

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO EN CIENCIAS DE CONSERVACIÓN DE  
SUELOS Y AGUA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE GUANO DE ISLAS EN EL CRECIMIENTO  
DE GUABA (*Inga edulis* C. Martius) Y PINO CHUNCHO (*Schizolobium  
parahyba* (Velloso) Blake var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby)  
ASOCIADOS CON ESPECIES DEL GÉNERO HELICONIA**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**WINSTON JR. GONZALES REÁTEGUI**

**PROMOCIÓN 2010 - II**

**Tingo María - Perú**

**2011**



**F04**

**G71**

**Gonzales Reátegui, Winston Jr.**

Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (*Inga edulis* C. Martius) y Pino chuncho (*Schizolobium parahyba* (veloso) Blake var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) asociados con especies del género heliconia. Tingo María, 2012

68 páginas; 23 cuadros; 24 fgrs.; 52 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, mención Conservación de suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú).

**1. GUANO DE ISLA**

**2. CRECIMIENTO**

**3. GUABA**

**4. PINO CHUNCHO**

**5. HELICONIA**

**6. EVALUACION**



## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

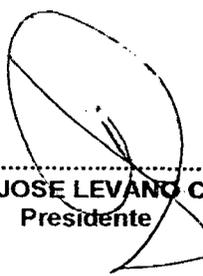
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de diciembre de 2011, a horas 07:00 p.m. en el Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

### **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE GUANO DE ISLAS EN EL CRECIMIENTO DE GUABA (*Inga edulis* C. Martius) Y PINO CHUNCHO (*Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) ASOCIADOS CON ESPECIES DEL GÉNERO HELICONIA.**

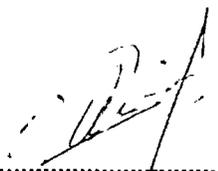
Presentado por el **Bachiller: WINSTON JR. GONZALES REÁTEGUI**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "BUENO".

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 22 de Marzo de 2012

  
.....  
Ing. MSc. JOSE LEVANO CRISOSTOMO  
Presidente

  
.....  
Ing. RAUL ARAUJO TORRES  
Vocal

  
.....  
Ing. NELINO FLORIDA ROFNER  
Vocal



  
.....  
Ing. MSc. VICENTE POCOMUCHA POMA  
Asesor

## DEDICATORIA

A mi Madre Beldad Reátegui del Águila; quien con amor y sacrificio me apoyó durante mi trayectoria estudiantil. De no ser por ella no escribiría estas palabras y no existiría todo lo demás.

A mi Padre Winston Gonzales Meléndez y a mi hermana Sonia Gonzales Reátegui; las personas que más quiero en este mundo.

A mis amigos:

Abel Farfán, Christian García, Joshua Fernández, Carlos Robalino, Daniel Trigoso; Pavel Bartra; que estuvieron conmigo en esos momentos arduos que a veces pasamos en nuestras vidas donde el deseo y el ánimo de seguir se quieren derrumbar. Gracias a ellos por existir conmigo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En general a todas las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, porque tanto ellos como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

A mi Asesor: El Ing. M Sc. Vicente Pocomucha, patrocinador del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Luery Alegría, colaborador en la parte del material biológico e insumos de la presente investigación.

A mis amigos Benjamín Carrillo; Villie Villacres y Frits Palomino por su valiosa colaboración y hacer posible este trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Fertilización orgánica.....	4
2.2. Propiedades de los fertilizantes orgánicos .....	6
2.2.1. Físicas .....	6
2.2.2. Químicas.....	6
2.2.3. Biológicas .....	6
2.3. El guano de islas .....	7
2.3.1. Antecedentes generales del guano de islas .....	7
2.3.2. Características físicas y químicas del guano de islas .....	9
2.3.3. Propiedades del guano de islas .....	10
2.4. Sistemas agroforestales .....	11
2.4.1. Clasificación de los sistemas agroforestales .....	13
2.4.1.1. Agrosilvicultura .....	13
2.4.1.2. Sistemas silvopastoriles .....	13
2.4.1.3. Sistemas agrosilvopastoriles .....	14
2.5. Aspectos generales de la <i>Inga edulis</i> . .....	14
2.5.1. Taxonomía de la especie.....	14

2.5.2.	Descripción botánica y morfológica .....	14
2.5.3.	Distribución geográfica y ecológica.....	15
2.5.4.	Utilización en la agroforestería.....	15
2.6.	Aspectos generales del <i>Schizolobium parahyba</i> .....	17
2.6.1.	Taxonomía de la especie.....	17
2.6.2.	Descripción botánica y morfológica .....	17
2.6.3.	Distribución geográfica y hábitat.....	18
2.6.4.	Características ecológicas .....	19
2.7.	Aspectos generales del cultivar heliconia .....	20
2.7.1.	Taxonomía de la especie.....	21
2.7.2.	Anatomía y morfología de las heliconias .....	21
2.7.3.	Requerimientos climáticos de las heliconias.....	22
2.7.4.	Requerimientos edáficos de las heliconias .....	22
2.8.	Elementos importantes en la planta .....	23
2.9.	Condiciones de plantas para campo definitivo .....	24
2.10.	Crecimiento y desarrollo en las plantas.....	24
2.11.	Antecedentes sobre la aplicación de guano de islas .....	26
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
3.1.	Lugar de ejecución .....	27
3.1.1.	Ubicación política y geográfica .....	27
3.1.2.	Clima y zona de vida.....	27

3.2. Materiales y equipos.....	29
3.2.1. Material vegetal.....	29
3.2.2. Fertilizante orgánico.....	29
3.2.3. Herramientas .....	29
3.2.4. Equipos.....	29
3.3. Metodología.....	29
3.3.1. Ubicación del área y características del experimento .....	29
3.3.2. Preparación y demarcación del área .....	30
3.3.3. Muestreo para el análisis de suelos.....	31
3.3.4. Apertura de hoyos.....	31
3.3.5. Aplicación del tratamiento y plantación propiamente dicha .....	32
3.3.6. Labores culturales en la plantación.....	32
3.4. Componentes en estudio.....	33
3.4.1. Especies forestales (Factor A).....	33
3.4.2. Dosis de guano de islas (Factor B).....	33
3.5. Tratamientos.....	33
3.6. Diseño estadístico .....	34
3.7. Evaluación de características .....	35
3.7.1. Medición de la altura.....	35
3.7.2. Medición del diámetro.....	35
3.7.3. Medición de prendimiento y mortandad .....	35

3.8. Proceso de datos.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. Altura de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> bajo efectos de guano de islas.....	38
4.2. Diámetro de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> bajo efectos de guano de islas.....	44
4.3. Prendimiento y mortandad de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> bajo efectos de fertilización.....	50
4.4. Asociación entre variable diámetro y altura de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> .....	52
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES.....	58
VII. ABSTRACT.....	59
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
IX. ANEXO.....	68

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química del guano de islas. ....	10
2. Precipitación durante los meses del experimento. ....	28
3. Descripción de los tratamientos. ....	33
4. Análisis de varianza para el incremento de altura total en <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 180 días. ....	38
5. Prueba Duncan respecto al crecimiento en altura total a la edad de 180 días. ....	39
6. Prueba de Duncan respecto al efecto de las dosis sobre el crecimiento de la altura total a la edad de 180 días. ....	40
7. Prueba de Duncan respecto al efecto de los tratamientos sobre el crecimiento en la altura total a la edad de 180 días. ....	44
8. Análisis de varianza respecto al incremento de diámetro total en <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 180 días. ....	46
9. Prueba de Duncan respecto al crecimiento del diámetro en las especies a la edad de 180 días. ....	46
10. Prueba de Duncan sobre el efecto de las dosis respecto al crecimiento en diámetro del fuste a los 180 días de edad. ....	47
11. Prueba de Duncan sobre el efecto de los tratamientos respecto al crecimiento en diámetro del fuste a los 180 días de edad. ....	48

12. Prendimiento y mortandad de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> durante 180 días de evaluación. ....	54
13. Análisis de varianza para la regresión elaborada en base al diámetro y altura de <i>Inga edulis</i> a la edad de 180 días. ....	52
14. Análisis de varianza para la regresión elaborada en base al diámetro y altura de <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 180 días. ....	54
15. Evaluaciones registradas en campo definitivo durante el periodo de la investigación. ....	69
16. Comportamiento de la altura total (cm) de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> bajo efectos de guano de islas. ....	77
17. Comportamiento del diámetro (cm) de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> bajo efectos del guano de islas. ....	77
18. Análisis de varianza para la altura total en <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 60 días. ....	78
19. Análisis de varianza para el diámetro en <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 60 días. ....	78
20. Análisis de varianza para la altura total en <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 120 días. ....	77
21. Análisis de varianza para el diámetro en <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 120 días. ....	77

22. Análisis de varianza para la altura total en *Inga edulis* y  
*Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.....78
23. Análisis de varianza para el diámetro en *Inga edulis* y  
*Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.....78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Promedios de precipitación en el tiempo del experimento. ....	28
2. Croquis del campo experimental (Distribución de tratamientos DBCR).....	34
3. Crecimiento en altura total de las especies a la edad de 180 días. ....	39
4. Efecto de las dosis de guano de islas sobre el crecimiento en altura total de plantas a la edad de 180 días.....	40
5. Efecto de la aplicación de guano de islas respecto al diámetro de fuste en plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 180 días.....	46
6. Incremento del diámetro de fuste en plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> a la edad de 180 días y bajo diferentes dosis de guano de islas.....	47
7. Mortalidad y sobrevivencia de plantas de <i>Inga edulis</i> y <i>Schizolobium parahyba</i> durante 180 días de evaluación. ....	51
8. Correlación entre la variable altura total y diámetro para la especie <i>Inga edulis</i> bajo efectos de fertilización.....	53
9. Correlación entre la variable altura total y diámetro para la especie <i>Schizolobium parahyba</i> bajo efecto de fertilización. ....	54

10. Análisis de suelos inicial de la parcela de investigación.....	79
11. Análisis de suelos final de la parcela de investigación.....	79
12. Análisis de guano de islas empleado en la investigación.....	79
13. Precipitación acumulada mensual (mm/mes) durante el tiempo de investigación de la estación meteorológica Tulumayo. ....	80
14. Certificado de identificación de las especies establecidas en el trabajo de investigación.....	81
15. Vista parcial del área a experimentar antes de su instalación.....	82
16. Dosificación del abono orgánico guano de islas.....	82
17. Muestreo de suelos y etiquetado de muestras.....	83
18. Transporte de las especies forestales a campo definitivo.....	83
19. Remojo de los plantones antes de su plantación.....	84
20. Aplicación de guano de islas y tierra para evitar la quema de raíces.....	84
21. Colocación de plantón de <i>Inga edulis</i> y planta establecida.....	85
22. Evaluación de altura de plantas de <i>Schizolobium parahyba</i> .....	85
23. Evaluación del diámetro de plantas de <i>Schizolobium parahyba</i> .....	86
24. Evaluación del diámetro de plantas de <i>Inga edulis</i> .....	86

## RESUMEN

Buscando determinar el efecto del guano de islas en el crecimiento de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* asociados con especies del género Heliconia. Desde Agosto del 2010 hasta enero del 2011, en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo anexo La Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD), se estableció una parcela dividida en tres bloques, donde se plantaron *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* y se aplicó guano de islas en dosis de 0 g ( $T_{01}$  y  $T_{02}$ ), 50 g ( $T_1$  y  $T_3$ ) y 100 g ( $T_2$  y  $T_4$ ) respectivamente. El mayor efecto del crecimiento en longitud de las plantas fueron el  $T_2$  *Inga edulis* y  $T_4$  *Schizolobium parahyba* con alturas de 56.36 y 48.1 cm respectivamente; asimismo los diámetros del fuste alcanzaron dimensiones de 0.75 cm y 1.07 cm en el  $T_1$  y  $T_3$  durante los seis meses iniciales en campo definitivo; se tuvo mayor mortandad en las plantas de *Schizolobium parahyba* debido a que no soporta la deficiencia de humedad en el suelo. El crecimiento de las plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo diferentes dosis de guano de islas, presentaron una correlación lineal positiva entre las variables altura total de planta y el diámetro de fuste, generando una fuerte relación entre estas variables dependientes. Las plantas de *Schizolobium parahyba* con dosis de 100 g por planta presentaron un mayor incremento longitudinal y diametral pero estadísticamente este incremento no fue significativo.

## I. INTRODUCCIÓN

La deforestación de nuestra amazonia se viene realizando irracionalmente teniendo como consecuencia la degradación de los suelos pobres e infértiles convertidas actualmente en grandes áreas sin cubierta arbórea, con recursos naturales deteriorados y con efectos negativos del cambio climático, de acuerdo con la Memoria Descriptiva del Mapa de la Deforestación de la Amazonía Peruana (INRENA, 2005) la superficie deforestada al año 2000 fue de 7 172 253.97 ha principalmente debido a la agricultura migratoria; frente a esta problemática global no podemos estar al margen y se tiene que buscar alternativas de mitigación como la reforestación utilizando especies forestales como la *Inga edulis* y el *Schizolobium parahyba*, especies que se vienen utilizando en la reforestación de la Amazonía, especialmente en el Alto Huallaga.

Este es el caso del *Schizolobium parahyba*, se viene utilizando con fines de recurso energético, sin embargo no se conoce las condiciones adecuadas para su desarrollo en plantaciones de campo definitivo, ni los efectos de los fertilizantes orgánicos aplicados en esta especie forestal.

En el caso de la *Inga edulis*, generalmente se vienen utilizando como planta de sombra en plantaciones como café o cacao a un distanciamiento entre 10 y 15 m. No se tiene experiencia para establecer

plantaciones para el cultivo puro de *Inga edulis*, pero se espera que el distanciamiento esté entre 4 y 5 m entre planta y en hileras. Las plantas alcanzan de 2 a 4.5 m de altura en 12 meses, dependiendo de la fertilidad del suelo.

Por otro lado el guano de isla es un recurso natural renovable, que se encuentra en las superficies de las islas y puntas del litoral peruano, lugares en donde se aposentan y se reproducen las aves guaneras como el guanay, piqueros y pelicanos. Este excremento es un excelente fertilizante orgánico utilizado con gran éxito por los agricultores, sin embargo en la parte forestal se aplica bajo ciertas condiciones, motivo por el cual es indispensable establecer y conocer el comportamiento inicial en campo definitivo de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo sistemas agroforestales del género Heliconia; contrastando la hipótesis, que en plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* fertilizadas con guano de islas en mayor dosis, se incrementaron las características dasonómicas (diámetro y altura de plantas) pero estadísticamente no fueron significativas. Frente a este contexto, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto del guano de islas en el crecimiento de altura en plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba*.
- Determinar el efecto del guano de islas en el crecimiento del diámetro en plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba*.

- Determinar el porcentaje de prendimiento y mortandad en plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba*.
- Determinar la asociación entre las variables diámetro y altura en plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba*.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Fertilización orgánica

Los abonos orgánicos son de gran importancia para los cultivos ya que mejoran las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, su capacidad de absorber el oxígeno y el balance de humedad. El uso de abonos orgánicos es limitado en muchos casos por la falta de información en las instituciones, quienes pagan altos costos por los fertilizantes sintéticos. Los abonos orgánicos son una alternativa económica y viable para terminar paulatinamente con la dependencia de los abonos sintéticos (GUERRERO, 1993).

El empleo de los abonos orgánicos data de tiempos remotos, utilizaron todas las civilizaciones del mundo, brindando buenos resultados, lo que permite la producción de alimentos en cantidades suficientes; presentan entre otras cuestiones. Según GANDARILLA (1988), un alto contenido de sustancias orgánicas que cuando se aplican al suelo van a influir directamente sobre el contenido y calidad de la materia orgánica de éste, existiendo una correlación positiva entre el abonado y la materia orgánica del suelo (GUERRERO, 1993).

ALONSO *et al.* (1996), menciona que el factor principal que determina la fertilidad del mismo es precisamente su presencia, que diferencia al suelo de su roca formadora. Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por EMMUS (1991), KALMAS y VÁZQUEZ (1996), SENDRA (1996) y PEÑA (1998), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento de agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión.

La agricultura orgánica a nivel mundial ha demostrado que sus niveles de producción son iguales o superiores a los de la tecnológica y que sus productos no envenenan ni enferman al productor (GIANELLA, 1993).

La riqueza y composición de los abonos orgánicos que se aplican al suelo, varían dependiendo de la fuente de donde provienen, del tipo de abono y de la alimentación de los animales y su transformación depende de las condiciones ambientales y de las características físicas y químicas del suelo (PARETAS *et al.*, 1983; KALMAS y VÁZQUEZ, 1996).

## **2.2. Propiedades de los fertilizantes orgánicos**

### **2.2.1. Físicas**

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad de nutrientes, el abono orgánico mejora la estructura y textura de suelo, haciendo más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, mejora la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de este, disminuye la erosión del suelo, aumenta la retención de agua en el suelo y retiene durante más tiempo.

### **2.2.2. Químicas**

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón en el suelo y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH en el suelo, aumenta la fertilidad.

### **2.2.3. Biológicas**

Con la aplicación de abonos orgánicos se busca aumentar tanto la cantidad y actividad de los microorganismos, como la cantidad de materia orgánica. De esta forma se mejora la textura, la estructura y la capacidad de intercambio de elementos del suelo. Además al incrementarse la porosidad del suelo mejora su oxigenación y permeabilidad y se mantiene la humedad durante más tiempo en la época de verano.

## **2.3. El guano de islas**

### **2.3.1. Antecedentes generales del guano de islas**

El guano de islas es una mezcla de excrementos de aves (guanay, piquero, alcatraz o pelicano que habitan en la costa en el Perú), plumas, restos de aves muertas y huevos de las especies que habitan el litoral y que pasa un proceso de fermentación lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad por su contenido de nutrientes, así como facilidad de asimilación (GUERRERO, 1993).

El guano de las islas es un recurso natural renovable, que se encuentra en las superficies de las islas y puntas del litoral peruano, lugares en donde se aposentan y se reproducen las aves guaneras. Es un poderoso fertilizante orgánico utilizado con gran éxito por los agricultores y ligado desde muchos años a nuestra historia; tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos otros elementos nutritivos, que los convierten en el fertilizante orgánico más completo del mundo. Estos yacimientos son tan antiguos que ya los Incas los conocían y los empleaban en sus cultivos que de generación en generación han pasado hasta nuestros días. La utilización de guano de islas permite proporcionar a la planta 12% de N, 11% de P y 2% de K. Este producto mejora la textura y estructura de los suelos, incorpora los niveles de materia orgánica y microorganismos, permite a las plantas crecer fuertes y vigorosas, se acorta el periodo vegetativo de los cultivos, incrementa

la producción de los cultivos, no deterioran los suelos, fertilizante natural completo no contaminante (PROABONOS, 2008).

Biológicamente el guano de islas juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas contiene todos los elementos nutritivos que aseguran la nutrición de las plantas, además de tener una acción benéfica sobre la vida de los suelos. El guano de las islas como es de conocimiento general, no es otra cosa que las deyecciones de las aves marinas como el guanay, piquero y alcatraz. Las aves guaneras son prácticamente laboratorios vivientes donde se procesa el abono más completo que ha podido darse en la naturaleza. Este abono consiste en la carne y los esqueletos de los peces que han sido ingeridos por las aves, y que sufren todo un proceso digestivo que los convierte en materia de fácil asimilación por las plantas (RAMÍREZ, 1999).

El uso del guano de islas debe aplicar en proporciones adecuadas a las plantas o cultivos. Según BROWN *et al.* (1987), las plantas utilizan en su nutrición pequeñas cantidades de ciertos elementos, denominados microelementos, oligoelementos o elementos trazas. Los vegetales los requieren solamente en cantidades muy pequeñas que oscilan entre 0.01 a 0.5 ppm. Los micronutrientes tienen varias propiedades en común, entre las que están la de actuar como activadores de muchas enzimas esenciales para la vida vegetal, aunque cuando presentes en cantidades elevadas en las soluciones nutritivas o solución del suelo, producen toxicidad.

RODRÍGUEZ (1984), el guano de isla, columna vertebral de nuestra agricultura, es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo y se origina por la acumulación de las deyecciones de las aves marinas que habitan en islas y puntas del litoral Peruano. Entre las aves más representativas tenemos el guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), piquero (*Sula variegata* Tshudia) y pelicano (*Pelecanus thagus*).

El color del guano en las mismas islas, islotes y puntas del litoral, es muy variado y abarca toda una gama del color naranja en sus múltiples tonalidades, y su olor es amoniacal dichas cualidades, sobre todo el color, se pierden debido a su procesamiento y mezclado con los guanos pobres para obtener un guano de mayor concentración de N-P-K (ALVARADO, 1980).

### **2.3.2. Características físicas y químicas del guano de islas**

- Se presenta en forma de polvo de granulación uniforme.
- De color gris amarillento verdoso.
- Con olor fuerte a vapores amoniacales.
- Contiene una humedad entre 16 y 18%.
- Abono orgánico natural completo, ideal para en buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas rentables.
- Viene siendo utilizado en la producción orgánica, con muy buenos resultados en plátano (banano), café, cacao, quinua, kiwicha, entre otros.

### 2.3.3. Propiedades del guano de islas

- Abono natural no contaminante
- Biodegradable
- Incrementa la actividad microbiana del suelo.
- Mejorador ideal de los suelos.
- Soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas.
- No requiere agregados.
- No deteriora los suelos ni los convierte en tierras salitrosas (RAMÍREZ, 1999).

Cuadro 1. Composición química del guano de islas.

Contenido	Composición
Nitrógeno	10% - 13%
Fósforo	10% - 12%
Magnesio	0.02%
Potasio	2% - 3%
Calcio	1.5% - 1.6%
Cloro	1.50%
Sodio	1.07%
Silicio	0.36%
Grasas y ceras	1.13%
Cenizas	24.87%

---

Humedad	20% Máximo
pH	6.5 - 7%
Fierro	0.032%
Estaño	0.024%
Flúor	0.018%
Yodo	0.0053%
Boro	0.00000016%
Arsénico	0.0002%
Cobre	0.0024%
Aluminio	0.0002%
Titanio	0.0002%
Plomo	0.0002%
Carbón orgánico	8.29%

---

Fuente: PROABONOS, 2008.

#### **2.4. Sistemas agroforestales**

La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos de forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o árboles y/o animales de manera simultánea o secuencias sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que sean compatibles con las prácticas culturales de la población local (NAIR, 1982).

Son numerosas técnicas que se utilizan en múltiples regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales. En suelos fértiles los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos y sostenibles sin embargo, esas prácticas tienen igualmente un alto potencial para mantener y mejorar los suelos pobres y maltratados por prácticas de agricultura convencional dependientes de los insumos externos (abonos, pesticidas, plaguicidas y maquinaria costosos). Es una alternativa para recuperar estos suelos y volverlos productivos en pocos años (GALLEGO, 2007).

La agroforestería es adecuada para el manejo sostenible de las unidades productivas medianas y pequeñas, donde el uso intensivo del espacio en una producción diversificada puede proporcionar seguridad alimentaria, así como ingresos significativos (BRACK, 1981).

La FAO (2002), manifiesta que en un sistema agroforestal el manejo de suelos disminuye los riesgos de erosión y consecuentemente mejora la fertilidad de los mismos mediante la implementación de algunas prácticas culturales como:

- Conservar la cubierta vegetal u hojarasca durante el mayor tiempo del año con el objeto de brindar protección a la superficie de los suelos, disminuyendo de esta manera el impacto directo del brillo solar y las gotas de lluvia.

- La conservación del contenido de materia orgánica contribuye a una mejor retención de nutrientes y en consecuencia eleva la fertilidad del recurso suelo.
- Minimizar labores o actividades que produzcan la remoción de materia orgánica y nutriente en las cosechas, en este caso se tratará de dejar la mayor cantidad de residuos o desechos vegetales sobre el terreno.
- Disminuir en lo posible las quemas de desechos para evitar la pérdida de microorganismos benéficos que viven en el suelo, ya que éstos cumplen la función de descomponer la materia orgánica y, de la volatilización (pérdida de elementos que se encuentran en la biomasa).

#### **2.4.1. Clasificación de los sistemas agroforestales**

##### **2.4.1.1. Agrosilvicultura**

Es el uso de la tierra para la producción secuente o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos forestales o boscosos.

##### **2.4.1.2. Sistemas silvopastoriles**

Sistema de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción forestal, pastos y forrajes, como también la crianza de ganado.

### 2.4.1.3. Sistemas agrosilvopastoriles

Sistema en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales, agrícolas, pastos y forrajes, como también la crianza de ganadería y animales domésticos (NAIR, 1982).

## 2.5. Aspectos generales de la *Inga edulis*

### 2.5.1. Taxonomía de la especie

CRONQUIST (1981) lo clasifica de la siguiente forma:

División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	MAGNOLIOPSIDA (dicotiledóneas)
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	MIMOSACEAE
Género	:	<i>Inga</i>
Especie	:	<i>edulis</i>
Nombre común	:	Guaba

### 2.5.2. Descripción botánica y morfológica

Es un árbol con 8 a 14 m de altura, tronco bajo, ramificado, algunas veces casi desde la base, copa algo rala, de hojas compuestas pinnadas con 4

a 6 pares de folíolos subsésiles, elípticos u ovalados, los inferiores siempre más pequeños, base obtusa o redondeada, nervaduras laterales paralelas y presencia de glándulas interpeciolares. Inflorescencia terminales o subterminales agrupadas en las axilas de las hojas, flores con cáliz verdoso y corola blanquecina, perfumada, sésiles, agrupadas en el ápice del raquis. El fruto es una legumbre cilíndrica indehiscente de color verde multsurcado longitudinalmente y de largo variable, pudiendo llegar hasta 1 m. Las semillas son negras de 3 cm de longitud cubiertas con una pulpa blanca, suave y azucarada (MINAG, 2001).

### **2.5.3. Distribución geográfica y ecológica**

Planta que se encuentra en estado silvestre en la Amazonía, América Central y las Indias Occidentales. Se encuentra distribuida en toda América del Sur tropical, desde el Océano Pacífico al Atlántico, aunque solamente en la región amazónica existe en forma natural. Planta adaptada a las condiciones de climas tropicales y subtropicales con temperaturas medias iguales o superiores a 20 °C, siempre y cuando no existan heladas; resiste condiciones de altas precipitaciones entre 1000 y más de 5000 mm, y suelos ácidos con pH 4 y alta saturación de aluminio y aún en condiciones de suelos de desierto que han sido incorporados en sistemas de riego (MINAG, 2001).

### **2.5.4. Utilización en la agroforestería**

Su crecimiento rápido, copa amplia y relativamente abierta y su capacidad de fijación de nitrógeno, le confieren ideotipo de especie de sombrío

de especies comerciales umbrófilas como el café y cacao, con quienes no compiten por luz ni por nutrientes. En recuperación de tierras degradadas, es una especie ideal por su abundante producción de biomasa y manejo bajo podas (RICSE, 1992).

En general el trasplante en campo definitivo debe realizarse en la época lluviosa, en hoyos de 30 x 30 x 30 cm, conteniendo substrato mezclado de materia orgánica descompuesta y tierra superficial. Asociado como árbol de sombra con café y cacao, los espaciamientos son variables 10 x 10 m, 12 x 12 m y hasta 15 x 15 m dependiendo del cultivo principal, café o cacao, el establecimiento de la guaba puede ser anticipado o simultáneo junto con las especies anuales, semiperennes y perennes (FLORES, 1984).

En sistema de cultivo en callejones, para el manejo por podas de la biomasa de *Inga edulis*, los espaciamientos de callejones varían de 6 a 12 m y están separados por dobles hileras de guabas espaciadas 25 cm entre hileras y entre plantas en cada hilera de 50 cm. Los cultivos en los callejones son: yuca (*Manihot* sp.), plátano (*Musa* sp.), piña (*Ananas comosusa*), caimito (*Pouteria caimito*), palta (*Persea americana*), coco (*Cocos nucífera*), cítricos diversos; y en las dobles hileras de *Inga edulis*: cedro (*Cedrela odorata*), moena (*Aniba* sp.) y caoba (*Swietenia macrophylla*), entre otros.

Otros usos por su rápido crecimiento y su fácil reproducción por semillas es la madera, que se utiliza como un excelente combustible y también para hacer carbón. La pulpa azucarada que envuelve las semillas es

comestible y es utilizado como alimento, y es una planta apta para miel, ya que las flores son ricas en néctar y atraen a las abejas (GEILFUS, 1994).

## **2.6. Aspectos generales del *Schizolobium parahyba***

### **2.6.1. Taxonomía de la especie**

CRONQUIST (1981), citado por EMBRAPA FLORESTAS (2005), lo clasifica de la siguiente forma:

División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	MAGNOLIOPSIDA (dicotiledóneas)
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	CAESALPINIACEAE
Género	:	<i>Schizolobium</i>
Especie	:	<i>parahyba</i>
Nombre común	:	Pino Chuncho

### **2.6.2. Descripción botánica y morfológica**

Es un árbol de 18 a 25 m de alto, tronco de 60 a 80 cm de diámetro, con el fuste cilíndrico, posee una copa mediana, follaje de color verde claro, hojas compuestas bipinnadas alternas y dispuestas en espiral. Habita en

bosque primario en terreno periódicamente inundado de la amazonia peruana y brasileña (FAO, 1983).

Es una especie de rápido crecimiento, propio de purmas, posee madera blanda y blanca para pulpa de papel y cajonería. La floración se da a fines de la estación seca, entre octubre y noviembre, y fructifica a inicio de la estación húmeda entre noviembre y diciembre, su inflorescencia es de manera terminal axilar en racimo con flores amarillas y blancas. Los frutos son alargados y planos, con el ápice rotundo de 8 a 10 cm de longitud y 2.5 a 3.5 cm de ancho de forma espatulada, vaina, o bivalva de superficie lisa de color marrón rojizo o marrón oscuro y la semilla es de forma y tamaño similar al fruto, con el ala lateral (COTESU, s/d).

### **2.6.3. Distribución geográfica y hábitat**

Habita principalmente en la región amazónica, mayormente debajo de los 1200 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en ámbitos con una estación seca marcada; es una especie con tendencia heliófita y de crecimiento rápido, presente en bosques secundarios tempranos y tardíos, se le encuentra en claros en bosques primarios. Prefiere suelos arenosos a limosos, de fertilidad media a alta necesariamente bien drenados con pedregosidad baja a media. Esta especie es muy sensible al anegamiento y no lo tolera sobre todo cuando es una plántula; en el Perú lo encontramos en los departamentos de Loreto y Ucayali especialmente (REYNEL *et al.*, 2003).

El *Schizolobium* es un género restringido al neotrópico, que abarca desde el sur de México hasta el sureste del Brasil (en los estados de Río Grande do Sul y Paraná). En Bolivia, el *Schizolobium* tiene una amplia distribución geográfica, que se extiende desde el norte del país hasta la zona centro-oriental. Prefiere un clima tropical húmedo a sub húmedo estacional, con una precipitación anual promedio que oscile entre los 1 200 y 2 500 mm. El rango altitudinal de la especie fluctúa entre los 150 y 1 500 m.s.n.m, extendiéndose desde llanuras aluviales hasta estribaciones montañosas, aunque es adaptable a diferentes condiciones fisiográficas (EMBRAPA FLORESTAS, 2005).

#### **2.6.4. Características ecológicas**

El *Schizolobium* es una especie estrictamente heliófita, de crecimiento acelerado y muy común en bosques secundarios establecidos en áreas que han sufrido grandes disturbios, como los producidos por los incendios y la agricultura migratoria. Es poco frecuente encontrarlos en bosques ribereños inundables, pero es relativamente abundante en bosques aluviales de terrazas altas, especialmente en las márgenes de ríos de aguas negras (TOLEDO Y RINCÓN ,1996).

REYNEL *et al.* (2003), describe que los factores ecológicos que influyen en el crecimiento de especies forestales son: la intensidad de la luz, temperatura y humedad. En cuanto a la intensidad de la luz es muy importante en el crecimiento de las plantas, la cantidad de la luz que requieren las

especies forestales para su desarrollo. Las heliófitas, están conformadas por especies dominantes o superdominantes y que requieren mayor intensidad de luz para su desarrollo.

## **2.7. Aspectos generales del cultivar heliconia**

Las heliconias son plantas perennes monocotiledóneas con un crecimiento rizomatoso que emite brotes o vástagos compuestos por un tallo, técnicamente llamado pseudotallo; que pertenecen a la familia heliconiaceae, del orden zingiberales. Son nativas de América tropical y explotadas comercialmente en países como Perú, Colombia, Costa Rica y Brasil, donde son utilizadas principalmente como flores de corte, debido a la exuberante belleza de sus flores, cuyos colores varían principalmente entre tonalidades de rojo y amarillo (MARULANDA, 2002).

Las heliconias son el único género en la familia de las heliconiaceas, que es un miembro de un gran orden botánico llamado orden de los zingiberales, hay varias características que hacen de este un orden de fácil reconocimiento, entre esas características podemos incluir las hojas largas y grandes inflorescencias de vistosos colores. La mayoría de taxónomos reconocen ocho familias en el orden de los zingiberales, de las cuales las más representativas tenemos la familia de las musáceas donde encontramos a los bananos y plátanos, la familia de las heliconiaceas, entre ellas el platanillo y la familia de las zingiberáceas, en la cual destacan los ginger y bastón del rey (ALARCON, 2007).

### 2.7.1. Taxonomía de la especie

MARULANDA (2002) lo clasifica de la siguiente forma:

División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	LILIOPSIDA
Subclase	:	Zingiberidae
Orden	:	Zingiberales
Familia	:	HELICONIACEAE
Género	:	<i>Heliconia</i>
Nombre común	:	Heliconia

### 2.7.2. Anatomía y morfología de las heliconias

Son hierbas perennes grandes a partir de rizomas simpódicas acaulescentes, con tallos aéreos extendidos no ramificados glabros o algunas veces con tricomas ramificados, relativamente pobres en flavonoides algo taníferas y con rafidios en todas las partes, vasos confinados a las raíces con placas perforadas escalariformes alargados, haces vasculares encerrados dispersos en el tallo, pero los que se encuentran en la periferia aglomerados y provistos cada uno con una vaina fibrosa, células de sílice presentes a los haces vasculares hacia su cara interna, cada una con paredes engrosadas irregularmente y conteniendo un cuerpo de sílice (MARULANDA, 2002).

### **2.7.3. Requerimientos climáticos de las heliconias**

Se pueden encontrar creciendo en áreas húmedas, sub húmedas, tropical y sub tropical y áreas con sistema de irrigación. En la región amazónica del Perú, se encuentran principalmente en la zona de vida bosque muy húmedo sub tropical y tropical, en los departamentos de Amazonas, Loreto, Huánuco, San Martín, Ucayali, Pasco, Madre de Dios.

Las heliconias se desarrollan bien entre el nivel del mar y los 600 metros de altitud, en la región Amazónica del Perú se encuentran en altitudes que van de 1500 a 3800 metros de altitud. La temperatura óptima para el desarrollo de heliconias es de 28 °C con un rango entre 24 y 32 °C, no soportan heladas y tampoco producen flores cuando la temperatura se eleva más de los 35 °C. Las zonas donde se localizan heliconias y crecen naturalmente, la precipitación promedio anual varía entre 2 136 y 4 327 mm. En general, todas las flores tropicales se ven favorecidas cuando la humedad relativa es mayor al 80%.

### **2.7.4. Requerimientos edáficos de las heliconias**

Estas plantas se pueden cultivar en una amplia variedad de suelos, los mejores suelos para estos cultivos son de preferencia de origen aluvial, ricos en materia orgánica, profundos, bien drenada, planos o con pendientes suaves, con buena proporción entre arena, limo y arcilla. En la selva peruana el 41,9% se encontró en suelos franco arcilloso, el 39,5% en suelos arcillosos y el 9,3% se encontraron en un suelo tanto arenoso como franco arenoso. El pH

óptimo para estas especies tropicales, varía de 5 a 7, son fuertes demandantes de nitrógeno y potasio, especialmente durante sus primeras etapas de crecimiento, por lo que se recomienda un análisis de suelo para ayudar al cultivo con una recomendación de fertilidad adecuada (BLANCA, 2006).

## **2.8. Elementos importantes en la planta**

La fertilidad de un suelo se define como su capacidad para proporcionar a las plantas un medio físico, que permita su establecimiento y desarrollo y suministre, en cantidad y forma adecuada, los nutrimentos que necesitan para satisfacer sus necesidades durante toda su existencia. Las propiedades químicas, físicas, biológicas y climáticas que actúan normalmente en interacción, son las que identifican la fertilidad de los suelos. Entre éstos factores, quizás los componentes biológicos sean los últimos que se han tomado en cuenta en investigación y producción de los cultivos, además hoy se acepta que la actividad de los microorganismos no solo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de ecosistemas naturales como los agro ecosistemas (TRASAR *et al.*, 2000).

El nitrógeno: Interviene principalmente en la formación de la estructura de la planta.

El fósforo: Interviene en la formación de raíces, floración y fructificación de la planta.

El potasio: Interviene en la formación de hidratos de carbono (azúcares), en la formación y traslado de los almidones hacia los órganos de reserva (fruto). Está relacionado con la sanidad de la planta y calidad del producto cosechado (PROABONOS, 2008).

## **2.9. Condiciones de plantas para campo definitivo**

La calidad de las plantas está determinada por su comportamiento en terreno. Las plantas de buena calidad son aquellas capaces de sobrevivir estreses ambientales prolongados y crecer vigorosamente inmediatamente después de plantadas en un sitio particular (JOHNSON y CLINE, 1991).

Bajo una óptima condición fisiológica, la morfología de las plantas es un buen indicador de su calidad (RITCHIE *et al.*, 1984). Entre los parámetros morfológicos, los más usados por viveristas para clasificar las plantas por calidad han sido la longitud y diámetro del tallo. Sin embargo, no siempre han sido confiables, especialmente cuando plantas excesivamente altas son establecidas en sitios de escasa disponibilidad de agua (BOYER y SOUTH, 1987).

## **2.10. Crecimiento y desarrollo en las plantas**

Se entiende crecimiento al cambio en volumen, dicho fenómeno cuantitativo puede medirse basándose en algunos parámetros como el diámetro y longitud del fuste, en cambio el desarrollo es un fenómeno cualitativo que se basa en proceso de diferenciación o cambios estructurales y

fisiológicos conformados por una serie de fenómenos sucesivos (LÓPEZ y FERNÁNDEZ, 1985).

El crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de las condiciones edafoclimáticas, bióticas y de la especie en estudio, las que no deben considerarse de forma independiente (CHOW, 1990). Por otro lado, CATIE (2001), lo define como el aumento de tamaño en el tiempo, y se puede expresar en términos de diámetro, altura, área basal y volumen.

CARLSON (1986), menciona que varios autores han sugerido incluir el tamaño del sistema radicular de las plantas como un criterio para estimar su calidad. El volumen radicular de las plantas estima la calidad y predice su comportamiento en el terreno una vez plantadas, ya que puede ser medido en plantas producidas a raíz desnuda y raíz cubierta a través de métodos no destructivos.

HAASE y ROSE (1993), manifiestan que las plantas con mayores volúmenes radiculares son capaces de superar más fácilmente el shock de trasplante, presentan un mayor potencial de crecimiento radicular, capacidad de absorción de agua y nutrientes siendo así que el volumen radicular de las plantas está positivamente correlacionado con la longitud y diámetro del tallo, y la biomasa total de las plantas favoreciendo al crecimiento y desarrollo.

### 2.11. Antecedentes sobre la aplicación de guano de islas

VELA (2005) en un trabajo de investigación titulado efecto de dos tipos de abonos orgánicos en una plantación asociada de capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en Tingo María, probándose la fertilización con dos tipos de abonos orgánicos, guano de isla y humus de lombriz. Este trabajo de investigación se hizo con el fin de comparar los efectos en el desarrollo y crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* y *Mauritia flexuosa*. La superficie de la plantación fue de 1.5 ha, en ésta área se seleccionó 800 m<sup>2</sup> de superficie, cuya superficie fue dividida en cuatro bloques. Las dos dosis utilizadas fueron de 0.5 kg y 1 kg para cada tipo de abono orgánico, teniendo un total de 5 dosis incluyendo el testigo (0 kg); aplicándose superficialmente alrededor de cada planta. Se evaluaron un total de 40 plantas de *Calycophyllum spruceanum* y 40 plantas de *Mauritia flexuosa*. Los resultados del experimento nos demuestran que el guano de isla tuvo mejores efectos en el incremento sobre el diámetro y la altura con la dosis de 1 kg. En plantas de *Mauritia flexuosa* no prevaleció ninguna de las dosis del abono orgánico, siendo opacado por el testigo (0 kg).

SOTO (2006) con la finalidad de evaluar el efecto del guano de isla en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* Lan. de Willd y palo coboy (*Cassia grandis* L.f.) en un suelo degradado en el valle de Monzón, los resultados indican con el uso de 1 kg de guano de isla por planta, se produjo un mayor incremento en diámetro y altura para las dos especies forestales.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

##### **3.1.1. Ubicación política y geográfica**

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD) perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, localizado en el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

En las coordenadas 09° 07' 88" de latitud sur y 76° 02' 32" de longitud oeste, con una altitud promedio de 620 msnm.

##### **3.1.2. Clima y zona de vida**

El clima característico es del trópico de altura, con temperaturas medias anuales que oscilan alrededor de los 24 °C, llegando hasta los 31 °C en la época de estiaje y 18 °C aproximadamente en la época de lluvias (UFSC, 2002; citado por YQUISE, 2008).

La precipitación promedio anual es de 3 300 mm/año; la época de mayores lluvias denominadas invierno se presenta en los meses de noviembre a abril; la época lluviosa se interrumpe durante un periodo de sequía, que se

presenta desde fines de abril hasta mediados de octubre, mientras que la humedad relativa media fluctúa entre 80 y 90%. El Alto Huallaga corresponde a la zona de vida, bosque muy húmedo Pre-Montano Tropical (bmh-PMT), de acuerdo a la clasificación de HOLDRIDGE (1986).

Cuadro 2. Precipitación durante los meses del experimento.

Meses del año 2010 y 2011	Precipitación (mm)
Agosto	25.5
Setiembre	41.1
Octubre	122.0
Noviembre	209.5
Diciembre	376.9
Enero	370.1

Fuente: UNAS (2011).

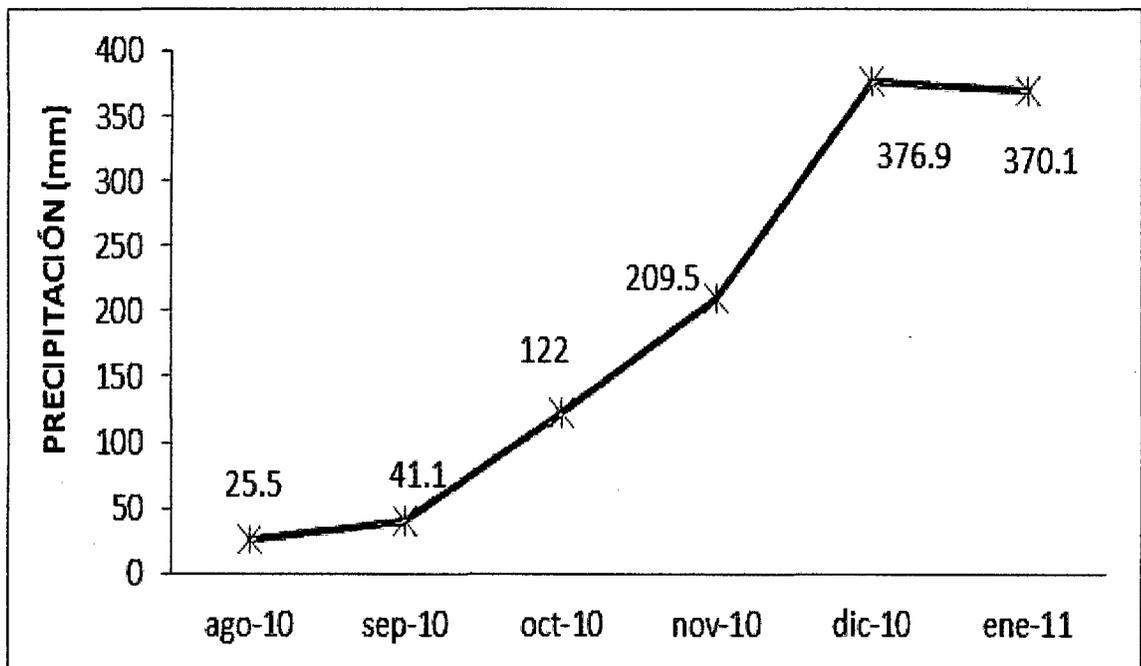


Figura 1. Promedios de precipitación en el tiempo del experimento.

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Material vegetal**

Las especies forestales: *Inga edulis* C. Martius y *Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby y diversas especies del género *Heliconia* existentes en el banco de germoplasma del CIPTALD de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### **3.2.2. Fertilizante orgánico**

Se utilizó el guano de islas con N (8.24%), P (8.74%) y K (1.21%).

### **3.2.3. Herramientas**

Lampas, cavadora de mano, pala recta, wincha, vernier, tijera de podar, machete, rafia, libreta de campo, guantes, bolsas de polietileno, etiquetas, bolsas de plástico, plumones, letreros, pintura.

### **3.2.4. Equipos**

GPS, cámara fotográfica digital

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Ubicación del área y características del experimento**

Se consideraron los siguientes aspectos:

La ubicación del terreno y delimitación del área, fue realizada con una visita al área, donde se observó las características del terreno ya que existe una plantación antigua de diferentes especies y variedades de canela (*Cinnamomum sp.*) con predominancia de vegetación herbácea; luego se demarcaron los tres bloques con seis (06) parcelas por bloque, y sus dimensiones del bloque fue de 48 m de largo, 20 m de ancho, que abarcó un área total de bloque igual a 960 m<sup>2</sup>, área neta experimental igual a 2 888 m<sup>2</sup> y el área total del experimento fue de 3 072 m<sup>2</sup>.

Las características de las parcelas fueron:

Número de parcelas: 18 parcelas'

Longitud de parcelas: 20 metros

Ancho de parcelas : 08 metros

Área de la parcela : 160 m<sup>2</sup>.

El total de plantas establecidas fue de 144, encontrándose ocho (8) plantas por parcela ubicada en cuatro filas y dos columnas a un distanciamiento entre fila de 5 m y entre columna de 4 m.

### **3.3.2. Preparación y demarcación del área**

Consistió en una limpieza general del terreno (gramíneas y vegetales de hoja ancha) dejando íntegramente las diferentes especies de

heliconia y algunas plantas de *Cinnamomum sp.* existentes (no se realizó quema), esta actividad se realizó con la finalidad de facilitar la demarcación y establecimiento de la investigación.

En la demarcación del área total, bloques, y parcelas experimentales se utilizó un cordel, estacas de madera, rafia y wincha de 50 m de acuerdo al croquis plasmado en el proyecto de investigación (Figura 2). Seguidamente se realizó la demarcación con dimensiones ya mencionadas.

### **3.3.3. Muestreo para el análisis de suelos**

Se realizaron dos (02) muestreos de suelos, el primero fue antes de la instalación de las parcelas y el segundo muestreo después de haber finalizado con las evaluaciones, el cual se procedió de la siguiente manera:

Se sacaron 6 submuestras de suelo por cada bloque experimental, ayudado con una palana a 30 cm de profundidad, aleatoriamente y en zig zag, de un total de tres (03) bloques. Estas submuestras de cada parcela se pusieron en un balde limpio y se procedió a mezclarlo, seguidamente se sacó un aproximado de 01 kg de suelo y se puso en una bolsa con su respectiva etiqueta y codificación, para ser llevado al laboratorio de suelos y su posterior análisis (Figura 10 y 11 del Anexo 2).

### **3.3.4. Apertura de hoyos**

Los hoyos elaborados presentaron dimensiones de 15 x 15 x 25 cm (ancho, largo y profundidad), con la finalidad de facilitar el crecimiento de las raíces de los plantones a establecer y la aplicación del fertilizante orgánico.

### **3.3.5. Aplicación del tratamiento y plantación propiamente dicha**

El guano de islas se ha obtenido del Proyecto Especial Alto Huallaga - PEAH, mediante el proyecto Reforestación Aucayacu Para la Conservación del Medio Ambiente y Reducción de la Pobreza; de manera similar los plántones fueron obtenidos del vivero agroforestal del Ministerio de Agricultura - Aucayacu, producidos por el proyecto Reforestación Aucayacu Para la Conservación del Medio Ambiente y Reducción de la Pobreza PEAH/MINAG, con longitudes entre 17.3 cm hasta 24.64 cm.

La plantación propiamente dicha de las especies forestales en estudio, se realizó de la siguiente manera: Una vez hechos los hoyos en cada parcela experimental y con sus distanciamientos respectivos (5 m x 4 m), las dosis de guano de islas se aplicó en el fondo del hoyo de acuerdo a los tratamientos designados, seguido a esto se echó una capa de tierra de aproximadamente 4 cm (con la finalidad de evitar el quemado de las raíces), para luego proceder a colocar el plánton y se aplicó tierra superficial a los costados hasta el nivel del suelo, se presionó ligeramente con las manos para evitar la formación de bolsas de aire. Los plántones un día antes del establecimiento recibieron un riego saturado para disminuir el estrés ocasionado por el cambio drástico de condiciones (bolsa – campo).

### **3.3.6. Labores culturales en la plantación**

Estas labores culturales consistieron en la eliminación de las malezas existentes en el campo experimental, como en el contorno de las

especies forestales (plateado), así mismo en regar las plantas con agua durante las mañanas y/o las tardes (en época seca).

### 3.4. Componentes en estudio

#### 3.4.1. Especies forestales (Factor A)

-  $a_1 = Inga\ edulis$

-  $a_2 = Schizolobium\ parahyba$

#### 3.4.2. Dosis de guano de islas (Factor B)

-  $b_1 = 50\ g/hoyo$

-  $b_2 = 100\ g/hoyo$

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos resultantes fueron 4 combinaciones de las 2 especies forestales y las 2 dosis de guano de islas, más 2 testigos adicionales, y son los siguientes:

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Combinaciones	Especies forestales	Dosis de guano de islas
T <sub>1</sub>	$a_1\ b_1$	<i>Inga edulis</i>	50 g/hoyo
T <sub>2</sub>	$a_1\ b_2$	<i>Inga edulis</i>	100 g/hoyo
T <sub>3</sub>	$a_2\ b_1$	<i>S. parahyba</i>	50 g/hoyo
T <sub>4</sub>	$a_2\ b_2$	<i>S. parahyba</i>	100 g/hoyo
T <sub>01</sub>	testigo 1	<i>Inga edulis</i>	0.0 g/hoyo
T <sub>02</sub>	testigo 2	<i>S. parahyba</i>	0.0 g/hoyo

### 3.6. Diseño estadístico

El diseño utilizado para esta investigación corresponde al Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 2A x 2B, más 2 testigos adicionales con 3 repeticiones.

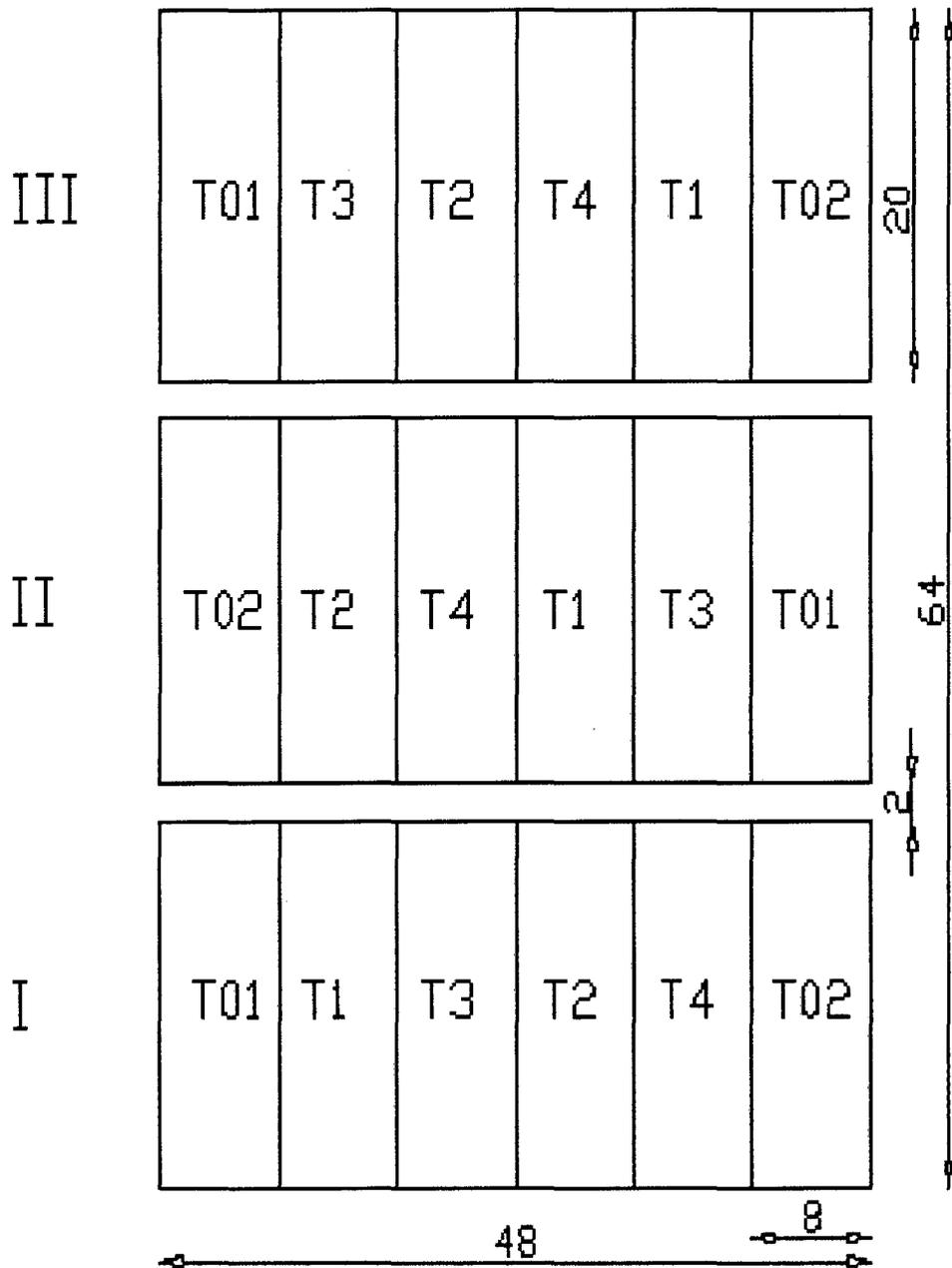


Figura 2. Croquis del campo experimental (Distribución de tratamientos DBCR).

### **3.7. Evaluación de características**

#### **3.7.1. Medición de la altura**

La primera evaluación de altura se realizó el mismo día después de ser plantadas las especies forestales (30 julio 2010), utilizando una cinta métrica. Se midió en centímetros (cm) tomando como referencia la superficie del suelo hasta el ápice del brote principal de la planta. Las demás evaluaciones se realizaron cada 60 días (dos meses), durante los seis (6) meses que se realizó la investigación (30 setiembre 2010, 30 noviembre 2010 y 30 enero 2011).

#### **3.7.2. Medición del diámetro**

La medición del diámetro se realizó con la ayuda de un vernier (pie de rey) a 5 cm de altura desde el nivel del suelo. Esta evaluación también se realizó por periodos de 60 días durante seis (6) meses.

#### **3.7.3. Medición de prendimiento y mortandad**

Para el cálculo del prendimiento en las plantas establecidas, se empleó la siguiente fórmula:

$$P(\%) = \frac{Tpp}{Tpe} \times 100$$

Donde:

P = Prendimiento en porcentaje (%)

Tpp = Total de plantas prendidas

Tpe = Total de plantas establecidas

Para su determinación de la mortandad, se contabilizó el total de plantas al finalizar el estudio utilizando así la siguiente fórmula:

$$M(\%) = \frac{T_{pm}}{T_{pe}} \times 100$$

Donde:

M = Mortandad en porcentaje (%)

Tpm = Total de plantas muertas

Tpe = Total de plantas establecidas

### 3.8. Proceso de datos

Se realizó análisis de varianza (ANVA) sobre las variables evaluadas, estableciéndose el modelo aditivo lineal. Para determinar el grado de relación entre las características altura y diámetro de planta.

Para determinar grado de relación entre las características altura y diámetro de planta, se realizó el análisis de regresión y correlación simple, basado en los siguientes modelos matemáticos (CALZADA, 1996).

Ecuación de regresión

$$Y_i = a + bX_i + \varepsilon_i$$

Coefficiente de correlación

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Altura de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo efectos de guano de islas

En el Cuadro 4 se presenta el análisis de varianza para el incremento en altura de la planta, se deduce que existen diferencias estadísticas no significativas para las especies en el periodo de 180 días que se realizó la investigación, en la fuente de bloques no se encontró diferencias significativas para el periodo en que se evaluó la investigación y el coeficiente de variación (CV) para el periodo de evaluación fue de 41.16%.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el incremento de altura total en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	SIG.
Bloque	2	5182.52	2591.26	2.44	N.S.
Especies (A)	1	299.64	299.64	0.28	N.S.
Dosis (B)	2	3786.19	1893.09	1.78	N.S.
A*B	2	934.31	467.15	0.44	N.S.
Error	10	10617.43	1061.74		
CV (%)	41.16				
Total	17	20820.08			

N.S.: No significativo.

En el Cuadro 5 y Figura 3 se muestran la prueba de comparación de promedios mediante el método de Duncan, en la cual se demuestra que la especie *Schizolobium parahyba* presentó mayor promedio en altura total de plantas.

Cuadro 5. Prueba Duncan respecto al crecimiento en altura total de las especies a la edad de 180 días.

OM	Especie	Promedio (cm)	Significancia
1	<i>S. parahyba</i>	83.25	a
2	<i>Inga edulis</i>	75.09	a

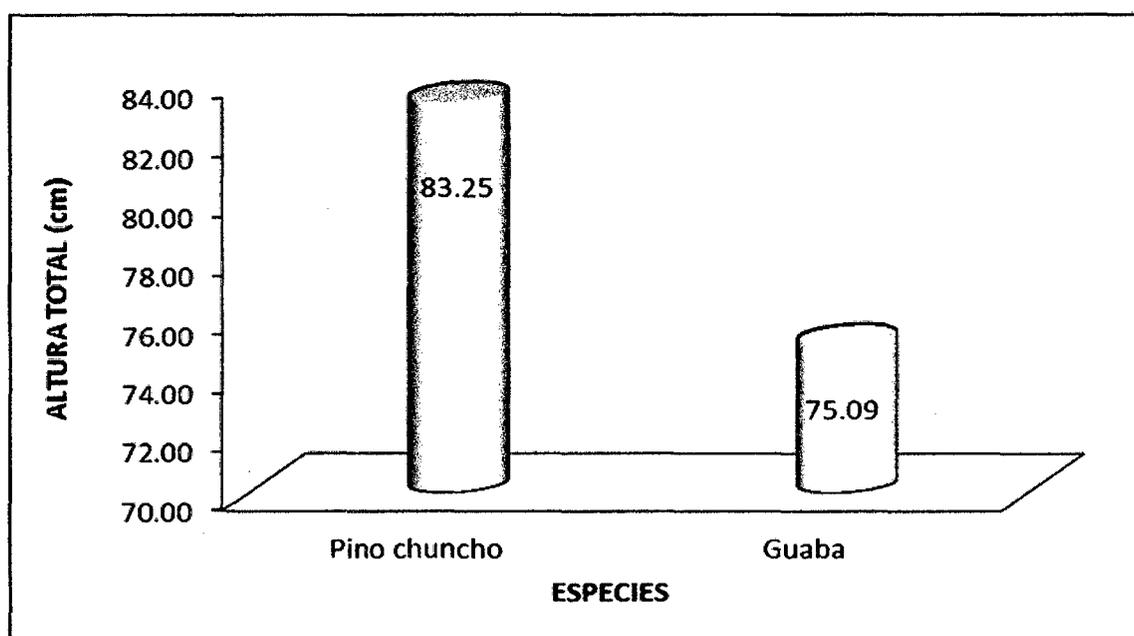


Figura 3. Crecimiento en altura total de las especies a la edad de 180 días.

En el Cuadro 6 y Figura 4 se muestran la prueba de comparación de promedios mediante el método de Duncan y la representación gráfica correspondiente, en la cual se observa que la dosis aplicada de 100 g tuvo

mayores efectos promedios en la altura total de plantas tratadas. Pero estadísticamente no represento significancia alguna.

Cuadro 6. Prueba Duncan respecto al efecto de las dosis sobre el crecimiento de la altura total a la edad de 180 días.

OM	Dosis	Promedio (cm)	Significancia
1	100 g	99.31	a
2	50 g	72.46	a
3	0 g	65.74	a

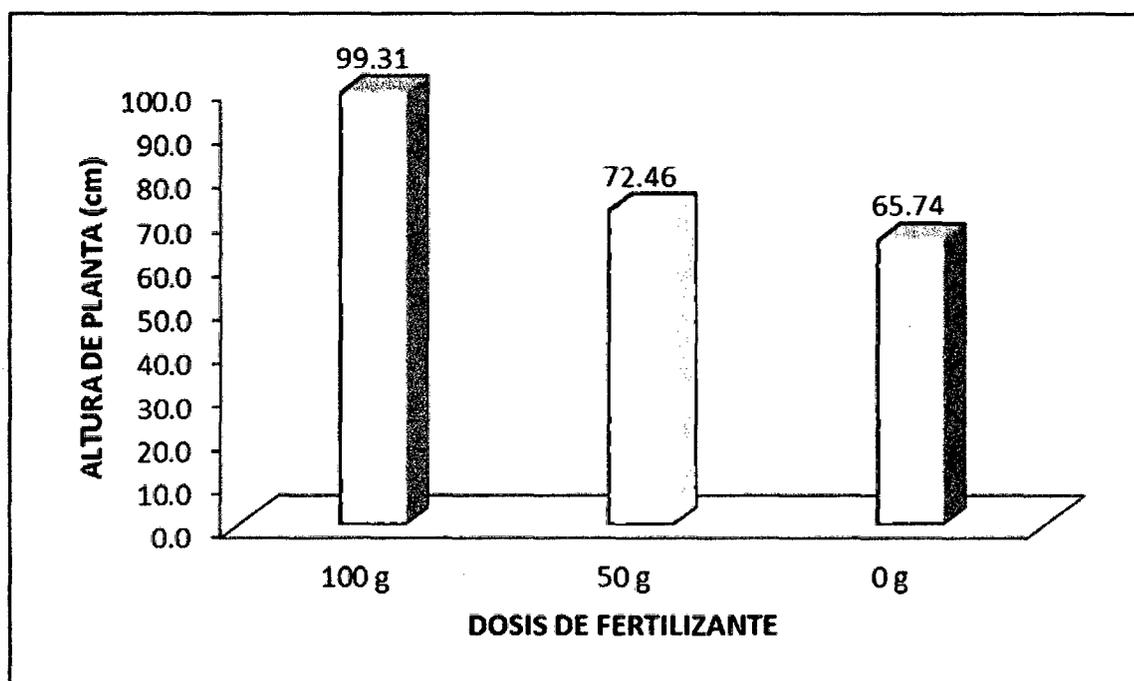


Figura 4. Efecto de las dosis de guano de islas sobre el crecimiento en altura total de plantas a la edad de 180 días.

Las plantas de *Inga edulis* que recibieron 100 g de guano de islas ( $T_2$ ) y las plantas de *Schizolobium parahyba* con similar dosis ( $T_4$ ), presentaron

los mayores incrementos promedios longitudinales, con valores de 56.36 cm y 48.91 cm respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Prueba Duncan respecto al efecto de los tratamientos sobre el crecimiento en la altura total a la edad de 180 días.

OM	Tratamientos	Promedios (cm)	Significancia	
1	T <sub>2</sub>	56.36	a	
2	T <sub>4</sub>	48.91	a	b
3	T <sub>1</sub>	43.60	a	b
4	T <sub>3</sub>	43.25	a	b
5	T <sub>01</sub>	29.63	b	
6	T <sub>02</sub>	27.82	b	

Al aplicar el fertilizante de guano de islas, las plantas crecieron en mayor proporción que el testigo, acápites que son afirmados por BINKLEY (1993), cuando menciona que la fertilización produce varios cambios en la fisiología de los árboles que resultan en un mayor crecimiento del fuste. Aparte de incrementar el crecimiento del fuste, la fertilización a menudo modifica la mortalidad y el número de árboles, las proporciones del diámetro y, en algunos casos, incluso la trayectoria del crecimiento (la curva del índice de sitio). Por ejemplo, puede considerarse que la fertilización del pino de incienso (*Pinus taeda*) con niveles moderados de nitrógeno acelera el crecimiento del rodal, disminuyendo el tiempo que tarda en alcanzar cierto límite de tamaño máximo y

densidad de los árboles. Por otra parte, con frecuencia se describe que la fertilización con fósforo aumenta el “índice de sitio”, lo cual se traduce no sólo en la aceleración del crecimiento, sino también en el “aumento del límite” de la trayectoria del crecimiento. En este caso, se reducirán las limitaciones del sitio, de modo que todos los árboles den un mejor rendimiento después de la fertilización, y no es necesario que aumente la mortalidad debido a la competencia.

La *Inga edulis* tiene desventajas como la ramificación baja, frutos con escasa proporción de arilo y alta proporción de cáscara y semilla; bajo desarrollo investigativo taxonómico, genético, agronómico y tecnológico de transformación, procesamiento y conservación de los frutos y del arilo (FLORES, 1996).

LA TORRE (2009) evaluó individuos de *Schizolobium parahyba*, capirona (*Calycophyllum spruceanum*), bolaina blanca (*Guazuma crinita*), shaina (*Colubrina glandulosa*), ulcumano (*Podocarpus rospigliosi*), tangarana (*Tachigali formicarum*), roble (*Persea* sp.) y oropel (*Erythrina edulis*) a una altitud de 1500 m.s.n.m. y con edades de cuatro (04) años. El *Schizolobium parahyba* alcanzó una altura total de 13.9 m y la bolaina blanca en segundo lugar con 13.57 m; la cual desglosando el crecimiento del pino chuncho por seis meses corresponde a 169.6 cm y en la investigación alcanzó la máxima medida promedio de 48.91 cm, estas implicancias pueden ser debido a la época de establecimiento y el tipo de suelo donde se estableció la parcela de investigación (Figura 8 y 9). PALOMINO y BARRA (2003) afirman que en

plantaciones de cinco (05) años de edad, con distanciamiento de 5 m x 5 m (Santa Clara – Chanchamayo) el pino chuncho alcanzó un incremento en altura de 80 cm a los seis (06) meses de edad respecto a la variable altura total; en otra plantación de cuatro (04) años de edad, con distanciamiento de 5 m x 5 m (Quimiri A – Chanchamayo), alcanzó 110 cm a los 180 días; en otra plantación con tres (03) años de edad (Quimiri B – Chanchamayo) y con distanciamiento de 5 m x 6 m, alcanzó 175 cm a los 180 días de edad; en Pichanaki (Chanchamayo) en una plantación de dos (02) años de edad con distanciamiento de 5 m x 5 m, alcanzó 100 cm a una edad de 180 días y en Alto Cuyani (Chanchamayo) una plantación de un (01) año de edad y con distanciamiento de 3 m x 4 m, presentó 32 cm de altura a una edad de 180 días; la cual el incremento del ritmo de crecimiento va depender de varios factores adicionales a práctica de fertilización.

APAZA y SANTA MARÍA (2001) añaden que el guano de islas es un fertilizante natural y completo, contiene todos los nutrientes que las plantas requieren para su normal crecimiento, desarrollo y producir buenas cosechas, esto es en caso de las plantas agrícolas ya que su asimilación y ritmo de crecimiento es rápida y en caso de las especies forestales empleadas, el crecimiento en comparación con un cultivo agrícola es lento.

PALOMINO y BARRA (2003) mencionan en el caso de paca colorado en Mallampampa, Oxapampa (especie de la misma familia estudiada) establecidos como componente de sistemas agroforestales con distanciamiento de 3 m x 3 m y con tres (03) años de edad, presentó 65 cm de incremento

respecto a la altura total a una edad d 180 días; y en otra plantación ubicada en Yezú (Villa Rica) a un distanciamiento de 10 m x 12 m con siete (07) años de edad, alcanzó 65 cm de incremento respecto a la altura total en 180 días de edad; mientras que en la investigación el mayor incremento promedio fue de 56.36 cm durante 180 días de edad bajo la aplicación de guano de islas, la cual el efecto del fertilizante no sólo depende ella, sino también de otros factores como el suelo, clima y el agua.

Se registró un mayor incremento en altura con la dosis de 100 g de guano de islas y VELA (2005) desarrolló un trabajo de investigación sobre fertilización orgánica con guano de isla, en una plantación asociada de *Mauritia flexuosa* y *Calycophyllum spruceanum*, con dosis de 500 g y 1 000 g y un testigo como base de comparación, en la cual encontró que las plantas de capirona alcanzaron mayor altura en la dosis de 1 000 g, siendo no significativo ninguna dosis en las plantas de *Mauritia flexuosa*, así mismo se encontró que en las plantas testigos se obtuvo el mayor crecimiento; esto debido a que una mayor dosis de guano de islas es directamente proporcional al incremento de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos que serán suministrado hacia las plantas para su posterior asimilación.

#### **4.2. Diámetro de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo efectos de guano de islas**

En el Cuadro 8 se presenta el análisis de varianza para el incremento en diámetro de las planta, se deduce lo siguiente:

- No existen diferencias estadísticas significativas para las especies en el periodo de 180 días que se realizó la investigación.
- En la fuente de bloques no se encontró diferencias significativas para el periodo en que se evaluó la investigación.
- El coeficiente de variación (CV) para el periodo de evaluación fue de 44.17%.

Cuadro 8. Análisis de varianza respecto al incremento de diámetro total en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	SIG.
Bloque	2	2.49	1.24	2.68	N.S.
ESPECIES (A)	1	1.30	1.30	2.80	N.S.
DOSIS (B)	2	0.89	0.44	0.96	N.S.
A*B	2	0.14	0.07	0.15	N.S.
Error	10	4.63	0.46		
CV (%)	44.17				
Total	17	9.44			

N.S.: No significativo.

En el Cuadro 9 y Figura 5 se muestra la prueba de comparación de promedios mediante el método de Duncan para la variable diámetro del fuste, se observa en los 180 días de evaluación, que el *Schizolobium parahyba* presentó mayor promedio en diámetro de planta; pero no se encontró

diferencias estadísticas significativas. En la Figura 5 se observa la superioridad del incremento en el diámetro del fuste en la especie *Schizolobium parahyba*.

Cuadro 9. Prueba Duncan respecto al crecimiento del diámetro en las especies a la edad de 180 días.

OM	Especie	Promedio (cm)	Significancia
1	<i>S. parahyba</i>	1.81	a
2	<i>Inga edulis</i>	1.27	a

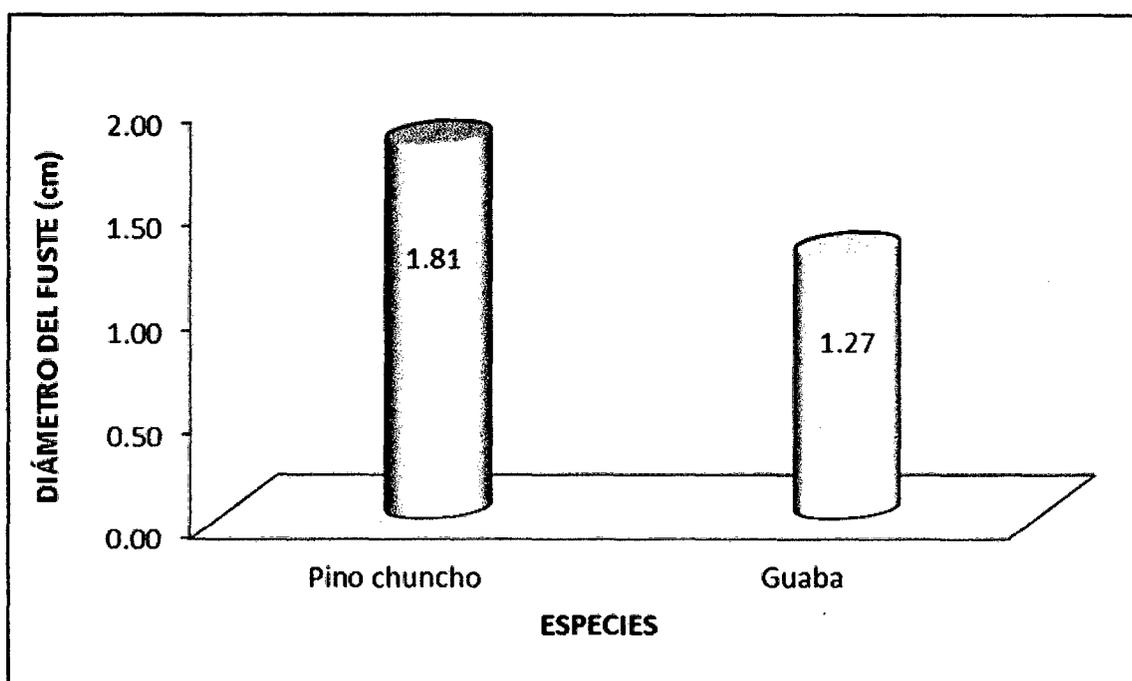


Figura 5. Efecto de la aplicación de guano de islas respecto al diámetro de fuste en plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.

Se observa que con la aplicación de 100 g de guano de islas, se alcanzó un mayor promedio respecto al diámetro de fuste; pero no presentó diferencias estadísticas significativas (Cuadro 10 y Figura 6).

Cuadro 10. Prueba Duncan sobre el efecto de las dosis respecto al crecimiento en diámetro del fuste a los 180 días de edad.

OM	Dosis	Promedio (cm)	Significancia
1	100 g	1.82	a
2	50 g	1.54	a
3	0 g	1.27	a

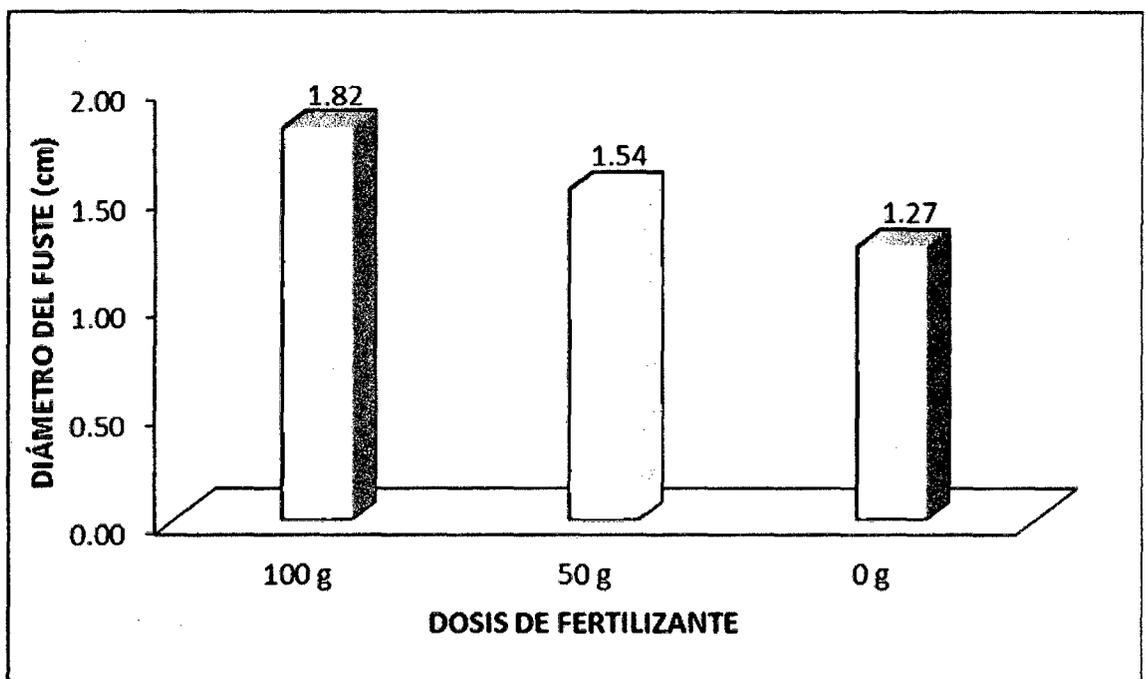


Figura 6. Incremento del diámetro de fuste en plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días y bajo diferentes dosis de guano de islas.

En el Cuadro 11 se observa el incremento del diámetro de fuste en la especie *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a los 180 días bajo efectos de diferentes dosis de guano de islas. Las plantas de *Schizolobium parahyba* bajo la aplicación de 50 g de guano de islas (T<sub>3</sub>) alcanzó mayor incremento del diámetro con 1.07 cm durante 180 días de edad. Respecto a la *Inga edulis* se encontró un similar comportamiento respecto a los tratamientos, siendo el (T<sub>1</sub>) el más representativo con 0.75 cm de diámetro a una edad similar a la especie *Schizolobium parahyba*.

Cuadro 11. Prueba Duncan sobre el efecto de los tratamientos respecto al crecimiento en diámetro del fuste a los 180 días de edad.

OM	Tratamientos	Promedios (cm)	Significancia	
1	T <sub>3</sub>	1.07	a	
2	T <sub>4</sub>	0.94	a	b
3	T <sub>02</sub>	0.78	a	b
4	T <sub>1</sub>	0.75	a	b
5	T <sub>2</sub>	0.70	a	b
6	T <sub>01</sub>	0.64		b

BINKLEY (1993) corrobora con lo que ocurrió en las plantas fertilizadas, que la acumulación rápida de biomasa está asociada con el movimiento neto de los nutrientes del suelo dentro de la vegetación. La fertilización aumenta el crecimiento del fuste, y este rápido crecimiento modifica una amplia gama de parámetros de la calidad de la madera. Con frecuencia, las proporciones del crecimiento anual que se caracteriza como madera tardía

disminuyen entre un 2 y un 10% después de que se ha practicado la fertilización. La fertilización en campo tiene el objetivo de promover el rápido crecimiento y aumentar la vigorosidad de las plantas para garantizar su establecimiento (ACP, 2006). El nitrógeno generalmente estimula el crecimiento más que cualquier otro mineral. El ancho de los anillos de crecimiento de los pinos en la zona templada aumenta con el contenido de nitrógeno en las agujas (ASSMAN, 1970; citado por WADSWORTH, 2000). En plantaciones de cinco (05) años de edad, con distanciamiento de 5 m x 5 m (Santa Clara – Chanchamayo) el *Schizolobium parahyba* alcanzó un incremento del diámetro de 1.4 cm en 180 días; en otra plantación de cuatro (04) años de edad, con distanciamiento de 5 m x 5 m (Quimiri A – Chanchamayo), alcanzó un diámetro de 1.8 cm; en otra plantación con tres (03) años de edad (Quimiri B – Chanchamayo), alcanzó 2.8 cm de incremento; en Pichanaki (Chanchamayo) en una plantación de dos (02) años de edad, alcanzó 1.35 cm de incremento y en Alto Cuyani (Chanchamayo) en una plantación de un (01) año de edad, presentó 1.25 cm de incremento para el mismo periodo de evaluación (PALOMINO y BARRA, 2003), la cual difieren respecto a lo obtenido en la presente investigación y puede ser afectado por otros factores adicionales a la fertilización (suelo, humedad, época de plantación, labores silvícolas aplicadas, entre otros).

Para el caso de la *Inga edulis*, se comparó con el paca colorado (*Inga ingoides* Willd) en Mallampampa (Oxapampa) establecidos como componente de un sistema agroforestal con distanciamiento de 3 m x 3 m y tres (03) años de edad, presentó 1.5 cm de incremento respecto al diámetro; y

en otra plantación en Yezú (Villa Rica) a un distanciamiento de 10 m x 12 m con siete (07) años de edad, alcanzó 1.4 cm de incremento en el periodo de 180 días (PALOMINO y BARRA, 2003).

BINKLEY (1993) añade que las hojas aumentan su actividad fotosintética cuando aumentan los niveles de clorofila, los árboles pueden expandir su dosel, o bien puede cambiar la distribución de los productos fotosintéticos. En los estudios nutricionales se han encontrado que la tasa de fotosíntesis neta puede variar entre un 10 y un 30% conforme cambia la concentración de nutrientes en las hojas.

Para el caso del guano de islas en la parte agrícola, ZAVALETA (1992) indica que en Arequipa la aplicación de 15 toneladas de guano de islas por hectárea de cultivo agrícola incrementó rendimiento de producción; esto debido a que la aplicación en esas áreas se realiza en todo el terreno y en esta investigación la aplicación se realizó de manera puntual (por cada planta su dosis respectiva).

#### **4.3. Prendimiento y mortalidad de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo efectos de fertilización**

En el Cuadro 12 se observa la mortandad y prendimiento ocurridos durante los 180 días de evaluación. La mortalidad no se presentó en las plantas de *Inga edulis* sin tratamiento, mientras que en lo demás se observó mortalidad entre un 12.5% (T2) hasta un 54.2% (T3).

Cuadro 12. Prendimiento y mortalidad de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* durante 180 días de evaluación.

Plantas	Tratamientos evaluados					
	T1	T2	T3	T4	T01	T02
Muertas	0	1	4.33	2	2.67	3.33
Vivas	8	7	3.67	6	5.33	4.67
Muertas (%)	0	12.5	54.17	25	33.33	41.67
Vivas (%)	100	87.5	45.83	75	66.67	58.33

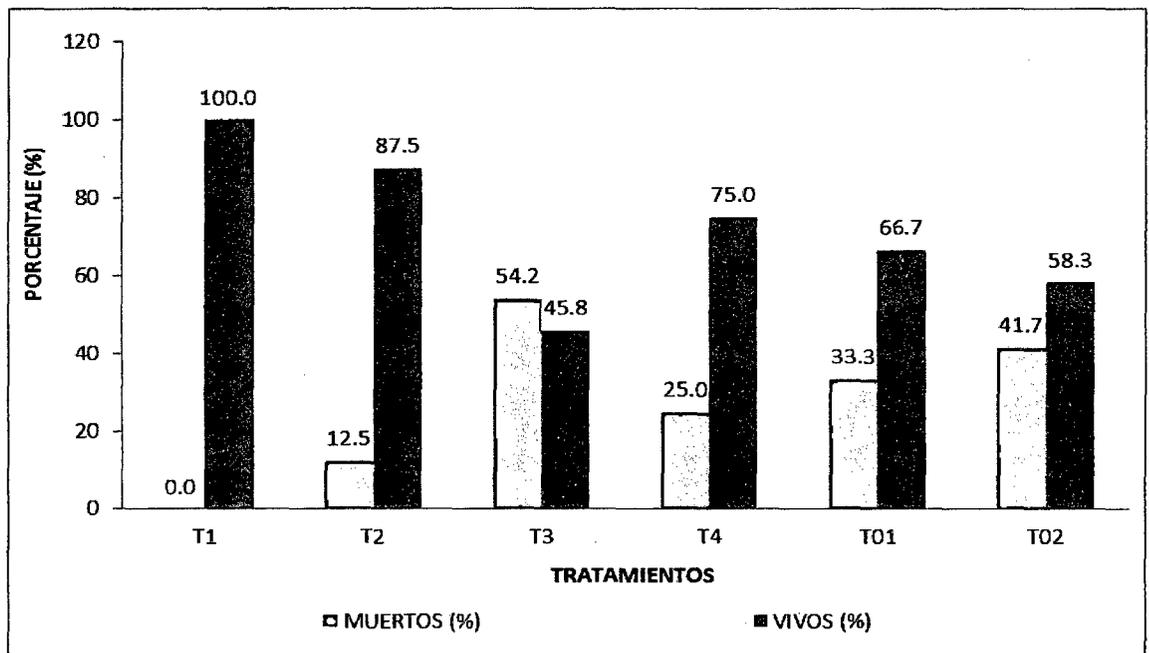


Figura 7. Mortalidad y sobrevivencia de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* durante 180 días de evaluación.

La mortalidad fue superior en la especie *Schizolobium parahyba* donde todos los tratamientos presentaron porcentajes de 41.67% (T<sub>02</sub>), 54.17% (T<sub>3</sub>) y 25% (T<sub>4</sub>); mientras que la especie *Inga edulis* alcanzó valores en porcentajes de 33.33% (T<sub>01</sub>), 0% (T<sub>1</sub>) y 12.5% (T<sub>2</sub>). Generalmente la mortalidad

además del efecto de los abonos orgánicos, también tuvo influencia la precipitación durante el mes de establecimiento, ya que sólo fue de 25.5 mm (Cuadro 2 y Figura 1), y esto afectó el porcentaje de prendimiento de las especies forestales establecidas, siendo muy poco esta cantidad de precipitación.

En general el trasplante en campo definitivo de *Inga edulis* debe realizarse en época lluviosa, en hoyos de 30 x 30 x 30 cm (FLORES, 1996), la cual garantiza el prendimiento de las plantas debido a los factores favorables de humedad y temperatura.

#### **4.4. Asociación entre variable diámetro y altura de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba***

En el Cuadro 13 se observa que la regresión elaborada con variables diámetro y altura total presenta una alta significancia estadística.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la regresión elaborada en base al diámetro y altura de *Inga edulis* a la edad de 180 días.

FV	G.L.	SC	CM	F	SIG.
Regresión	1	64377.636	64377.636	128.659	**
Residuos	59	29522.167	500.376		
Total	60	93899.803			

\*\* : Altamente significativo.

Las plantas de *Inga edulis* fertilizadas con guano de islas, presentaron una correlación lineal positiva entre la variable altura total de la planta y el diámetro, generando una ecuación de la forma  $Y = 56.037X + 2.9936$ , con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual a 0.6856, lo que se puede ver es que hay una fuerte relación entre estas variables dependientes. Esta correlación nos indica que hay una herramienta confiable y aceptable para determinar las dimensiones del diámetro en plantas de *Inga edulis*, ya que se encuentran en una relación, donde el aumento de la altura, hay un aumento de diámetro o viceversa (Figura 8).

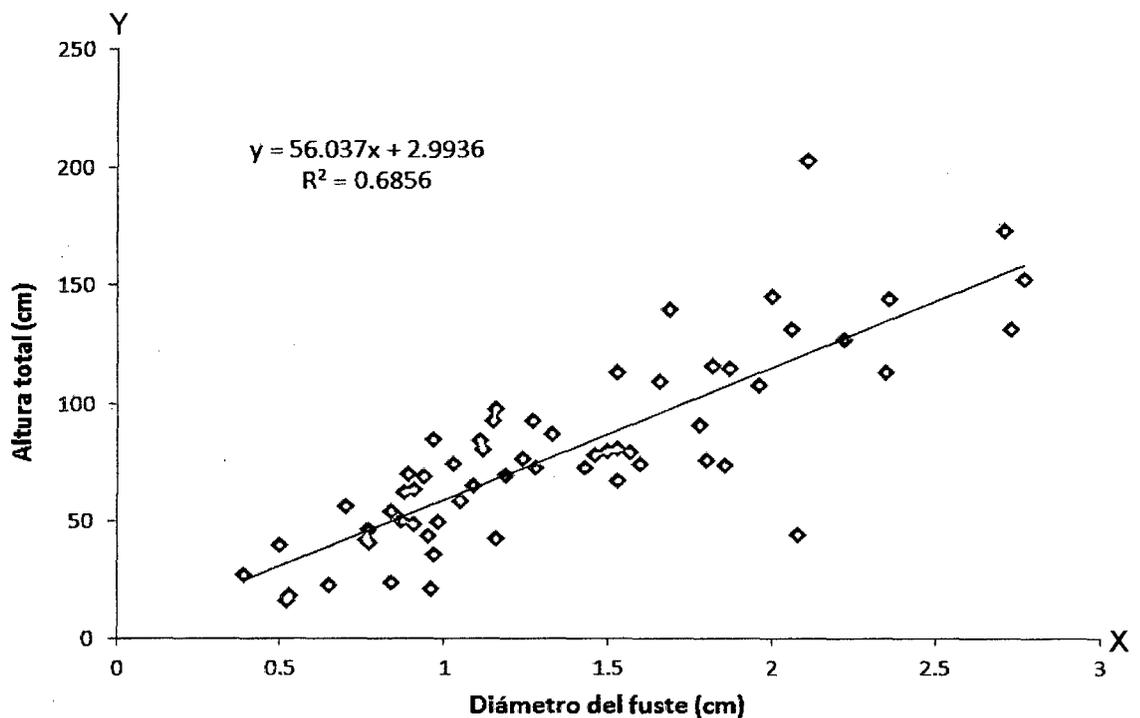


Figura 8. Correlación entre la variable altura total y diámetro para la especie *Inga edulis* bajo efectos de fertilización.

En el Cuadro 14 se observa que la regresión elaborada con variables diámetro y altura total presenta una alta significancia estadística. Por

otra parte se muestra que la correlación entre las variables altura y diámetro, presentaron una relación directa del 88.9% (Figura 9).

Cuadro 14. Análisis de varianza para la regresión elaborada en base al diámetro y altura del *Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.

FV	G.L.	SC	CM	F	SIG.
Regresión	1	135133.163	135133.163	327.624	**
Residuos	41	16911.035	412.464		
Total	42	152044.198			

\*\* : Altamente significativo.

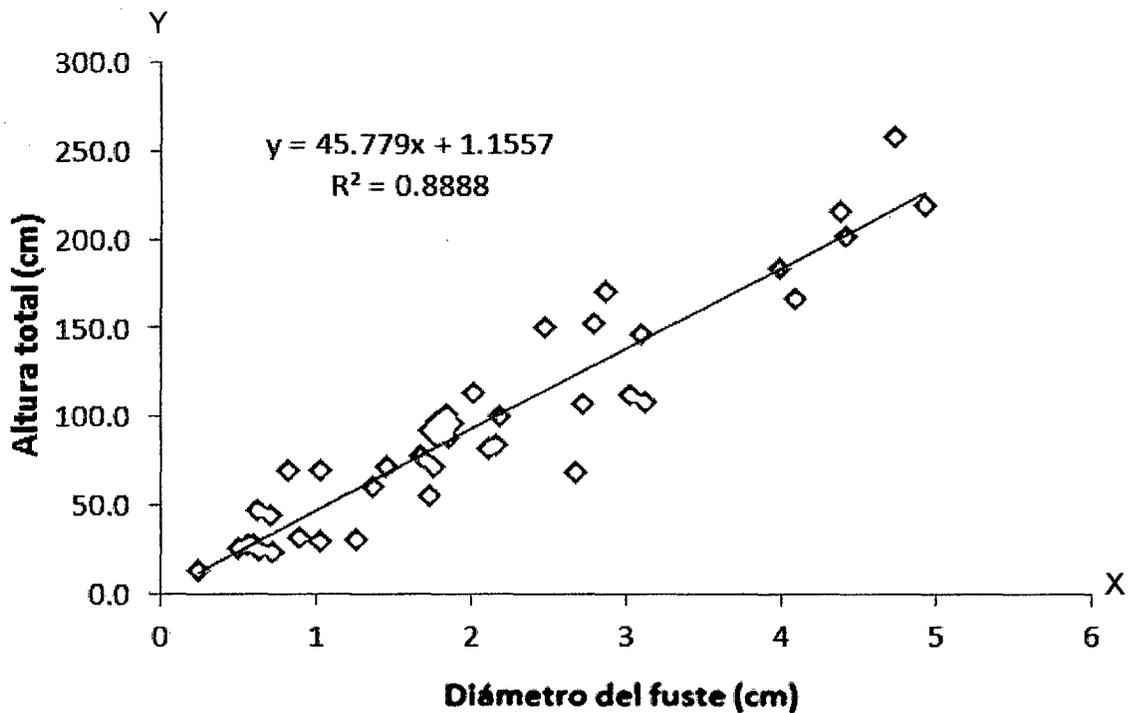


Figura 9. Correlación entre la variable altura total y diámetro para la especie *Schizolobium parahyba* bajo efecto de fertilización.

En las plantas de *Schizolobium parahyba* fertilizadas con diferentes dosis de guano de islas (0 g, 50 g y 10 g), presentaron una correlación lineal positiva entre la variable altura total de la planta y el diámetro, generando una ecuación de la forma  $Y = 45.779X + 1.1557$ , con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual a 0.8888 lo que se puede ver es que hay una fuerte relación entre estas variables dependientes. Esta correlación nos indica que hay una herramienta confiable y aceptable para determinar las dimensiones del diámetro en plantas de *Schizolobium parahyba*, ya que se encuentran en una relación, donde el aumento en la altura hace que haya un aumento en diámetro o viceversa (Figura 9).

## V. CONCLUSIONES

1. El mayor efecto del crecimiento en altura de plantas de *Inga edulis* fue el tratamiento con 100 g de guano de islas (T<sub>2</sub>) con una altura de 56.36 cm durante seis meses iniciales en campo definitivo.
2. El mayor efecto del crecimiento en altura de plantas de *Schizolobium parahyba* fue el tratamiento con 100 g del guano de islas (T<sub>4</sub>) con una altura de 48.1 cm durante seis meses iniciales en campo definitivo.
3. El mejor efecto sobre el incremento del diámetro del fuste en plantas de *Inga edulis* fue el tratamiento con 50 g del guano de islas (T<sub>1</sub>) con un incremento diametral de 0.75 cm durante los seis meses iniciales en campo definitivo.
4. El mejor efecto sobre el incremento del diámetro del fuste en plantas de *Schizolobium parahyba* fue el tratamiento con 50 g del guano de islas (T<sub>3</sub>) con un incremento diametral de 1.07 cm durante los seis meses iniciales en campo definitivo.
5. El mayor porcentaje de mortandad presentó la especie forestal *Schizolobium parahyba* que recibió la dosis de 50 gramos de guano de islas con 54.17 por ciento, seguido del testigo con 41.67 por ciento, luego con 33.33 por ciento la *Inga edulis* testigo, continuado por el *Schizolobium*

*parahyba* aplicado con 100 gramos de guano de islas con 25 por ciento de mortandad, luego la *Inga edulis* que recibió 100 gramos de guano de islas con un 12.5 por ciento y finalmente las plantas de *Inga edulis* que recibieron 50 gramos de guano de islas no presentaron mortandad.

6. Las plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo diferentes dosis de guano de islas, presentaron una correlación lineal positiva entre las variables altura total de la planta y el diámetro de fuste, generando la ecuación de forma  $Y = 56.037X + 2.9936$ , con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual a 0.6856 y la ecuación de forma  $Y = 45.779X + 1.1557$ , con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual a 0.8888 respectivamente para cada especie.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios sobre la importancia en el crecimiento inicial (vivero) de las plantas al efecto de los abonos orgánicos, de ello dependerá el resultado a la obtención de plantas vigorosas y activas para ser llevadas a campo definitivo, luego realizar evaluaciones por un periodo mayor a un año en campo definitivo.
2. Al momento de realizar las plantaciones forestales, determinar la humedad del suelo, ya que este es un factor limitante sobre el porcentaje de prendimiento (plantas vivas) y vigor de las plantas.
3. En plantaciones establecidas durante la época seca, se debe realizar aplicaciones de abonos orgánicos entre los 30 a 45 días culminado el establecimiento, debido a que las plantas ya presentan raíces nuevas para poder asimilar el abono aplicado.

## VII. ABSTRACT

Searching to determine the effect of manure of islands in the growth of *Inga edulis* and *Schizolobium parahyba* under agroforestry system of Heliconia sort. From August, 2010 to January, 2011, in the Investigation and Production Center Tulumayo Annex La Divisoria and the Súngaro Port (CIPTALD), a parcel divided in three blocks was settled down, where *Inga edulis* and *Schizolobium parahyba* were planted and manure of islands was applied in dose of 0 g (T<sub>01</sub> and T<sub>02</sub>), 50 g (T<sub>1</sub> and T<sub>3</sub>) and 100 g (T<sub>2</sub> and T<sub>4</sub>) respectively. The greater effect in the longitudinal growth of plants *Inga edulis* and *Schizolobium parahyba* were T<sub>2</sub> *Inga edulis* and T<sub>4</sub> *Schizolobium parahyba* with heights of 56.36 cm and 48,1 cm respectively; also the diameters of the wood reached dimensions of 0,75 cm and 1,07 cm in T<sub>1</sub> and T<sub>3</sub> during the six initial months in definitive field, major loss of lives in the *Schizolobium parahyba* was observed because of in does not support to the humidity deficiency in the ground. The growth of the plants of *Inga edulis* and *Schizolobium parahyba* under different doses of manure of islands, presented a positive linear correlation between the variables total height of the plant and the diameter of wood, generating a strong relation among these dependet variables. The plants of *Schizolobium parahyba* with 100 g doses by plant presented a greater longitudinal and diametrical increase but statistically this increase was not significant.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APAZA, J. SANTA MARIA, P. 2001. La Compañía Administradora del Guano-uno de los pocos ejemplos exitosos de manejo sostenible de un recurso natural a nivel mundial. [En línea]: Agrorural, (<http://www.agrorural.gob.pe/index.php/proyectos/guano-de-las-islas/informacion-tecnica.html>, documentos, 5 Nov. 2011).
- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 2006. Manual de reforestación. Cuenca hidrográfica del canal de Panamá. División de administración ambiental; Sección de manejo de cuenca. Volumen 1. Panamá. 32 p.
- ALARCON, C. 2007. Enfermedades en la producción de heliconias en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío. [En línea]: Agronomía, (<http://agronomía.ucaldas.edu.co/downloads/agronomía>., documentos, 2 Set. 2010).
- ALONSO, R., CAMPANIONI, N., CARRIÓN, M., PEÑA, E. 1996. La materia orgánica y la producción de abonos orgánicos. Seminario – Taller Regional. “La Agricultura Urbana y el Desarrollo Rural Sostenible”. La Habana, Cuba. 56 p.

- ALVARADO, C. 1980. Utilización del guano de islas, como reemplazante de la harina de pescado en raciones de engorde de ovinos. Tesis Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. 61 p.
- BLANCA, L. 2006. Heliconiaceae endémicas del Perú. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Lima, Perú. 32 p.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal; prácticas de manejo. Balderas, México. Limusa, S.A. de C.V. 518 p.
- BOYER, J., SOUTH, D. 1987. Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio, and benomyl root dip reduce survival of stored loblolly pine seedlings. Tree Planters' Note. N° 38. 22 p.
- BRACK, A. 1981. Sistemas agroforestales en desarrollo de la Selva Central. Programa Peruano-Alemán. San Ramón, Perú. 256 p.
- BROWN, P., WELCH, R., CARY, E. 1987. Nickel: A micronutrient essential for higher plants. Plant Physiology. 803 p.
- CALZADA, J. 1983. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Jurídica S.A. 3ª. Edición. Lima, Perú. 643 p.
- CATIE. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados, con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- CARLSON, W. 1986. Root system considerations in the quality of loblolly pine seedlings. Southern Journal of Applied Forestry. N° 10. 92 p.

- CHOW, W. 1990. Efecto de la fertilización fosfórica sobre el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de frejol común. 28 p.
- CRONQUIST, A. 1981. Lista de las clases, subclases, órdenes y familias de las angiospermas - Columbia University Press. New York, EE.UU.
- COTESU. s/d. (Cooperación Técnica del Gobierno Suizo). Manual de Identificación de Especies Forestales. Proyecto de Capacitación, Extensión y Divulgación Forestal-.Unidad Agraria de Ucayali.
- EMBRAPA FLORESTAS. 2005. Taxonomía e Nomenclatura do Guapuruvú (Schizolobium parahybae). Colaborador: Ramalho Carvalho, P. E. Circular Técnica 104.1ªedición. Brasil. [En línea]: Embrapata, (<http://www.embrapa.br>, documentos, 17 Set. 2010).
- EMMUS, P. 1991. Resumen de la Conferencia Internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo. Rodal e Institute. 13 p.
- FAO. 1983. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Colaborador: Filomeno Encarnación. 149 p.
- FAO. 2002. Los Fertilizantes y su Uso. Roma, 1965. Cuarta edición, revisada, FAO e IFA. Roma, Italia. 87 p.
- FLORES, L. 1984. Experiencias y posibilidades de desarrollo a partir del proyecto Sistema Integrado Silvopastoril (Selva Alta), INADE. Lima, Perú. 91-99 p.

- FLORES, S. 1996. Cultivos de frutales nativos amazónicos; guaba. Tratado de Cooperación Amazónica (TCA). Iquitos, Perú. 337 p.
- GALLEGO, G. 2007. Los sistemas agroforestales. Boletín técnico N° 1 Fundación agroecológica de Colombia. Bogotá, Colombia.
- GANDARILLA, J. 1988. Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camaguey- Cuba. Tesis enviada a la A.C. Hungría para el grado de Doctor en Ciencias. 10 p.
- GEILFUS, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Vol 2. Guía de especies. Enda-caribe / CATIE. Turrialba, Costa Rica. 141-142 p.
- GIANELLA, F. 1993. ¿Qué significa agricultura ecológica u orgánica? Cultivando N° 6. 7 p.
- GUERRERO, J. 1993. Abonos orgánicos. Red de Acción en Agricultura Alternativa - RAAA. Lima, Perú.
- HAASE, D., ROSE, R. 1993. Soil moisture stress induces transplant shock in stored and unstored 2+0 Douglas-fir seedlings of varying root volumes. Forest Science. N° 2. 294 p.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). 2005. Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Peruana. Lima: Dirección General de Medio ambiente Rural. 35 p.

- JOHNSON, J., CLINE, M. 1991. Seedling quality of southern pines. Ed. Forest Regeneration Manual. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 159 p.
- KALMAS, E., VÁZQUEZ, D. 1996. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. 28 p.
- LA TORRE, E. 2009. Evaluación dasométrica rápida de una plantación forestal; cantos de trocha carrozable tramo Ñagazu – Churumazu. Villa Rica, Perú. [En línea]: Ecoselva, ([http://www.ecoselva-verein.de/fileadmin/pdf/externe\\_Dokumente/Baumpatenschaften/Evaluierung\\_Wiederaufforstung\\_Nagazu.pdf](http://www.ecoselva-verein.de/fileadmin/pdf/externe_Dokumente/Baumpatenschaften/Evaluierung_Wiederaufforstung_Nagazu.pdf), documentos, 5 Nov. 2011).
- LÓPEZ, M., FERNÁNDEZ, F. 1985. Frejol, investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. [En línea]: Cenida, (<http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08o77.pdf>, documentos, 29 Set. 2010).
- MARULANDA, M. 2002. Establecimiento in vitro de heliconias con fines de producción. Guadalajara, México. [En línea]: Utp, ([http://utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP115817\\_193-197.pdf](http://utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP115817_193-197.pdf), documentos, 10 Oct. 2011).
- MINAG. 2001. Guaba. [En línea]: MINAG, (<http://www.mimag.gob.pe/rrnn-guaba.shtml>, documentos, 2 Set. 2010).
- NAIR, P.K., ONG, C., RAO, M.R. 1982. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. Agroforestry Systems. 38:3-50.

- PALOMINO, J., BARRA, M. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. PRONATURALEZA, THE NATURE CONSERVANCY (TNC). Oxapampa, Perú. 104 p.
- PARETAS, J., ASPIOLEA, J., AVILA, G., CRESPO, S., GONZÁLEZ M., LÓPEZ M., HERNÁNDEZ, M. 1983. Fertilización de Pastos y Forrajes. I Reunión Nacional de Agroquímica. A.C.C. 10 p.
- PEÑA, E. 1998. Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana. Modalidad Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT – UNICA. 27 p.
- PROABONOS. 2008. Características del Guano. 2008. [En línea]: Agrojunin, (<http://www.agrojunin.gob.pe/opds/proabonos/caracteristicas.php>., documentos, 2 Set. 2010).
- RAMÍREZ, D. 1999. Consumo de fertilizantes en el Perú. [En línea]: Fao, ([http://www.fao.org/agl/agll/gateway/recurso\\_nutrientes.pdf](http://www.fao.org/agl/agll/gateway/recurso_nutrientes.pdf)., documentos, 12 Ago. 2010).
- REYNEL, C., PENNINGTON, R., PENNINGTON, T., FLORES, C., DAZA, A. 2003. Árboles útiles en la Amazonía Peruana “un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies”. Perú. [En línea]: Icraf, (<http://www.icraf-eru.org/docs/14arbolesamazonPeru.pdf>., documentos, 2 Set. 2010).

- RICSE, A. 1992. Proyecto Inga. Informe final, enero 1989 - junio 1992. INIA/NCSU. Yurimaguas, Perú. 34 p.
- RITCHIE, G., DURYEA, M., LANDIS, T. 1984. Assessing seedling quality. In: eds. Forest Nursery Manual: Production of Bare root Seedlings. The Hague: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. 259 p.
- RODRIGUEZ, P. 1984. Eficiencia del guano de islas, rico como fertilizante nitrogenado y fosforado en el cultivo de papa. Tesis Ing Agri. UNALM. Lima, Perú. 71 p.
- SENDRA, J. 1996. Fertilización del arroz. Horticultura. Agrícola. Vergel. Nº 12. 244 p.
- SOTO, M. 2006. Efecto del guano de isla en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* Lan. de wil. y *Cassia grandis* L.f. en un suelo degradado en el valle de Monzón Tesis Mag. En Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 67 p.
- TOLEDO, E., RINCÓN, C. 1996. Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. OIMT-Cámara Nacional Forestal del Perú. Lima, Perú.
- TRASAR, M., LEIRÓS, M., GIL, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters. Soil Biology & Biochemistry. 755 p.

- VELA, F. 2005. Efecto de dos tipos de abonos orgánicos en una plantación asociada de *Calycophyllum spruceanum*. Benth. y *Mauritia flexuosa* L. en Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 90 p.
- YQUISE, A. 2008. Carbono Almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra del distrito de José Crespo y Castillo, Huánuco, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 77 p.
- WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América Tropical; Manual de agricultura. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE); Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Washington, DC., Estados Unidos. 563 p.

## **IX. ANEXO**

## Anexo 1. Datos obtenidos de campo

Cuadro 15. Evaluaciones registradas en campo definitivo durante el periodo de la investigación.

Bloque	Tratamientos	Evaluación 1		Evaluación 2		Evaluación 3		Evaluación 4	
		Diám 1	Alt 1	Diám 2	Alt 2	Diám 3	Alt 3	Diám 4	Alt 4
I	1	0.29	25.5	0.32	30.2	0.53	39.3	1.27	75.1
I	1	0.23	29.1	0.37	39.6	1.01	66.1	1.8	108.5
I	1	0.14	13.1	0.25	26.1	0.72	40.8	1.42	85.9
I	1	0.19	23.8	0.51	42.2	1.02	67.3	2.06	138.4
I	1	0.23	28.5	0.33	35.7	0.8	46.2	1.18	72.2
I	1	0.19	19.5	0.34	24	0.5	38	0.96	60
I	1	0.21	24.1	0.38	26.9	0.54	30.5	0.98	70.4
I	1	0.23	31.9	0.44	34.4	0.71	39.1	1.07	55.2
I	2	0.23	20.4	0.28	27.7	0.4	42.2	0.62	47.4
I	2	0.23	28.3						
I	2	0.23	29.9	0.36	34.5	0.78	45.9	1.39	127.6
I	2	0.17	18.5	0.31	22.8	0.59	34.4	1.14	103.2
I	2	0.12	25.9	0.28	33.7	0.72	41.4	1.92	102
I	2	0.24	26.5	0.38	38.2	0.8	54.3	1.77	139.7
I	2	0.2	20.6	0.4	29.1	0.78	43.7	1.89	160
I	2	0.17	19.7	0.29	24	0.51	29.2	1.83	129.1
I	3	0.27	14.5						
I	3	0.2	11.3	0.37	16.6	0.69	28.8	1.46	41.6
I	3	0.26	15.1	0.31	18.4				
I	3	0.28	16.3						
I	3	0.2	14.2						

I	3	0.21	16.1	0.36	25.4				
I	3	0.14	10.9						
I	3	0.23	14.9	0.28	20.6	0.41	58	1.05	83.8
I	4	0.22	15.1	0.31	28.4	0.97	41.8	2.38	98.6
I	4	0.17	10.6	0.25	16.2	0.47	25.5	0.9	33.8
I	4	0.29	19.7	0.37	23	0.51	29.1	0.54	32.7
I	4	0.2	11.5						
I	4	0.29	18.1	0.38	24.8	0.49	26.5	0.93	42.5
I	4	0.21	16.5	0.26	21.4	0.67	28.6	1.58	76.8
I	4	0.19	14.8	0.22	19.7				
I	4	0.21	12.9						
I	01	0.3	32.5	0.35	37.2	0.48	39.6	0.82	48.5
I	01	0.25	19.8	0.41	22.7	0.72	26	1.41	62.2
I	01	0.23	27.7	0.33	36.3	0.71	41.7	1.2	63.4
I	01	0.24	22.9	0.36	39.7	0.68	52.5	1.51	115.6
I	01	0.27	30.2	0.31	36.8	0.64	48.8	0.97	86.5
I	01	0.19	27.8	0.25	34.4				
I	01	0.24	19.5						
I	01	0.26	20.7	0.32	28.8	0.77	50.5	1.31	79.3
I	02	0.26	18.4	0.38	22.2	0.64	33.7	0.83	45.6
I	02	0.19	11.9	0.26	18	0.76	41.6		
I	02	0.2	14.2	0.34	29.4	0.83	48.4		
I	02	0.23	13.2	0.35	21.8	0.75	39.6	0.94	56.8
I	02	0.16	17.2	0.22	24.7	0.66	40.2		
I	02	0.21	21.9	0.29	28	0.58	43.5		
I	02	0.25	15.4	0.31	19.5	0.55	36.7	0.88	62.2

I	02	0.22	22.6						
II	1	0.23	23.4	0.28	29.1	0.69	41	0.88	45.7
II	1	0.15	14.9	0.31	29.4	0.87	63.2	1.3	107.3
II	1	0.24	28.2	0.44	36.5	0.8	60.6	2.06	144
II	1	0.2	23.4	0.47	38.7	1.1	65.4	2.91	196
II	1	0.24	19.2	0.39	43.3	0.99	67.2	2.24	164.3
II	1	0.21	27.1	0.31	26.4	0.66	40.4	1.45	103
II	1	0.29	20.6	0.34	34.8	0.53	55.3	1.05	62.6
II	1	0.25	25.1	0.36	37.7	1.23	50.8	2.03	116.2
II	2	0.24	20.6	0.29	28.7				
II	2	0.36	25.9	0.37	32.8	0.63	47.4	1.24	88.4
II	2	0.25	23.6	0.34	30	0.44	49.3	1.09	77.7
II	2	0.17	19.9						
II	2	0.24	31.1	0.41	37.2	0.92	55.8	1.15	94.2
II	2	0.31	29.8	0.36	30.8	0.81	44.6	0.84	48
II	2	0.25	21.4	0.73	55.2	1.49	103.1	2.36	224
II	2	0.23	21.5	0.43	29	0.91	63.4	1.35	101.8
II	3	0.24	14.9	0.36	44.5				
II	3	0.26	18.3						
II	3	0.27	22.2	0.37	24	0.51	31.9	1.17	53.8
II	3	0.26	18.9	0.46	28.3	1.13	44.7	2	74.2
II	3	0.31	22.4	0.39	22.8	0.6	34.4	1.34	51.7
II	3	0.24	19.8						
II	3	0.28	16.4						
II	3	0.32	18.1	0.41	27.1				
II	4	0.26	15.9	0.95	47.4	2.35	105.2	5.19	234.9

II	4	0.2	10.9	0.88	37.7	2.48	99.6	4.58	227
II	4	0.27	13.1						
II	4	0.23	14.9	1.19	44.3	2.47	96.4	4.22	199
II	4	0.33	20.4	0.46	29.4	0.71	38.6	1.36	89.7
II	4	0.3	17.3	0.85	55.7	2.42	118.4	4.71	219
II	4	0.31	14.1	1.2	63.6	2.43	131.3	5.04	272.5
II	4	0.25	12.4	0.38	24.2	0.69	37.8	1.7	83.2
II	01	0.31	22.2	0.26	24.4	0.41	41.2	1.13	72.2
II	01	0.46	30.7	0.38	27.8	0.7	38.7	1.57	97.4
II	01	0.23	31.6	0.29	20.3	0.43	22.5	1.19	41
II	01	0.25	21.4						
II	01	0.29	20.3	0.2	23.5				
II	01	0.2	19.5	0.28	29.2	0.34	37.7	1.14	88.2
II	01	0.25	21.1	0.34	28.4	0.44	40.3	1.28	95.7
II	01	0.33	28.3	0.19	28.7	0.32	39.1	1.1	76.8
II	02	0.38	19.5						
II	02	0.28	22.2	0.52	66.3	1.71	117.3	2.76	173
II	02	0.25	11.9	0.77	45.4	1.43	76.1	2.44	111.3
II	02	0.37	12.7	0.68	34.9	1.38	73.6	3.4	124.6
II	02	0.27	16.5	0.31	30.4	1.07	68.5	2.11	116.8
II	02	0.16	19.8	0.34	29.5	0.94	70.6	1.93	108.5
II	02	0.24	27						
II	02	0.37	25.2						
III	1	0.23	23.4	0.36	31.2	0.62	39.5	1.76	90.4
III	1	0.15	14.9	0.42	27.2	0.88	52.2	2.88	146
III	1	0.24	28.2	0.33	37.7	0.49	49.6	1.13	98.2

III	1	0.2	23.4	0.29	38.1	0.45	51.4	0.7	63
III	1	0.24	19.2	0.37	25.6	0.49	30.7	1.84	93.7
III	1	0.21	27.1	0.29	29.8	0.41	33.2	1.3	92
III	1	0.29	20.6	0.4	24.9	0.62	36.7	1.79	100.7
III	1	0.25	25.1	0.38	38.8	0.73	57.1	2.6	138
III	2	0.24	20.6	0.57	33	1.21	53.2	2.2	128.2
III	2	0.36	25.9	0.44	38.8	1.5	92	2.58	153
III	2	0.25	23.6	0.61	33.6	1.52	74.3	3.02	176
III	2	0.17	19.9	0.38	28.6	0.99	68	2.53	164
III	2	0.24	31.1	0.47	41.4	0.92	55.2	1.7	109.3
III	2	0.31	29.8	0.52	36.3	1.08	62.3	2.39	73.6
III	2	0.25	21.4	0.38	29.8	0.87	44.4	2.31	153
III	2	0.23	21.5	0.32	27.2	0.52	35.6	1.34	106.1
III	3	0.24	14.9	0.52	36.3	1.58	69.1	3.34	161
III	3	0.26	18.3	0.47	25.6	1.2	52.3	2.93	86.7
III	3	0.27	22.2						
III	3	0.26	18.9	0.44	33.8	1.67	60.1	2.11	111.6
III	3	0.31	22.4	0.66	40.4	2.08	86.3	4.4	189
III	3	0.24	19.8						
III	3	0.28	16.4	0.59	24.3	1.21	42.6	2.16	112.4
III	3	0.32	18.1	0.63	28.8	1.45	59.7	3.45	125.7
III	4	0.26	15.9						
III	4	0.2	10.9	0.47	32.2	1.44	58.1	2.92	117.6
III	4	0.27	13.1	0.35	15.4	0.46	17.2	0.87	41
III	4	0.23	14.9	0.28	21.1			0.73	40.3
III	4	0.33	20.4	0.51	35.5	1.46	62.7	3.2	191.5

III	4	0.3	17.3	0.67	38.3	1.38	61.1	3.1	170
III	4	0.31	14.1						
III	4	0.25	12.4	0.36	22.2	0.79	52.2	2.26	125.5
III	01	0.31	22.2						
III	01	0.46	30.7	0.63	39.9	0.88	66.6	1.89	103.7
III	01	0.23	31.6	0.38	40.4	0.71	78.7		
III	01	0.25	21.4	0.45	34.9	0.96	69.2	2.11	95.3
III	01	0.29	20.3	0.38	38.2				
III	01	0.2	19.5	0.29	27.6	0.81	68.2	1.73	100.5
III	01	0.25	21.1	0.32	30.1	0.79	70.7	1.58	108.1
III	01	0.33	28.3	0.44	36.6				
III	02	0.38	19.5	0.44	29.7				
III	02	0.28	22.2	0.63	31.8	1.85	59.8	2.14	109.4
III	02	0.25	11.9	0.51	25.2	1	49.5	2.36	93
III	02	0.37	12.7	0.4	26.6	0.9	40.1	2.13	83.7
III	02	0.27	16.5						
III	02	0.16	19.8	0.25	25	0.67	50.8	1.84	97
III	02	0.24	27	0.33	38.7	0.75	48.6	1.97	118.2
III	02	0.37	25.2	0.41	37.3	0.92	61.8	2.15	121.8

Cuadro 16. Comportamiento de altura total (cm) de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo efectos de guano de islas.

Tratamientos	0 días	60 días	120 días	180 días
T <sub>1</sub>	23.30	32.85	48.40	101.12
T <sub>2</sub>	24.06	32.80	54.27	118.05
T <sub>3</sub>	17.30	27.04	47.36	84.56
T <sub>4</sub>	14.88	30.96	56.72	120.18
T <sub>01</sub>	24.64	31.71	50.15	85.46
T <sub>02</sub>	18.52	31.76	57.84	95.19

T <sub>1</sub>	<i>Inga edulis</i>	50 g/hoyo	T <sub>2</sub>	<i>Inga edulis</i>	100 g/hoyo
T <sub>3</sub>	<i>S. parahyba</i>	50 g/hoyo	T <sub>4</sub>	<i>S. parahyba</i>	100 g/hoyo
T <sub>01</sub>	<i>Inga edulis</i>	0,0 g/hoyo	T <sub>02</sub>	<i>S. parahyba</i>	0,0 g/hoyo

Cuadro 17. Comportamiento del diámetro (cm) de plantas de *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* bajo efectos del guano de islas.

Tratamientos	0 días	60 días	120 días	180 días
T <sub>1</sub>	0.22	0.36	0.72	1.61
T <sub>2</sub>	0.24	0.40	0.87	1.70
T <sub>3</sub>	0.26	0.43	0.94	1.94
T <sub>4</sub>	0.25	0.53	1.22	2.42
T <sub>01</sub>	0.28	0.34	0.65	1.42
T <sub>02</sub>	0.27	0.42	1.00	1.84

T <sub>1</sub>	<i>Inga edulis</i>	50 g/hoyo	T <sub>2</sub>	<i>Inga edulis</i>	100 g/hoyo
T <sub>3</sub>	<i>S. parahyba</i>	50 g/hoyo	T <sub>4</sub>	<i>S. parahyba</i>	100 g/hoyo
T <sub>01</sub>	<i>Inga edulis</i>	0,0 g/hoyo	T <sub>02</sub>	<i>S. parahyba</i>	0,0 g/hoyo

Cuadro 18. Análisis de varianza para la altura total en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 60 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Pr>F
Bloque	2	172.69	86.34	2.76	0.1108
ESPECIES (A)	1	100.99	100.99	3.23	0.1024
DOSIS (B)	2	19.82	9.91	0.32	0.7353
A*B	2	46.37	23.18	0.74	0.5006
Error	10	312.44	31.24		
CV (%)	51.34				
Total	17	652.30			

Cuadro 19. Análisis de varianza para el diámetro en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 60 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Pr>F
Bloque	2	0.04	0.02	1.43	0.2838
ESPECIES (A)	1	0.02	0.02	1.41	0.2632
DOSIS (B)	2	0.03	0.01	0.91	0.4327
A*B	2	0.01	0.00	0.20	0.8217
Error	10	0.14	0.01		
CV (%)	70.52				
Total	17	0.23			

Cuadro 20. Análisis de varianza para la altura total en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 120 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Pr>F
Bloque	2	487.18	243.59	1.71	0.2293
ESPECIES (A)	1	153.27	153.27	1.08	0.3237
DOSIS (B)	2	53.33	26.66	0.19	0.8319
A*B	2	14.39	7.19	0.05	0.9509
Error	10	1422.49	142.25		
CV (%)	55.87				
Total	17	2130.66			

Cuadro 21. Análisis de varianza para el diámetro en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 120 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Pr>F
Bloque	2	0.22	0.11	1.72	0.2276
ESPECIES (A)	1	0.21	0.21	3.34	0.0974
DOSIS (B)	2	0.06	0.03	0.45	0.6478
A*B	2	0.02	0.01	0.14	0.8696
Error	10	0.64	0.06		
CV (%)	53.36				
Total	17	1.15			

Cuadro 22. Análisis de varianza para la altura total en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Pr>F
Bloque	2	1905.83	952.92	2.43	0.1385
ESPECIES (A)	1	72.83	72.83	0.19	0.676
DOSIS (B)	2	2300.52	1150.26	2.93	0.0998
A*B	2	300.14	150.07	0.38	0.6921
Error	10	3929.32	392.93		
CV (%)	40.61				
Total	17	8508.65			

Cuadro 23. Análisis de varianza para el diámetro en *Inga edulis* y *Schizolobium parahyba* a la edad de 180 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Pr>F
Bloque	2	1.08	0.54	4.49	0.0407
ESPECIES (A)	1	0.18	0.18	1.46	0.254
DOSIS (B)	2	0.16	0.08	0.67	0.5354
A*B	2	0.09	0.05	0.39	0.6877
Error	10	1.20	0.12		
CV (%)	37.35				
Total	17	2.71			

## Anexo 2. Análisis de suelos y materia orgánica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
TINGO MARIA  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
analisisdesuelosunas@hotmail.com



### ANÁLISIS DE SUELOS

DATOS DE LA MUESTRA			ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
COD. PARCEL A	PROCEDENCIA	SOLICITANTE	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	1:1	%	%	ppm		kg/ha	Ca	Mg	K	Na	Al		H	Bas.Camb.	Ac.Camb.
B1	CIPTALD. TULUMAYO 30 cm	GONZALES REATEGUI WINSTON	35	29	36	Franco Arcilloso	5.56	1.28	0.06	6.97	246.57	7.72	7.10	0.14	0.43	0.05	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
B2	CIPTALD. TULUMAYO 30 cm	GONZALES REATEGUI WINSTON	31	29	40	Franco Arcilloso	5.83	2.66	0.12	10.30	340.69	8.40	7.00	1.02	0.33	0.05	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
B3	CIPTALD. TULUMAYO 30 cm	GONZALES REATEGUI WINSTON	35	33	32	Franco Arcilloso	6.37	2.95	0.13	13.36	364.55	9.17	7.37	1.11	0.64	0.05	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00

Fecha: 23 de Noviembre 2010

Figura 10. Análisis de suelos inicial de la parcela de investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
TINGO MARIA  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
analisisdesuelosunas@hotmail.com



### ANÁLISIS DE SUELOS

DATOS DE LA MUESTRA			ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
COD. PARCEL A	PROCEDENCIA	SOLICITANTE	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	1:1	%	%	ppm		kg/ha	Ca	Mg	K	Na	Al		H	Bas.Camb.	Ac.Camb.
B1	CIPTALD. TULUMAYO	GONZALES REATEGUI WINSTON	36	26	38	Franco Arcilloso	5.53	1.21	0.05	6.90	246.57	7.59	7.01	0.12	0.42	0.05	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
B2	CIPTALD. TULUMAYO	GONZALES REATEGUI WINSTON	33	29	38	Franco Arcilloso	5.78	2.61	0.12	10.29	340.54	8.34	6.98	0.99	0.31	0.05	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
B3	CIPTALD. TULUMAYO	GONZALES REATEGUI WINSTON	33	35	32	Franco Arcilloso	6.31	2.95	0.13	13.31	364.42	8.85	7.18	1.04	0.59	0.05	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00

Fecha: 08 de Abril 2011

Figura 11. Análisis de suelos final de la parcela de investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo Maria  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
Av. Universitaria s/n Telef. 562190 Anexo 283 Fax 561156 Aptdo. 156  
analisisdesuelosunas@hotmail.com

### ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA

Solicitante: GONZALES REATEGUI WINSTON JR.

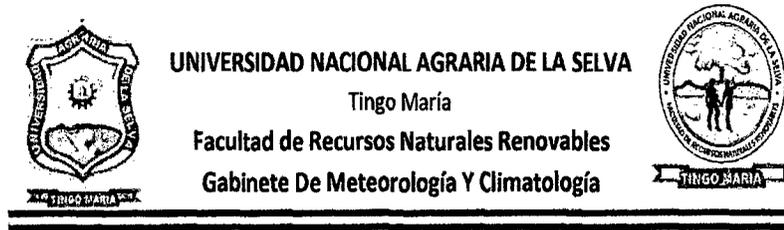
Nº de Muestra de Laboratorio	Base Seca		
	Ceniza (%)	Materia Orgánica (%)	
Guano de Isla	M640	28,54	71,46

Nº de Muestra de Laboratorio	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
M640	8,24	8,74	1,21	0,41	2,94	508,21	266,72	52,11	119,09

Tingo Maria 22 de Diciembre de 2010

Figura 12. Análisis de guano de islas empleado en la investigación.

### Anexo 3. Datos de precipitación.



*"Año del centenario de Macchu Picchu para el Mundo"*

Tingo María, 02 de febrero del 2011

Precipitación Acumulada Mensual (Mm/Mes) De La Estación De Tulumayo

Coordenadas Geográficas Latitud: 09°06'00" Sur Longitud: 76°54'57" Oeste Altitud: 668 m.s.n.m

Periodo: agos. a dic. 2010 Enero 2011

Periodo (meses)	Precipitación (mm/mes)
Agosto	25.5
Setiembre	41.1
Octubre	122.0
Noviembre	209.5
Diciembre	376.9
Enero	370.1



M.Sc. Lucio Manrique de Lara Suarez

Decano FRNR

Referencia: SOLICITUD DE TRAMITES N° 0247726

Figura 13. Precipitación acumulada mensual (mm/mes) durante el tiempo de investigación de la estación meteorológica Tulumayo.

## Anexo 4. Certificado de identificación.



EL ESPECIALISTA EN DENDROLOGIA TROPICAL DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, QUE SUSCRIBE:

### CERTIFICA

Que, las muestras proporcionadas por el Bach. WINSTON JR. GONZALES REATEGUI, que tengo a la vista y la observación realizada en campo pertenecen a:

***Inga edulis* C. Martius**  
***Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby**

Se expide el presente a solicitud del interesado para los fines pertinentes.

Tingo María, 04 de junio de 2012.



  
**Ing° Warren Rios García**  
**Profesor de Dendrología**  
**UNAS**

Figura 14. Certificado de identificación de las especies establecidas en el trabajo de investigación.

**Anexo 5. Panel fotográfico.**

Figura 15. Vista parcial del área a experimentar antes de su instalación.



Figura 16. Dosificación del abono orgánico guano de islas.



Figura 17. Muestreo de suelos y etiquetado de muestras.



Figura 18. Transporte de las especies forestales a campo definitivo.



Figura 19. Remojo de los plantones antes de su plantación.



Figura 20. Aplicación de guano de islas y tierra para evitar la quema de raíces.



Figura 21. Colocación de plantón de *Inga edulis* y planta establecida.



Figura 22. Evaluación de altura de plantas de *Schizolobium. parahyba*.

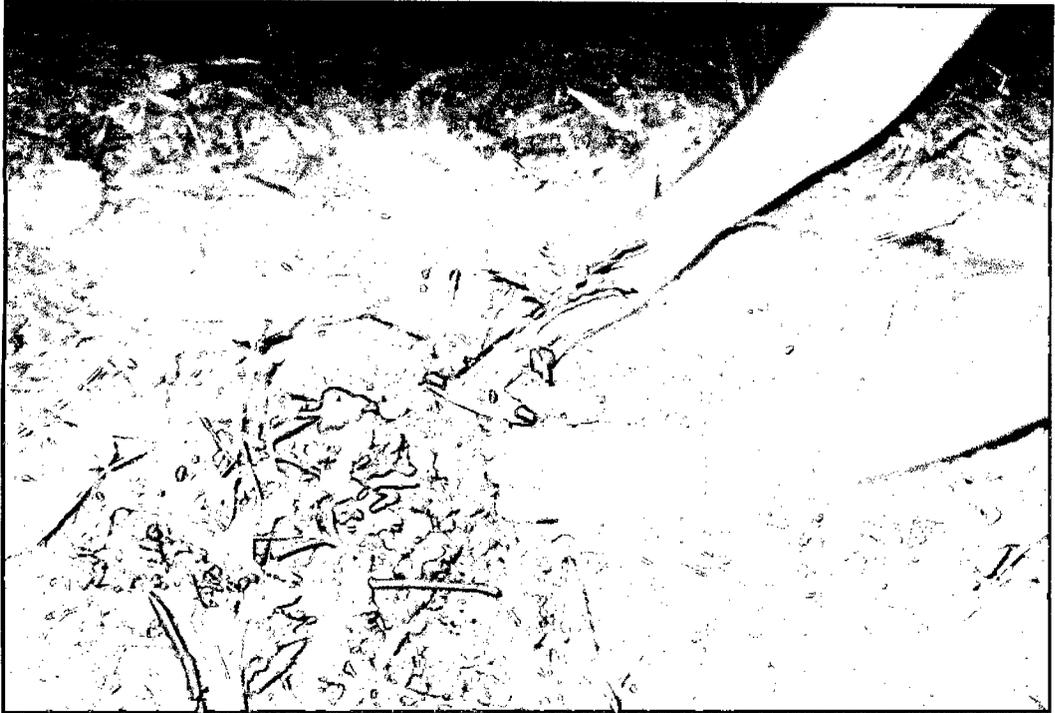
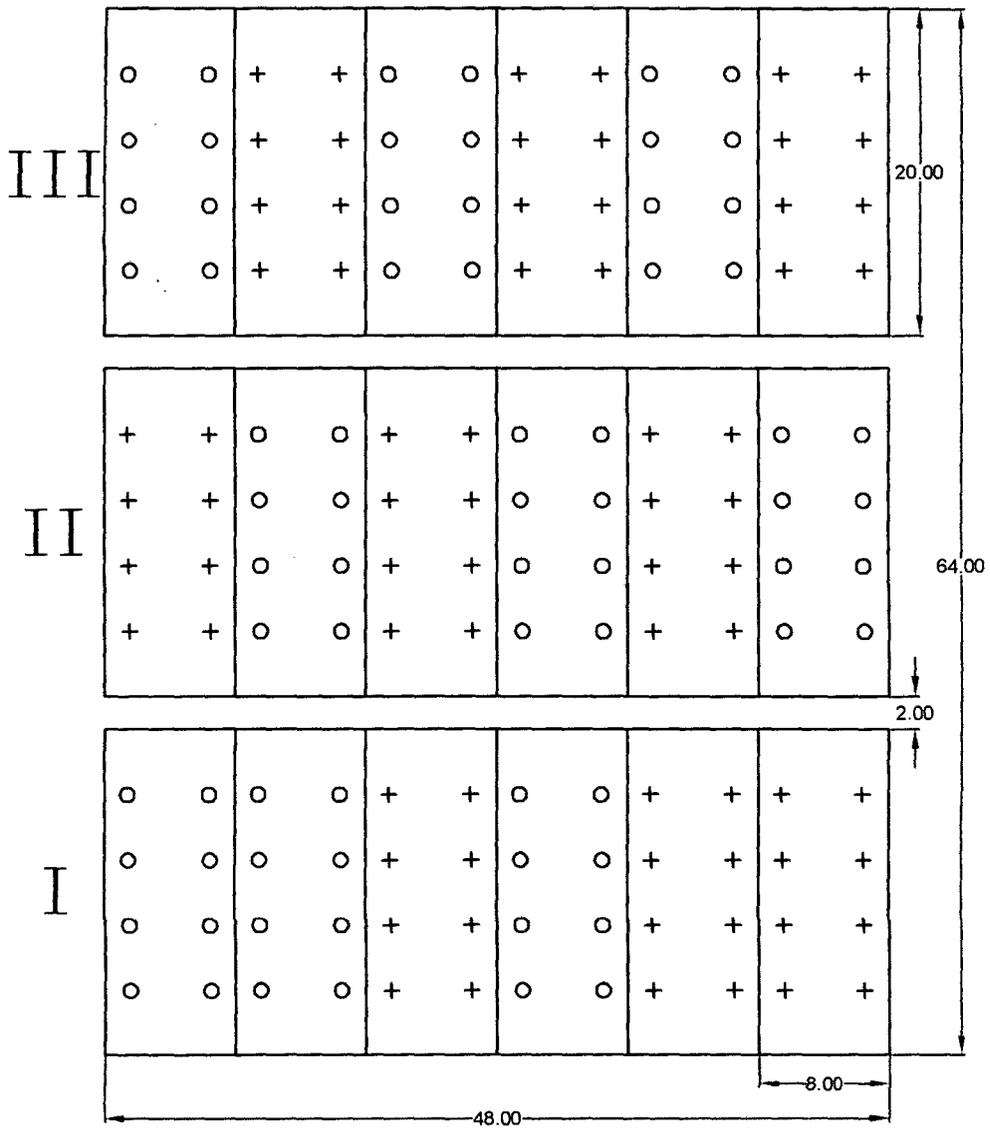


Figura 23. Evaluación del diámetro de plantas de *Schizolobium. parahyba*.



Figura 24. Evaluación del diámetro de plantas de *Inga edulis*.

# Anexo 6. Mapas y/o planos.



LEYENDA	
GUABA	○
PINO CHUNCHO	+
08 PLANTAS POR TRATAMIENTO	

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCION EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA	
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE GUANO DE ISLAS EN EL CRECIMIENTO DE GUABA ( <i>Inga edulis</i> C. Martius) Y PINO CHUNCHO ( <i>Schizobium parahyba</i> (Velloso) Blake var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby) ASOCIADOS CON ESPECIES DEL GÉNERO HELICONIA	
CROQUIS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL Y DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS	EJECUTOR: Bach. Winston Jr. Gonzales R.
	PERIODO DE EJECUCION: JULIO 2010 - ENERO 2011
	<b>01</b>