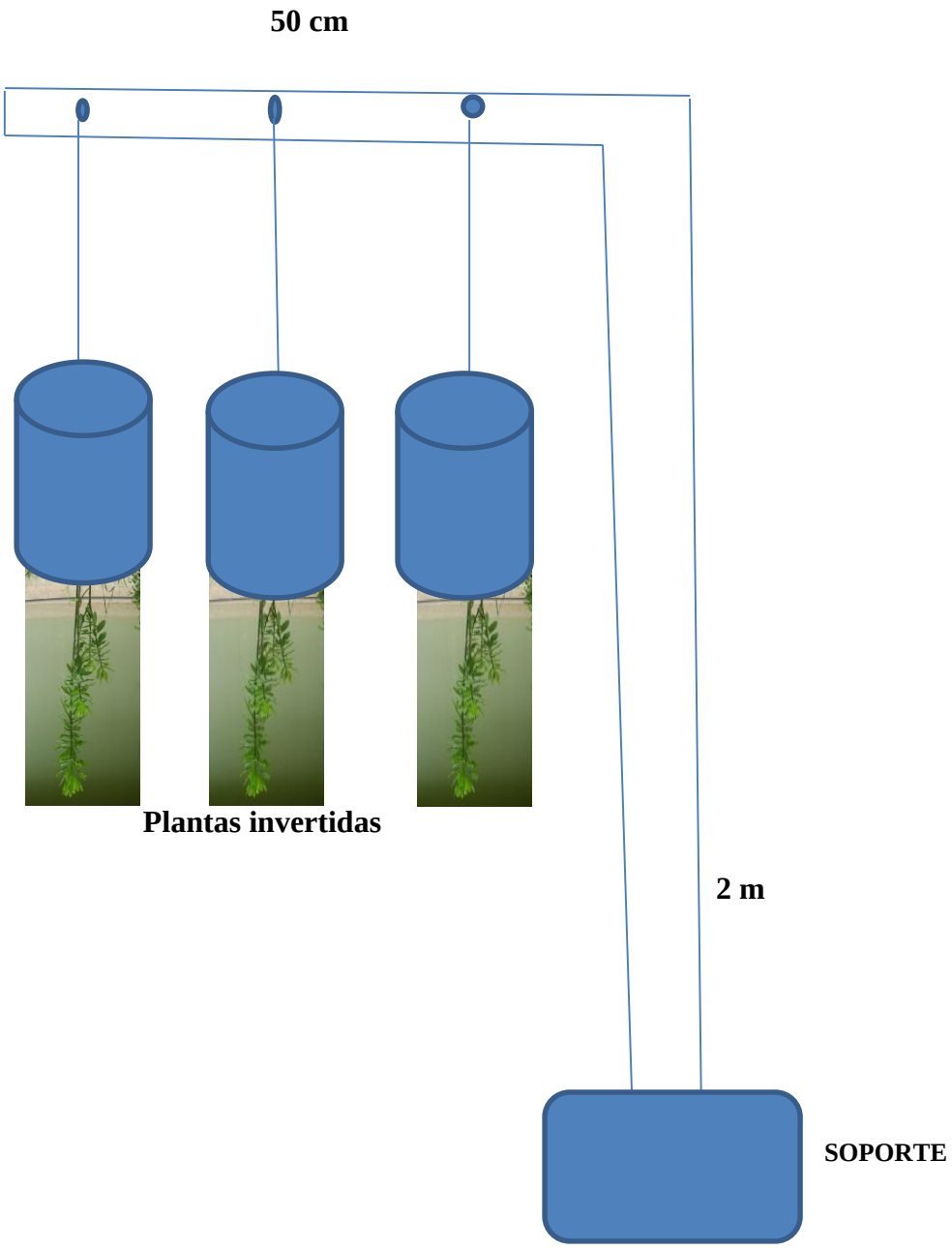


Figura N° 01: Instalación del experimento para demostrar el geotropismo negativo del tallo colocando tres plantones invertidos de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.)

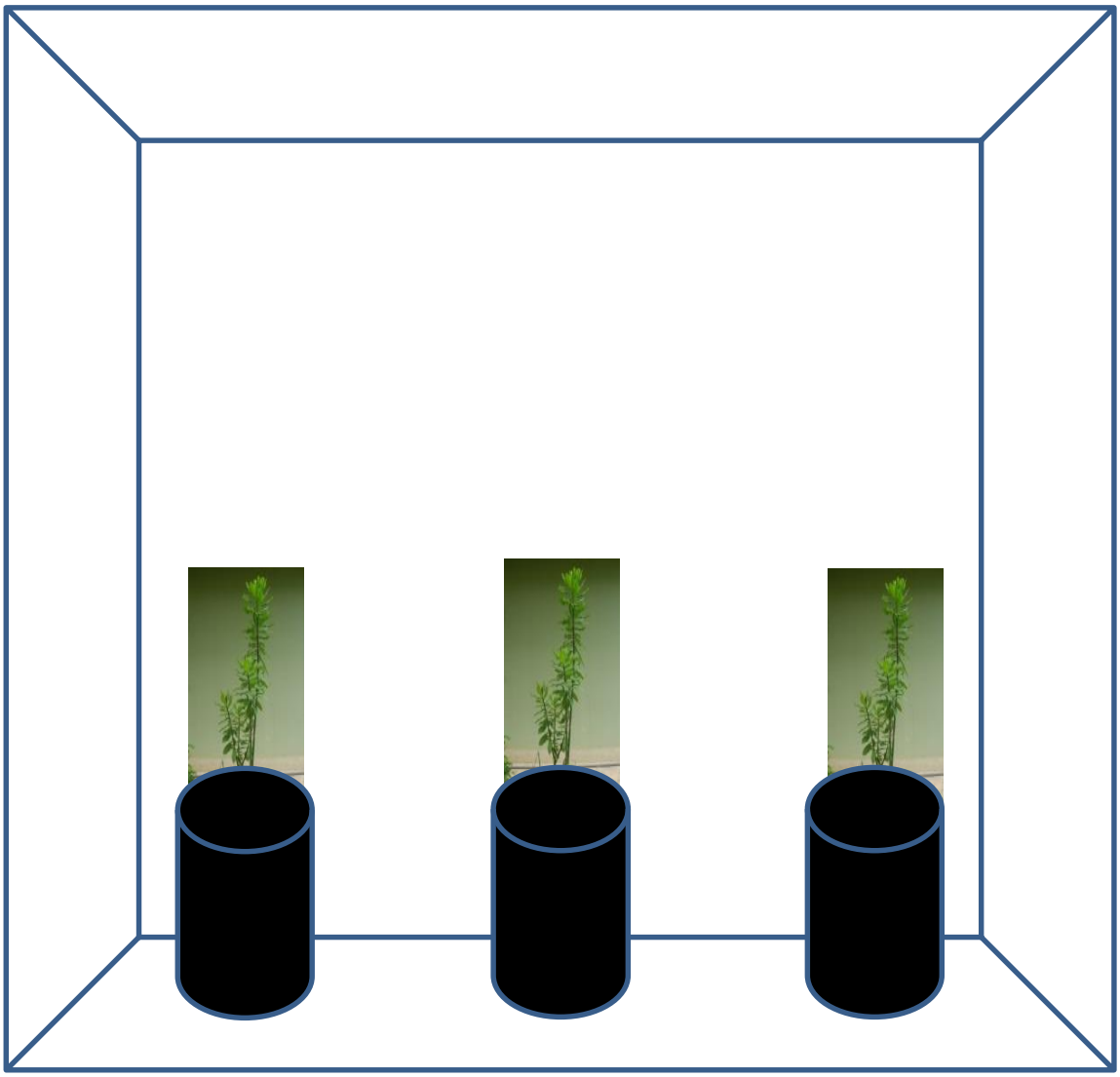


Figura N° 02: Instalación del experimento del fototropismo positivo colocando tres plantones embolsados de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en el interior de la ventana del Laboratorio de Dendrología.



Figura N° 03: El experimento se inició colocando los tres plantones de *Guazuma crinita* Mart. suspendidos en forma invertida con el tallo orientado hacia abajo 180°



Figura N° 04: En la figura se observa como el ápice del plantón de la derecha se empieza a recurvar a los dos meses de evaluación

l



Figura N° 5: A los 4 meses de evaluación el mismo plantón se sigue recurvando 90° hacia la derecha pero empieza a aparecer un nuevo brote en el tallo un poco más hacia arriba.



Figura N° 6: En el plantón de la derecha a los 6 meses de evaluación se observa que la sección apical ha dejado de crecer, pero un brote lateral a empezado a crecer en forma muy vigorosa dirigiéndose hacia arriba.



Figura N° 7: A los 8 meses de edad el brote apical está ya prácticamente seco y el brote lateral está muy desarrollado dirigiéndose siempre hacia arriba.



Figura N° 8: A los 12 meses de edad la yema apical del tallo ha desaparecido tomando su lugar el brote lateral que sigue su crecimiento vigoroso hacia arriba en sentido contrario a la gravedad.

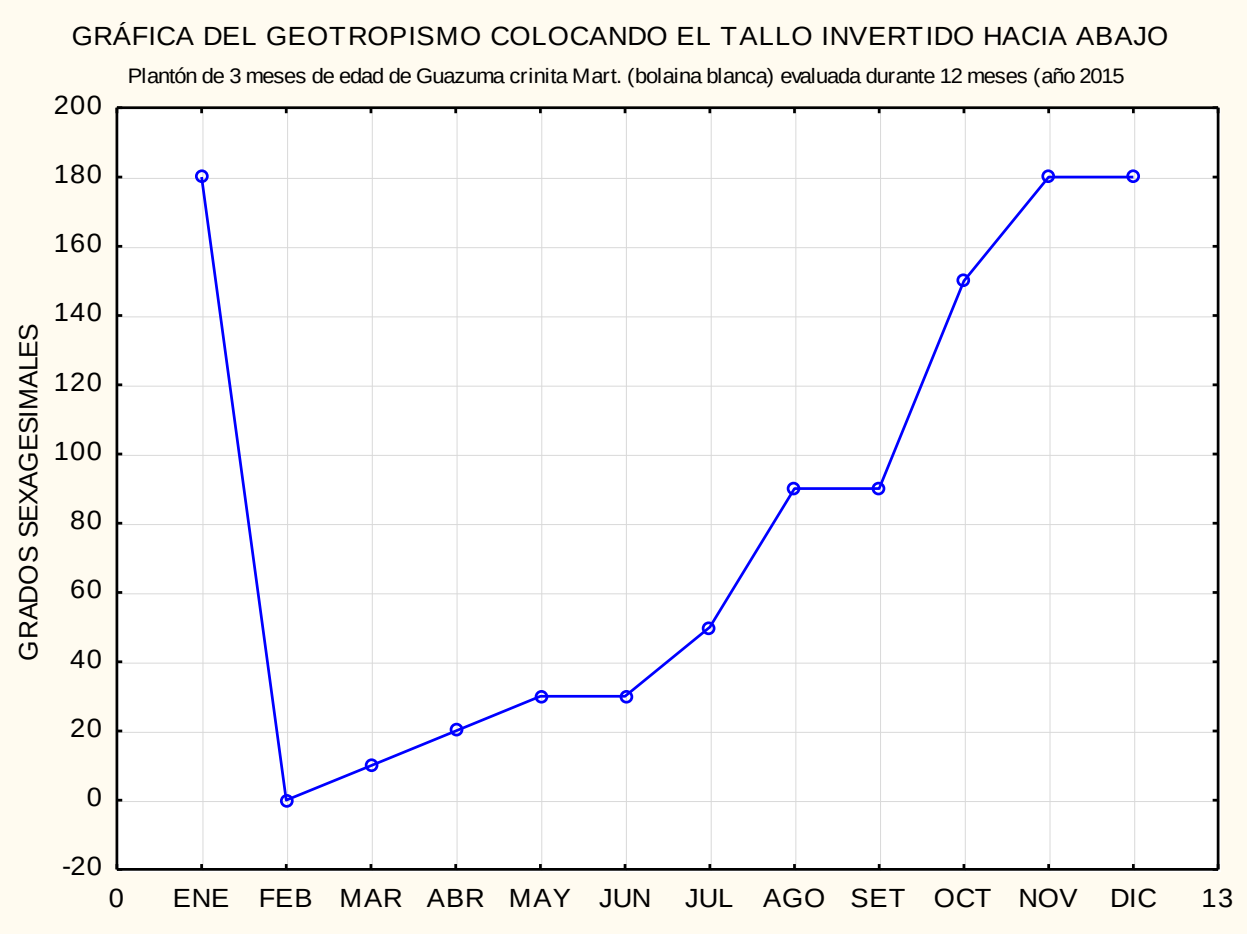


Figura N° 09: Variación de la orientación del crecimiento del tallo por influencia de la gravedad de *Guazuma crinita* Mart. Durante 12 meses de evaluación.



Figura N° 10: En la imagen se observan los tres plantones de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca) frente a la ventana del Laboratorio de Dendrología durante el primer mes de evaluación, en la que las plantas reciben luz de la parte exterior solamente.



Figura N° 11: A los dos meses de evaluación el plantón de la derecha se encuentra ligeramente recurvado hacia adelante por efecto de la luz



Figura N° 12: A los tres meses de evaluación la inclinación del plantón de la derecha Hacia adelante (en dirección a la luz) es mucho más pronunciado.



Figura N° 13: A los 6 meses de evaluación el plantón de la derecha prácticamente se encuentra inclinado 70 grados hacia adelante en dirección a la luz.



Figura N° 14: A los 8 meses de evaluación el plantón de la derecha se encuentra inclinado 90 grados hacia adelante en dirección hacia la luz.



Figura N° 15: A los doce meses de evaluación el plantón de la derecha ha pasado los 90 grados de inclinación hacia adelante llegando incluso a chocar el tallo contra el piso

GRAFICA DEL FOTOTROPISMO COLOCANDO TRES PLANTAS FRENTE A UNA VENTANA POR DONDE INGRESA LA LUZ DEL EXTERIOR, SIENDO LA PARTE INTERNA OSCURA

Plantas de tres meses de edad de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca) evaluada durante 12 meses (año 2015)

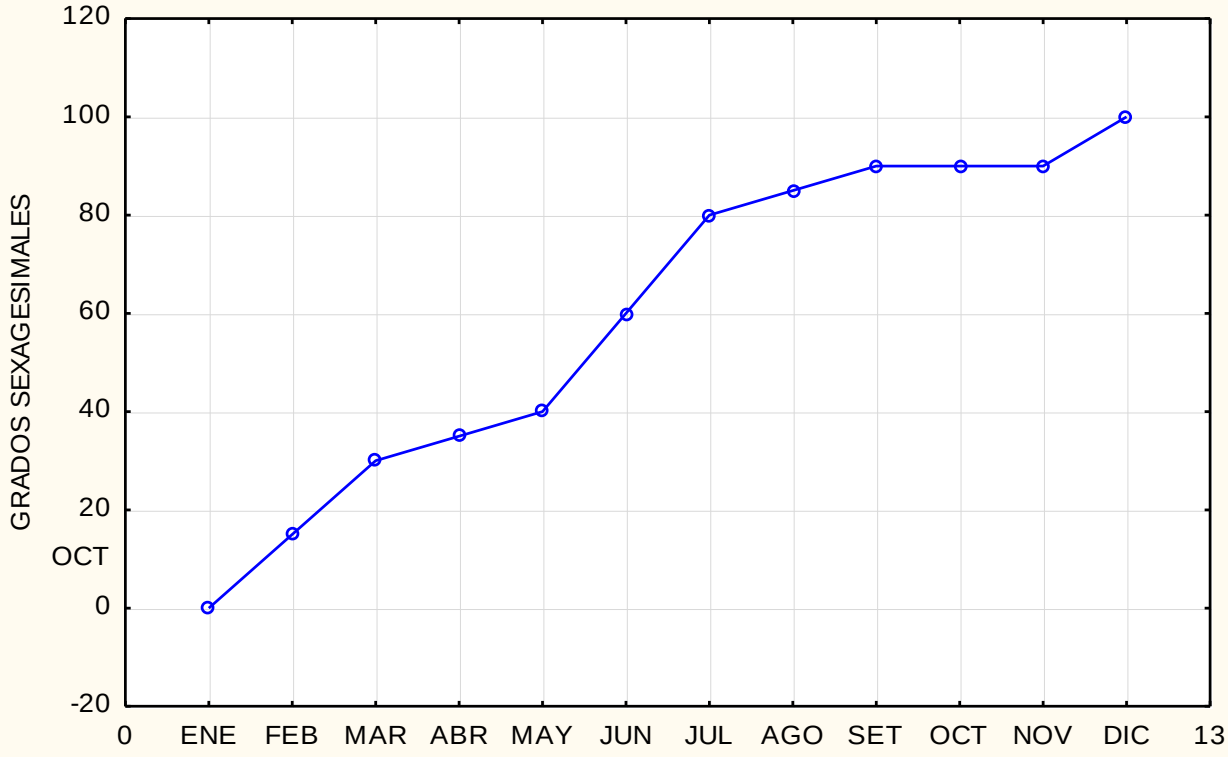


Figura N° 16: Variación de la orientación del crecimiento del tallo por influencia de la luz de *Guazuma crinita* Mart. Durante 12 meses de evaluación.

.

En cuanto al **fototropismo positivo del tallo** se observa en las figuras del N° 10 al 15 como ha ido variando la inclinación del tallo hacia la luz, partiendo de su posición inicial (**ortotrópica**) que se encontraba verticalmente recto con el ápice hacia arriba con una orientación de 180° (figura N° 10), pero que poco a poco el tallo se ha ido recurvando en dirección hacia la luz, hasta quedar el tallo doblado por la mitad con el ápice en dirección horizontal habiendo dado un giro de 90° desde su posición inicial **(**figura N° 14), sobrepasando incluso la orientación a más de 90° llegando chocar el tallo con el suelo para volver nuevamente a levantarse pero siempre en dirección hacia la luz; este fenómeno se conoce como **plagiotropismo** que es causado por las **auxinas** que estimulan a los **amiloplastos** debido a que las plantas poseen unos receptores llamados **fototropinas**. http://www.botanical-online.com/lasplantasmovimientosvegetales.htm

IX. CONCLUSIONES

1. El tallo siempre se dirige hacia arriba en posición vertical (ortotropismo) a pesar de estar un largo periodo (6 a 12 meses) en posición invertida con lo cual queda demostrado el geotropismo negativo del tallo de las plantas durante su desarrollo.

2. El tallo siempre se orienta hacia la luz a pesar de estar en posición vertical (ortotropismo) doblándose lateralmente hasta quedar en posición horizontal (plagiotropismo) con lo cual se demuestra el fototropismo positivo del eje principal del tallo de las plantas durante su desarrollo.

3. No todos los tallos de las plantas a pesar de tratarse de la misma especie y de la misma edad y estar sometidos a las mismas condiciones responden por igual al fenómeno del fototropismo positivo y al geotropismo negativo, ya que como se observa en las figuras del N° 03 al N° 15, algunas han variado muy poco la inclinación inicial del tallo, mientras que otras se han doblado completamente girando 90° en dirección a la luz, o han girado 180° para volver a su posición inicial con el tallo recto y el ápice señalando hacia arriba.

X. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir financiando por parte de la UNU este tipo de investigación formativa con participación de los alumnos del pregrado que recién están iniciando sus estudios con los cursos básicos, afín de que aprendan las técnicas y metodologías de investigación científica que más adelante les ayudara de mucho para desarrollar su trabajo de investigación de tesis para optar el título de Ingeniero Forestal.

2. Se recomienda que este tipo de trabajos sean publicados por la Revista de Investigación Científica de la UNU y sean puesto al alcance de todos los estudiantes, para que en el futuro les sirva como guía para otro tipo de investigación que ellos quisieran realizar.

3. Los desembolsos de dinero deberían hacerse en forma oportuna de tal manera de que el trabajo de investigación se inicie el primer día de clases y culmine al finalizar el ciclo académico, de tal manera que ellos puedan participar durante todo el trabajo de investigación y ver los resultados finales.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

Azcón-Bieto, J y Talón, M. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw Hill Interamericana de España SAU. ISBN 84-486-0258-7.

Doménech, J.M. T., 1993. Atlas de Botánica. Grupo editor Qinto Centenario S.A. Bogotá, Colombia. 50 pg.

Font Quer, P. (1982). *Diccionario de Botánica. 8ª reimpresión*. Barcelona: Editorial Labor, S. A.

González, A.M. 2009. «Estructura primaria del tallo. Concepto de estela». *Morfología de Plantas Vasculares*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.

González, A.M. 2009. «Adaptaciones del cormo». *Morfología de Plantas Vasculares*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.

Meškauskas A., Jurkoniene S., Moore D. (1999). Spatial organization of the gravitropic response in plants: applicability of the revised local curvature distribution model to *Triticum aestivum* coleoptiles. *New Phytologist* 143, 401-407.

Rudall, P. 2007. Anatomy of flowering plants: an introduction to structure and development. Cambridge University Press.

Strasburger, E. 1994. Tratado de Botánica. 8.ª edición. Omega, Barcelona, 1088 p.

Taiz, Lincol, Zeiger, Eduardo, 2006. http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf

Valla, J.J. 2005. Botánica: morfología de las plantas superiores. Buenos Aires, Hemisferio Sur.

Vidal, J., 2009. Curso de Botánica. Editorial Bruño, 548 pg. 29ª edición. impreso en el Perú.

Xin, E., D. Vreugdenhil y A. M. Lammeren (1998). «Cell division and cell enlargement during potatoes tuber formation». Journal of Experimental *Botany* (49). 573-582.

http://es.wikipedia.org/wiki/Tropismo

http://www.botanical-online.com/lasplantasmovimientosvegetales.htm

http://es.wikipedia.org/wiki/Gravitropismo. (tomado el 27/02/2016)

http://www.enciclopediadetareas.net/2010/08/geotropismo.htm

Academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm (tomado el 27/02/2016).