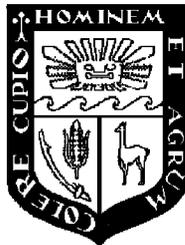


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Evaluación del desarrollo de *Dipteryx alata* Vogel. (shihuahuaco) en plantaciones juveniles mixtas instaladas en suelos degradados de la zona de Campo Verde - Ucayali**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Cynthia Vanessa Mesta Araujo**

Lima – Perú  
2012

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. CYNTHIA VANESSA MESTA ARAUJO, intitulado “EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE DIPTERYX ALATA VOGEL. (SHIHUAHUACO) EN PLANTACIONES JUVENILES MIXTAS INSTALADAS EN SUELOS DEGRADADOS DE LA ZONA DE CAMPO VERDE - UCAYALI”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 16 de Marzo de 2012

.....  
Ing. Ignacio Lombardi Indacochea  
Presidente

.....  
Ing. Rosa María Hermoza Espezuía  
Miembro

.....  
Dr. Julio Alegre Orihuela  
Miembro

.....  
Dr. Gilberto Domínguez Torrejón  
Patrocinador

.....  
Ing. Diana Ayala Montejó

## *RESUMEN*

Este estudio evaluó los factores edáficos que tienen incidencia en el crecimiento y vigor de árboles de *Dipteryx alata Vogel*. En plantaciones juveniles mixtas de suelos degradados en Ucayali.

Se tomó una muestra de 30 árboles de la especie para cada parcela, correspondiente a 1, 2 y 3 años. Se escogieron 3 parcelas por cada edad para el muestreo de acuerdo a las características de los suelos.

Se midieron los diámetros y alturas de los cuales se establecieron rangos para la clasificación de los árboles por su vigor: alto (3), medio (2) o bajo (1). Se tomaron muestras de suelo cerca de 3 árboles en cada parcela, para análisis de caracterización, cálculo de densidad aparente, mediciones de resistencia mecánica; y se midió la velocidad de infiltración en el suelo.

A 3 años de edad se tiene para árboles de *Dipteryx alata Vogel*. De vigor 3, un diámetro promedio de 6,32 cm y 5,62 cm para vigor 1. La altura promedio para árboles de vigor 3 es de 5,84 m y 4,97 m para el vigor 1.

# ÍNDICE

Página

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	3
2.2 ESTUDIOS SOBRE CRECIMIENTO DE LA ESPECIE.....	5
2.3 INTERACCIONES DE SUS ACOMPAÑANTES <i>SIMAROUBA AMARA</i> E <i>INGA EDULIS</i> .....	9
2.3.1 <i>Simarouba amara</i> .....	9
2.3.2 <i>Inga edulis</i> .....	10
2.4 ESTUDIOS SOBRE SUELOS PARA <i>DIPTERYX</i> .....	11
2.5 ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS ÁRBOLES .....	13
2.5.1 <i>Evaluación del crecimiento</i> .....	13
2.5.2 <i>Factores que afectan el crecimiento</i> .....	14
2.6 IMPORTANCIA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES .....	18
2.7 EXPERIENCIAS EN RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS .....	19
2.7.1 <i>Adaptabilidad y crecimiento de 6 especies</i> .....	19
2.7.2 <i>Restauración de tierras degradadas por el pastoreo</i> .....	20
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 LOCALIZACIÓN .....	23
3.1.1 <i>Ubicación geográfica</i> .....	23
3.1.2 <i>Accesibilidad</i> .....	24
3.2 CARACTERIZACIÓN DEL SITIO .....	25
3.2.1 <i>Clima</i> .....	25
3.2.2 <i>Hidrografía</i> .....	25
3.2.3 <i>Suelos y fisiografía</i> .....	25
3.2.4 <i>Vegetación</i> .....	26
3.3 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS .....	30
3.3.1 <i>Materiales</i> .....	30
3.3.2 <i>Herramientas</i> .....	30
3.3.3 <i>Equipos</i> .....	30
3.4 METODOLOGÍA .....	31
3.4.1 <i>Localización del área de muestreo</i> .....	31
3.4.2 <i>Trabajo de campo</i> .....	33
3.4.3 <i>Trabajo de gabinete</i> .....	39
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
4.1 CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LAS PARCELAS EVALUADAS .....	42
4.1.1 <i>PROPIEDADES QUÍMICAS</i> .....	42
4.1.2 <i>PROPIEDADES FÍSICAS</i> .....	46
4.2 EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE <i>DIPTERYX ALATA VOGEL</i> .....	58
4.2.1 <i>Crecimiento en diámetro</i> .....	58
4.2.2 <i>Crecimiento en altura</i> .....	61

4.2.3	<i>Análisis del vigor de los Árboles y la influencia de los factores del suelo</i> .....	65
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>73</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>74</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>75</b>
	<b>ANEXO 1</b> .....	<b>79</b>
	ANÁLISIS DE SUELOS .....	79
	<b>ANEXO 2</b> .....	<b>82</b>
	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN.....	82
	CURVAS DE INFILTRACIÓN .....	109
	FOTOS DEL AGUA USADA PARA LA MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN.....	114
	<b>ANEXO 3</b> .....	<b>116</b>
	DATOS DE DIÁMETRO, ALTURA, VIGOR Y GEOREFERENCIACIÓN EN ENERO Y JULIO; E INCREMENTO MEDIO ANUAL POR PARCELA.....	116
	<b>ANEXO 4</b> .....	<b>128</b>
	DATOS PROCESADOS EN MINITAB 16.....	128
	RESULTADOS NO SIGNIFICATIVOS DE ANÁLISIS DE REGRESIÓN.....	138

## Lista de cuadros

	Página
<b>CUADRO 1</b> CRECIMIENTO MEDIO DE 9 ESPECIES NATIVAS EN BRASIL A LOS 8 AÑOS.....	7
<b>CUADRO 2</b> CRECIMIENTO DE SHIHUAHUACO SEGÚN SU ASOCIACIÓN CON OTRAS ESPECIES, FERTILIZACIÓN Y DISTANCIAMIENTOS .....	8
<b>CUADRO 3</b> CLASIFICACIÓN DE DENSIDADES APARENTES DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO .....	15
<b>CUADRO 4</b> ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA DE LA CUENCA DEL RÍO AGUAYTÍA.....	27
<b>CUADRO 4</b> ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA (CONTINUACIÓN).....	28
<b>CUADRO 5</b> COBERTURA VEGETAL Y SU ALTURA PROMEDIO EN LA PLANTACIÓN.....	29
<b>CUADRO 6</b> DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE MANEJO FORESTAL EVALUADAS .....	33
<b>CUADRO 7</b> ESCALA DE VIGORES PARA DIÁMETROS .....	36
<b>CUADRO 8</b> ESCALA DE VIGORES PARA ALTURAS .....	36
<b>CUADRO 9</b> RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS MUESTRAS DE 3 AÑOS.....	43
<b>CUADRO 10</b> RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS MUESTRAS DE 2 AÑOS .....	43
<b>CUADRO 11</b> RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS MUESTRAS DE 1 AÑO.....	44
<b>CUADRO 12</b> DENSIDAD APARENTE (G/CM <sup>3</sup> ) EN SUELOS DE PLANTACIÓN DE 3 AÑOS .....	47
<b>CUADRO 13</b> DENSIDAD APARENTE (G/CM <sup>3</sup> ) EN SUELOS DE PLANTACIÓN DE 2 AÑOS .....	49
<b>CUADRO 14</b> DENSIDAD APARENTE (G/CM <sup>3</sup> ) EN SUELOS DE PLANTACIÓN DE 1 AÑO .....	50
<b>CUADRO 15</b> RESISTENCIA MECÁNICA (KG/CM <sup>2</sup> ) DE SUELOS DE PLANTACIONES DE 3 AÑOS .....	52
<b>CUADRO 16</b> RESISTENCIA MECÁNICA (KG/CM <sup>2</sup> ) DE SUELOS DE PLANTACIONES DE 2 AÑOS .....	53
<b>CUADRO 17</b> RESISTENCIA MECÁNICA (KG/CM <sup>2</sup> ) DE SUELOS DE PLANTACIONES DE 1 AÑO.....	54
<b>CUADRO 18</b> VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA PROMEDIO (VIAP) A TRAVÉS DEL TIEMPO PARA ÁRBOLES DE 3 AÑOS.....	55
<b>CUADRO 19</b> VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA PROMEDIO (VIAP) A TRAVÉS DEL TIEMPO PARA ÁRBOLES DE 2 AÑOS.....	56
<b>CUADRO 20</b> VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA PROMEDIO A TRAVÉS DEL TIEMPO (VIAP) PARA ÁRBOLES DE 1 AÑO .....	57
<b>CUADRO 21</b> DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE 3 AÑOS.....	59
<b>CUADRO 22</b> DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE 2 AÑOS.....	60
<b>CUADRO 23</b> DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE 1 AÑO .....	61
<b>CUADRO 24</b> ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE 3 AÑOS .....	62
<b>CUADRO 25</b> ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE 2 AÑOS .....	63
<b>CUADRO 26</b> ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE 1 AÑO .....	64
<b>CUADRO 27</b> RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE REGRESIÓN SIMPLE ENTRE LOS DIÁMETROS Y TODAS LAS VARIABLES EDÁFICAS ESTUDIADAS. ....	67
<b>CUADRO 28</b> RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE REGRESIÓN SIMPLE ENTRE LAS ALTURAS Y LAS VARIABLES EDÁFICAS ESTUDIADAS .....	68
<b>CUADRO 29</b> RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE REGRESIÓN SIMPLE ENTRE EL DIÁMETRO Y LAS VARIABLES ESTUDIADAS (SIN CLASIFICACIÓN DE DATOS) .....	69
<b>CUADRO 30</b> RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE (SIN CLASIFICACIÓN DE DATOS).....	69

## *Lista de figuras*

	Página
<b>FIGURA 1</b> CURVA DE INFILTRACIÓN DE UNA CUENCA .....	17
<b>FIGURA 2</b> DISEÑO DE PLANTACIÓN. G= GUABA; M= MARUPA; O= TAHUARI O SHIHUAHUACO .....	22
<b>FIGURA 3</b> UBICACIÓN DEL PROYECTO DE REFORESTACIÓN AL INICIO DE LAS PLANTACIONES (2002). LAS ÁREAS VERDES REPRESENTAN LOS BOSQUES, MIENTRAS QUE LAS AMARILLAS REPRESENTAN LAS ÁREAS NO BOSCOSAS. ....	23
<b>FIGURA 4</b> MAPA DE LA PLANTACIÓN FORESTAL CON LAS UMF REFORESTADAS .....	24
<b>FIGURA 5</b> MAPA DE LAS UMF SELECCIONADAS PARA EL MUESTREO .....	32
<b>FIGURA 6</b> SIMULACIÓN DE LA DELIMITACIÓN DE PARCELAS POR EDADES .....	34
<b>FIGURA 7</b> DISEÑO DE MUESTREO .....	35
<b>FIGURA 8</b> CAPA DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELO DE SHINGUIRITO PARA ÁRBOL DE VIGOR 3.....	70
<b>FIGURA 9</b> RAÍZ DE GUABA ENCONTRADA EN CALICATA PARA MUESTRAS DE ÁRBOL DE VIGOR 1 EN ÚNIDOS.....	71
<b>FIGURA 10</b> PRESENCIA DE LOMBRICES.....	72

## 1. INTRODUCCIÓN

*Dipteryx alata Vogel*. Es una especie de buen crecimiento y baja demanda de fertilizantes, así como su mantenimiento sugiere un excelente potencial para la recuperación de áreas degradadas. (Hering 1978). La especie está clasificada como una heliófita que se produce en lugares secos y muestra una distribución irregular, pero se pueden formar grandes grupos homogéneos (Ribeiro *et al.* Citado por Nepomuceno 2006); mientras que Salazar y Soihet (2001) indican que la especie puede ser heliófita o esciófita total, común en bosque secundario. Estas características, a pesar de que son diferentes a las condiciones que se presentan en el Perú, muestran la amplitud de distribución que presenta esta especie.

La especie es importante en sus múltiples usos de aprovechamiento. Para Ribeiro *et al.* Citado por Nepomuceno (2006), *Dipteryx alata Vogel*. Sirve para madera, forraje, alimento y medicina; así como es de utilidad para la protección de ríos (Nepomuceno, 2006). Además, su madera es conveniente para la construcción de estructuras externas, tales como estacas, postes, obras hidráulicas, traviesas, durmientes, vigas, puertas y ventanas, frisos y pisos de parquet, revestimientos, techos (Lorenzi, citado por Nepomuceno 2006).

A lo largo de los años se presentan riesgos de extinción de esta especie debido a la creciente explotación, ocasionada por la tala indiscriminada de árboles con fines de producción agrícola, incluyendo la ganadería que sumado a la baja fertilidad de los suelos amazónicos y las fuertes lluvias, conllevan a la degradación de los suelos en el tiempo.

Es así que proyectos de reforestación como el desarrollado por Bosques Amazónicos S.A.C. en la localidad de Campo verde propone restaurar tierras degradadas por el pastoreo extensivo a fin de recuperar bosques que han sido devastados desde la década de 1960, mediante la siembra de especies maderables nativas.

La restauración de suelos degradados se facilitó inicialmente a través de la plantación de árboles de guaba (*Inga edulis*) para incorporar materia orgánica, mejorar los nutrientes del suelo y proporcionar protección contra el viento y sombra; para las especies maderables nativas a sembrar posteriormente: caoba, tahuarí, marupa y shihuahuaco. (AIDER 2009).

Como parte del control de las especies en la plantación y teniendo en cuenta los escasos estudios silviculturales de *Dipteryx alata Vogel*. Se propone la evaluación del crecimiento del shihuahuaco en nueve unidades de manejo forestal de uno, dos y tres años de edad con fines de estudios de productividad, pronósticos de crecimiento a largo plazo y futuras enmiendas a aplicarse.

El objetivo general de la presente investigación es conocer los factores edáficos que tienen incidencia en el crecimiento y vigor de los árboles de *Dipteryx alata Vogel*. En plantaciones instaladas en suelos degradados. Los objetivos específicos son:

- Determinar las características de los suelos y su relación con el vigor de la plantación.
- Determinar el crecimiento de *Dipteryx alata Vogel*. A tres años de establecimiento de las plantaciones mixtas en suelos degradados.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Diversos autores mencionan puntos de vista diferentes en cuanto a la identificación de la especie; así se tiene:

AIDER (2008) menciona a shihuahuaco como *Dipteryx odorata* en la descripción del proyecto de reforestación en Campo Verde. Para Molina (2009) los árboles de shihuahuaco evaluados en las plantaciones de Bosques Amazónicos S.A.C., también son identificados como *Dipteryx odorata*. Mientras que Lombardi (2012) asevera que la especie en estudio puede tratarse de *Dipteryx micrantha* o *Dipteryx alata Vogel*.

El trabajo más relacionado con la identificación botánica del shihuahuaco en la región de Ucayali corresponde a Flores (2008), quien determina a *D. micrantha* y *D. alata Vogel*. Como las especies más abundantes del género *Dipteryx* en la región. Caracterizados por el tamaño pequeño o grande de hojas, frutos y semillas respectivamente. Ramos (2012) ayudado por estudios moleculares de Dominguez *et al* (2010) corroboran esta identificación. De esta manera se puede decir que la especie considerada en el presente trabajo corresponde a *Dipteryx alata Vogel*.

Salazar y Soihet (2001) presentan la siguiente ficha botánica:

Nombre científico: *Dipteryx alata Vogel*.

Familia: Fabaceae

Sinónimo: *Coumarouna alata (Vogel.) Tsuber*.

Nombres comunes: shihuahuaco (Perú), congrio (Colombia), barujo, baruzeiro, bugreiro, cumarú, chuva de-ouro, combaru (Brasil)

Rizzini, citado por Nepomuceno (2006) señala que *Dipteryx alata* y *Dipteryx odorata* presentan grandes proximidades taxonómicas; siendo probablemente especies vicariantes.

A continuación Quispe (2009) presenta la siguiente descripción botánica para la especie:

#### FUSTE

De aspecto acanalado en la base, debido a las modificaciones de la raíz. Cilíndrico hasta el inicio de la ramificación simpódica. Altura total de 45 a 55 m, con un diámetro de 1 a 1,30 metros.

#### COPA

Dominante. Globosa ligeramente aparasolada. Semicaducifolio.

#### HOJAS

Compuestas pinnadas alternas. Basípeta. De 10,60 a 25,50 cm de longitud. Pecíolo pulvinulado, glabro con alas membranáceas de 2 mm y de 4,10 a 15 cm de longitud. Raquis alado de 4,50 a 14,50 cm de longitud. Prolongación del raquis mucronado de 1,20 a 1,50 cm de longitud. Foliolos de 6 a 8 unidades; primer par opuesta tornándose alternos hacia la prolongación. Peciolulo glabro; 0,40 a 1 cm de longitud; 0,12 a 0,24 cm de ancho; 0,10 – 0,18 cm de espesor, con estípelas. Lámina elíptica, glabro en ambas caras, coriáceo, de dimensiones de 6,70 a 19,20 cm de longitud; 2,40 a 7,10 cm de ancho, borde entero, ápice acuminado, base redonda. Nervadura pinnatinervada - camptodroma, nervio principal asimétrica mientras los secundarios conspicuos en ambas caras, presenta visiblemente de 2 a 4 nervios entre las nervaduras secundarias que se unen al borde del limbo dándole una textura áspera.

## FRUTO

Simple; carnosos; drupa (trima), sabor y olor característico, color marrón oscuro, ovoide-elíptica de 2,20 a 5,50 cm de longitud, 3,40 a 4,10 cm de ancho y 2,40 a 2,90 cm de espesor. 35 frutos/kilogramo.

## SEMILLAS

Cubierta seminal de color marrón levemente claro, glabro, cotiledones blanquecinos, carnosos, almacenamiento cotiledospermar, con posición del embrión basal, dimensiones de 3,20 a 4,20 cm de longitud; 10 a 15,40 mm de ancho y 4 a 12,40 mm de espesor. Recalcitrante. 215 semillas/kilogramo.

Salazar y Soihet (2001) dentro de la descripción botánica de la especie indican que la madera es pesada a muy pesada con un peso específico de 0,90 a 1,20 g/cm<sup>3</sup>. La albura es de color blanco amarillento y el duramen castaño amarillento. Tiene grano entrecruzado y superficie poco lustrosa. Es muy resistente al ataque de organismos xilófagos y presenta baja permeabilidad a tratamiento con soluciones preservantes. Se recomienda su uso en construcción pesada, parquet y durmientes. Produce leña de buena calidad. La semilla es utilizada en medicina popular para el tratamiento de reumatismo y como antiespasmódico. Es usado como especie ornamental y en arborización urbana.

## 2.2 ESTUDIOS SOBRE CRECIMIENTO DE LA ESPECIE

Estudios realizados por Romo (2005) sobre el efecto de la luz en el crecimiento de plántulas del género *Dipteryx* trasplantadas a sotobosques, claros y plantaciones puras, prueban que el crecimiento de plantas de las especies del género *Dipteryx* en claros es mayor que bajo sombra de la copa de los árboles. La luz influye en el crecimiento de *Dipteryx micrantha* sólo a niveles intermedios como en los claros; a niveles muy bajos de luz como en el sotobosque o a niveles muy altos como en plantaciones, otros factores parecen tener más relevancia.

El crecimiento de *Dipteryx* en plantaciones puras en zonas inundables es extraordinariamente mayor que el registrado en plantaciones mixtas. La autora también concluye que las especies del género *Dipteryx* serían apropiadas para proyectos de carbono.

A través de la tesis sobre el extractivismo de la especie *Dipteryx alata Vogel*. En Pirenópolis-Brasil y su sostenibilidad, por Nepomuceno (2006); se registran experimentos sobre germinación, propagación y manejo de la especie.

Ribeiro *et al* (2000) mediante investigaciones sobre la especie en Embrapa-Cerrados (Empresa brasileira de pesquisa agropecuaria), demostró que después de 2 años, los árboles tenían un promedio de altura de 95 cm y la tasa de supervivencia de 98%. A los 7 años; los árboles llegaron a una altura promedio de 3 m, el incremento medio anual (IMA) fue 0,40 m y una tasa de sobrevivencia de 97%.

Se realizaron estudios sobre el manejo forestal de *D. alata Vogel*. Para ver el comportamiento silvicultural de la especie sembrada en espaciamientos de 3 x 1 m; 3 x 1,50 m y 3 x 2 m. Se concluyó que hasta la edad de 10 años, la altura de los árboles y la sobrevivencia no se vieron afectados por el espaciamiento, mientras que el diámetro fue menor para un espaciamiento de 3 x 1 m. Sin embargo, a los 20 años, el crecimiento en altura de árboles en espaciamientos de 3 x 2 m fue mayor al obtenido en el espaciamiento 3 x 1 m. Este estudio demostró también un crecimiento promedio de 11 m de altura en siembras con mayor espaciamiento, se obtuvieron diámetros por encima de los 12 cm y tasas de sobrevivencia por encima del 80%. El crecimiento en diámetro a la altura del pecho (DAP) aumenta a mayor distanciamiento entre plantas; para árboles de 20 años y distanciamientos de 3 x 2 m hubo mayor crecimiento en diámetro que en un espaciamiento 3 x 1,50 m, y como no hubo diferencia en estos tratamientos para la altura, estos autores recomiendan el espaciamiento de 3 x 1,50 m para la plantación de *Dipteryx*, siempre y cuando se realice un raleo a los 10 años.

Toledo Filho (1988) analizó la competencia entre nueve especies de la sabana en Brasil, entre ellos el shihuahuaco, para evaluar el potencial de las especies. Después

de ocho años de observaciones se obtuvo: 6,90 metros de altura, un incremento medio anual de 0,79 m/año y un DAP de 7,40 cm. En el cuadro 1 se muestran las mediciones obtenidas para las nueve especies evaluadas.

**Cuadro 1** Crecimiento medio de 9 especies nativas en Brasil a los 8 años

<i>Anadenthera macrocarpa</i> (angico vermelho)	6,90	0,86	10,30
<i>Dipteryx alata</i> (shihuahuaco)	6,30	0,79	7,40
<i>Pteron pubescens</i> (faveiro)	4,60	0,57	7,10
<i>Platymeria reticulata</i> (vinático)	4,40	0,55	7,00
<i>Copaifera langsdorfii</i> (óleo de copaiba)	3,90	0,49	4,30
<i>Platypodium elegans</i> (jacarandá do campo)	2,90	0,36	3,50
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (ipêroxo)	2,10	0,26	2,00
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (ipêamarelo)	1,30	0,16	1,00
<i>Astronium urundeuva</i> (aroeira preta)	1,00	0,12	1,00

Fuente: Toledo Filho (1988)

En el Perú la estación experimental del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA), ha investigado a *Dipertyx micrantha*. Flores, citado por Molina (2009) indica que *D. micrantha* a los 6 años presentó un DAP de 13,69 cm y una altura de 11,05 m.

En Von Humboldt, en un área que durante muchos años fue sometido a cultivos intensivos, cuyo suelo es acrisol, pH 4,2 (extremadamente ácido), relieve plano a ondulación leve; se han instalado diferentes ensayos agroforestales, a cargo del INIA. A continuación se presentan los resultados de los ensayos realizados.

En el cuadro 2 se tienen resultados de crecimiento de shihuahuaco en asociación con otras especies, la fertilización para cada caso es de 1Kg de abono más 200 g de roca fosfórica por planta.

**Cuadro 2** Crecimiento de shihuahuaco según su asociación con otras especies, fertilización y distanciamientos

Asociación	Fertilizantes	Distanciamiento	Edad (años)	DAP (cm)	ImaDAP (cm/año)	Altura (m)
Shihuahuaco, centrosema	Roca fosfórica	10 x 10 m	0,30	0,00	0,00	0,55
			0,50	0,00	0,00	0,74
			0,80	1,10	0,00	1,06
			1,00	1,50	1,40	1,87
			1,30	1,90	1,40	2,32
			1,50	2,40	1,50	2,69
			1,80	3,10	1,70	3,05
			6,60	11,20	1,70	8,92
			Shihuahuaco, caoba, tahuarí, quillobordón y tornillo	Mantillo + roca fosfórica	5 x 6 m	3,60
Ninguna	Compost + roca fosfórica	5 x 5 m	6,80	11,50	1,60	8,80
Ninguna	Gallinaza + roca fosfórica	5 x 5 m	6,80	10,40	1,50	8,30

Fuente: INIA (s/f)

## 2.3 INTERACCIONES DE SUS ACOMPAÑANTES *SIMAROUBA AMARA* E *INGA EDULIS*

### 2.3.1 *SIMAROUBA AMARA*

Según el Anuario del museo nacional de historia natural de Francia (1802) bajo el sinónimo de *Simarouba glauca*, en la descripción botánica se registra que la especie es de fácil adaptación, de rápido crecimiento en sitios abiertos y no requiere de abundante iluminación para su establecimiento, pues es tolerante a la sombra. Sin embargo no resulta ser beneficiada ante la apertura de claros. La especie es intolerante a los excesos de humedad, sin embargo prospera en laderas y en sitios planos. Crece relativamente rápido en sitios desmontados. El desarrollo de la planta se da mejor en los suelos más profundos del tipo vertisol pélico, luvisol crómico y rendzina, con pH ácido a neutro o alcalino; y de preferencia en suelos arenosos.

La especie se puede asociar con: *Lonchocarpus sp.* , *Bursera sp.* , *Metopium sp.* , *Manilkara zapota*, *Terminalia sp.* , *Dialium sp.* , *Calophyllum sp.* , *Brosimum sp.* , *Nectandra sp.* , *Swietenia sp.* , *Aspidosperma sp.* , *Cedrela odorata*, *Spondias mombin*; *Metopium brownei*.

Reynel *et al* (2003) mencionan que *Simarouba* es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de la selva, y tiene un efecto restaurador por lo que mejora la fertilidad de los suelos.

Artavia y Finegan (1996) indican que *Simarouba glauca* es un árbol del dosel medio que puede usarse en restauración ecológica y plantaciones de enriquecimiento del bosque natural.

En plantaciones puras los espaciamientos más habituales son 2,50 x 2,50 m y 3 x 3 m; en sistemas agroforestales se usa en combinación con frutales o café, a espaciamientos habituales de 6 x 6 m a 8 x 8 m.

Su crecimiento rápido y recto, sumado a su adaptabilidad a los suelos, hace que la especie sea apta para crecer mejor en agroforestería y restauración ecológica.

### 2.3.2 *INGA EDULIS*

En un suelo de alta densidad en Costa Rica por 25 años de pastoreo continuo, una plantación fertilizada de *Terminalia amazonia* (Gmel.) Exell. (Árbol no fijador) mostró similar crecimiento que plantaciones mixtas con *Erythrina glauca* e *Inga spectabilis* (Stanley & Nichols, citado por Ferrari y Wall 2004).

Para Ferrari y Wall (2004), la deficiencia de nitrógeno en el suelo puede superarse mediante la fijación biológica de nitrógeno (FBN) que ocurre en nódulos radiculares de algunos géneros de plantas angiospermas que establecen simbiosis con ciertos microorganismos del suelo.

Existen dos tipos principales de simbiosis fijadoras de nitrógeno, las leguminosas (p. ej.: *Inga edulis*) corresponden a un tipo, que establecen asociación con bacterias de los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Synorhizobium*, *Azorhizobium* y *Mesorhizobium*; y las plantas actinorrizas que lo hacen con bacterias filamentosas (actinomicetes) del género *Frankia*.

Los árboles fijadores de nitrógeno (AFN) pueden estimular el crecimiento de la vegetación vecina debido a la descomposición de sus hojas ricas en nitrógeno, a la exudación radicular de nitrógeno fijado y al rol de las micorrizas (Binkley y Giardina, citado por Ferrari y Wall 2004).

Sin embargo, los autores concluyen en su estudio que la utilización de árboles fijadores de nitrógeno (AFN) para recuperar suelos degradados no está desprovista de limitaciones y potenciales peligros, como el riesgo de transformarse en plagas invasoras o el hecho de que no siempre funcionan mejor que los árboles no fijadores, que los sistemas agroforestales o que las plantaciones forestales mixtas.

Reynel *et al* (2003) sobre la identificación, ecología y propagación de *Inga edulis*, indican que a la especie se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada; es una especie heliófita, de crecimiento rápido, presente en bosques secundarios tempranos y tardíos; prefiere los

suelos arenosos de zonas ribereñas, tolera la inundación temporal y la pedregosidad elevada.

*Inga edulis* tiene alto potencial para la recuperación de suelos degradados; aporta gran cantidad de hojarasca y materia orgánica. Es excelente para revegetar zonas en las que la cubierta vegetal ha sido devastada pues facilita el establecimiento posterior de árboles más exigentes en calidad de suelo. La tasa de generación de biomasa en esta especie es espectacular, y se registran promedios de casi 25 t/ha/año en este aspecto.

Según el Sistema de información de la diversidad biológica y ambiental de la amazonía peruana (SIAMAZONIA) (s/f), las principales ventajas que presenta la especie en asociación con cultivos perennes o anuales son las siguientes:

- Ayuda a mitigar la erosión del suelo.
- Aumenta la cobertura del suelo, evitando la compactación y la evaporación de la humedad.
- Aumenta la sombra sobre el suelo (disminuye temperatura).
- Mejora el suelo por aireación y fijación de nitrógeno por los nódulos.
- Mejora el microclima a nivel de parcela.

La acidez afecta tanto la supervivencia y persistencia de rizobios en el suelo como la nodulación y fijación de nitrógeno, las condiciones de acidez o de niveles tóxicos de aluminio o manganeso afectarían más a la planta que a los simbioses y la nodulación sería más afectada que el crecimiento vegetal (Hussein Zahran, 1999).

#### **2.4 ESTUDIOS SOBRE SUELOS PARA DIPTERYX**

Dentro de los estudios de Nepomuceno (2006), también se registran estudios relacionados a los suelos y la especie. Indica que son pocos los estudios realizados sobre los fertilizantes más adecuados para el desarrollo de plántulas de *D. alata* Vogel.

Figueiras y Silva (1975) afirman que el shihuahuaco se produce en suelos franco arenoso. Por su parte, Sano (2001) concluyó que el límite de la presencia de *D. alata Vogel*. Puede estar vinculado a condiciones de mayor fertilidad del suelo, la intensidad de luz baja o ambos, para el establecimiento y la sobrevivencia de las plántulas. Para Ulhôa (1997) y Melo (1999), la especie mostró bajo requerimiento de calcio y magnesio en las primeras etapas de crecimiento.

Melo (1999) también realizó estudios sobre el manejo forestal del shihuahuaco. En sus experimentos evaluó la respuesta de *Dipteryx alata Vogel*. Al N (nitrógeno), P (fósforo), K (potasio), Ca (calcio) y Mg (magnesio), los tratamientos consisten en combinaciones de estos nutrientes en tres tipos de concentraciones en vivero; con esto se encontró que las plantas respondieron positivamente. El crecimiento fue mayor hasta 45 días después de la siembra para todos los tratamientos, alcanzando unos 16 cm de altura. En general, el crecimiento fue muy lento en el periodo de estudio (210 días). Según el autor, el crecimiento más rápido inicial se debe probablemente a la gran reserva de las semillas. Los resultados obtenidos por el mismo investigador también mostraron que el fósforo y el magnesio son los nutrientes más limitantes; con aplicación del primero aumentaron todos los parámetros de crecimiento y producción de biomasa, y con la aplicación del segundo se promovió un mayor número de hojas, área y el peso seco de los brotes, mientras que la aplicación de nitrógeno disminuyó la proporción de producción de materia seca de la raíz / brote de materia seca. En este experimento *D. alata Vogel*., no respondió a la adición de calcio.

Ulhôa (1997) realizó estudios para determinar el efecto de algunos minerales en el crecimiento del shihuahuaco. Este autor llegó a la conclusión de que el crecimiento en diámetro de la planta no fue afectado por la aplicación de cuatro dosis de calcio y dos dosis de fósforo. Señala también que el fósforo es el nutriente más limitante para las plántulas de shihuahuaco, y la dosis de 200 mg de P / kg de suelo proporcionan las mejores respuestas.

## 2.5 ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS ÁRBOLES

Louman (2001) indica que el crecimiento se define como el aumento de tamaño en el tiempo. Es el proceso principal que pretende influir con la silvicultura pues conlleva al producto deseado: madera de distintas dimensiones y calidades. El crecimiento implica un estado inicial mensurable y cambios en ese estado con el paso del tiempo.

A la magnitud del crecimiento se denomina incremento y a partir de esto, se pueden desprender las siguientes definiciones:

Incremento corriente anual (ICA): incremento del último año de medición.

Incremento medio anual (IMA): promedio por año desde el año cero.

Incremento de periodo anual (IPA): Promedio por año durante cierto periodo.

Incremento relativo (IR): Es el porcentaje del tamaño total promedio entre el comienzo y final del periodo de medición del crecimiento.

Además indica que para describir el crecimiento sobre el tiempo se suele emplear una curva sigmoidea, la cual tiene más o menos la misma forma para cualquier organismo vivo. En producción forestal, esta curva se suele aplicar para analizar el aumento del diámetro, la altura, el área basal o volumen de madera.

### 2.5.1 EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO

El método más generalizado en estudios de crecimiento y rendimiento es el empleo de parcelas permanentes sean estas experimentales o representativas de inventario continuo. La remediación periódica de unidades de muestras permanentes entrega una estimación más precisa del crecimiento comparada con cualquier otro método aplicado con igual intensidad de muestreo. Mientras más corto sea el periodo de tiempo entre evaluaciones, mas alta será la correlación y mayor la ventaja proporcionada por este tipo de parcelas (Prodan *et al* 1997).

### 2.5.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO

El árbol modifica su crecimiento en respuesta a diversos factores: clima, ambiente, factores biológicos internos (como la procedencia) y la intervención humana sobre el árbol o el rodal. Entre las características del ambiente, el suelo es el más importante al regular el suplemento de agua y nutrimentos (Trenard, citado por Angulo 2008).

En el crecimiento de una masa forestal y por ende en el crecimiento de la unidad principal, el árbol, se concentran factores como las características genéticas de las especies y los factores ambientales. Estos últimos se manifiestan a través del clima, por la variación de temperatura, la precipitación, el viento y la insolación; los factores del suelo, como las características físicas y químicas, humedad del suelo y microorganismos del suelo; características topográficas como la pendiente, elevación y aspecto; la competencia entre los árboles, plantas pequeñas y animales. (Bruce, Flinta y Husch, citado por Ocaña 1976).

En un ambiente de muy poca luz dentro del sotobosque, el crecimiento de las plántulas es muy lento con eventos de crecimiento mayor sólo según la frecuencia de caídas de árboles y la existencia de claros de luz. En consecuencia, el crecimiento de un individuo antes de ser un árbol adulto del dosel es extremadamente lento y puede llegar a cientos de años en muchas especies de árboles (Canhan, citado por Romo 2005).

En contraste con los ambientes naturales, la luz en ambientes deforestados y en plantaciones forestales tiene niveles significativamente mayores. Aunque hay especies que no crecen en plantaciones con la misma morfología o cualidades de la madera que los que crecen en bosques naturales, este no es el caso de *Dipteryx*, tanto *D. panamensis* (Lois *et al.* Citado por Romo 2005) como *D. odorata* (Volpato *et al.* 1973) puesto que se reportan como árboles normales en plantaciones.

Según Donoso (1981), la estructura de un suelo es el factor más importante en el crecimiento de los árboles, ya que influye sobre las reacciones hídricas y aireación del suelo.

Keat, citado por Angulo (2008) menciona que los factores físicos que parecen predominar en la limitación del crecimiento son: profundidad del suelo, inundación, pendiente, compactación del subsuelo, estructura y drenaje.

### *DENSIDAD APARENTE*

Para Zavaleta (1992), la densidad aparente ( $D_a$ ) del suelo es un buen indicador de ciertas importantes características del suelo: porosidad, grado de aireación y capacidad de infiltración.

Donoso (1992) señala que los factores que afectan a la densidad aparente son principalmente tres: la textura, la estructura y la presencia de materia orgánica. Suelos con texturas arenosas tienden a tener densidades mayores que suelos más finos, al mismo tiempo en suelos bien estructurados los valores son menores.

Valdés (citado por Donoso, 1992), indica valores promedios de densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ), lo cuales se presentan a continuación en el cuadro 3.

**Cuadro 3** Clasificación de densidades aparentes de acuerdo al tipo de suelo

Tipo de suelos	Densidad aparente promedio ( $\text{g/cm}^3$ )
Suelos de rocas y minerales	2,65
Arenosos	1,90 - 1,70
Francos	1,30– 1,00
Suelos ricos en humus	0,90– 0,80

Fuente: Valdés, citado por Donoso (1992)

En un tipo de suelo los valores bajos de densidad aparente implican suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces, todo lo cual significa un buen crecimiento y desarrollo de los árboles.

Por otro lado, si los valores son altos, quiere decir que el suelo es compacto o poco poroso, que tiene mala aireación, que la infiltración del agua es lenta, lo cual puede provocar anegamiento, y que las raíces tienen dificultades para elongarse y penetrar hasta donde encuentren agua y nutrientes. En estas condiciones, el desarrollo y crecimiento de los árboles es impedido o retardado consistentemente. (Donoso 1992).

### *RESISTENCIA MECÁNICA*

Entre las propiedades físico mecánicas de los suelos se incluye la resistencia a la penetración, la cual es definida como la capacidad de un suelo de oponer resistencia a la introducción de un cuerpo sólido (Santana *et al*, citado por Betancourt *et al* 2009). Este indicador es utilizado por investigadores y especialistas en estudios de la compactación de los suelos, tanto la provocada por la mecanización agrícola como por otras causas (Rodríguez *et al*, citado por Betancourt *et al* 2009).

La resistencia a la penetración es un buen índice para evaluar problemas de restricción en el desarrollo radicular de las raíces de los cultivos, por la presencia de capas compactas y/o baja porosidad.

Uno de los instrumentos utilizados para las mediciones de la resistencia mecánica, es el penetrómetro de bolsillo, que tiene como ventaja su uso versátil en campo directamente, obteniendo en corto tiempo un gran número de lecturas. Es por ello que resulta muy adecuado para obtener valores índices de la situación estudiada; sin embargo, dada la complejidad del efecto que evalúa debe ser complementado con otras mediciones. (Alegre 1986).

### *VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN*

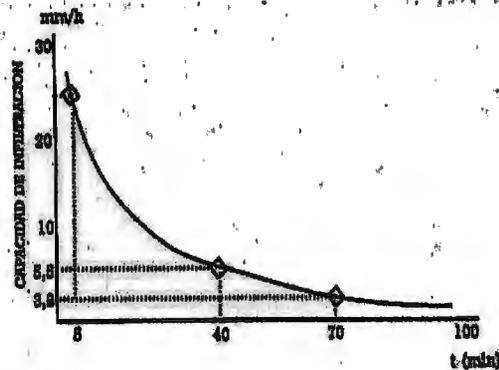
Keat, citado por Angulo (2008) indica al drenaje también como factor que influye en el crecimiento; y este está relacionado con la velocidad de infiltración. La infiltración es definida como el proceso de entrada vertical (gravitacional) del agua al perfil de suelo. (Vásquez y Chang 1988). Para Martínez y Navarro (1996) la velocidad o intensidad de infiltración es la cantidad de agua que pasa a través de la superficie del suelo en un determinado instante y se suele expresar en mm/hora.

La infiltración se puede medir en condiciones de laboratorio pero tiene poco valor para los hidrólogos porque no se representan realmente las condiciones de campo por lo que se usa el método de los anillos infiltrómetros (Hewlett 1982).

Para Martínez y Navarro (1996), la infiltración de un suelo depende de los siguientes factores:

- Precipitación
- Superficie del suelo
- La vegetación
- Contenido de humedad y permeabilidad
- Características del agua

En la figura 1 se muestra una curva de infiltración de una cuenca.



**Figura 1** Curva de infiltración de una cuenca

*Fuente: Martínez y Navarro (1996)*

Isolan, citado por Angulo (2008), encontró en Turrialba, que en sitios con mal drenaje, *Pinus caribae* no se desarrolló bien, concluyendo que el mayor impedimento al crecimiento en la zona es el drenaje del suelo y sus efectos correlacionados, capa freática y profundidad de raíces.

Husch (1963) indica que el crecimiento se puede estudiar a través de curvas en forma sigmoideal, involucrando a la edad como variable independiente con el diámetro, altura, área basal y volumen como variables dependientes, el mismo autor destaca la variabilidad de estas curvas, indicando que en ciertas condiciones los diámetros y el área basal pueden estar más relacionados de cerca a la densidad de la plantación que a la edad, así como la altura puede relacionarse con la calidad de sitio que con la edad. Malleux (1971) afirma que estas relaciones pueden apreciarse en las plantaciones por tener una edad definida.

## **2.6 IMPORTANCIA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES**

Algunos alcances sobre plantaciones son citados por Petit y Montagnini (2006). Las plantaciones mixtas de algunas especies a menudo pueden prestar simultáneamente múltiples servicios ambientales, así como proporcionar incentivos económicos; pues estas plantaciones acumulan biomasa aérea y secuestro de carbono a precios comparables a los monocultivos (Montagnini y Porras, 1998; Stanley Montagnini, 1999). Las mismas que también contribuyen a la recuperación de la fertilidad del suelo de los pastizales abandonados (Montagnini y Porras, 1998). Las plantaciones facilitan la regeneración de especies leñosas nativas bajo sus copas, lo que sirve para restaurar la biodiversidad en las tierras degradadas (Carnevale y Montagnini, 2002; Cusack y Montagnini, 2004; Montagnini *et al.* 2005).

Como se ve en estos estudios, las plantaciones mixtas con plantaciones de especies nativas tienen funciones sociales y económicas, proporcionan productos forestales, contribuyen a la rehabilitación de áreas degradadas, promueven la captura de carbono atmosférico, y restauran la diversidad biológica.

Delgado (s/f) a través del establecimiento de 560 ha de plantación de bolaina blanca en el Proyecto Modelo de Manejo Agroforestal con bolaina en la Cuenca del Aguaytía para los agricultores de PROSEMA y AMUCAU; señala que es más rentable en el mediano plazo producir madera en suelos degradados cerca a la carretera que mediante extracción selectiva de pocas especies finas en puntos alejados del bosque primario.

Las plantaciones mixtas, en comparación con las plantaciones puras, promueven la regeneración de una mayor diversidad de especies en el sotobosque, al crear una mayor variabilidad en el hábitat y un microclima que favorece a los dispersores y a la adaptabilidad de especies para la germinación y crecimiento (Guariguata *et al.* 1995, Montagnini, 2001). A su vez, económicamente las plantaciones mixtas tendrán la ventaja de diversificar la producción, que podría reducir los riesgos para los agricultores en mercados inestables. (Alice, Montagnini y Montero, 2004).

## **2.7 EXPERIENCIAS EN RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS**

### **2.7.1 ADAPTIBILIDAD Y CRECIMIENTO DE 6 ESPECIES**

Ricse (2006) en un artículo científico para el INIA plantea un método de rehabilitación de “purmas” y tierras degradadas en Ucayali. A través de resultados de una tecnología desarrollada en ultisoles de las zonas de Campo Verde, Nueva Requena y Neshuya en Ucayali; se demostró la adaptabilidad y crecimiento de 6 especies forestales nativas en condiciones de suelos degradados y enmalezados por *Imperata brasiliensis* (cashapsha), *Rottboellia cochinchinensis*, (arrocillo) y *Baccharis floribunda* (sashahuaca). Las especies que mostraron buena adaptabilidad y crecimiento fueron: yacushapana, pashaco blanco, tahuarí, tornillo, ishpingo, capirona, añallo caspi, auca atadijo y aceituna caspi.

El mismo autor asegura que el éxito de la rehabilitación de suelos consiste en repetidas fertilizaciones. La recuperación de los ecosistemas que han sido perturbados, implica procesos de retroalimentación positiva que lleven a un nivel sostenible de producción. La fertilización aumenta la producción primaria neta, la cual aumenta el contenido de

materia orgánica del suelo, que a su vez aumenta la capacidad de retención de nutrientes.

Los ciclos de nutrientes requieren de una gran diversidad de organismos que los absorban, los devuelvan al suelo, los descompongan y los mineralicen. Los animales que habitan en el suelo son importantes para los procesos de descomposición y liberación de nutrientes, pero la recolonización de los suelos rehabilitados puede ser lenta.

#### 2.7.2 RESTAURACIÓN DE TIERRAS DEGRADADAS POR EL PASTOREO

El proyecto Campo Verde desarrollado por Bosques Amazónicos (BAM) S.A.C. Se ubica en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo y departamento de Ucayali; propone restaurar las tierras degradadas por el pastoreo que han sido degradadas desde la década de 1960 y que han sido progresivamente abandonadas en los años siguientes.

Inicialmente estas tierras se convirtieron de bosques a pastizales desde la década de 1960 hasta 1970.

La presión del ganado en la tierra, la fertilidad baja e inherente de los suelos amazónicos, sumada a las fuertes lluvias y la ondulación natural de la tierra han llevado a su degradación a través del tiempo.

A partir de 1987-1993 los pastos fueron usados para ganadería intensiva con 2000 y 3000 cabezas de ganado. En 1993 se formó un consorcio para desarrollar un negocio en acuicultura, y en particular, la construcción de estanques de peces en las tierras adyacentes a los pastos.

SFM BAM S.A.C. fue una empresa que se creó en abril de 2007, la empresa adquirió tierras por una extensión de 17 000 ha; y fue creado para consolidar una empresa

conjunta constituida por Bosques Amazónicos S.A.C. (una empresa peruana dedicada a desarrollar proyectos de reforestación con el fin de la venta de madera y lograr una gestión forestal sostenible de sus bosques propios) y Gestión Forestal Sostenible Ltd. (una compañía británica, que desarrolla varios proyectos de reforestación y manejo forestal en todo el mundo).

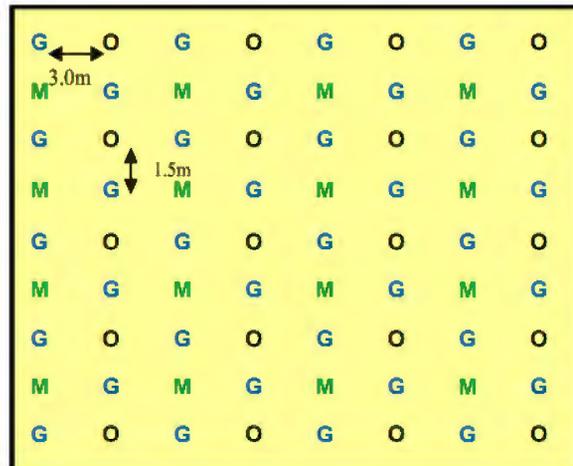
Se planteó como objetivo del proyecto, reforestar 930 ha de suelos degradados y llevar a cabo plantaciones en aproximadamente 268 ha de bosques secundarios con el fin de obtener ingresos a partir de: aprovechamiento sostenible de madera y secuestro de carbono de estas plantaciones. La reforestación es emulada en distintos estados de sucesión de la regeneración forestal. En las 16 000 ha restantes, por ser de bosque primario, se realizará el aprovechamiento de madera a bajo impacto y se verán estudios técnicos para evitar la deforestación. (AIDER 2009).

Según los primeros estudios realizados en la zona, los suelos son ácidos con pH que va desde menos de 4,5 a 5,5. Estos suelos distróficos tienen altos niveles de Al y una alta capacidad de fijación del fósforo. Además, estos sitios degradados tienen un bajo contenido de carbono orgánico (1,50%). El régimen de fertilizantes para el año 2007 prescribía la aplicación de 1 kg de estiércol de pollo y 100 g de dolomita por árbol.

Como recomendaciones iniciales, para disposiciones del plan de manejo se propuso la adición de superfosfato (10,50% P), una cantidad aproximada de 15 g de fósforo (elemental) por árbol. La siembra inicial de plantas fijadoras de nitrógeno como *Inga edulis* complementaría el nitrógeno del suelo, facilitando el crecimiento de las especies maderables plantadas de seis a nueve meses más tarde. Además, el aumento de materia orgánica como resultado de la plantación de la inga aumentará la mineralización del nitrógeno. Como actividad inicial en la plantación se decidió sembrar plantas fijadoras de nitrógeno como *Inga edulis* (guaba) para crear las condiciones más adecuadas de luz,

humedad y régimen nutricional para la siembra posterior de las especies maderables, en un periodo de seis a nueve meses más tarde.

La especie *Inga edulis* y las especies maderables fueron sembradas en un hoyo de 30 cm de diámetro y 40 cm de profundidad; con un espaciamiento entre hileras de 3x3 m. La guaba es retirada a los 6 o 9 meses, para que luego sean incorporadas las especies maderables de manera intercalada. Tal como se muestra en la figura 2.



**Figura 2** Diseño de plantación. G= guaba; M= marupa; O= tahuari o shihuahuaco

*Fuente: AIDER, 2008*

Actualmente el proyecto ha instalado 1090 ha de plantaciones mixtas con el modelo de recuperación inicial de suelos con guaba y posterior instalación de shihuahuaco y marupa como especies principales.

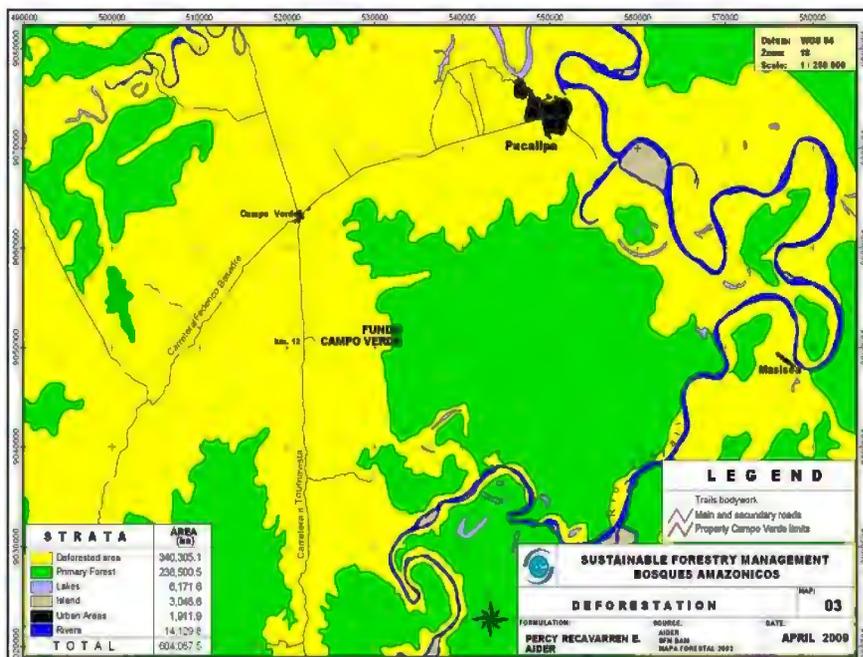
De esta manera los pastizales han sido restaurados con especies nativas de madera comercial con la intención de que las actividades del proyecto sean replicadas en la región a través del tiempo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

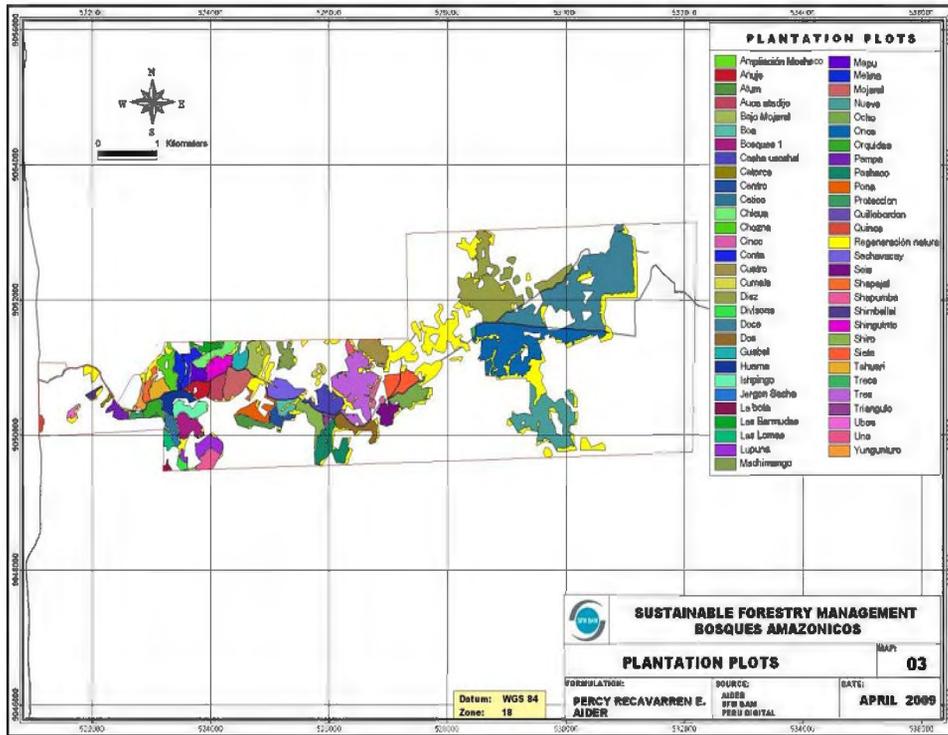
##### 3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación ha sido desarrollada en el proyecto de reforestación que ejecuta la empresa BAM S.A.C., localizada a 46 km de la ciudad de Pucallpa y a 12 km en el predio Mirianita, en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. En la figura 3 se presenta la ubicación del proyecto de reforestación al inicio de las plantaciones (2002) y en la figura 4 se muestra el mapa de la plantación forestal con las unidades de manejo forestal (UMF).



**Figura 3** Ubicación del proyecto de reforestación al inicio de las plantaciones (2002). Las áreas verdes representan los bosques, mientras que las amarillas representan las áreas no boscosas.

*Fuente: Voluntary carbon standard (VCS) proyecto: Reforestación de tierras degradadas en Campo Verde con especies nativas-Pucallpa-Perú, 2007*



**Figura 4** Mapa de la plantación forestal con las UMF reforestadas.

*Fuente: Voluntary carbon standard (VCS) proyecto Reforestación de tierras degradadas en Campo Verde con especies nativas – Pucallpa-Perú, 2007.*

### 3.1.2 ACCESIBILIDAD

El acceso a la plantación desde Pucallpa es por la carretera Federico Basadre, hasta el kilómetro 34 (distrito de Campo Verde), luego se toma la dirección a Tournavista hasta el kilómetro 12, en donde se encuentra ubicada la empresa BAM S.A.C.

## **3.2 CARACTERIZACIÓN DEL SITIO**

### **3.2.1 CLIMA**

De acuerdo a los estudios de la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali para el almanaque de Ucayali del 2002 – 2003, citado por AIDER (2009). Las condiciones climáticas para el distrito de Campo Verde son estrictamente tropicales con temperaturas elevadas y abundantes precipitaciones. La temperatura promedio anual más alta y más baja registrada para el periodo 1997-2003 fue de 31,9° C y 21,8°C respectivamente. La precipitación anual promedio es de 186,68 mm y una humedad relativa de 83,71 %. Sin embargo, se presenta una época seca, que empieza en el mes de junio y termina en setiembre; la precipitación y humedad descienden significativamente, es decir en promedio se presenta una precipitación alrededor de 40-70 mm al mes.

### **3.2.2 HIDROGRAFÍA**

Dentro del área del proyecto y los alrededores, se encuentra una hidrografía de quebradas que contienen variados cardúmenes y otras especies acuáticas. La disponibilidad de agua permanente con variaciones del caudal de manera estacional se encuentra en las siguientes quebradas: Agua blanca, Garzal, Shiquihual, Oriol, Mojaral y Maputay. (AIDER 2009)

### **3.2.3 SUELOS Y FISIOGRAFÍA**

Los rangos de altura oscilan desde los 155 a 220 msnm. La zona del proyecto contiene pequeños restos de colinas, creados por la acción fluvial a lo largo del tiempo. El relieve de las tierras no es afectado por las inundaciones durante la temporada de lluvias. Los suelos de la zona del proyecto son clasificados con el rango de la escala de pH fuertemente ácido (pH alrededor de 3,5). Los suelos muestran una densidad aparente promedio de 1,13 g/cm<sup>3</sup> y un bajo contenido de materia orgánica, el carbono total promedio es de 0,86% en los diez primeros centímetros. (AIDER 2009)

#### 3.2.4 VEGETACIÓN

##### *ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA DE LA CUENCA DEL RÍO AGUAYTÍA*

En la cuenca del Aguaytía según sus características biofísicas y socio económicas a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) se han identificado 20 zonas ecológicas – económicas. (IIAP 2002)

Las 20 zonas ecológicas – económicas se presentan a continuación en el cuadro 4.

**Cuadro 4** Zonificación ecológica económica de la cuenca del Río Aguaytía

ZONAS ECOLOGICAS ECONOMICAS	Superficie	
	Ha	%
<b>A. ZONAS PRODUCTIVAS</b>	<b>387,274</b>	<b>21,98</b>
<b>a.1 Zonas para uso Agroperuano</b>		
Zonas aptas para cultivos en limpio con calidad agrocológica baja con riesgos de inundación.	55,908	3,17
Zonas aptas para cultivos permanentes de calidad agrocológica baja con limitaciones por suelo.	60,436	3,43
Zonas aptas para cultivos permanentes con limitaciones por suelo y pendiente.	11,071	0,63
Zonas aptas para pastoreo de calidad agrocológica baja, con limitaciones por suelo y drenaje; asociados con cultivos permanentes con limitaciones por drenaje y clima y aptitud piscícola.	40,673	2,31
Zonas aptas para pastoreo asociado con cultivos permanentes, de calidad agrocológica baja con limitaciones por suelo y clima con aptitud piscícola.	219,186	12,44
<b>a.2 Zonas para producción forestal y otras asociaciones</b>		
Zonas aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y pendiente.	665,55	19,93
Zonas aptas para producción forestal asociados con cultivo permanente, de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y pendiente.	665,55	3,72
Zonas aptas para producción forestal asociados con protección con limitaciones por suelo y drenaje.	414,424	0,82
<b>a.3 Zonas de producción pesquera</b>	<b>431,174</b>	<b>24,47</b>
Zona para pesca de subsistencia	8,202	0,47
Zona para pesca comercial	18,862	1,07
<b>a.4 Otras zonas productivas</b>	<b>729,333</b>	<b>41,39</b>
a.4.1 Áreas de interés turístico		
a.4.2 Áreas de explotación aurífera		
a.4.3 Áreas de explotación gasífera		
a.4.4 Áreas de interés recreacional		

Cuadro 4 Zonificación ecológica económica (continuación)

<b>B. Zonas de protección ecológica</b>		
Zonas de protección de pantanos y aguajales.	45,733	2,60
Zonas de protección de cochas.	3,012	0,17
Zonas de protección de laderas de montañas.	161,669	9,17
Parque Nacional Cordillera Azul.	41,805	2,37
Zonas de protección de colinas altas por pendientes asociados con producción forestal, con limitaciones por pendiente.	81,967	4,65
Zonas de protección de terrazas por mal drenaje asociado con producción forestal.	204,915	11,63
Zonas de protección asociados con producción forestal y cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por inundación.	190,232	10,80
<b>C. Zonas de tratamiento especial</b>	178,416	10,12
Zonas de recuperación de tierras por conflictos de uso.	177,09	10,05
Zona de tratamiento especial del Lago Yarinacoha.	71,319	0,08
<b>D. Zonas de vocación urbano y/o industrial</b>	5,772	0,33
Zona de expansión urbano – industrial.	5,772	0,33
<b>Otras zonas</b>	3,053	0,17
Centros poblados	3,053	0,17
<b>TOTAL</b>	<b>1 762 086</b>	<b>100,00</b>

Fuente: IAP, 2002

En la zona del proyecto, la vegetación dominante es la hierba invasiva *Braquiaria decumbes* con algunos arbustos, árboles aislados o grupos de árboles. La zona que rodea el área del proyecto es una mezcla de bosque primario y secundario remanente. De acuerdo con la evaluación ecológica realizada por BAM S.A.C. La zona del proyecto contiene 18 especies de flora, las cuales se detalla en el cuadro 5. *Braquiaria decumbes* es la especie dominante, cubriendo 62% de la superficie de pastos y con una altura media de 57 cm. Esta especie también se asocia con otras hierbas (8,8% de cobertura) y el pasto *Cashaucsha (Imperata brasiliensis)* (7,8%). En conjunto, estos pastos representan un total de más del 75% de la cobertura vegetal de la zona. Estas hierbas son invasoras y tienen una alta carga de combustible, lo que conlleva a tomar

medidas de prevención ante posibles incendios periódicos que luego impidan la regeneración natural en las zonas de pastizal. (AIDER 2009)

**Cuadro 5** Cobertura vegetal y su altura promedio en la plantación

Especies		Valor promedio	
Nombre científico	Nombre común	Cobertura (%)	Altura promedio (cm)
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf. Stapf.	Braquiaria decumbes	62,00	57,00
<i>Alyra sp. H</i>	Hard stem grass	8,80	83,00
<i>Imperata brasiliensis</i>	Cashaucsha	7,80	85,00
<i>Escleria sp.</i>	Cortadera	5,00	76,00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Yarahua	3,20	100,00
<i>Urena sp.</i>	Yute	2,60	87,00
<i>Axonopus compressus,</i> <i>Paspalum conjugatum</i>	Torourco	2,60	67,00
<i>Tetraura sp.</i>	Paujil chaqui	1,40	150,00
	Shapumba	1,30	93,00
	Sogal	1,10	200,00
<i>Brachiaria sp.</i> (humidicola, dictioneura)	Braquiaria	0,70	70,00
	Pasto nudillo	0,60	120,00
<i>Brachiaria brizantha</i>	Braquiaria	0,60	100,00
	Huaquilla	0,50	89,00
<i>Cyperus sp. P</i>	Piri piri	0,50	55,00
<i>Andropogon bicornis</i>	Cola de zorro	0,40	108,00
<i>Alyra sp. G</i>	Gramalote	0,20	103,00
<i>Chusquea sp. C</i>	Carrizo	0,10	90,00
	No vegetación	0,70	0,00
	Total	100,00	81,00

Fuente: Voluntary carbon standard (VCS) proyecto: Reforestación de tierras degradadas en Campo Verde con especies nativas-Pucallpa-Perú. 2007

### **3.3 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

#### **3.3.1 MATERIALES**

- Libreta de campo
- Plumones indelebles
- Lápices
- Memoria extraíble USB
- Papel bond para impresiones
- Bolsas herméticas con cierre dentado
- Bolsas de papel
- Bolsas negras
- Guantes desechables
- Costales o sacos
- Conservador de tecnopor
- Estacas y estaquillas de madera
- Baldes o galoneras

#### **3.3.2 HERRAMIENTAS**

- Martillo
- Vernier metálico de 10 cm
- Cavadora
- Pala plana
- Pico
- Machete
- Limas

#### **3.3.3 EQUIPOS**

- Penetrómetro de bolsillo (pocket penetrometer), modelo CL-700A
- GPS
- Cámara fotográfica
- Cilindros de muestreo de suelos
- Balanza
- Dos anillos infiltrómetros de 2 mm de espesor, de 30 y 40 cm de diámetro; y 40 cm de alto.

### **3.4 METODOLOGÍA**

#### **3.4.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO**

El proyecto abarca 24 áreas de pasturas elegidas según los alineamientos del VCS (Voluntary carbon standard), de acuerdo a los factores que podrían influir en las variaciones del carbono almacenado por encima y por debajo del suelo. Estos factores fueron definidos como: suelo, clima, uso previo de la tierra, la vegetación existente, y el uso actual del suelo. Además, BAM S.A.C. realizó la clasificación fisiográfica, mapas de cobertura vegetal, imágenes de satélite y revisiones de literatura de la información del sitio.

Para el caso del presente estudio, se eligió el muestreo aleatorio por conglomerados; ya que se trata de obtener una muestra al azar de una población dispersa en un área geográfica, tal como se presenta en la figura 5.

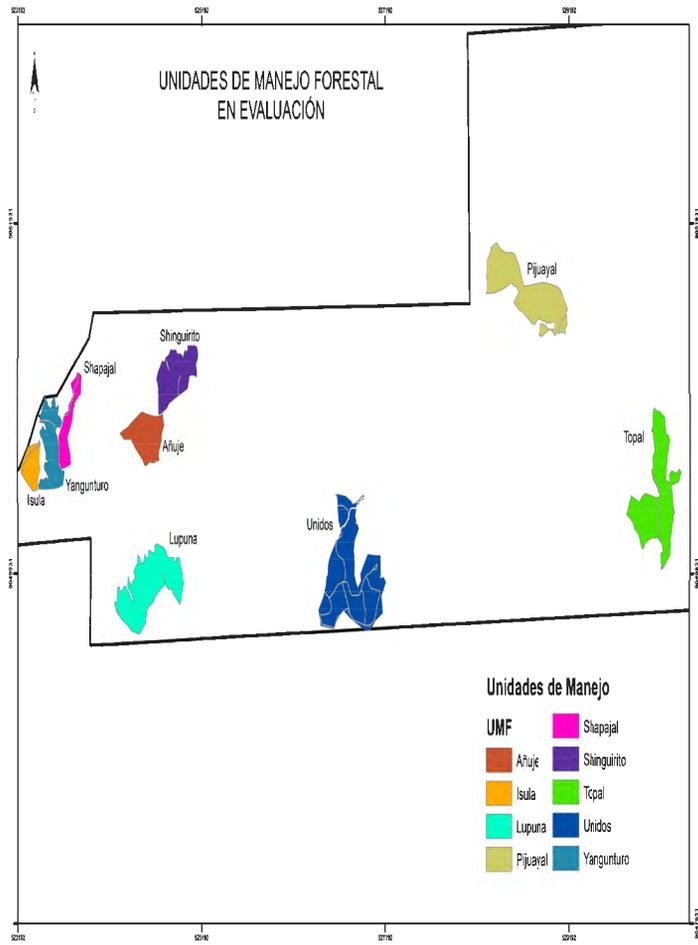


Figura 5 Mapa de las UMF seleccionadas para el muestreo

Fuente: BAM, 2011

### 3.4.2 TRABAJO DE CAMPO

#### A) SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DE PARCELA

De acuerdo al tipo de muestreo elegido, se requería un mínimo de 3 individuos por tipo de vigor.

Se seleccionaron tres unidades de manejo forestal (UMF) por cada edad: 1, 2 y 3 años, es decir se evaluaron 9 UMF; distribuidas en los cinco campamentos que se encuentran en la plantación, tomando en cuenta la degradación de los suelos. En el cuadro 6 se detalla sobre las UMF seleccionadas.

Así, en cada UMF se delimitó una parcela de 20 x 20 m. (Figura 6) Las parcelas son de composición mixta, de las especies shihuahuaco (*Dipteryx alata Vogel.*), marupa (*Simarouba amara*) y guaba (*Inga edulis*); y en cada parcela sólo se evaluó 3 hileras de 10 individuos de shihuahuaco, para obtener mediciones de un total de 30 individuos de *Dypterix alata Vogel.* Por parcela, mas no fueron evaluados sus acompañantes. Cada parcela fue georeferenciada y delimitada con el apoyo de estacas, tomando en cuenta las condiciones fisiográficas y la perturbación antrópica. La selección de UMF se puede ver en la figura 6 y el diseño de muestreo se puede ver en la figura 7; el cual fue aplicado en las 9 parcelas instaladas.

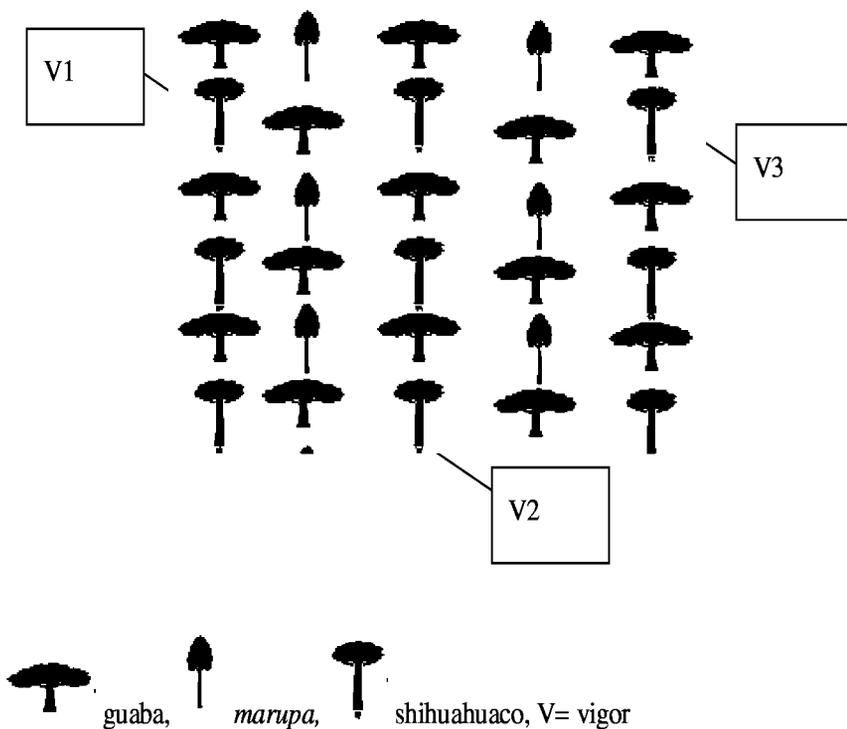
**Cuadro 6** Descripción de las unidades de manejo forestal evaluadas

UMF	Edad	Asociación	Coordenadas UTM de los primeros árboles muestreados por parcela	
			x	y
Shapajal	3	Shihuahuaco, guaba, marupa	523669	9050690
Isula	3	Shihuahuaco, guaba, marupa	523325	9050605
Yanguturo	3	Shihuahuaco, guaba, marupa	523659	9050510
Añuje	2	Shihuahuaco, guaba, marupa	524601	9050814
Shinguirito	2	Shihuahuaco, guaba, marupa	524737	9050848
Lupuna	2	Shihuahuaco, guaba, marupa	524346	9049694
Unidos	1	Shihuahuaco, guaba, marupa	526510	9050404
Pijuayal	1	Shihuahuaco, guaba, marupa	528973	9051497

		marupa			
Topal	1	Shihuahuaço, marupa	guaba,	530134	9050160

			<input type="checkbox"/>	X
<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	X	
<input type="checkbox"/>	X			
			<input type="checkbox"/>	X
<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	X	
		<input type="checkbox"/>	X	
			<input type="checkbox"/>	X
<b>1 año</b>		<b>2 años</b>		<b>3 años</b>

**Figura 6** Simulación de la delimitación de parcelas por edades



**Figura 7** Diseño de muestreo

### *B) MEDICIÓN DE ÁRBOLES*

Cada árbol evaluado fue georeferenciado. Se midieron los DAP con un vernier metálico, mientras que la altura total fue medida por estimación ocular.

Se realizaron 2 evaluaciones: en enero (temporada húmeda) y julio (temporada seca). Para la segunda evaluación se ubicaron los árboles evaluados anteriormente con la ayuda del GPS. Así se tomaron nuevamente los datos de diámetro a la altura del pecho y altura.

### *C) SELECCIÓN DE LOS MEJORES ÁRBOLES SEGÚN VIGOR.*

Dentro de cada edad, se propusieron 3 tipos de vigor: bajo (1), medio (2) y alto (3) para los parámetros de diámetro y altura.

Para Vox (2007) el vigor es la fuerza y energía de un ser vivo para desarrollarse, y resistir esfuerzos y enfermedades.

Según Vásquez (2011) el vigor describe cuantitativamente la producción estacional, sobre todo en el número y la longitud de los nuevos tallos, tamaño de flores y frutos, cantidad de hojas, etc...

En este caso como medida cualitativa se consideró el estado sanitario del individuo, el desarrollo de las hojas, y crecimiento de brotes; y como medida cuantitativa del vigor, se consideró el diámetro y la altura por edad.

Para establecer los rangos para cada tipo de vigor, del total de datos (anexo 3) se tomó el promedio, el máximo y el mínimo valor por UMF, y se calculó la desviación estándar para ver la tendencia de los datos.

En base a los parámetros cuantitativos, se establecen las escalas de vigores para diámetros (cuadro 7) y alturas (cuadro 8) y para cada edad de los árboles evaluados.

**Cuadro 7** Escala de vigores para diámetros

1	≤ 0,16 cm	> 0,16 - 1,27 cm >	> 1,27 cm
2	≤ 1,27 cm	> 1,27 - 2,22 cm >	> 2,22 cm
3	≤ 2,54 cm	> 2,54 - 4,45 cm >	> 4,45 cm

**Cuadro 8** Escala de vigores para alturas

1	≤ 1 m	> 1 m - 1,6 m >	> 1,60 m
2	≤ 1,40 m	> 1,4 m - 2,3 m >	> 2,30 m
3	≤ 3,50 m	> 3,5 m - 4,6 m >	> 4,6 m

#### D) TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

Se abrieron calicatas cerca de cada individuo de la especie *Dipteryx alata vogel*. Elegido dentro de los 3 tipos de vigores. Es decir se abrieron 3 calicatas en cada UMF, en las que se realizaron 27 pruebas para densidad aparente, 27 para resistencia mecánica y 27 para velocidad de infiltración cerca del árbol escogido.

La calicata tuvo las siguientes dimensiones: 1m x 1m x 1,20 de profundidad y se ubicó aproximadamente a 1m de la base del árbol.

La profundidad de la calicata fue variable, según las condiciones del suelo, y del hallazgo de material parental.

La calicata fue dividida según los horizontes de suelo con la ayuda de estaquillas de madera. Se tomaron fotografías para visualizar las características de color y textura en los diferentes tipos de suelos.

En cada una de estas divisiones se realizaron las mediciones de densidad aparente y resistencia mecánica.

Las muestras para densidad aparente fueron pesadas en húmedo y posteriormente llevadas a un secador para determinar su respectivo peso seco.

Después, la calicata fue reperfilada con la finalidad de obtener una muestra limpia (1Kg) del perfil para determinar las características del suelo.

Todas las muestras de suelo obtenidas fueron agrupadas en bolsas herméticas con cierre dentado de acuerdo al tipo de vigor correspondiente por árbol. Cada bolsa fue rotulada con plumón indeleble.

El muestreo de suelos sólo se realizó durante la temporada húmeda (enero).

Las muestras fueron trasladadas en costales para luego ser llevadas al laboratorio de suelos de la UNALM en Lima.

a) Medición de características físicas del suelo:

- Densidad aparente y humedad del suelo:

Se extrajeron muestras de suelo en un cilindro metálico de  $100 \text{ cm}^3$  de volumen conocido, el cual fue introducido a las distintas profundidades: 10, 20 y 30 cm de profundidad.

La cantidad de suelo extraída fue colocada en bolsa de papel y luego en una bolsa de plástico para que no pierda humedad. Se tomó el peso de cada muestra con la ayuda de una balanza, tomando en cuenta el peso de cada bolsa. Finalmente en el laboratorio, cada muestra de suelo fue separada y pesada individualmente en latas de aluminio, para que después sean secadas en la estufa a  $105^\circ \text{ C}$  por 24 horas.

- Resistencia mecánica:

Se midió usando el penetrómetro de bolsillo, el cual fue introducido a 10, 20 y 30 cm de profundidad.

- Medición de la velocidad de infiltración:

Utilizando el método de los anillos infiltrómetros, se midió la infiltración mediante la instalación de los anillos de infiltración; primero se procedió a limpiar el suelo de modo que quede una superficie libre de vegetación y a un mismo nivel. Se colocó un anillo grande y otro de menor tamaño dentro del primero. Luego con el uso de un martillo y una rama, se hundió parte de los anillos a manera que estos estuvieran nivelados a ambos extremos. Se colocó una regla metálica en el anillo de menor tamaño, el valor cero de la regla coincidió con el nivel del suelo, y se sujetó bien la regla al anillo para que no hubiera interrupciones en la toma de mediciones. Una bolsa negra de plástico fue extendida dentro del anillo pequeño, sobre la superficie del suelo. Por último, se vació agua sobre la bolsa de plástico, para que luego inmediatamente se vierta agua dentro del anillo pequeño; procurando que el nivel de agua en ambos anillos sea el mismo (10 - 15 cm aproximadamente). Finalmente, se retiró la bolsa y se procedió a medir la altura del nivel del agua, según el valor que se lee en la regla metálica.

Los anillos de infiltración sólo fueron instalados detrás de cada árbol y cerca de cada calicata abierta, tomando en cuenta la dirección de la pendiente.

Las lecturas fueron tomadas de la siguiente manera:

Una lectura previa al llenado de los cilindros con agua.

Los 10 primeros minutos se tomaron los datos de infiltración a cada minuto.

Luego cada 3 minutos (3 registros)

Luego cada 5 minutos (3 registros)

Luego cada 10 minutos (3 registros)

Luego cada 20 minutos hasta que la infiltración se haga constante.

El agua es una limitante en la plantación, así que se usó para las mediciones el agua proveniente de la quebrada o cocha, y en el mejor de los casos se usó el agua proveniente de pozo.

Las mediciones se tomaron por las mañanas y cuando aún no llovía, a veces a plena luz solar o bajo sombra; según la ubicación de la parcela y las condiciones del tiempo. También las evaluaciones se realizaron a suelo desnudo para descartar la influencia de la vegetación en las mediciones.

### 3.4.3 TRABAJO DE GABINETE

#### A) ANÁLISIS DE SUELO

Se realizó un análisis de caracterización y un análisis especial para cada muestra de suelo en el laboratorio de suelos de la UNALM, de acuerdo a las metodologías aplicadas en este laboratorio (anexo 1).

Adicionalmente se calculó la densidad aparente y se midió la resistencia mecánica para cada muestra.

#### a) Cálculo de la densidad aparente

La densidad aparente fue calculada para los 10, 20 y 30 cm de profundidad; con los datos del cilindro de dimensiones conocidas con los pesos húmedo y seco de las muestras.

b) Medición de la resistencia mecánica

La resistencia mecánica es medida en  $\text{Kg/cm}^2$  ó  $\text{t/m}^2$ , sin embargo a los datos obtenidos no se les aplicó ninguna conversión. Siguiendo la metodología de Alegre *et al* (1986), los resultados fueron evaluados de acuerdo a la escala de 1 a 5; en la que el valor de 5 equivale a la máxima resistencia mecánica del suelo a un elemento.

c) Cálculo de la velocidad de infiltración

De acuerdo a la metodología de los anillos infiltrómetros de Hewlett (1982), se calcularon las velocidades de infiltración (cm/hora) según el cálculo de sus respectivas láminas infiltradas acumuladas (cm) por tiempos de evaluación. Se usó la siguiente fórmula:

Velocidad de infiltración = Lámina infiltrada acumulada/ tiempo

d) Análisis estadístico

- Variables de crecimiento y factores edáficos

7programa estadístico Minitab 16, para los diámetros y alturas con los resultados de la caracterización de suelos. Para ver la correlación se tomó como referencia que el valor de significancia (P) sea igual a 0,01 (significancia al 1%), 0,001 o 0,1 (significancia al 10%) 0,05 (significancia al 5%) y el valor del coeficiente de determinación  $R^2$ .

En la evaluación de las propiedades físicas, los resultados de densidad aparente y resistencia mecánica fueron relacionados con las mediciones de las variables de crecimiento a cada profundidad del suelo. Y para el caso de la velocidad de infiltración, se evaluaron las velocidades promedio para cada caso.

Dentro de las propiedades químicas se evaluaron los resultados de la materia orgánica, la textura, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio, que también fueron relacionados con las variables de crecimiento.

Se probó cada característica del suelo como único factor para cada variable respuesta, de las cuales se escogieron las mejores ecuaciones de acuerdo a los criterios mencionados anteriormente.

Se probaron regresiones para datos clasificados por vigor y edad, así como para todos los datos sin diferenciar vigor y edad.

e) Cálculo del incremento medio anual (IMA)

Se calculó el IMA tanto para diámetro como para altura a partir de las 2 mediciones realizadas en enero y julio.

Los datos se redistribuyeron en incrementos de diámetro y altura según su vigor: alto, medio, y bajo con sus gráficas correspondientes. Se usó la siguiente fórmula:

$$\text{IMA} = \text{tf} / \text{edad}$$

Donde: tf es el tamaño final del diámetro o altura.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LAS PARCELAS EVALUADAS**

Además de un análisis de caracterización de los suelos, se realizó un análisis especial sobre el contenido de nitrógeno, los cuales permiten identificar a ciertos componentes del suelo como posibles factores de crecimiento de árboles de *Dipteryx*. En el anexo 1 se presentan los resultados de caracterización y análisis especial de nitrógeno. En general los niveles de N total fueron bajos y está en relación al bajo contenido de la materia orgánica del suelo (cuadros 9, 10 y 11).

#### **4.1.1 PROPIEDADES QUÍMICAS**

En los cuadros 9, 10 y 11 se presentan los resúmenes de las propiedades químicas de cada muestra por UMF.

##### *SHAPAJAL*

Esta parcela tiene más de 3 años de edad. Los suelos de esta plantación son fuertemente ácidos, no contienen sales; el contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), y los contenidos de nutrientes en el suelo son bajos para los tres vigores evaluados.

##### *ISULA*

También supera los 3 años de edad. Los suelos de esta plantación son fuertemente ácidos, no contienen sales; el contenido de materia orgánica y los contenidos de nutrientes (N, P, K) en el suelo son bajos para los tres vigores evaluados, La CIC es media.

##### *YANGUTURO*

Se aproxima a los 3 años de edad. Los suelos de esta plantación son fuertemente ácidos, no contienen sales, el contenido de materia orgánica y los contenidos de nutrientes en el suelo son bajos para los tres vigores evaluados, salvo el contenido de

potasio disponible resultó ser medio para el vigor 1. En cuanto a la CIC es baja para la muestra que corresponde al árbol de vigor 2, y para las demás muestras la CIC es media.

**Cuadro 9** Resumen de las características químicas de las muestras de 3 años

3	Shapajal V1	4,66	0,82	0,069	1,10	51,00	8,48	0,63	0,35	0,12	0,15
3	Shapajal V2	4,58	0,41	0,056	1,60	39,00	8,48	0,61	0,17	0,08	0,15
3	Shapajal V3	4,36	0,34	0,087	2,20	40,00	9,60	0,87	0,25	0,07	0,15
3	Isula V1	4,60	0,41	0,073	0,60	42,00	10,24	0,51	0,17	0,10	0,16
3	Isula V2	4,72	0,75	0,076	1,60	131,00	8,00	0,49	0,29	0,27	0,13
3	Isula V3	4,37	0,34	0,084	0,90	61,00	9,92	0,51	0,33	0,13	0,19
3	Yanguturo V1	4,38	1,30	0,106	2,20	122,00	11,20	0,68	0,45	0,20	0,17
3	Yanguturo V2	4,41	0,34	0,118	1,60	42,00	9,12	0,75	0,27	0,05	0,20
3	Yanguturo V3	4,10	0,61	0,067	2,70	57,00	14,72	0,64	0,43	0,07	0,19

**Cuadro 10** Resumen de las características químicas de las muestras de 2 años

2	Añuje V1	4,42	1,23	0,099	1,70	41,00	9,60	0,94	0,58	0,06	0,15
2	Añuje V2	4,58	0,48	0,07	1,20	41,00	10,24	0,55	0,34	0,05	0,17
2	Añuje V3	4,11	1,09	0,123	1,90	50,00	14,40	0,88	0,23	0,06	0,14
2	Shinguirito V1	4,55	0,41	0,09	2,20	37,00	4,00	0,80	0,18	0,07	0,12
2	Shinguirito V2	4,66	0,61	0,118	3,00	83,00	8,00	1,08	0,56	0,21	0,14
2	Shinguirito V3	4,78	1,02	0,106	2,20	52,00	7,36	1,75	0,61	0,09	0,14
2	Lupuna V1	4,70	0,61	0,066	1,70	44,00	7,20	1,06	1,08	0,06	0,24
2	Lupuna V2	4,47	0,89	0,064	2,20	54,00	7,52	1,12	0,66	0,06	0,11
2	Lupuna V3	4,59	1,16	0,09	2,70	43,00	5,60	0,93	0,37	0,12	0,10

**Cuadro 11** Resumen de las características químicas de las muestras de 1 año

Edad	Muestra	pH	MO %	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	CIC	Cationes cambiabiles			
								Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
1	Unidos V1	4,74	0,72	0,084	0,60	46,00	5,44	1,42	0,35	0,07	0,17
1	Unidos V2	4,74	0,68	0,059	1,60	37,00	3,20	0,92	0,27	0,05	0,17
1	Unidos V3	4,75	0,75	0,104	1,20	46,00	4,32	0,70	0,25	0,07	0,18
1	Pijuayal V1	4,82	0,41	0,046	1,10	38,00	4,80	0,88	0,35	0,14	0,14
1	Pijuayal V2	4,87	0,75	0,078	1,40	62,00	5,44	1,66	0,40	0,13	0,13
1	Pijuayal V3	4,76	0,41	0,056	2,40	58,00	6,40	1,26	0,46	0,13	0,17
1	Topal v1	4,60	0,75	0,088	6,40	54,00	8,64	0,72	0,30	0,10	0,13
1	Topal v2	4,56	0,82	0,088	0,90	96,00	8,64	0,85	0,31	0,17	0,14
1	Topal v3	4,68	0,89	0,078	2,30	63,00	6,40	0,94	0,60	0,10	0,16

### *AÑUJE, SHINGUIRITO Y LUPUNA*

Estas parcelas tienen más de 2 años y sus características edáficas son similares. Los suelos de estas UMF son fuertemente ácidos, no contienen sales; el contenido de materia orgánica, CIC y los contenidos de nutrientes en el suelo son bajos para los tres vigores evaluados, excepto para Añuje que la CIC es baja para la muestra obtenida cerca del árbol de vigor 1 y media para las demás muestras.

### *UNIDOS, TOPAL Y PIJUAYAL*

Estas parcelas superan el año de edad y también presentan características edáficas similares, los suelos son fuertemente ácidos, muy ligeramente salinos, no contienen sales; el contenido de materia orgánica, la CIC y los contenidos de nutrientes en el suelo son bajos para los tres vigores evaluados.

A pesar de la presencia de guaba en todas las UMF evaluadas y la fertilización previa con gallinaza, los resultados de nitrógeno obtenidos fueron bajos, lo cual puede justificarse por el bajo contenido de materia orgánica, sumado a una inapropiada asimilación de este nutriente en el suelo. No obstante las altas deficiencias de este nutriente pueden provocar una clorosis en las hojas viejas de los árboles.

El fósforo disponible es un elemento esencial en el crecimiento de las plantas y se sabe que es un elemento escaso en los suelos de nuestra selva, por lo que en la fertilización de los suelos se aplica la roca fosfórica. Pese a ello, los resultados obtenidos fueron bajos. De acuerdo a Melo, citado por Nepomuceno (2006), el fósforo puede comportarse como un elemento limitante para el crecimiento de *Dipteryx* en plántulas. De otro lado, los análisis estadísticos aplicados a los resultados de las muestras de suelo no demostraron efectos significativos para las variables respuesta de diámetro y altura de los árboles.

El potasio disponible se presenta en pocas cantidades para los suelos evaluados, excepto para la muestra de Yanguturo v1 que contiene regulares cantidades de este macroelemento. Probablemente las deficiencias se deban a la facilidad con la que este

nutriente suele perderse por escorrentía o lixiviación, acentuándose más cuando la CIC es baja.

Otros nutrientes, como el calcio y el magnesio también se presentan en bajas cantidades para estos suelos, a pesar de que el calcio es aportado al inicio de cada plantación mediante la fertilización con dolomita. El calcio también suele ser deficiente en regiones muy lluviosas. También, dentro de los experimentos realizados por Melo, citado por Nepomuceno (2006), en vivero, se descartó la influencia del calcio en el crecimiento de *Dipteryx*.

#### 4.1.2 PROPIEDADES FÍSICAS

##### *DENSIDAD APARENTE*

Los resultados obtenidos para densidad aparente ( $D_a$ ) de las muestras extraídas cerca a los árboles de shihuahuaco, los cuales se han clasificado según la edad (3; 2; 1 años) y vigor (3; 2; 1) de los árboles, se presentan en los cuadros 12 a 14 respectivamente. En cada cuadro se ha incluido la textura de suelo correspondiente para cada muestra, por ser considerado un factor de influencia en la  $D_a$ .

Para árboles de 3 años (cuadro 12), en Shapajal, los árboles de vigor 3 y 1, la  $D_a$  aumentó con la profundidad, mientras que para el vigor 2 la  $D_a$  disminuye con la profundidad del suelo.

En Isula, sólo para árboles de vigor 3 se conserva una tendencia descendente de la  $D_a$  con la profundidad, los demás resultados mostraron una diferenciación de valores en forma independiente a la profundidad

En Yanguturo, para árboles de vigor 3, los valores de  $D_a$  distan mucho respecto a los valores de las UMF anteriormente mencionadas y van en aumento con la profundidad. Para el caso de los vigosres 2 y 1 las  $D_a$  van en descenso de acuerdo a la profundidad.

Para la muestra proveniente de la UMF Isula a los 10 cm de profundidad, para un árbol de vigor 3, se calculó una  $D_a$  de  $1,51 \text{ g/cm}^3$  (cuadro12). Este valor es mayor a las muestras de las otras UMF a la misma profundidad, es decir que este suelo es poco

poroso y le falta aireación. Sin embargo por la edad de los individuos, es posible que el desarrollo radicular se haya extendido a profundidades mayores y se encuentren en condiciones más resistentes, o de lo contrario sea un efecto genético o de otro factor.

Para el caso de la muestra de Yanguturo a los 20 cm de profundidad la  $D_a$  es  $1,72 \text{ g/cm}^3$ , la más elevada dentro del grupo de resultados obtenidos para árboles de edad 3 y vigor 3. Un valor que puede estar siendo perjudicial para la penetración de las raíces en el suelo, así como para un apropiado drenaje en el suelo.

Para Donoso (1981), dentro de los factores que influyen en la  $D_a$ , señala a la textura del suelo; y Valdés, citado por Donoso (1992) clasifica las  $D_a$  de acuerdo a los tipos de suelo. La mayoría de suelos para la edad de 3 años, son francos y corresponden a la escala.

**Cuadro 12** Densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) en suelos de plantación de 3 años

Shapajal	3	1,24	1,25	1,26	Franco arcillo arenoso
	2	1,42	1,31	0,97	Franco arenoso
	1	1,32	1,30	1,43	Franco arenoso
Isula	3	1,51	1,37	1,31	Franco
	2	1,55	1,37	1,47	Franco arenoso
	1	1,29	1,46	1,37	Franco arcilloso arenoso
Yanguturo	3	1,21	1,72	1,31	Franco arcilloso
	2	1,39	1,46	1,34	Franco arenoso
	1	1,00	0,77	0,77	Franco arcilloso

Las densidades aparentes obtenidas para las muestras relacionadas con el vigor 2 (cuadro 12) no se diferenciaron mucho, salvo los valores de  $0,97$  y  $1,55 \text{ g/cm}^3$ , que son los valores mínimo y máximo respectivamente para esta clasificación de resultados. Probablemente la baja variabilidad de los datos se deba a que la textura del suelo es franco arenoso para las 3 muestras correspondientes al vigor 2. Además la  $D_a$  tiene una tendencia decreciente conforme es mayor la profundidad del suelo; esto indicaría que las condiciones de aireación, drenaje e infiltración se realizan con normalidad a mayores profundidades en el suelo.

Los resultados de Da para las muestras de Shapajal e Isula de vigor 1 presentan cierta homogeneidad a las distintas profundidades.

Las Da para Yanguturo son menores que las densidades aparentes de las demás parcelas. Las cuales apenas se aproximan a la unidad, valores que indican que probablemente el crecimiento del shihuahuaco no está impedido por la densidad aparente. Los diámetros de los plántones de 3 años fueron de 3 a 6 cm en promedio y las alturas fueron de 2 a 6 m; sin embargo en Yanguturo, el árbol de vigor 3 midió 2,54 cm de diámetro y 3,20 m de altura, y el árbol de vigor 1 midió 4,45 cm de diámetro y 5 m de altura. Por lo que el vigor más bajo no limitaría el crecimiento en diámetro y altura.

Para árboles de 2 años (cuadro 13), en Añuje las Da varían independientemente de la profundidad del suelo; en esta UMF los valores más bajo y alto se obtuvieron para los árboles de vigor 1.

En Shinguirito, las Da para los vigosres 3 y 1 van en aumento de acuerdo a la profundidad del suelo, mientras lo contrario ocurre para el vigor 2.

En Lupuna, las Da van en aumento con la profundidad del suelo.

La textura de los suelos con árboles de 2 años también son francos y entre las Da obtenidas, se tienen valores menores a la unidad. Si relacionamos los resultados con la escala propuesta por Valdés, citado por Donoso (1992); los resultados no corresponden al rango de suelos ricos en humus.

Los resultados obtenidos para Shinguirito y Lupuna se incrementan a mayor profundidad, por lo que en la capa arable se mantienen condiciones adecuadas para el crecimiento de los individuos y los suelos son de fácil remoción. En Añuje, la Da aumenta hasta los 20 cm de profundidad y luego desciende hasta los 30 cm, lo que indica que en este suelo las raíces encuentran dificultades para su desarrollo mas no está limitado.

**Cuadro 13** Densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) en suelos de plantación de 2 años

Añuje	3	1,21	1,36	1,15	Franco arcilloso
	2	1,23	1,45	1,25	Franco arcilloso arenoso
	1	0,69	1,74	1,37	Franco
Shinguirito	3	1,44	1,53	1,60	Franco arenoso
	2	1,21	0,92	1,06	Franco arenoso
	1	0,79	0,99	1,29	Arena franca
Lupuna	3	1,36	1,60	1,64	Franco arenoso
	2	1,43	1,45	1,48	Franco arenoso
	1	1,30	1,64	1,54	Franco arenoso

La densidad aparente en los suelos de Lupuna se mantiene constante dentro de una misma profundidad. En las demás UMF las densidades aparentes descienden a mayores profundidades, pero las Da en los primeros 10 cm de profundidad son menores que las correspondientes a Lupuna para la misma profundidad.

Las bajas densidades aparentes en los suelos de Shinguirito, correspondientes a árboles de 2 años y vigor 1 no se reflejan por la textura arena franca del suelo y su alta porosidad. La Da es creciente a mayor profundidad del suelo.

Los demás resultados de densidad aparente a distintas profundidades son muy variables, en Lupuna y Añuje hay mayor Da a profundidad media; además en Añuje los resultados son muy distantes para cada profundidad, siendo el más alto el valor de  $1,74 \text{ g/cm}^3$  (cuadro 13).

Para árboles de 1 año (cuadro 14), en Unidos los valores de Da no siguen una tendencia.

En Topal, sólo para árboles de vigor 3, las Da disminuyen con la profundidad del suelo. Para los demás vigos las Da son variables independientemente de la profundidad.

En Pijuayal, las Da se mantienen casi constantes para los 3 vigores y a distintas profundidades.

Los suelos francos de Topal no se sujetan a la escala de Da propuesta por Valdés, citado por Donoso (1992).

Para UMF de 1 año y vigor 3, los plántones por ser de corta edad, son más susceptibles a cualquier adversidad que encuentren en su desarrollo. Los resultados de densidad aparente muestran que los suelos que contienen arena, los valores de Da son más altos que en otro tipo de suelo. Los valores de Da (cuadro 14) que son mayores a  $1,80 \text{ g/cm}^3$ , son los más altos para esta edad; valores que podría influir negativamente en el crecimiento de *Dipteryx* en cuanto a su desarrollo radicular para la absorción de agua y nutrientes.

**Cuadro 14** Densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) en suelos de plantación de 1 año

Unidos	3	1,44	1,62	1,29	Franco arenoso
	2	1,62	1,85	1,56	Arena franca
	1	1,39	1,50	1,45	Franco arenoso
Topal	3	1,88	1,57	1,50	Franco
	2	1,54	1,85	1,60	Franco
	1	1,28	1,15	1,46	Franco
Pijuayal	3	1,66	1,61	1,61	Franco arenoso
	2	1,66	1,61	1,61	Franco arenoso
	1	1,60	1,96	1,67	Franco arenoso

En las UMF de 1 año y vigor 2, las UMF Unidos al igual que Shinguirito tiene textura arena franca, como se observa en los cuadros 14 y 13; sin embargo las densidades aparentes obtenidas en Unidos son mayores que las obtenidas en Shinguirito. Pese a esto no se podría descartar la influencia de la textura en la densidad aparente y se prueba una vez más la amplia variabilidad en los suelos.

Para todas las muestras la Da es mayor de  $1,50 \text{ g/cm}^3$ , un valor que podría considerarse como promedio a comparación de las densidades aparentes mostradas anteriormente.

La Da de  $1,96 \text{ g/cm}^3$  es la más elevada y se obtuvo para la muestra de Pijuayal para árbol de vigor 1 y a los 20 cm de profundidad, un valor que podría ser significativo para la limitación del desarrollo radicular del shihuahuaco. Además hay una tendencia a que los suelos se sigan compactando para todos los casos mostrados.

Para los suelos de 1 año de plantación y vigor 1, al contrario de los casos anteriores, la densidad aparente no sigue una tendencia creciente o decreciente de acuerdo al aumento de profundidad, como se muestra en el cuadro 14.

En Pijuayal se tiene que la Da de 1,96 corresponde a un árbol de vigor bajo, de 0,16 cm de diámetro y 1 m de altura, valores que son los más bajos obtenidos del total de datos.

Los resultados de Da no siguen una tendencia definida, ya sea por variación de profundidad, por edad o según su correspondencia al tipo de vigor de los árboles.

#### *RESISTENCIA MECÁNICA*

A continuación se presentan los resultados de resistencia mecánica, clasificados por edad y vigor del árbol evaluado; los que se obtuvieron con el uso del penetrómetro de bolsillo. Los resultados son evaluados según la escala de valores de 1 a 5 propuesta por Alegre *et al* (1986), y 5 es el valor que indica la más alta resistencia mecánica del suelo.

En el cuadro 15 se puede observar los resultados de resistencia mecánica para UMF de 3 años. Los resultados obtenidos pueden ser calificados como valores de medio a bajo, los cuales no advierten dificultades en la penetración de raíces.

**Cuadro 15** Resistencia mecánica (Kg/cm<sup>2</sup>) de suelos de plantaciones de 3 años

Shapajal	1	2,00	2,00	1,50
	2	2,00	3,00	2,00
	1	2,00	2,25	2,50
Isula	3	2,00	2,50	2,50
	2	1,50	1,50	1,25
	1	3,00	3,50	3,50
Yanguturo	3	3,00	3,00	2,75
	2	2,50	2,00	2,00
	1	4,50	4,25	4,50

Para árboles de 3 años y vigor 2, las resistencias mecánicas presentan valores medio a bajo.

En el caso de las parcelas de 3 años y muestras de suelos de árboles de vigor 1, las resistencias mecánicas son altas a medias para las muestras de Yanguturo a toda profundidad evaluada, lo que indica que estos suelos están compactados y que probablemente las raíces se estén debilitando por la falta de aireación en los suelos y por tanto que el crecimiento del árbol tenga dificultades. Para las demás UMF la resistencia mecánica tiende a aumentar con el aumento de la profundidad del suelo.

En el cuadro 16 se presentan las resistencias mecánicas obtenidas para suelos de árboles de 2 años.

Para árboles de vigor 3, las resistencias mecánicas también son altas a medias y disminuyen según el aumento de profundidad en el suelo. Los suelos al ser compactos en sus primeras capas, las raíces tienen más dificultades de aprovechar la capa orgánica superficial, es por ello que el vigor de estos individuos también es menor.

**Cuadro 16** Resistencia mecánica (Kg/cm<sup>2</sup>) de suelos de plantaciones de 2 años

Añuje	3	4,00	3,50	3,50
	2	4,50	3,25	3,00
	1	4,00	4,50	5,00
Shinguirito	3	3,75	3,50	3,50
	2	4,00	2,75	3,00
	1	2,75	2,75	1,75
Lupuna	3	3,00	3,25	2,75
	2	3,50	4,00	3,50
	1	2,50	2,50	3,00

Se puede observar la resistencia mecánica en suelos de 2 años de plantación y vigor 2, que para las muestras de Shinguirito y Lupuna (cuadro 16); los suelos tienen una compactación de alta a media, siendo los suelos de Añuje y Lupuna los más compactos.

En Añuje se midió la máxima resistencia mecánica: 5, tal como se presenta en el cuadro 16; para 30 cm de profundidad del suelo. Estos suelos muy compactos estarían influyendo no solo en el desarrollo de las raíces sino también en el proceso de infiltración.

Para árboles de 1 año (cuadro 17) se tiene que para vigores 3 y 2; se han encontrado suelos de compactación media a baja, por lo que probablemente los valores de resistencia mecánica que se muestran no sean una limitante en el desarrollo de *Dipteryx* para esta edad.

**Cuadro 17** Resistencia mecánica (Kg/cm<sup>2</sup>) de suelos de plantaciones de 1 año

Unidos	3	2,25	2,25	2,75
	2	1,75	1,75	2,25
	1	4,50	4,50	4,25
Topal	3	3,15	2,45	1,25
	2	3,00	3,00	2,25
	1	4,50	4,50	2,50
Pijuayal	3	3,75	2,75	2,75
	2	2,00	2,75	2,25
	1	4,00	4,25	3,00

Para el caso de las resistencias mecánicas correspondientes a suelos de árboles de vigor 1, se tiene que estas son más altas en comparación a los resultados anteriores para árboles de la misma edad, por lo que este factor podría estar afectando negativamente el crecimiento del shihuahuaco.

Los resultados de resistencia mecánica no varían mucho con la profundidad ni tampoco siguen una tendencia; sin embargo distinguiendo los valores de acuerdo al tipo de vigor del árbol, se puede observar una correspondencia de los valores altos de resistencia mecánica a suelos de árboles de vigor bajo y lo contrario para suelos de árboles de vigor alto.

### *INFILTRACIÓN*

Si bien la infiltración no es una característica intrínseca del suelo, es un proceso que nos da alcances sobre el comportamiento del agua en el suelo.

A continuación se presentan los resúmenes de resultados sobre velocidades de infiltración acumulada con sus respectivos tiempos de evaluación para cada UMF según la edad y vigor del árbol.

Los tiempos de medición fueron variables, en algunos casos el agua infiltraba muy rápido o demoraba más de 2 horas.

En el cuadro 18 se muestran las velocidades de infiltración acumulada promedio para los suelos de cada UMF, correspondientes a árboles de 3 años. En Yanguturo, se obtuvo la más alta velocidad de infiltración y en corto tiempo a comparación de las UMF de Shapajal e Isula. En cambio en Shapajal el proceso de infiltración demoró alrededor de 2 horas, probablemente por la textura del suelo franco arcillo arenoso. En el anexo 2 se puede apreciar que los resultados obtenidos no parecen ser curvas de velocidad de infiltración, como lo propone Martínez y Navarro (1996).

**Cuadro 18** Velocidad de infiltración acumulada promedio (VIAP) a través del tiempo para árboles de 3 años

Shapajal	3	6,37	Franco arcillo arenoso
	2	4,05	Franco arenoso
	1	7,19	Franco arenoso
Isula	3	37,50	Franco
	2	5,90	Franco arenoso
	1	26,16	Franco arcilloso arenoso
Yanguturo	3	85,56	Franco arcilloso
	2	119,01	Franco arenoso
	1	21,50	Franco arcilloso

A pesar de que las 3 UMF tienen suelos franco arenosos, es probable entonces que haya ocurrido un taponamiento de poros debido a los largos periodos secos, ya que las evaluaciones se realizaron cuando aún no empezaba a llover en la zona de estudio.

Otro factor que también influye en la velocidad de infiltración, es la permeabilidad, la cual facilita o dificulta el paso del agua dentro del suelo; esto explicaría en parte la diferencia de velocidades de infiltración, tal como se muestra en el cuadro 18.

En el anexo 2 se muestran las curvas de infiltración obtenidas para cada caso, y se puede observar que las curvas de Shapajal e Isula siguen una tendencia regular en comparación con la curva de infiltración de Yanguturo.

Para suelos de árboles de 2 años (cuadro 19), en las UMF de Lupuna y Añuje, para árboles de vigor 3, las mediciones de infiltración duraron 0,73 horas pero se obtuvieron

velocidades de infiltración distintas. Esto se podría explicar por el estado de la superficie del suelo y la cantidad máxima que puede introducirse en un suelo por unidad de tiempo.

En el anexo 2 se puede observar que las curvas de infiltración siguen una forma definida.

**Cuadro 19** Velocidad de infiltración acumulada promedio (VIAP) a través del tiempo para árboles de 2 años

Añuje	3	20,90	Franco arcilloso
	2	16,84	Franco arcilloso arenoso
	1	26,52	Franco
Shinguirito	3	13,84	Franco arenoso
	2	15,52	Franco arenoso
	1	26,43	Arena franca
Lupuna	3	5,66	Franco arenoso
	2	1,81	Franco arenoso
	1	10,05	Franco arenoso

Los resultados de infiltración para árboles de 2 años (cuadro 19) indican que en los suelos franco arenosos de Lupuna, se obtuvieron las velocidades de infiltración más bajas que en Añuje y Shinguirito. Es decir que las condiciones del suelo en Añuje y Shinguirito han sido más favorables para el ingreso del agua.

Es muy probable que la permeabilidad esté rigiendo la velocidad de infiltración, como se muestran los resultados en el cuadro 19; y la permeabilidad está condicionada por la porosidad. Lo cual podría justificar que el resultado más alto de infiltración, se haya obtenido para un árbol de vigor 1, en suelos de arena franca correspondiente a Shinguirito.

Para estos resultados, los valores más altos de velocidad de infiltración se obtuvieron para suelos de árboles de vigores bajos y siguen una misma tendencia, mas no superan los resultados obtenidos para los árboles de 3 años.

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a suelos de árboles de 1 año y de vigores 1; 2; 3; en el cuadro 20. Otro posible factor que puede haber influido en los resultados de la velocidad de infiltración es la turbidez del agua. El agua que se dispuso para las mediciones contenía sedimentos; los cuales obstruyen los espacios libres del suelo y el paso del agua se da con dificultad.

Las velocidades de infiltración son muy variables incluso dentro de una misma UMF y misma textura de suelo. La mayoría de velocidades altas se obtuvieron para árboles de vigores altos, pero no sigue precisamente una secuencia.

En el anexo 2 se puede observar que la velocidad de infiltración en Topal, va descendiendo de una forma escalonada a comparación de los casos de Pijuayal y Unidos.

En el mismo anexo, se presentan imágenes que demuestran la turbidez del agua que se utilizó para las mediciones de velocidad de infiltración.

**Cuadro 20** Velocidad de infiltración acumulada promedio a través del tiempo (VIAP) para árboles de 1 año

Unidos	3	17,00	Franco arenoso
	2	18,85	Arena franca
	1	28,55	Franco arenoso
Topal	3	35,95	Franco
	2	35,95	Franco
	1	2,38	Franco
Pijuayal	3	10,10	Franco arenoso
	2	14,53	Franco arenoso
	1	3,61	Franco arenoso

## **4.2 EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *DIPTERYX ALATA* VOGEL.**

### **4.2.1 CRECIMIENTO EN DIÁMETRO**

Para ver las diferencias del crecimiento en diámetro, se muestra a continuación las mediciones promedio para cada UMF, según su vigor y la temporada de medición.

En el cuadro 21 se presentan los diámetros promedio para árboles de 3 años. En Shapajal y Yanguturo se puede notar que los diámetros siguen una secuencia de crecimiento de acuerdo al tipo de vigor para ambas mediciones. En Isula sucede lo contrario, los mayores diámetros se tienen para árboles de vigor 1 y esto se justifica por su bajo crecimiento en altura.

El más alto incremento de diámetro promedio fue de 2,33 cm para árboles de vigor 3 en Yanguturo.

Se puede observar que el diámetro promedio para los 3 tipos de vigores no supera los 5 cm en el mes de enero. Mientras que para el mes de julio se encontraron variaciones de diámetro de 4 a 7 cm en los 3 tipos de vigores para cada UMF.

Las escalas de vigor para diámetros y alturas fueron realizadas a partir de los datos obtenidos de las mediciones de enero. Es posible entonces que las calificaciones de vigor varíen de árbol a árbol y por tanto no se ajusten a los rangos de las escalas propuestas en enero.

Ribeiro *et al*, citado por Nepomuceno (2006) evaluó el crecimiento en diámetro influenciado por los distanciamientos de plantación en Brasil, pero para este estudio no es relevante puesto que se maneja un mismo distanciamiento de 3 x 3 en toda la plantación. En mediciones realizadas por 8 años se registraron un DAP de 7,4 cm, no muy lejano de los 6,37 cm que se tiene como DAP promedio para los árboles de vigor 3 en Yanguturo. También se tiene la referencia del INIA (s/f), que a los 3,6 años se midió 9,68 cm de DAP de *Dipteryx* fertilizado y asociado a otras especies maderables, como se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 21** Diámetro promedio de las plantaciones de 3 años

UMF	Vigor	Diámetro (cm)		Incremento (cm)
		1era medición	2da medición	
Shapajal	3	4,59	5,61	1,02
	2	4,39	5,13	0,74
	1	4,16	4,92	0,76
Isula	3	4,39	6,17	1,78
	2	4,39	5,54	1,15
	1	4,49	5,83	1,34
Yanguturo	3	4,85	7,18	2,33
	2	4,76	6,46	1,70
	1	4,23	6,11	1,88

En el cuadro 22 se presentan los resultados de diámetros para árboles de 2 años y para cada tipo de vigor. En Añuje y Shinguirito los diámetros promedio sólo son altos para vigores altos, y se presentan discrepancias para los vigores 1 y 2; lo cual podría indicar que el vigor está influenciado por las bajas alturas. Para el caso de Lupuna, los diámetros siguen una secuencia de crecimiento para todos los vigores.

Para los árboles de vigor 3, los diámetros se diferencian más o menos de 1 cm, en los meses de enero y julio. Los diámetros promedio que se obtuvieron en enero para Shinguirito, para los árboles de vigor 2 y vigor 1, de 1,51 cm y 1,80 respectivamente fueron los más bajos a comparación de los obtenidos en Añuje y Lupuna.

El mayor incremento del diámetro promedio fue de 3,46 cm. Para árboles de vigor 3 en Shinguirito.

**Cuadro 22** Diámetro promedio de las plantaciones de 2 años

UMF	Vigor	Diámetro (cm)		Incremento (cm)
		1era medición	2da medición	
Añuje	3	3,29	4,78	1,49
	2	3,19	4,15	0,96
	1	3,42	3,97	0,55
Shinguirito	3	2,05	5,51	3,46
	2	1,51	4,72	3,21
	1	1,80	3,41	1,61
Lupuna	3	3,12	5,49	2,37
	2	3,10	4,79	1,69
	1	2,35	3,23	0,88

En el cuadro 23 se presentan los diámetros promedio para árboles de 1 año de acuerdo a su tipo de vigor y la temporada de medición. En Unidos, los diámetros coinciden con la tendencia del vigor. En Topal y Pijuayal no hay una secuencia del diámetro para el vigor; y los diámetros apenas alcanzan 1 cm.

El incremento más alto es de 2,51 cm que se registra en Unidos para árboles de vigor 3.

Los diámetros promedio obtenidos en el mes de enero para los árboles de Unidos de acuerdo a los 3 tipos de vigores, superan el centímetro de diámetro. Caso contrario ocurre en las UMF de Pijuayal y Topal. Para las mediciones de julio, éstas varían de 1 a 3 cm de diámetro según la UMF y el vigor.

A través de los resultados obtenidos para árboles de 1 año, se puede observar que estos árboles han tenido el crecimiento en diámetro más limitado, sin embargo se han logrado incrementar para julio, probablemente por la época de lluvias.

Se demuestra que el crecimiento en diámetro requiere de mejoras para un crecimiento óptimo comparada con la revisión bibliográfica consultada.

**Cuadro 23** Diámetro promedio de las plantaciones de 1 año

UMF	Vigor	Diámetro (cm)		Incremento (cm)
		1era medición	2da medición	
Unidos	3	1,14	3,65	2,51
	2	1,01	2,42	1,41
	1	1,06	2,25	1,19
Topal	3	0,77	1,75	0,98
	2	0,83	1,81	0,98
	1	0,89	1,79	0,90
Pijuayal	3	0,86	3,40	2,54
	2	0,45	1,96	1,51
	1	0,66	1,51	0,85

#### 4.2.2 CRECIMIENTO EN ALTURA

En el cuadro 24 se presentan las alturas promedio para árboles de 3 años de acuerdo a su tipo de vigor. En Shapajal e Isula hay una secuencia de crecimiento en altura respecto al vigor, lo que coincide con el crecimiento de diámetro en Shapajal pero no en Isula. En Yanguturo no hay una secuencia de crecimiento en altura, caso contrario ocurre para el diámetro en la misma parcela.

La altura promedio que predomina en las UMF para el mes de enero, varía de 4 a 5 m de altura para los 3 tipos de vigores; salvo en Shapajal se obtuvo la más baja altura de 3 metros para árboles de vigor 1. En el mes de julio, la altura promedio varía de 5 a 6 m; salvo en Shapajal, la altura promedio ascendió a 4 metros.

El mayor incremento de altura fue de 1,20 m de altura para árboles de vigor 2 en Shapajal.

A través de los estudios de Ribeiro *et al*, citado por Nepomuceno (2006), se midieron árboles de *D. alata Vogel*. En plantaciones mixtas de Brasil, y a los 7 años la especie alcanzó una altura promedio cercana a los 7 m, mientras que para Yanguturo se midieron alturas que superan los 6 m. Por su parte, el INIA (s/f) evaluó una plantación de *Dipteryx* fertilizada y asociada con tahuarí, quillobordón y tornillo (cuadro2); de la cual se registró una altura de 8,19 m a los 3,6 años.

**Cuadro 24** Altura promedio de las plantaciones de 3 años

UMF	Vigor	Altura (m)		Incremento (m)
		1era medición	2da medición	
Shapajal	3	4,78	5,82	1,04
	2	4,01	5,21	1,20
	1	3,89	4,73	0,84
Isula	3	4,90	5,51	0,61
	2	4,79	5,25	0,46
	1	4,36	5,03	0,67
Yanguturo	3	5,49	6,20	0,71
	2	5,63	6,37	0,74
	1	4,57	5,17	0,60

En el cuadro 25 se presentan las altura promedio para árboles de 2 años. En Añuje, las alturas promedio son constantes para la medición de enero pero en julio las alturas siguieron una secuencia de crecimiento de acuerdo el vigor. En Shinguirito las mediciones no corresponden a la secuencia de los vigosres, salvo para el vigor 1 donde se tienen las alturas más bajas. En Lupuna también solo corresponden las alturas bajas a los vigosres bajos.

El incremento más alto fue de 1,48 m para árboles de vigor 2 en Shinguirito.

En las UMF 2 años se encontraron árboles mayores a 1 m de altura, valores que son comparativos con el caso estudiado por Ribeiro *et al*, citado por Nepomuceno (2006), de una plantación mixta en Brasil donde se midieron *D. alata Vogel*. A los 2 años que llegaban a los 95 cm de altura.

Las alturas promedio para árboles de 2 años varían de 1 a 3 metros en el mes de enero. En el mes de julio se obtuvieron alturas promedio de 2 a 4 metros, además se vieron incrementos de altura en Añuje para cada tipo de vigor.

Para la edad de 2 años, los árboles que tienen las alturas más bajas corresponden los vigores bajos, en cambio para el diámetro sólo en Lupuna se sigue una secuencia de crecimiento.

**Cuadro 25** Altura promedio de las plantaciones de 2 años

UMF	Vigor	Altura (m)		Incremento (m)
		1era medición	2da medición	
Añuje	3	1,96	3,06	1,10
	2	1,96	2,84	0,88
	1	1,96	2,72	0,76
Shinguirito	3	2,58	3,75	1,17
	2	2,52	4,00	1,48
	1	2,43	3,33	0,90
Lupuna	3	2,65	3,91	1,26
	2	3,30	4,47	1,17
	1	2,18	2,83	0,65

En el cuadro 26 se presentan las alturas promedio para arboles de 1 año. En Unidos, la correspondencia de alturas a vigores varía en la segunda medición. En Topal hay una secuencia inversa de la altura con el vigor, y se encuentran las alturas más bajas respecto a las demás parcelas de la misma edad. En Pijuayal, la correspondencia de alturas con vigor solo se cumple para la primera medición.

A comparación con el diámetro, los datos de altura siguen una secuencia de crecimiento pero los incrementos de altura son más bajos respecto a los incrementos de diámetro para árboles de 1 año.

Las alturas promedio resultantes de los árboles de un año para el mes de enero varían de 1 a 2 metros y para el mes de julio varían de 1 a 3 metros, como se muestra en los resultados en el cuadro 26. También, la altura promedio se incrementa en casi 2 metros en Pijuayal para árboles de vigor 3 en el mes de julio.

Como se puede observar en el cuadro 2, el INIA (s/f) registró una altura mayor a los 2 m para *D. micrantha* asociado con centrosema a los 1,5 años.

El crecimiento en altura no presenta grandes dificultades, salvo por su correcto desarrollo vertical.

**Cuadro 26** Altura promedio de las plantaciones de 1 año

Unidos	3	2,23	3,55	1,32
	2	2,08	2,56	0,48
	1	1,92	2,86	0,94
Topal	3	1,28	1,74	0,46
	2	1,44	1,56	0,12
	1	1,44	1,62	0,18
Pijuayal	3	1,75	3,57	1,82
	2	1,61	2,26	0,65
	1	1,60	2,71	1,11

Los cálculos de IMA (anexo 3) fueron calculados como datos referenciales, que pueden ser usados para continuar con los estudios de la especie en la plantación.

#### 4.2.3 ANÁLISIS DEL VIGOR DE LOS ÁRBOLES Y LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES DEL SUELO

En los siguientes cuadros se presenta la información a procesar y los resultados de los análisis de regresión obtenidos para las variables de crecimiento: diámetro y altura de acuerdo a la probabilidad estadística. La resistencia mecánica y la densidad aparente fueron evaluadas según la profundidad del suelo a la que se obtuvieron.

Dentro del análisis de varianza, las ecuaciones que obtengan el valor de probabilidad: valor-P iguales a 0,01; 0,001 ó 0,1 y 0,05; revelan que la influencia del factor en la variable de crecimiento es estadísticamente significativa.

Para este estudio también se probaron regresiones no lineales pero no se obtuvo respuestas estadísticamente significativas para ningún caso.

##### *EDAD 3*

No hubo respuesta significativa para ninguna variable de crecimiento (cuadro 27). Lo que podría indicar que ningún factor del suelo está influyendo en el crecimiento de los árboles de *Dipteryx* de 3 años o que todos los factores están influyendo. (Anexo 4)

De acuerdo a los contenidos de fósforo, por ser iguales para cada UMF no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos.

##### *EDAD 2*

Solo se obtuvo respuesta significativa para la altura, con muestras correspondientes a árboles de vigor 1 (cuadro 28). El 97,5 % de la variación de la altura está explicado por la velocidad de infiltración, a un nivel de significancia estadística del 10 %. Probablemente se deba a que los más altos valores de velocidad de infiltración se obtuvieron para suelos de árboles de vigores bajos; dentro del grupo de resultados para árboles de 2 años; y estas velocidades se dieron para árboles bajos de 1 a 2 m de altura. También se podría considerar la influencia del contenido de arena en estos suelos.

Aunque la resistencia mecánica no haya obtenido resultados estadísticamente significativos; en la figura 8 que corresponde a los suelos de un árbol de vigor 3

ubicado en Shinguirito, se puede observar en la superficie del suelo una capa de materia orgánica y que las raíces no han profundizado debido probablemente a la resistencia mecánica pero si se han expandido, por lo que no habrían impedimentos para el crecimiento en altura.

#### *EDAD 1*

El diámetro respondió solo a las características de densidad aparente y nitrógeno (cuadro 27).

A partir de las muestras correspondientes a árboles de vigor 3, se obtuvo que el crecimiento en diámetro varía en un 100 % con la densidad aparente a los 10 cm de profundidad, a un nivel de significancia del 1 %. Es probable que por tratarse de individuos de menor edad, sean más susceptibles a cualquier dificultad en su etapa inicial de crecimiento. Además como otro factor influyente se observó el crecimiento radicular agresivo de la guaba, como se presenta en la figura 9; cuyas raíces son más desarrolladas que las de shihuahuaco, por lo que pueden estar impidiendo el desarrollo de las raíces de *Dipteryx*.

Hasta los 20 cm de profundidad se desarrolla la microfauna y macrofauna, pero las características de los suelos indican que no existe actividad por parte de estos organismos en el suelo, por lo que el desarrollo radicular está limitado y esto se relaciona con la compactación. Como prueba de la existencia de la escasa macrofauna, se presenta la figura 10.

Para árboles de vigor 2, el crecimiento en diámetro varía en un 99,4 % con la cantidad de nitrógeno, a un nivel de significancia del 5 % (cuadro 27). Sin embargo, según estudios anteriores de Melo, citado por Nepomuceno (2006), el efecto de este nutriente en *Dipteryx*, resultó negativo para el crecimiento del mismo. De otro lado, a pesar del aporte nutricional de la guaba, los contenidos de nitrógeno siguen siendo bajos y se obtuvieron para suelos de árboles de diámetros bajos de 0,16 a 0,64 cm.

**Cuadro 27** Resultados significativos de regresión simple entre los diámetros y todas las variables edáficas estudiadas.

Da (g/cm <sup>3</sup> )	1	3	10 cm	***	100	Diámetro = 6.09 - 2.91 Da10cm (g/cm <sup>3</sup> )
			20 cm	NS		
			30 cm	NS		
Rm			10 cm	NS		
			20 cm	NS		
			30 cm	NS		
Vel.Inf. (cm/h)				NS		
N (%)	1	2		**	99,4	Diámetro = - 0.683 + 14.7N (%)
MO (%)				NS		
P (ppm)				NS		
K (ppm)				NS		
CIC (meq/100 g)				NS		
Ca (meq/100 g)				NS		
Mg (meq/100 g)				NS		
% Arena				NS		
% Limo				NS		
% Arcilla				NS		

\*Significativo al 10%    \*\*significativo al 5%    \*\*\* significativo al 1% NS No significativo

**Cuadro 28** Resultados significativos de regresión simple entre las alturas y las variables edáficas estudiadas

Da (g/cm <sup>3</sup> )			10 cm	NS		
			20 cm	NS		
			30 cm	NS		
Rm			10 cm	NS		
			20 cm	NS		
			30 cm	NS		
VIAP (cm/h)	2	1		*	97,5	Altura (m) = 2.21 - 0.0326 VIAP (cm/h)
N (%)						
MO (%)				NS		
P (ppm)				NS		
K (ppm)				NS		
CIC (meq/100 g)				NS		
Ca (meq/100 g)				NS		
Mg (meq/100 g)				NS		
% Arena				NS		
% Limo				NS		
% Arcilla				NS		

También se probaron regresiones con el ingreso de todos los datos al Minitab 16, sin clasificarlos por edad y vigor (anexo 4). Los resultados de las regresiones simples se presentan el cuadro 29, la densidad aparente a los 30 cm y el porcentaje de arcilla respondieron solo al diámetro; y en el cuadro 30 se presentan los resultados de las regresiones múltiples para diámetro y altura.

A comparación de las regresiones anteriores, los coeficientes de determinación obtenidos tanto para las regresiones simples y múltiples son mucho menores. Sin embargo, la densidad aparente y la velocidad de infiltración aparecen para ambos casos como factores significativamente influyentes en las regresiones múltiples.

En el anexo 4 se presentan los datos que se procesaron en el Minitab 16 y los resultados no significativos de los análisis de regresión.

**Cuadro 29** Resultados significativos de regresión simple entre el diámetro y las variables estudiadas (sin clasificación de datos)

	Edad	V <sub>inf</sub>	Profundidad	Diámetro	R <sup>2</sup> (%)	Ecuación de regresión
Da (g/cm <sup>3</sup> )			10 cm	NS		
			20 cm	NS		
			30 cm	*	10,00	D= 5,43 - 2,14Da30cm
Rm			10 cm	NS		
			20 cm	NS		
			30 cm	NS		
Vel. Inf. (cm/h)	2	1		NS		
N (%)						
MO (%)				NS		
P (ppm)				NS		
K (ppm)				NS		
CIC (meq/100 g)				NS		
Ca (meq/100 g)				NS		
Mg (meq/100 g)				NS		
% Arena				NS		
% Limo				NS		
% Arcilla				**	13,90	D= 0,956 + 0,0796%arcilla

**Cuadro 30** Resultados significativos de regresión múltiple (sin clasificación de datos)

Diámetro	Altura	R <sup>2</sup> (%)	Ecuación de regresión
**	NS	14,6	Diámetro = 7.77 - 0.606 Rm10cm (Kg/cm <sup>2</sup> ) - 2.40 Da20 cm (g/cm <sup>3</sup> )
NS	*	38	Altura = 4.03 - 0.687 Rm10cm (Kg/cm <sup>2</sup> ) + 0.0412 VIAP(cm/h)



**Figura 8** Capa de materia orgánica en suelo de Shinguirito para árbol de vigor 3



**Figura 9** Raíz de guaba encontrada en calicata para muestras de árbol de vigor 1 en Unidos



**Figura 10** Presencia de lombrices

## 5. CONCLUSIONES

- Se determinó para árboles de 3 años de vigor 3 un diámetro promedio de 6,32 cm; 5,71 cm para vigor 2, y 5,62 cm para el vigor 1. La altura promedio para árboles de vigor 3 fue de 5,84 m; 5,61 m para el vigor 2, y 4,97 m para vigor 1.
- Las características físicas del suelo predominan sobre las características químicas en la influencia del crecimiento de las plantaciones de *Dipteryx alata Vogel*. De 1, 2 y 3 años de edad.
- Se determina al suelo como factor influyente en el crecimiento en diámetro y altura de la especie. Además del bajo contenido de nutrientes encontrados, se suma la deficiente absorción de los mismos; debido a la compactación de los suelos, la elevada densidad aparente y con esto la lenta velocidad de infiltración en los suelos, y por tanto el limitado desarrollo radicular.
- La densidad aparente y la resistencia mecánica se determinaron como factores influyentes sin importar la profundidad del suelo. Siendo el rango de densidad aparente de 1,39 a 1,34 g/cm<sup>3</sup> como indicadores de mejor crecimiento en altura y la resistencia mecánica en los rangos de 2,00 a 2,50.
- Las mediciones de infiltración fueron muy variables y presentaron rangos de utilidad para el estudio, ya que se complementaron a las mediciones de densidad aparente y resistencia mecánica, a pesar la persistente compactación en los suelos.
- El nitrógeno es el macroelemento que tiene más relación con el crecimiento en diámetro de *Dipteryx alata Vogel*.
- La ecuación obtenida para nitrógeno, nos permite simular y/o estimar cantidades requeridas de este nutriente para el crecimiento en diámetro.

## 6. RECOMENDACIONES

- Ensayar dosificaciones de fertilizantes para establecer un régimen nutricional, el cual incluya nitrógeno para cubrir sus requerimientos y que el crecimiento sea óptimo en el shihuahuaco.
- Evaluar la calidad microbiológica de los suelos.
- Evaluar el desarrollo radicular para diagnósticos de la temporada adecuada para el retiro de la guaba.
- Se debe evitar que la mala hierba aumente a tal punto de oprimir las especies maderables, como se encontró en algunas parcelas, pues también afecta el crecimiento. Se sugiere intensificar las labores de control manual.
- Tomar evaluaciones periódicas de crecimiento en las parcelas instaladas a fin de determinar la curva de crecimiento de especie, en función de la realidad de los suelos y la aplicación de técnicas de mejoramiento de los mismos.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, la asociación de *Dipteryx alata* Vogel. *E Inga edulis* puede ser recomendada para su evaluación en cuanto a las propiedades fijadoras de nitrógeno de este último.
- Usar análisis de geo-estadística que considera la variabilidad espacial de las propiedades físicas del suelo por muchos factores de manipulación de los sistemas cuando se reforesta. Para los cuales, los muestreos se realizan en función a la distancia del árbol, a través de coordenadas X y Y; y con esto se reduce la variabilidad natural del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

**AIDER.** 2009. VCS Project description-Campo Verde. Ucayali, PE. 106p.

\_\_\_\_\_. 2008. Management plan for Campo Verde 2008-2012. Ucayali, PE. 49p.

**Alegre, J.C.; Cassel, D.K.; Bandy, D.E.** 1986. Effects of land clearing method and subsequent soil management on soil physical properties of an ultisol in the amazon basin of Peru. Soil Science Society of America Journal. 50: 1379-1384. 6p.

**Alice, F.; Montagnini, F.; Montero, M.** 2004. Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies forestales nativas en la estación biológica de la selva, Sarapiquí. Revista Agronomía Costarricense. Universidad de Costa Rica. San José, CR. 28 (2): 61-71. 11p.

**Angulo Ruiz, W.E.** 2008. Efecto de tres factores de sitio en el rendimiento maderable de las plantaciones de dos especies forestales en la estación experimental Alexander Von Humboldt. Tesis (Mag. Sc.). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 103p.

**Annales du Muséum National d'Histoire Naturelle.** 1811. *Simarouba glauca* (en línea). París, FR. 17: 424. 3p. Consultado 13 agosto 2011. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/65-simar1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/65-simar1m.pdf)

**Artavia, M. ; Finegan, B.** 1996. Aceituno (*Simarouba glauca* DC) (en línea). Revista Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. CATIE. Turrialba, CR. Número 16: 880-882. 1079p. Consultado 10 octubre 2011. Disponible en: [http://books.google.com.pe/books?id=q0NAQAAlAAJ&pg=PA882&lpg=PA882&dq=Aceituno+\(Simarouba+glauca+DC\).+finegan&source=bl&ots=Erf\\_k7gdfy&sig=kKoRmFTyGivX5eUg6GevRxqKWBw&hl=es&sa=X&ei=t1URUMPsF4ek8gSK9IDQCw&ved=0CEoQ6AEwAQ#v=onepage&q=Aceituno%20\(Simarouba%20glauca%20DC\).%20finegan&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=q0NAQAAlAAJ&pg=PA882&lpg=PA882&dq=Aceituno+(Simarouba+glauca+DC).+finegan&source=bl&ots=Erf_k7gdfy&sig=kKoRmFTyGivX5eUg6GevRxqKWBw&hl=es&sa=X&ei=t1URUMPsF4ek8gSK9IDQCw&ved=0CEoQ6AEwAQ#v=onepage&q=Aceituno%20(Simarouba%20glauca%20DC).%20finegan&f=false)

**Barrena, V.; Llerena, C.** 1988. Influencia de los errores de estimación de la altura en el cálculo del volumen. Revista Forestal del Perú. 15 (1): 21-33. 13p.

**Betancourt, Y.; García, I.; García de la Figal, A.** 2009. Modelo matemático para ajustar las lecturas de impactos del penetrómetro de impacto a valores de resistencia. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 18 (1): 37-40. 4p.

**Delgado, U.** (s/f). Alternativas de recuperación de áreas degradadas con plantaciones agroforestales (diapositivas). Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza - Pro Naturaleza. Pucallpa, PE. 22 diapositivas.

**Donoso, C.** 1981. Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Universidad Austral de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, CL. 369p.

**Donoso, C.** 1992. Ecología forestal: El bosque y su medio ambiente. 3ª. Ed. Universidad Austral de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, CL. 368p.

**Ferrari, A.; Wall, L.** 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados (en línea). Revista de la facultad de agronomía. La Plata, AR. 105 (2): 63-87. 25p. Consultado 07 julio 2011. Disponible en: [http://www.guiaforestal.com/Descargas\\_Usuarios/Informes\\_Tecnicos/Utilizacion\\_de\\_arboles\\_fijadores\\_de\\_nitrogeno\\_para\\_revegetar\\_suelos\\_degradados.pdf](http://www.guiaforestal.com/Descargas_Usuarios/Informes_Tecnicos/Utilizacion_de_arboles_fijadores_de_nitrogeno_para_revegetar_suelos_degradados.pdf)

**Galván Gildemeister, O.F.J.** 1996. Análisis comparativo del crecimiento de *Cedrela odorata*; *Swietenia macrophylla* y *Amburana cearensis* en fajas de enriquecimiento y viales de extracción. Tesis (Ing For). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 82p.

**González Pérez, H.** 1996. Planteamiento de un modelo matricial para el análisis de la dinámica de poblaciones de árboles (en línea). Crónica forestal y del medio ambiente, diciembre, volumen 11, número 1. Consultado 24 set 2011. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/113/11311107.pdf>

**Gonzales Ego-Aguirre, L.A.** 2003. Evaluación técnico-económica de plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart.*) en zonas inundables del río Aguaytía. Tesis (Ing. For). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 119p.

**Hewlett, J. D.** 1982. Principles of forest hydrology. The University of Georgia Press. Georgia, US. 183p.

**Husch, B.** 1963. Forest mensuration and statistics. Estados Unidos: Ronald Press Company. 474p.

- IIAP.** 2002. Propuesta de zonificación ecológica económica de la cuenca del Río Aguaytía (en línea). Consultado 03 dic 2011. Disponible en [http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/zin-aguaytia/propuesta\\_ZEE.htm](http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/zin-aguaytia/propuesta_ZEE.htm)
- Louman, B. et al.** 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América central. Costa Rica: Ed. CATIE. 265p.
- Malleux, O. J.; Montenegro E.** 1971. Manual de Dasometría. (ES) Lima (Perú). 216p.
- Martínez de Alzagra, A.; Navarro Hevia, J.** 1996. Hidrología forestal: El ciclo hidrológico. España: Ed. Universidad Valladolid. 286p.
- Nepomuceno, D.** 2006. O extrativismo de Baru (*Dipteryx alata* Vog) em Pirenópolis (GO) e sua sustentabilidade. Tesis (Mg. Sc.). Goiânia, BR. Universidad Católica de Goiás. 117p.
- Ocaña, J.** 1976. Análisis del crecimiento del *Eucalyptus globulus* Labill, en el Departamento de Huánuco. Tesis (Ing For). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 189p.
- Petit, B.; Montagnini, F.** 2006. Growth in pure and mixed plantations of tree species used rural areas of the humid region of Costa Rica, Central America. *Forest Ecology and Management* 233 (2006): 338-343p. 6p.
- Prodan et al.** 1997. Mensura Forestal. (ES). Costa Rica: Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 561p.
- Quispe Arellano, J.H.** 2009. Caracterización dendrológica de plántulas y árboles adultos del género *Dipteryx* (Fabaceae) en el Bosque Alexander Von Humboldt, Ucayali. Tesis (Ing. For.). Huancayo, PE. Universidad Nacional del Centro del Perú. 117p.
- Ramos Bendezú, E.** 2012. Evaluación de tres tratamientos de desinfección y cuatro medios de cultivo para el establecimiento in vitro de explantes seleccionados de *Dipteryx alata* Vogel. (shihuahuaco). Tesis (Ing. For.) Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 79p.
- Reynel et al.** 2003. Árboles útiles de la amazonía peruana; un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima, PE. 509p.

**Ricse, A. 2006.** INIA (Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria). Dirección General de Investigación Agraria. Dirección General de Extensión Agraria. Estación Experimental Agraria Pucallpa. Rehabilitación de suelos a través de plantaciones agroforestales y abonos orgánicos (diapositivas). Ministerio de Agricultura. Ucayali, PE. 38 diapositivas.

**Romo, M. 2005.** Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de *Dipteryx micrantha* Harms “Shihuahuaco” transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones Revista Ecología Aplicada. Vol 4. (1-2). Diciembre. 1-8p. 8p.

**Salazar, R; Soihet, C. 2001.** Manejo de Semillas de 75 Especies Forestales de América Latina. Proyecto de semillas forestales: Danida Forest Seed Centre. Costa Rica: Ed. CATIE. 155p.

**SIAMAZONIA.** s.f. Experiencias en cultivos anuales (en línea). Perú. Consultado 6 nov. 2011. Disponible en: <http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia/libros/23/23000031.htm>

**Vázquez, M. 2011.** Vitalidad en el ejemplar y vigor (en línea). España. Consultado 30 mar. 2012. Disponible en: <http://arboles-dendros.blogspot.com/2011/01/vitalidad-del-ejemplar-y-vigor.html>

**Vásquez, V. A.; Chang-Navarro, L.L. 1988.** El riego. Principios básicos. 163p.

**Vox. 2007.** Diccionario manual de la lengua española (en línea). España. Consultado 15 abr. 2012. Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/vigor>

**Zavaleta García, Amaro. 1992.** Edafología, el suelo en relación con la producción. Perú: Ed. CONCYTEC. 223p.

# ANEXO 1

## ANÁLISIS DE SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante : DIANA AYALA MONTEJO

Departamento : UCAYALI

Provincia : PUCALLPA

Distrito : CAMPO VERDE

Cantón :

Referencia : H.R. 29908-011C-11

Fecha : 31-01-11

Lab	Número de Muestra Campo	C.E.					Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sd. De Bases	
		pH	(1:1)	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Análisis				Textural	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>				Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>
		(1:1)	dSm	%	%	ppm		Arenal	limo											
0713	Total-V1	4.60	0.02	0.00	0.75	0.4	54	50	50	20	Fr.	6.64	0.72	0.30	0.10	0.13	4.40	5.35	1.25	15
0714	Total-V2	4.58	0.04	0.00	0.82	0.8	96	48	50	20	Fr.	6.64	0.85	0.31	0.17	0.14	4.20	5.66	1.45	17
0715	Total-V3	4.59	0.04	0.00	0.80	2.3	63	54	50	18	Fr.A.	6.40	0.94	0.89	0.10	0.16	4.60	6.40	1.80	26
0716	Unidos-V1	4.74	0.04	0.00	0.72	0.5	46	66	22	12	Fr.A.	5.44	1.42	0.35	0.07	0.17	1.70	3.69	1.99	37
0717	Unidos-V2	4.74	0.04	0.00	0.80	1.6	37	74	22	4	A.Fr.	3.20	0.92	0.27	0.05	0.17	0.70	2.10	1.40	44
0718	Unidos-V3	4.76	0.04	0.00	0.75	1.2	46	76	18	6	Fr.A.	4.32	0.70	0.25	0.07	0.18	1.20	2.40	1.20	28
0719	Piujosa-V1	4.82	0.03	0.00	0.41	1.1	38	68	19	14	Fr.A.	4.30	0.88	0.35	0.14	0.14	1.70	3.20	1.50	31
0720	Piujosa-V2	4.87	0.04	0.00	0.75	1.4	62	70	16	14	Fr.A.	5.44	1.60	0.40	0.13	0.13	1.80	3.91	2.31	43
0721	Piujosa-V3	4.76	0.03	0.00	0.41	2.4	58	60	17	23	Fr.A.A.	6.40	1.26	0.46	0.13	0.17	2.70	4.72	2.02	32
0722	Tsula - V1	4.60	0.02	0.00	0.41	0.8	42	52	24	24	Fr.A.A.	13.24	0.51	0.17	0.10	0.16	5.90	6.83	0.93	9
0723	Shacraia - V1	4.66	0.02	0.00	0.82	1.1	51	54	28	18	Fr.A.	6.46	0.63	0.35	0.12	0.15	4.80	6.05	1.25	15
0724	Tsula - V2	4.72	0.03	0.00	0.75	1.6	131	56	26	18	Fr.A.	8.00	0.49	0.29	0.27	0.13	2.70	3.88	1.18	16

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.A.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Sergio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES**



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : DIANA AYALA MONTEJO

Departamento : UCAYALI

Provincia : PUCALLPA

Distrito : CAMPO VERDE

Predio :

Referencia : H.R. 29808-011C-11

Fecha : 31-01-11

Número de Muestra		pH (1:1)	G.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
Lab	Campo							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>				meq/100g
0701	Añuje -V1	4.42	0.04	0.00	1.23	1.7	41	40	38	22	Fr.	9.60	0.94	0.58	0.06	0.15	3.70	5.44	1.74	18	
0702	Añuje -V2	4.58	0.02	0.00	0.48	1.2	41	59	18	24	Fr.Ar.A.	10.24	0.55	0.34	0.05	0.17	6.00	7.11	1.11	11	
0703	Añuje -V3	4.11	0.03	0.00	1.09	1.9	60	36	28	36	Fr.Ar.	14.40	0.88	0.23	0.06	0.14	8.50	9.81	1.31	9	
0704	Yan-V1	4.38	0.03	0.00	1.30	2.2	122	38	34	30	Fr.Ar.	11.20	0.68	0.45	0.20	0.17	5.40	6.90	1.50	13	
0705	Yan-V2	4.41	0.02	0.00	0.34	1.6	42	62	22	16	Fr.A.	9.12	0.75	0.27	0.05	0.20	5.00	6.26	1.26	14	
0706	Yan-V3	4.10	0.02	0.00	0.61	2.7	57	36	26	38	Fr.Ar.	14.72	0.64	0.43	0.07	0.19	11.00	12.32	1.32	9	
0707	Lupuna-V1	4.70	0.02	0.00	0.61	1.7	44	68	20	12	Fr.A.	7.20	1.06	1.06	0.06	0.24	2.40	4.83	2.43	34	
0708	Lupuna-V2	4.47	0.03	0.00	0.89	2.2	54	66	20	14	Fr.A.	7.52	1.12	0.66	0.06	0.11	2.80	4.76	1.96	26	
0709	Lupuna-V3	4.59	0.04	0.00	1.16	2.7	43	66	24	10	Fr.A.	6.60	0.93	0.37	0.12	0.10	1.80	3.33	1.53	27	
0710	Shinguirito-V1	4.55	0.04	0.00	0.41	2.2	37	76	20	4	A.Fr.	4.00	0.80	0.18	0.07	0.12	1.30	2.48	1.18	29	
0711	Shinguirito-V2	4.66	0.03	0.00	0.64	3.0	83	60	26	14	Fr.A.	8.00	1.08	0.56	0.21	0.14	3.20	5.20	2.00	25	
0712	Shinguirito-V3	4.78	0.03	0.00	1.02	2.2	52	56	32	12	Fr.A.	7.36	1.75	0.61	0.09	0.14	1.80	4.40	2.60	35	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



*Braulio La Torre Martínez*  
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : DIANA AYALA MONTEJO

Departamento : UCAYALI

Provincia : PUCALLPA

Distrito : CAMPO VERDE

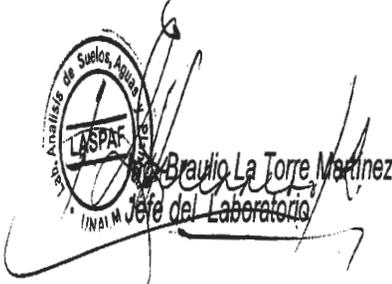
Predio :

Referencia : H.R. 29608-011C-11

Fecha : 31-01-11

Número de Muestra		C.E.		CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Campo	pH (1:1)	(1:1) dS/m					Arena %	Limo %	Arcilla %			Textural	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
0725	Isula - V3	4.37	0.03	0.00	0.34	0.9	61	50	28	22	Fr.	9.92	0.51	0.33	0.13	0.19	6.40	7.57	1.17	12
0726	Shapajal-V2	4.58	0.02	0.00	0.41	1.6	39	64	18	18	Fr.A.	8.48	0.61	0.17	0.08	0.15	4.80	5.80	1.00	12
0727	Shapajal-V3	4.36	0.05	0.00	0.34	2.2	40	58	19	23	Fr.Ar.A.	9.60	0.87	0.25	0.07	0.15	6.10	7.44	1.34	14
0728	Lagarto -Vx	4.71	0.03	0.00	1.02	2.0	46	72	20	8	Fr.A.	5.44	0.79	0.21	0.09	0.23	1.90	3.22	1.32	24
0729	Topal V2-Bi	4.93	0.04	0.00	1.30	3.3	141	54	40	6	Fr.A.	5.92	1.17	0.43	0.24	0.14	0.70	2.68	1.98	33

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

  
 Braulio La Torre Martinez  
 Jefe del Laboratorio

## ANEXO 2

### VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

Lugar	53333333
Fecha	15/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Temperatura	Franco arenoso

Observación	-
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/ hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	13,40	0,10	0,10	6,00	6,00
	1,00	2,00	13,30	0,10	0,20	6,00	6,00
	1,00	3,00	13,20	0,10	0,30	6,00	6,00
	1,00	4,00	13,20	0,00	0,30	0,00	4,50
	1,00	5,00	13,10	0,10	0,40	6,00	4,80
	1,00	6,00	13,00	0,10	0,50	6,00	5,00
	1,00	7,00	12,70	0,30	0,80	18,00	6,86
	1,00	8,00	12,50	0,20	1,00	12,00	7,50
	1,00	9,00	12,40	0,10	1,10	6,00	7,33
	1,00	10,00	12,30	0,10	1,20	6,00	7,20
	3,00	13,00	11,80	0,50	1,70	10,00	7,85
	3,00	16,00	11,50	0,30	2,00	6,00	7,50
	3,00	19,00	11,20	0,30	2,30	6,00	7,26
	5,00	24,00	10,40	0,80	3,10	9,60	7,75
	5,00	29,00	10,00	0,40	3,50	4,80	7,24
	5,00	34,00	9,50	0,50	4,00	6,00	7,06
	10,00	44,00	8,30	1,20	5,20	7,20	7,09
	10,00	54,00	7,70	0,60	5,80	3,60	6,44
	10,00	64,00	7,10	0,60	6,40	3,60	6,00
	10,00	74,00	7,10	0,00	6,40	0,00	5,19
	20,00	94,00	5,80	1,30	7,70	3,90	4,91
	20,00	114,00	4,70	1,10	8,80	3,30	4,63

15/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	15,90	0,10	0,10	6,00	6,00
	1,00	2,00	15,80	0,10	0,20	6,00	6,00
	1,00	3,00	15,70	0,10	0,30	6,00	6,00
	1,00	4,00	15,60	0,10	0,40	6,00	6,00
	1,00	5,00	15,60	0,00	0,40	0,00	4,80
	1,00	6,00	15,60	0,00	0,40	0,00	4,00
	1,00	7,00	15,50	0,10	0,50	6,00	4,29
	1,00	8,00	15,40	0,10	0,60	6,00	4,50
	1,00	9,00	15,30	0,10	0,70	6,00	4,67
	1,00	10,00	15,30	0,00	0,70	0,00	4,20
	3,00	13,00	15,20	0,10	0,80	2,00	3,69
	3,00	16,00	15,00	0,20	1,00	4,00	3,75
	3,00	19,00	14,90	0,10	1,10	2,00	3,47
	5,00	24,00	14,70	0,20	1,30	2,40	3,25
	5,00	29,00	14,50	0,20	1,50	2,40	3,10
	5,00	34,00	14,30	0,20	1,70	2,40	3,00
	10,00	44,00	14,00	0,30	2,00	1,80	2,73
	10,00	54,00	13,60	0,40	2,40	2,40	2,67
	10,00	64,00	13,20	0,40	2,80	2,40	2,63
	20,00	84,00	12,80	0,40	3,20	1,20	2,29

Lugar	Sin suelo
Fecha	15/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Textura	Franco arenoso

Observación	-
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	13,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	13,00	0,40	0,40	24,00	24,00
	1,00	2,00	12,80	0,20	0,60	12,00	18,00
	1,00	3,00	12,70	0,10	0,70	6,00	14,00
	1,00	4,00	12,60	0,10	0,80	6,00	12,00
	1,00	5,00	12,50	0,10	0,90	6,00	10,80
	1,00	6,00	12,40	0,10	1,00	6,00	10,00
	1,00	7,00	12,40	0,00	1,00	0,00	8,57
	1,00	8,00	12,30	0,10	1,10	6,00	8,25
	1,00	9,00	12,30	0,00	1,10	0,00	7,33
	1,00	10,00	12,30	0,00	1,10	0,00	6,60
	3,00	13,00	12,10	0,20	1,30	4,00	6,00
	3,00	16,00	11,90	0,20	1,50	4,00	5,63
	3,00	19,00	11,80	0,10	1,60	2,00	5,05
	5,00	24,00	11,50	0,30	1,90	3,60	4,75
	5,00	29,00	11,40	0,10	2,00	1,20	4,14
	5,00	34,00	11,30	0,10	2,10	1,20	3,71
	10,00	44,00	10,90	0,40	2,50	2,40	3,41
	10,00	54,00	10,50	0,40	2,90	2,40	3,22
	10,00	64,00	9,90	0,60	3,50	3,60	3,28
	10,00	74,00	9,10	0,80	4,30	4,80	3,49
	10,00	84,00	9,10	0,00	4,30	0,00	3,07
	20,00	104,00	8,70	0,40	4,70	1,20	2,71
	20,00	124,00	8,40	0,30	5,00	0,90	2,42
	20,00	144,00	8,00	0,40	5,40	1,20	2,25

15/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	11,90	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	10,60	1,30	1,30	78,00	78,00
	1,00	2,00	9,90	0,70	2,00	42,00	60,00
	1,00	3,00	9,50	0,40	2,40	24,00	48,00
	1,00	4,00	8,90	0,60	3,00	36,00	45,00
	1,00	5,00	8,50	0,40	3,40	24,00	40,80
	1,00	6,00	8,00	0,50	3,90	30,00	39,00
	1,00	7,00	7,50	0,50	4,40	30,00	37,71
	1,00	8,00	7,30	0,20	4,60	12,00	34,50
	1,00	9,00	7,00	0,30	4,90	18,00	32,67
	1,00	10,00	6,40	0,60	5,50	36,00	33,00
	3,00	13,00	6,00	0,40	5,90	8,00	27,23
	3,00	16,00	5,20	0,80	6,70	16,00	25,13
	3,00	19,00	4,70	0,50	7,20	10,00	22,74
	5,00	24,00	3,80	0,90	8,10	10,80	20,25
	5,00	29,00	3,00	0,80	8,90	9,60	18,41

Lugar	San José
Fecha	15/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Tiempo	Franco arcillo arenoso

Observación	
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/ hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	14,80	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	14,50	0,30	0,30	18,00	18,00
	1,00	2,00	14,40	0,10	0,40	6,00	12,00
	1,00	3,00	14,30	0,10	0,50	6,00	10,00
	1,00	4,00	14,30	0,00	0,50	0,00	7,50
	1,00	5,00	14,20	0,10	0,60	6,00	7,20
	1,00	6,00	14,10	0,10	0,70	6,00	7,00
	1,00	7,00	14,00	0,10	0,80	6,00	6,86
	1,00	8,00	14,00	0,00	0,80	0,00	6,00
	1,00	9,00	14,00	0,00	0,80	0,00	5,33
	1,00	10,00	14,00	0,00	0,80	0,00	4,80
	3,00	13,00	13,80	0,20	1,00	4,00	4,62
	3,00	16,00	13,60	0,20	1,20	4,00	4,50
	3,00	19,00	13,50	0,10	1,30	2,00	4,11
	5,00	24,00	13,30	0,20	1,50	2,40	3,75
	5,00	29,00	13,10	0,20	1,70	2,40	3,52
	5,00	34,00	13,00	0,10	1,80	1,20	3,18
	10,00	44,00	12,70	0,30	2,10	1,80	2,86
	10,00	54,00	12,70	0,00	2,10	0,00	2,33
	10,00	64,00	12,40	0,30	2,40	1,80	2,25
	20,00	84,00	11,70	0,70	3,10	2,10	2,21
	20,00	104,00	11,40	0,30	3,40	0,90	1,96

Fecha	15/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Textura	Franco arcillo arenoso

Observación	
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/ hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	18,00	1,00	1,00	60,00	60,00
	1,00	2,00	17,70	0,30	1,30	18,00	39,00
	1,00	3,00	17,00	0,70	2,00	42,00	40,00
	1,00	4,00	16,50	0,50	2,50	30,00	37,50
	1,00	5,00	16,00	0,50	3,00	30,00	36,00
	1,00	6,00	15,90	0,10	3,10	6,00	31,00
	1,00	7,00	15,70	0,20	3,30	12,00	28,29
	1,00	8,00	15,50	0,20	3,50	12,00	26,25
	1,00	9,00	14,90	0,60	4,10	36,00	27,33
	1,00	10,00	14,70	0,20	4,30	12,00	25,80
	3,00	13,00	14,30	0,40	4,70	8,00	21,69
	3,00	16,00	13,80	0,50	5,20	10,00	19,50
	3,00	19,00	13,00	0,80	6,00	16,00	18,95
	5,00	24,00	12,00	1,00	7,00	12,00	17,50
	5,00	29,00	11,40	0,60	7,60	7,20	15,72
	5,00	34,00	10,60	0,80	8,40	9,60	14,82
	10,00	44,00	8,80	1,80	10,20	10,80	13,91
	10,00	54,00	7,40	1,40	11,60	8,40	12,89
	10,00	64,00	7,40	0,00	11,60	0,00	10,88

15/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arcilloso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	14,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	12,00	2,50	2,50	150,00	150,00
	1,00	2,00	10,70	1,30	3,80	78,00	114,00
	1,00	3,00	9,40	1,30	5,10	78,00	102,00
	1,00	4,00	8,20	1,20	6,30	72,00	94,50
	1,00	5,00	7,40	0,80	7,10	48,00	85,20
	1,00	6,00	6,40	1,00	8,10	60,00	81,00
	1,00	7,00	5,50	0,90	9,00	54,00	77,14
	1,00	8,00	4,50	1,00	10,00	60,00	75,00
	1,00	9,00	4,00	0,50	10,50	30,00	70,00
	1,00	10,00	3,30	0,70	11,20	42,00	67,20
	3,00	13,00	1,90	1,40	12,60	28,00	58,15
	3,00	16,00	0,50	1,40	14,00	28,00	52,50

15/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	11,90	3,10	3,10	186,00	186,00
	1,00	2,00	10,00	1,90	5,00	114,00	150,00
	1,00	3,00	8,30	1,70	6,70	102,00	134,00
	1,00	4,00	7,00	1,30	8,00	78,00	120,00
	1,00	5,00	5,50	1,50	9,50	90,00	114,00
	1,00	6,00	4,00	1,50	11,00	90,00	110,00
	1,00	7,00	2,80	1,20	12,20	72,00	104,57
	1,00	8,00	2,00	0,80	13,00	48,00	97,50
	1,00	9,00	1,50	0,50	13,50	30,00	90,00
	1,00	10,00	1,00	0,50	14,00	30,00	84,00

15/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arcilloso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	18,60	0,40	0,40	24,00	24,00
	1,00	2,00	18,40	0,20	0,60	12,00	18,00
	1,00	3,00	17,80	0,60	1,20	36,00	24,00
	1,00	4,00	17,40	0,40	1,60	24,00	24,00
	1,00	5,00	16,90	0,50	2,10	30,00	25,20
	1,00	6,00	16,70	0,20	2,30	12,00	23,00
	1,00	7,00	16,40	0,30	2,60	18,00	22,29
	1,00	8,00	15,80	0,60	3,20	36,00	24,00
	1,00	9,00	15,30	0,50	3,70	30,00	24,67
	1,00	10,00	15,00	0,30	4,00	18,00	24,00
	3,00	13,00	14,30	0,70	4,70	14,00	21,69
	3,00	16,00	13,40	0,90	5,60	18,00	21,00
	3,00	19,00	12,50	0,90	6,50	18,00	20,53
	5,00	24,00	11,40	1,10	7,60	13,20	19,00
	5,00	29,00	10,50	0,90	8,50	10,80	17,59
	5,00	34,00	9,40	1,10	9,60	13,20	16,94
	5,00	39,00	8,90	0,50	10,10	6,00	15,54

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arcillo arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	11,50	1,00	1,00	60,00	60,00
	1,00	2,00	11,20	0,30	1,30	18,00	39,00
	1,00	3,00	10,90	0,30	1,60	18,00	32,00
	1,00	4,00	10,50	0,40	2,00	24,00	30,00
	1,00	5,00	10,40	0,10	2,10	6,00	25,20
	1,00	6,00	10,30	0,10	2,20	6,00	22,00
	1,00	7,00	10,10	0,20	2,40	12,00	20,57
	1,00	8,00	10,00	0,10	2,50	6,00	18,75
	1,00	9,00	9,90	0,10	2,60	6,00	17,33
	1,00	10,00	9,60	0,30	2,90	18,00	17,40
	3,00	13,00	9,40	0,20	3,10	4,00	14,31
	3,00	16,00	9,00	0,40	3,50	8,00	13,13
	3,00	19,00	8,90	0,10	3,60	2,00	11,37
	5,00	24,00	8,50	0,40	4,00	4,80	10,00
	5,00	29,00	8,00	0,50	4,50	6,00	9,31
	5,00	34,00	7,70	0,30	4,80	3,60	8,47
	10,00	44,00	7,70	0,00	4,80	0,00	6,55

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arcillo arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	13,00	0,50	0,50	30,00	30,00
	1,00	2,00	12,50	0,50	1,00	30,00	30,00
	1,00	3,00	12,00	0,50	1,50	30,00	30,00
	1,00	4,00	11,90	0,10	1,60	6,00	24,00
	1,00	5,00	11,60	0,30	1,90	18,00	22,80
	1,00	6,00	11,40	0,20	2,10	12,00	21,00
	1,00	7,00	11,20	0,20	2,30	12,00	19,71
	1,00	8,00	11,00	0,20	2,50	12,00	18,75
	1,00	9,00	10,90	0,10	2,60	6,00	17,33
	1,00	10,00	10,80	0,10	2,70	6,00	16,20
	3,00	13,00	10,40	0,40	3,10	8,00	14,31
	3,00	16,00	10,00	0,40	3,50	8,00	13,13
	3,00	19,00	9,60	0,40	3,90	8,00	12,32
	5,00	24,00	9,10	0,50	4,40	6,00	11,00
	5,00	29,00	8,70	0,40	4,80	4,80	9,93
	5,00	34,00	8,40	0,30	5,10	3,60	9,00
	10,00	44,00	7,90	0,50	5,60	3,00	7,64
	10,00	54,00	7,40	0,50	6,10	3,00	6,78
	10,00	64,00	7,00	0,40	6,50	2,40	6,09

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	7,60	1,40	1,40	84,00	84,00
	1,00	2,00	7,30	0,30	1,70	18,00	51,00
	1,00	3,00	6,90	0,40	2,10	24,00	42,00
	1,00	4,00	6,60	0,30	2,40	18,00	36,00
	1,00	5,00	6,30	0,30	2,70	18,00	32,40
	1,00	6,00	6,10	0,20	2,90	12,00	29,00
	1,00	7,00	6,00	0,10	3,00	6,00	25,71
	1,00	8,00	5,90	0,10	3,10	6,00	23,25
	1,00	9,00	5,70	0,20	3,30	12,00	22,00
	1,00	10,00	5,50	0,20	3,50	12,00	21,00
	3,00	13,00	5,10	0,40	3,90	8,00	18,00
	3,00	16,00	4,90	0,20	4,10	4,00	15,38
	3,00	19,00	4,60	0,30	4,40	6,00	13,89
	5,00	24,00	4,40	0,20	4,60	2,40	11,50
	5,00	29,00	4,10	0,30	4,90	3,60	10,14
	5,00	34,00	4,00	0,10	5,00	1,20	8,82
	10,00	44,00	4,00	0,00	5,00	0,00	6,82

Lugar	Santiago
Fecha	14/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Tipo de suelo	Franco arenoso

Observaciones	
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/ hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	17,70	0,30	0,30	18,00	18,00
	1,00	2,00	17,00	0,70	1,00	42,00	30,00
	1,00	3,00	16,90	0,10	1,10	6,00	22,00
	1,00	4,00	16,70	0,20	1,30	12,00	19,50
	1,00	5,00	16,60	0,10	1,40	6,00	16,80
	1,00	6,00	16,50	0,10	1,50	6,00	15,00
	1,00	7,00	16,40	0,10	1,60	6,00	13,71
	1,00	8,00	16,00	0,40	2,00	24,00	15,00
	1,00	9,00	16,00	0,00	2,00	0,00	13,33
	1,00	10,00	15,90	0,10	2,10	6,00	12,60
	3,00	13,00	15,00	0,90	3,00	18,00	13,85
	3,00	16,00	15,00	0,00	3,00	0,00	11,25
	3,00	19,00	14,90	0,10	3,10	2,00	9,79
	5,00	24,00	14,50	0,40	3,50	4,80	8,75
	5,00	29,00	14,00	0,50	4,00	6,00	8,28
	5,00	34,00	13,50	0,50	4,50	6,00	7,94
	10,00	44,00	12,90	0,60	5,10	3,60	6,95
	10,00	54,00	12,20	0,70	5,80	4,20	6,44

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	18,30	0,70	0,70	42,00	42,00
	1,00	2,00	18,00	0,30	1,00	18,00	30,00
	1,00	3,00	17,90	0,10	1,10	6,00	22,00
	1,00	4,00	17,50	0,40	1,50	24,00	22,50
	1,00	5,00	17,40	0,10	1,60	6,00	19,20
	1,00	6,00	17,30	0,10	1,70	6,00	17,00
	1,00	7,00	17,20	0,10	1,80	6,00	15,43
	1,00	8,00	17,10	0,10	1,90	6,00	14,25
	1,00	9,00	17,00	0,10	2,00	6,00	13,33
	1,00	10,00	16,90	0,10	2,10	6,00	12,60
	3,00	13,00	16,70	0,20	2,30	4,00	10,62
	3,00	16,00	16,50	0,20	2,50	4,00	9,38
	3,00	19,00	16,30	0,20	2,70	4,00	8,53
	5,00	24,00	16,00	0,30	3,00	3,60	7,50
	5,00	29,00	15,60	0,40	3,40	4,80	7,03
	5,00	34,00	15,00	0,60	4,00	7,20	7,06
	10,00	44,00	15,00	0,00	4,00	0,00	5,45

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Arena franca

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	12,00	1,00	1,00	60,00	60,00
	1,00	2,00	11,80	0,20	1,20	12,00	36,00
	1,00	3,00	11,30	0,50	1,70	30,00	34,00
	1,00	4,00	10,90	0,40	2,10	24,00	31,50
	1,00	5,00	10,50	0,40	2,50	24,00	30,00
	1,00	6,00	10,20	0,30	2,80	18,00	28,00
	1,00	7,00	9,80	0,40	3,20	24,00	27,43
	1,00	8,00	9,40	0,40	3,60	24,00	27,00
	1,00	9,00	9,20	0,20	3,80	12,00	25,33
	1,00	10,00	8,70	0,50	4,30	30,00	25,80
	3,00	13,00	8,00	0,70	5,00	14,00	23,08
	3,00	16,00	7,50	0,50	5,50	10,00	20,63
	3,00	19,00	6,80	0,70	6,20	14,00	19,58
	5,00	24,00	6,10	0,70	6,90	8,40	17,25
	5,00	29,00	5,10	1,00	7,90	12,00	16,34
	5,00	34,00	4,50	0,60	8,50	7,20	15,00
	10,00	44,00	3,90	0,60	9,10	3,60	12,41

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	15,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	15,40	0,10	0,10	6,00	6,00
	1,00	2,00	15,40	0,00	0,10	0,00	3,00
	1,00	3,00	15,40	0,00	0,10	0,00	2,00
	1,00	4,00	15,40	0,00	0,10	0,00	1,50
	1,00	5,00	15,40	0,00	0,10	0,00	1,20
	1,00	6,00	15,30	0,10	0,20	6,00	2,00
	1,00	7,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,71
	1,00	8,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,50
	1,00	9,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,33
	1,00	10,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,20
	3,00	13,00	15,30	0,00	0,20	0,00	0,92
	3,00	16,00	15,00	0,30	0,50	6,00	1,88
	3,00	19,00	15,00	0,00	0,50	0,00	1,58
	5,00	24,00	15,00	0,00	0,50	0,00	1,25
	5,00	29,00	15,00	0,00	0,50	0,00	1,03
	5,00	34,00	15,00	0,00	0,50	0,00	0,88
	10,00	44,00	18,50	0,00	1,00	0,00	1,36

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	15,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	15,40	0,10	0,10	6,00	6,00
	1,00	2,00	15,40	0,00	0,10	0,00	3,00
	1,00	3,00	15,40	0,00	0,10	0,00	2,00
	1,00	4,00	15,40	0,00	0,10	0,00	1,50
	1,00	5,00	15,40	0,00	0,10	0,00	1,20
	1,00	6,00	15,30	0,10	0,20	6,00	2,00
	1,00	7,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,71
	1,00	8,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,50
	1,00	9,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,33
	1,00	10,00	15,30	0,00	0,20	0,00	1,20
	3,00	13,00	15,30	0,00	0,20	0,00	0,92
	3,00	16,00	15,00	0,30	0,50	6,00	1,88
	3,00	19,00	15,00	0,00	0,50	0,00	1,58
	5,00	24,00	15,00	0,00	0,50	0,00	1,25
	5,00	29,00	15,00	0,00	0,50	0,00	1,03
	5,00	34,00	15,00	0,00	0,50	0,00	0,88

14/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	14,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	13,70	0,80	0,80	48,00	48,00
	1,00	2,00	13,60	0,10	0,90	6,00	27,00
	1,00	3,00	13,50	0,10	1,00	6,00	20,00
	1,00	4,00	13,40	0,10	1,10	6,00	16,50
	1,00	5,00	13,40	0,00	1,10	0,00	13,20
	1,00	6,00	13,40	0,00	1,10	0,00	11,00
	1,00	7,00	13,40	0,00	1,10	0,00	9,43
	1,00	8,00	13,40	0,00	1,10	0,00	8,25
	1,00	9,00	13,40	0,00	1,10	0,00	7,33
	1,00	10,00	13,40	0,00	1,10	0,00	6,60
	3,00	13,00	13,40	0,00	1,10	0,00	5,08
	3,00	16,00	13,40	0,00	1,10	0,00	4,13
	3,00	19,00	13,40	0,00	1,10	0,00	3,47
	5,00	24,00	13,40	0,00	1,10	0,00	2,75
	5,00	29,00	13,40	0,00	1,10	0,00	2,28
	5,00	34,00	13,40	0,00	1,10	0,00	1,94
	10,00	44,00	13,40	0,00	1,10	0,00	1,50
	10,00	54,00	13,30	0,10	1,20	0,60	1,33
	5,00	59,00	13,30	0,00	1,20	0,00	1,22

13/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	16,20	0,80	0,80	48,00	48,00
	1,00	2,00	16,00	0,20	1,00	12,00	30,00
	1,00	3,00	15,80	0,20	1,20	12,00	24,00
	1,00	4,00	15,40	0,40	1,60	24,00	24,00
	1,00	5,00	15,10	0,30	1,90	18,00	22,80
	1,00	6,00	15,00	0,10	2,00	6,00	20,00
	1,00	7,00	14,80	0,20	2,20	12,00	18,86
	1,00	8,00	14,60	0,20	2,40	12,00	18,00
	1,00	9,00	14,40	0,20	2,60	12,00	17,33
	1,00	10,00	14,20	0,20	2,80	12,00	16,80
	3,00	13,00	13,80	0,40	3,20	8,00	14,77
	3,00	16,00	13,40	0,40	3,60	8,00	13,50
	3,00	19,00	13,00	0,40	4,00	8,00	12,63
	5,00	24,00	12,60	0,40	4,40	4,80	11,00
	5,00	29,00	12,00	0,60	5,00	7,20	10,34
	5,00	34,00	11,60	0,40	5,40	4,80	9,53
	10,00	44,00	11,00	0,60	6,00	3,60	8,18
	10,00	54,00	10,80	0,20	6,20	1,20	6,89
	10,00	64,00	9,70	1,10	7,30	6,60	6,84
	5,00	69,00	9,40	0,30	7,60	3,60	6,61

Lugar	Caracas VE
Fecha	13/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Textura	Arena franca

Observaciones	
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	15,70	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	14,40	1,30	1,30	78,00	78,00
	1,00	2,00	14,10	0,30	1,60	18,00	48,00
	1,00	3,00	14,00	0,10	1,70	6,00	34,00
	1,00	4,00	13,90	0,10	1,80	6,00	27,00
	1,00	5,00	13,80	0,10	1,90	6,00	22,80
	1,00	6,00	13,70	0,10	2,00	6,00	20,00
	1,00	7,00	13,60	0,10	2,10	6,00	18,00
	1,00	8,00	13,50	0,10	2,20	6,00	16,50
	1,00	9,00	13,40	0,10	2,30	6,00	15,33
	1,00	10,00	13,30	0,10	2,40	6,00	14,40
	3,00	13,00	13,20	0,10	2,50	2,00	11,54
	3,00	16,00	13,00	0,20	2,70	4,00	10,13
	3,00	19,00	13,00	0,00	2,70	0,00	8,53
	5,00	24,00	12,70	0,30	3,00	3,60	7,50
	5,00	29,00	12,50	0,20	3,20	2,40	6,62
	5,00	34,00	12,30	0,20	3,40	2,40	6,00
	10,00	44,00	12,00	0,30	3,70	1,80	5,05
	10,00	54,00	11,60	0,40	4,10	2,40	4,56
	10,00	64,00	11,30	0,30	4,40	1,80	4,13

13/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso.

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	17,60	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	16,30	1,30	1,30	78,00	78,00
	1,00	2,00	16,00	0,30	1,60	18,00	48,00
	1,00	3,00	15,20	0,80	2,40	48,00	48,00
	1,00	4,00	15,00	0,20	2,60	12,00	39,00
	1,00	5,00	14,80	0,20	2,80	12,00	33,60
	1,00	6,00	14,60	0,20	3,00	12,00	30,00
	1,00	7,00	14,50	0,10	3,10	6,00	26,57
	1,00	8,00	14,10	0,40	3,50	24,00	26,25
	1,00	9,00	14,00	0,10	3,60	6,00	24,00
	1,00	10,00	13,90	0,10	3,70	6,00	22,20
	3,00	13,00	13,60	0,30	4,00	6,00	18,46
	3,00	16,00	13,20	0,40	4,40	8,00	16,50
	3,00	19,00	12,90	0,30	4,70	6,00	14,84
	5,00	24,00	12,70	0,20	4,90	2,40	12,25
	5,00	29,00	12,60	0,10	5,00	1,20	10,34
	5,00	34,00	12,60	0,00	5,00	0,00	8,82

Lugar	Tepic, Jalisco
Fecha	13/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Tipo de suelo	Franco arenoso

Observaciones	Día soleado
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/ hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	16,00	0,60	0,60	36,00	36,00
	1,00	2,00	15,80	0,20	0,80	12,00	24,00
	1,00	3,00	15,60	0,20	1,00	12,00	20,00
	1,00	4,00	15,50	0,10	1,10	6,00	16,50
	1,00	5,00	15,40	0,10	1,20	6,00	14,40
	1,00	6,00	15,20	0,20	1,40	12,00	14,00
	1,00	7,00	15,00	0,20	1,60	12,00	13,71
	1,00	8,00	14,90	0,10	1,70	6,00	12,75
	1,00	9,00	14,80	0,10	1,80	6,00	12,00
	1,00	10,00	14,60	0,20	2,00	12,00	12,00
	3,00	13,00	14,30	0,30	2,30	6,00	10,62
	3,00	16,00	13,80	0,50	2,80	10,00	10,50
	3,00	19,00	13,40	0,40	3,20	8,00	10,11
	5,00	24,00	12,80	0,60	3,80	7,20	9,50
	5,00	29,00	12,30	0,50	4,30	6,00	8,90
	5,00	34,00	11,80	0,50	4,80	6,00	8,47
	10,00	44,00	10,70	1,10	5,90	6,60	8,05
	10,00	54,00	9,50	1,20	7,10	7,20	7,89
	10,00	64,00	8,50	1,00	8,10	6,00	7,59

13/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	17,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	16,00	1,50	1,50	90,00	90,00
	1,00	2,00	14,90	1,10	2,60	66,00	78,00
	1,00	3,00	14,90	0,00	2,60	0,00	52,00
	1,00	4,00	14,50	0,40	3,00	24,00	45,00
	1,00	5,00	14,00	0,50	3,50	30,00	42,00
	1,00	6,00	13,70	0,30	3,80	18,00	38,00
	1,00	7,00	13,30	0,40	4,20	24,00	36,00
	1,00	8,00	12,80	0,50	4,70	30,00	35,25
	1,00	9,00	11,90	0,90	5,60	54,00	37,33
	1,00	10,00	11,90	0,00	5,60	0,00	33,60
	3,00	13,00	10,50	1,40	7,00	28,00	32,31
	3,00	16,00	9,70	0,80	7,80	16,00	29,25
	3,00	19,00	8,60	1,10	8,90	22,00	28,11
	5,00	24,00	8,00	0,60	9,50	7,20	23,75
	5,00	29,00	7,30	0,70	10,20	8,40	21,10
	5,00	34,00	7,30	0,00	10,20	0,00	18,00
	10,00	44,00	6,30	1,00	11,20	6,00	15,27
	10,00	54,00	4,50	1,80	13,00	10,80	14,44
	10,00	64,00	3,00	1,50	14,50	9,00	13,59

Lugar	Torre V*
Fecha	13/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Textura	Franco

Observación	
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/ hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	2,00	19,90	0,10	0,10	6,00	3,00
	1,00	3,00	19,90	0,00	0,10	0,00	2,00
	1,00	4,00	19,80	0,10	0,20	6,00	3,00
	1,00	5,00	19,80	0,00	0,20	0,00	2,40
	1,00	6,00	19,80	0,00	0,20	0,00	2,00
	1,00	7,00	19,80	0,00	0,20	0,00	1,71
	1,00	8,00	19,70	0,10	0,30	6,00	2,25
	1,00	9,00	19,70	0,00	0,30	0,00	2,00
	1,00	10,00	19,70	0,00	0,30	0,00	1,80
	3,00	13,00	19,40	0,30	0,60	6,00	2,77
	3,00	16,00	19,30	0,10	0,70	2,00	2,63
	3,00	19,00	19,00	0,30	1,00	6,00	3,16
	5,00	24,00	19,00	0,00	1,00	0,00	2,50
	5,00	29,00	18,60	0,40	1,40	4,80	2,90
	5,00	34,00	18,50	0,10	1,50	1,20	2,65
	10,00	44,00	18,00	0,50	2,00	3,00	2,73
	10,00	54,00	18,00	0,00	2,00	0,00	2,22
	10,00	64,00	18,00	0,00	2,00	0,00	1,88
	10,00	74,00	18,00	0,00	2,00	0,00	1,62

Lugar	Pijuyaj 13
Fecha	13/01/2011
Método	Anillos infiltrómetros
Textura	Franco arcillo arenoso

Observación	-
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura

Hora (a.m.)	Tiempo (minutos)		Lectura en regla (cm)	Lámina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/hora)	
	Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulado	Instantáneo	Acumulada
07:30	0,00	0,00	14,90	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	14,40	0,50	0,50	30,00	30,00
	1,00	2,00	13,60	0,80	1,30	48,00	39,00
	1,00	3,00	12,90	0,70	2,00	42,00	40,00
	1,00	4,00	12,80	0,10	2,10	6,00	31,50
	1,00	5,00	12,60	0,20	2,30	12,00	27,60
	1,00	6,00	12,50	0,10	2,40	6,00	24,00
	1,00	7,00	12,50	0,00	2,40	0,00	20,57
	1,00	8,00	12,50	0,00	2,40	0,00	18,00
	1,00	9,00	12,50	0,00	2,40	0,00	16,00
	1,00	10,00	12,50	0,00	2,40	0,00	14,40
	3,00	13,00	12,30	0,20	2,60	4,00	12,00
	3,00	16,00	12,00	0,30	2,90	6,00	10,88
	3,00	19,00	12,00	0,00	2,90	0,00	9,16
	5,00	24,00	11,60	0,40	3,30	4,80	8,25
	5,00	29,00	11,50	0,10	3,40	1,20	7,03
	5,00	34,00	11,20	0,30	3,70	3,60	6,53
	10,00	44,00	10,50	0,70	4,40	4,20	6,00
	10,00	54,00	10,40	0,10	4,50	0,60	5,00
	10,00	64,00	10,30	0,10	4,60	0,60	4,31
	20,00	84,00	10,30	0,00	4,60	0,00	3,29

13/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

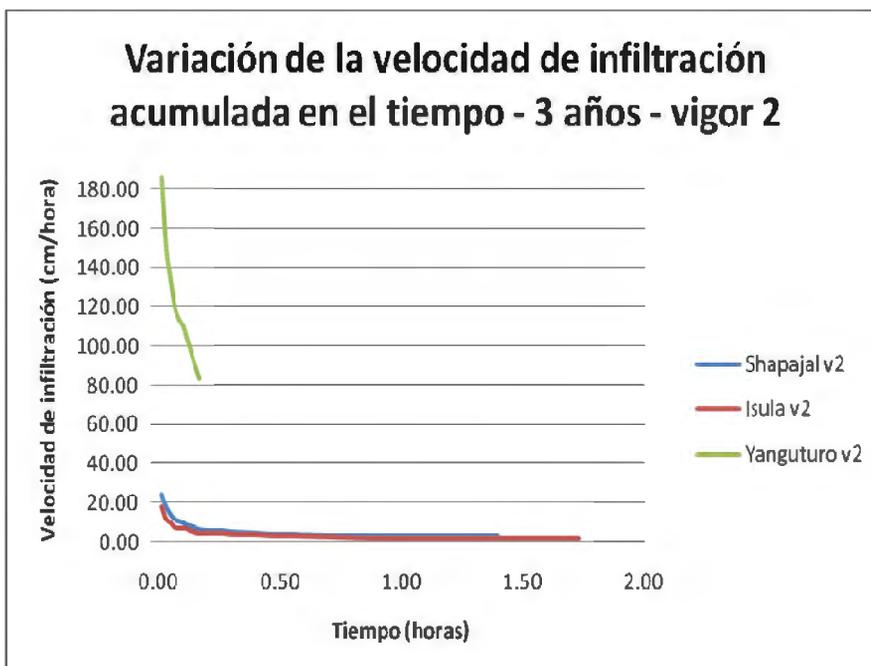
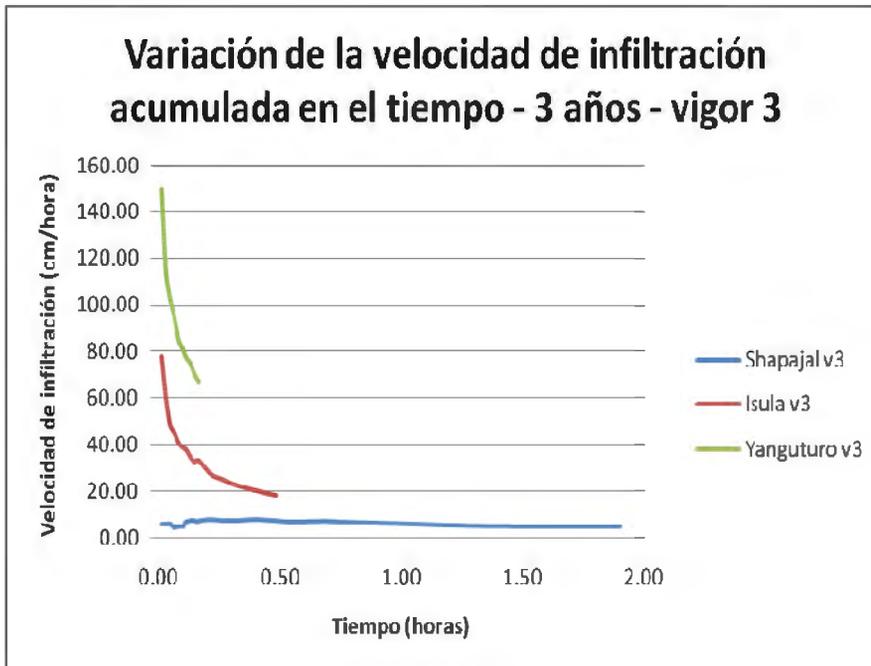
07:30	0,00	0,00	18,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	17,50	1,00	1,00	60,00	60,00
	1,00	2,00	17,20	0,30	1,30	18,00	39,00
	1,00	3,00	17,10	0,10	1,40	6,00	28,00
	1,00	4,00	17,00	0,10	1,50	6,00	22,50
	1,00	5,00	17,00	0,00	1,50	0,00	18,00
	1,00	6,00	17,00	0,00	1,50	0,00	15,00
	1,00	7,00	17,00	0,00	1,50	0,00	12,86
	1,00	8,00	16,90	0,10	1,60	6,00	12,00
	1,00	9,00	16,80	0,10	1,70	6,00	11,33
	1,00	10,00	16,80	0,00	1,70	0,00	10,20
	3,00	13,00	16,60	0,20	1,90	4,00	8,77
	3,00	16,00	16,40	0,20	2,10	4,00	7,88
	3,00	19,00	16,10	0,30	2,40	6,00	7,58
	5,00	24,00	15,70	0,40	2,80	4,80	7,00
	5,00	29,00	15,10	0,60	3,40	7,20	7,03
	5,00	34,00	14,90	0,20	3,60	2,40	6,35
	10,00	44,00	14,70	0,20	3,80	1,20	5,18
	10,00	54,00	14,50	0,20	4,00	1,20	4,44
	10,00	64,00	14,10	0,40	4,40	2,40	4,13
	20,00	84,00	13,80	0,30	4,70	0,90	3,36

13/01/2011
Anillos infiltrómetros
Franco arenoso

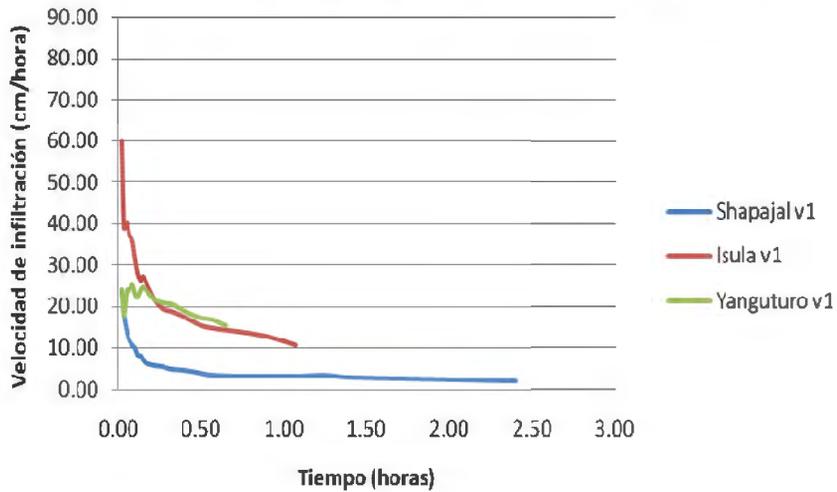
Tipo de suelo	Suelo sin cobertura
---------------	---------------------

07:30	0,00	0,00	17,80	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	1,00	17,70	0,10	0,10	6,00	6,00
	1,00	2,00	17,60	0,10	0,20	6,00	6,00
	1,00	3,00	17,50	0,10	0,30	6,00	6,00
	1,00	4,00	17,50	0,00	0,30	0,00	4,50
	1,00	5,00	17,40	0,10	0,40	6,00	4,80
	1,00	6,00	17,40	0,00	0,40	0,00	4,00
	1,00	7,00	17,40	0,00	0,40	0,00	3,43
	1,00	8,00	17,30	0,10	0,50	6,00	3,75
	1,00	9,00	17,30	0,00	0,50	0,00	3,33
	1,00	10,00	17,20	0,10	0,60	6,00	3,60
	3,00	13,00	17,20	0,00	0,60	0,00	2,77
	3,00	16,00	17,00	0,20	0,80	4,00	3,00
	3,00	19,00	17,00	0,00	0,80	0,00	2,53
	5,00	24,00	16,70	0,30	1,10	3,60	2,75
	5,00	29,00	16,60	0,10	1,20	1,20	2,48
	5,00	34,00	16,40	0,20	1,40	2,40	2,47
	10,00	44,00	16,20	0,20	1,60	1,20	2,18
	10,00	54,00	15,40	0,80	2,40	4,80	2,67
	10,00	64,00	15,40	0,00	2,40	0,00	2,25

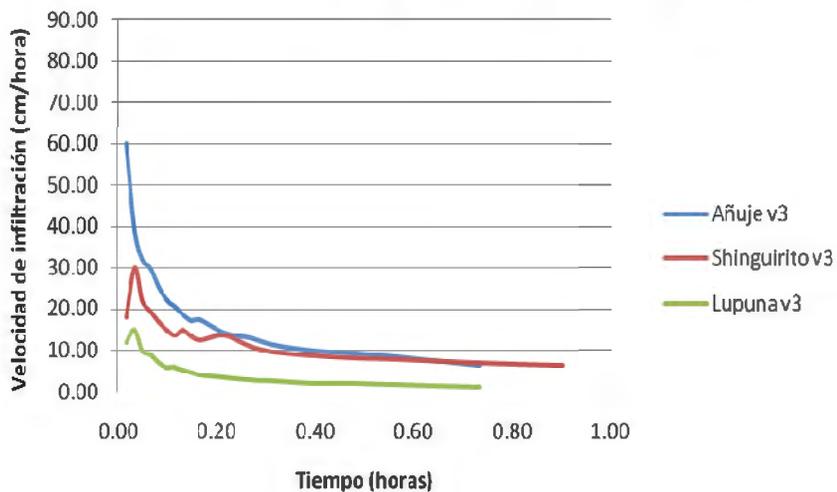
## CURVAS DE INFILTRACIÓN



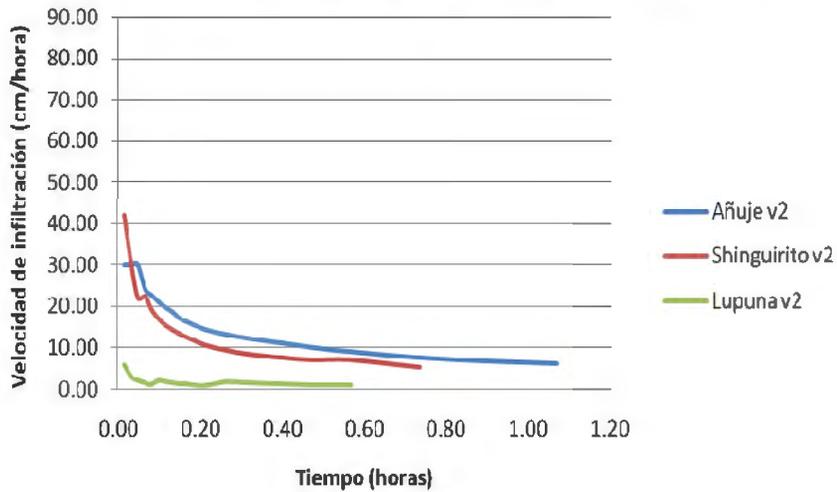
### Variación de la velocidad de infiltración acumulada en el tiempo - 3 años - vigor 1



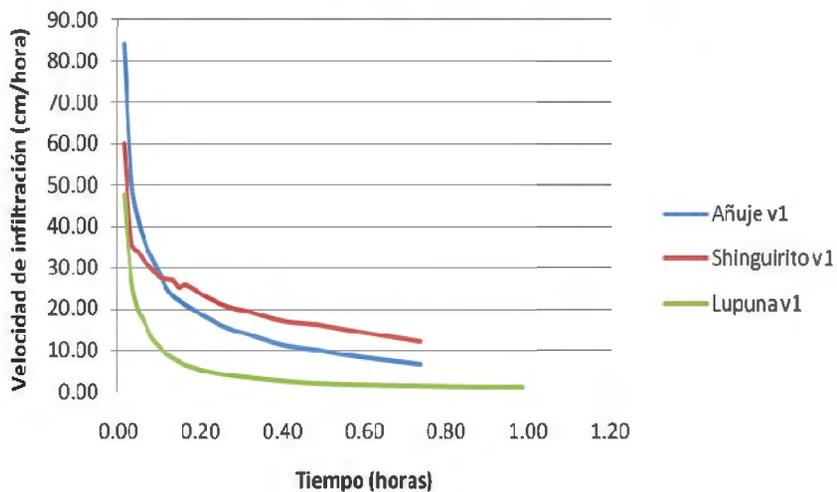
### Variación de la velocidad de infiltración acumulada en el tiempo - 2 años - vigor 3



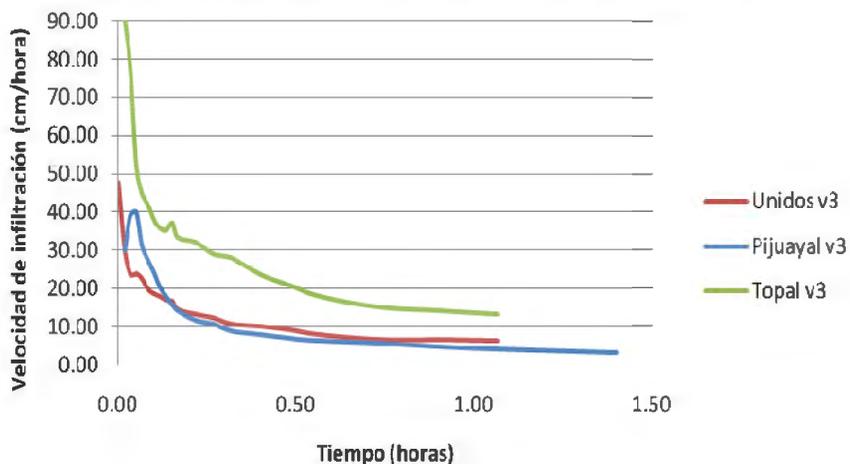
### Variación de la velocidad de infiltración acumulada en el tiempo - 2 años - vigor 2



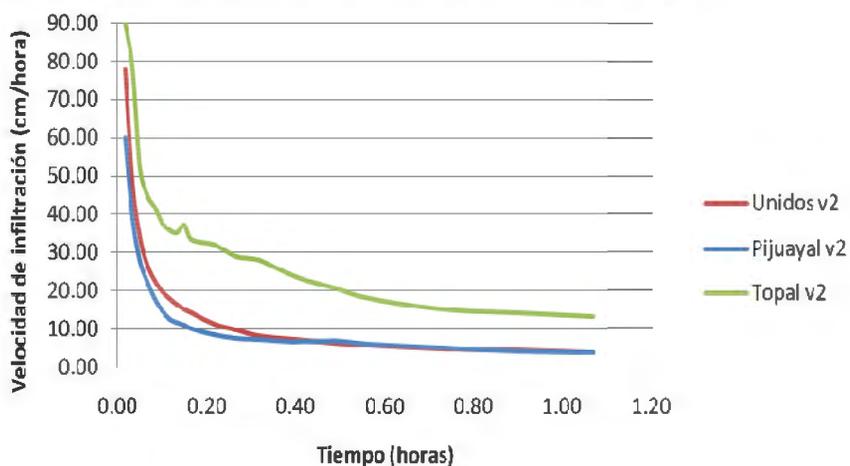
### Variación de la velocidad de infiltración acumulada en el tiempo - 2 años - vigor 1



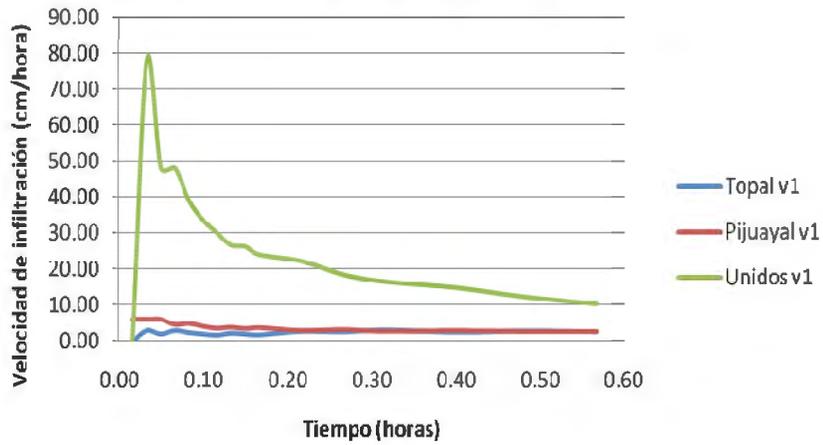
### Variación de la velocidad de infiltración acumulada en el tiempo - 1 año - vigor 3



### Variación de la velocidad de infiltración acumulada en el tiempo - 1 año - vigor 2



## Variación de la velocidad de infiltración acumulada en el tiempo - 1 año - vigor 1



## FOTOS DEL AGUA USADA PARA LA MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

- Sedimentos del agua proveniente de la quebrada



- Agua sin sedimentos proveniente del pozo



## ANEXO 3

### DATOS DE DIÁMETRO, ALTURA, VIGOR Y GEOREFERENCIACIÓN EN ENERO Y JULIO; E INCREMENTO MEDIO ANUAL POR PARCELA

- Datos reales de edad por parcela, usados para cálculos de IMA

Shapajal	25/04/2008	3,25 años
Isula	12/04/2008	3,25 años
Yanguturo	10/11/2008	2,83 años
Añuje	24/01/2009	2,50 años
Shinguirito	13/12/2008	2,58 años
Lupuna	06/01/2009	2,50 años
Unidos	02/12/2009	1,58 años
Pijuayal	25/02/2010	1,42 años
Topal	03/12/2009	1,67 años

- Datos de dap, altura, IMA y coordenadas

Nº	Edad	Parcela	DAP (cm)	DAP	H (m)	H (m)	IMA	IMA	Vigor	Coordenadas (UTM)	
			enero	(cm) julio	enero	julio	DAP	H		X	Y
1	3	Shapajal	4,76	4,80	4,90	5,20	1,48	1,60	2	523669	9050690
2	3	Shapajal	5,40	6,23	5,10	6,00	1,92	1,85	3	523676	9050693
3	3	Shapajal	4,13	5,40	4,20	6,20	1,66	1,91	3	523676	9050692
4	3	Shapajal	4,13	4,80	4,50	5,40	1,48	1,66	2	523670	9050688
5	3	Shapajal	4,76	5,40	5,10	6,00	1,66	1,85	3	523665	9050685
6	3	Shapajal	4,76	4,90	5,20	6,00	1,51	1,85	3	523664	9050685
7	3	Shapajal	4,45	4,90	5,20	5,80	1,51	1,78	3	523671	9050686
8	3	Shapajal	3,81	5,00	3,50	4,53	1,54	1,39	2	523676	9050686
9	3	Shapajal	4,45	5,90	3,80	4,83	1,82	1,49	3	523673	9050682
10	3	Shapajal	4,76	5,60	3,20	4,20	1,72	1,29	2	523666	9050680
11	3	Shapajal	4,13	4,35	3,80	4,60	1,34	1,42	1	523666	9050676
12	3	Shapajal	4,76	5,60	3,10	5,10	1,72	1,57	1	523672	9050680
13	3	Shapajal	4,13	4,96	3,30	4,10	1,53	1,26	1	523678	9050683
14	3	Shapajal	3,18	4,05	3,80	4,60	1,25	1,42	1	523681	9050680
15	3	Shapajal	4,76	5,00	4,10	4,50	1,54	1,38	2	523673	9050676
16	3	Shapajal	4,13	4,96	4,10	5,00	1,53	1,54	1	523670	9050674
17	3	Shapajal	3,49	5,00	4,30	5,33	1,54	1,64	1	523671	9050672
18	3	Shapajal	4,13	4,90	4,90	5,00	1,51	1,54	1	523681	9050677
19	3	Shapajal	4,45	5,50	5,10	6,00	1,69	1,85	2	523678	9050671
20	3	Shapajal	5,08	6,30	5,10	6,00	1,94	1,85	3	523673	9050668
21	3	Shapajal	4,76	6,20	4,30	5,33	1,91	1,64	3	523673	9050666
22	3	Shapajal	3,49	5,30	5,00	6,20	1,63	1,91	3	523678	9050668
23	3	Shapajal	3,49	4,40	3,30	5,00	1,35	1,54	2	523685	9050671
24	3	Shapajal	4,13	4,20	3,20	4,90	1,29	1,51	1	523686	9050672
25	3	Shapajal	4,13	4,96	3,20	6,00	1,53	1,85	2	523679	9050666
26	3	Shapajal	4,76	5,60	4,50	4,50	1,72	1,38	1	523674	9050662
27	3	Shapajal	4,76	5,60	3,90	4,20	1,72	1,29	1	523676	9050661
28	3	Shapajal	4,13	4,96	4,00	5,20	1,53	1,60	2	523688	9050667
29	3	Shapajal	4,13	4,90	4,00	5,90	1,51	1,82	2	523689	9050665
30	3	Shapajal	5,72	6,55	4,30	5,33	2,02	1,64	2	523676	9050658

1	3	Isula	4,13	4,45	5,00	5,00	1,37	1,54	2	523325	9050605
2	3	Isula	4,76	5,20	6,50	6,50	1,60	2,00	2	523329	9050599
3	3	Isula	4,76	4,76	5,10	5,10	1,46	1,57	3	523336	9050596
4	3	Isula	5,40	5,45	6,00	6,00	1,68	1,85	3	523335	9050590
5	3	Isula	4,76	5,25	5,00	5,50	1,62	1,69	2	523358	9050559
6	3	Isula	4,13	6,20	5,00	6,00	1,91	1,85	3	523360	9050556
7	3	Isula	3,81	6,00	5,00	5,80	1,85	1,78	3	523377	9050537
8	3	Isula	4,13	5,90	5,50	5,60	1,82	1,72	2	523320	9050604
9	3	Isula	4,76	5,10	5,00	5,10	1,57	1,57	1	523323	9050599
10	3	Isula	4,45	5,89	4,00	4,50	1,81	1,38	1	523329	9050593
11	3	Isula	4,76	6,21	5,50	6,07	1,91	1,87	1	523334	9050587
12	3	Isula	4,13	5,41	3,50	4,07	1,66	1,25	2	523334	9050586
13	3	Isula	5,40	6,00	6,10	6,10	1,84	1,88	2	523337	9050581
14	3	Isula	3,49	5,32	4,00	5,90	1,64	1,82	1	523343	9050574
15	3	Isula	4,76	5,58	5,20	5,40	1,72	1,66	2	523346	9050569
16	3	Isula	4,76	6,21	4,50	4,50	1,91	1,38	1	523349	9050564
17	3	Isula	4,76	5,79	3,50	4,07	1,78	1,25	3	523351	9050558
18	3	Isula	4,76	7,20	4,00	6,80	2,21	2,09	3	523354	9050553
19	3	Isula	3,18	6,37	2,90	3,47	1,96	1,07	3	523317	9050602
20	3	Isula	4,76	6,56	3,90	5,70	2,02	1,75	2	523322	9050597
21	3	Isula	4,76	6,62	6,00	6,10	2,04	1,88	3	523325	9050592
22	3	Isula	4,76	5,84	7,00	7,00	1,80	2,15	3	523331	9050587
23	3	Isula	3,81	6,33	2,80	3,37	1,95	1,04	3	523334	9050582
24	3	Isula	4,13	4,85	4,50	5,00	1,49	1,54	2	523335	9050578
25	3	Isula	4,45	6,56	6,00	6,00	2,02	1,85	3	523341	9050572
26	3	Isula	3,49	6,24	2,50	3,07	1,92	0,94	2	523345	9050561
27	3	Isula	4,13	5,57	5,50	6,07	1,72	1,87	1	523345	9050557
28	3	Isula	4,13	6,94	5,50	6,40	2,14	1,97	3	523349	9050548
29	3	Isula	3,81	5,50	5,00	5,80	1,69	1,78	2	523349	9050541
30	3	Isula	5,08	6,53	2,00	3,10	2,01	0,95	1	523346	9050527

1	3	Yanguturo	4,76	7,02	4,50	5,80	2,48	2,05	2	523659	9050510
2	3	Yanguturo	4,13	7,09	4,00	4,70	2,50	1,66	3	523657	9050499
3	3	Yanguturo	4,76	8,05	6,00	6,60	2,84	2,33	3	523657	9050490
4	3	Yanguturo	5,72	8,18	6,50	6,70	2,89	2,37	3	523655	9050482
5	3	Yanguturo	5,72	6,36	6,00	6,70	2,25	2,37	3	523654	9050476
6	3	Yanguturo	4,13	6,08	4,50	6,80	2,15	2,40	3	523652	9050472
7	3	Yanguturo	5,08	6,27	7,00	7,00	2,21	2,47	3	523652	9050465
8	3	Yanguturo	4,13	4,95	4,00	4,80	1,75	1,70	2	523651	9050460
9	3	Yanguturo	4,13	5,89	6,00	6,72	2,08	2,37	2	523649	9050446
10	3	Yanguturo	4,76	7,42	7,00	7,20	2,62	2,54	3	523653	9050447
11	3	Yanguturo	4,76	5,93	4,50	4,60	2,09	1,63	1	523652	9050451
12	3	Yanguturo	3,49	4,98	4,50	6,00	1,76	2,12	2	523654	9050457
13	3	Yanguturo	5,40	8,25	5,50	5,60	2,91	1,98	2	523656	9050464
14	3	Yanguturo	4,45	6,72	5,00	5,40	2,37	1,91	2	523657	9050469
15	3	Yanguturo	4,76	8,58	4,50	5,22	3,03	1,84	3	523658	9050474
16	3	Yanguturo	6,35	8,37	5,50	7,30	2,96	2,58	3	523661	9050482
17	3	Yanguturo	5,72	6,33	6,00	6,72	2,23	2,37	2	523659	9050487
18	3	Yanguturo	4,13	7,87	3,50	4,22	2,78	1,49	3	523659	9050492
19	3	Yanguturo	4,76	7,65	5,50	6,80	2,70	2,40	3	523660	9050500
20	3	Yanguturo	4,13	6,57	3,30	4,02	2,32	1,42	3	523660	9050505
21	3	Yanguturo	2,54	4,97	2,20	3,20	1,76	1,13	1	523660	9050511
22	3	Yanguturo	4,76	6,55	7,00	7,72	2,31	2,73	2	523663	9050505
23	3	Yanguturo	5,40	7,43	7,00	7,72	2,63	2,73	1	523662	9050498
24	3	Yanguturo	6,03	6,85	7,00	7,72	2,42	2,73	2	523658	9050480
25	3	Yanguturo	5,72	6,78	7,00	7,72	2,39	2,73	2	523657	9050475
26	3	Yanguturo	4,76	6,65	6,00	6,72	2,35	2,37	2	523658	9050471
27	3	Yanguturo	4,13	6,20	4,50	5,22	2,19	1,84	3	523657	9050462
28	3	Yanguturo	3,81	6,54	5,00	5,50	2,31	1,94	2	523656	9050456
29	3	Yanguturo	4,45	6,44	7,00	7,10	2,28	2,51	3	523654	9050450
30	3	Yanguturo	5,72	6,63	7,50	7,50	2,34	2,65	3	523653	9050441

1	2	Añuje	2,54	3,90	1,50	2,10	1,56	0,84	1	524601	9050814
2	2	Añuje	4,13	5,60	2,20	3,00	2,24	1,20	3	524605	9050814
3	2	Añuje	2,54	3,90	1,80	2,90	1,56	1,16	2	524607	9050811
4	2	Añuje	2,22	3,90	1,50	2,60	1,56	1,04	2	524612	9050808
5	2	Añuje	2,22	4,05	1,50	2,90	1,62	1,16	3	524612	9050808
6	2	Añuje	3,81	4,05	2,20	3,20	1,62	1,28	3	524619	9050805
7	2	Añuje	3,81	5,60	2,30	3,50	2,24	1,40	3	524624	9050805
8	2	Añuje	3,81	4,05	2,20	2,90	1,62	1,16	2	524625	9050804
9	2	Añuje	2,86	4,40	1,90	3,10	1,76	1,24	2	524624	9050800
10	2	Añuje	3,18	4,40	2,30	2,90	1,76	1,16	2	524627	9050798
11	2	Añuje	3,81	4,40	2,20	2,90	1,76	1,16	2	524631	9050798
12	2	Añuje	3,81	4,05	2,50	2,80	1,62	1,12	1	524631	9050797
13	2	Añuje	3,81	3,90	1,90	2,90	1,56	1,16	2	524631	9050797
14	2	Añuje	3,49	5,00	2,30	3,20	2,00	1,28	3	524631	9050797
15	2	Añuje	3,18	4,35	2,30	3,20	1,74	1,28	3	524631	9050796
16	2	Añuje	3,81	3,90	1,80	2,60	1,56	1,04	1	524627	9050794
17	2	Añuje	2,86	5,60	2,30	3,30	2,24	1,32	3	524622	9050796
18	2	Añuje	3,81	4,05	2,20	3,13	1,62	1,25	1	524621	9050796
19	2	Añuje	3,49	4,60	1,90	3,00	1,84	1,20	2	524617	9050798
20	2	Añuje	3,18	3,90	2,40	2,80	1,56	1,12	2	524611	9050802
21	2	Añuje	3,05	4,05	1,50	2,43	1,62	0,97	2	524609	9050803
22	2	Añuje	4,13	4,80	1,50	2,43	1,92	0,97	3	524605	9050806
23	2	Añuje	2,86	4,80	1,30	2,23	1,92	0,89	3	524599	9050810
24	2	Añuje	2,54	4,80	2,10	4,20	1,92	1,68	3	524598	9050810
25	2	Añuje	3,18	3,90	1,60	2,53	1,56	1,01	3	524598	9050810
26	2	Añuje	3,18	3,90	2,10	3,70	1,56	1,48	1	524597	9050810
27	2	Añuje	3,81	4,05	2,20	3,00	1,62	1,20	1	524604	9050798
28	2	Añuje	4,13	5,16	2,10	3,03	2,06	1,21	1	524607	9050795
29	2	Añuje	3,81	4,84	2,20	3,13	1,94	1,25	1	524610	9050793
30	2	Añuje	1,91	1,91	1,00	1,00	0,76	0,40	1	524632	9050782

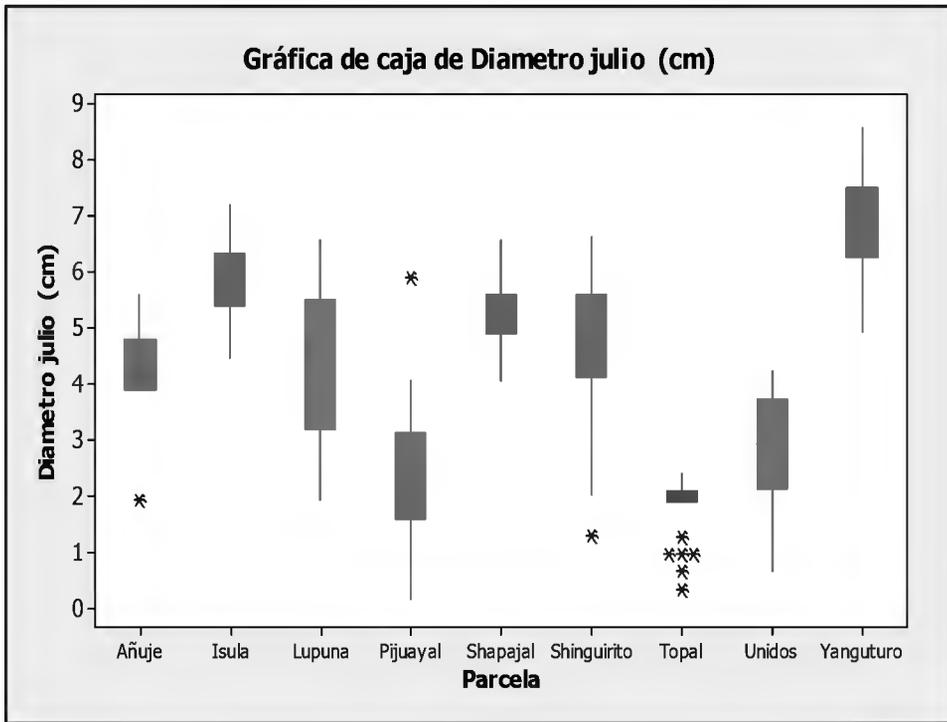
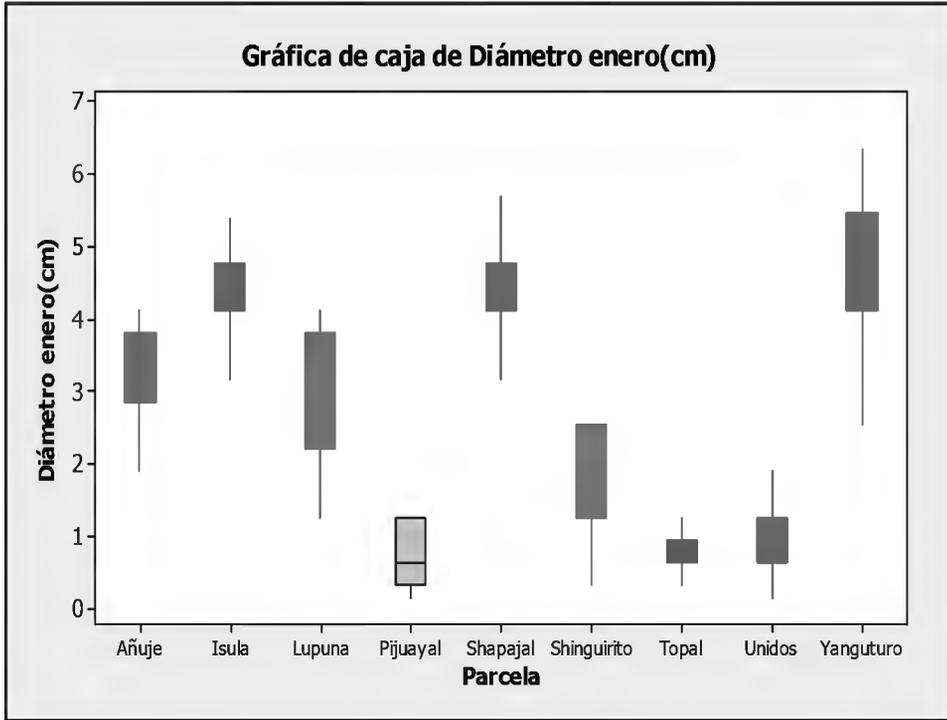
1	2	Shinguirito	2,54	5,20	2,30	4,00	2,02	1,55	2	524737	9050848
2	2	Shinguirito	1,27	4,35	2,20	3,49	1,69	1,35	1	524739	9050849
3	2	Shinguirito	1,27	4,55	2,50	3,79	1,76	1,47	2	524742	9050851
4	2	Shinguirito	1,27	4,80	2,20	4,00	1,86	1,55	2	524744	9050854
5	2	Shinguirito	1,27	4,75	2,00	3,29	1,84	1,27	2	524746	9050857
6	2	Shinguirito	1,27	1,30	2,00	3,29	0,50	1,27	1	524749	9050863
7	2	Shinguirito	1,27	5,30	2,50	3,90	2,05	1,51	2	524752	9050869
8	2	Shinguirito	1,27	5,05	2,50	3,79	1,96	1,47	2	524752	9050872
9	2	Shinguirito	1,27	4,80	2,70	4,00	1,86	1,55	2	524752	9050880
10	2	Shinguirito	2,54	5,02	2,60	3,89	1,94	1,51	3	524753	9050881
11	2	Shinguirito	2,54	6,24	2,50	3,79	2,42	1,47	3	524744	9050883
12	2	Shinguirito	2,54	5,60	2,70	3,99	2,17	1,55	3	524743	9050880
13	2	Shinguirito	2,54	3,43	2,90	4,40	1,33	1,71	2	524744	9050875
14	2	Shinguirito	2,54	3,09	2,40	3,70	1,20	1,43	1	524744	9050869
15	2	Shinguirito	0,64	5,16	2,00	3,29	2,00	1,27	3	524743	9050864
16	2	Shinguirito	2,54	4,14	2,60	4,00	1,60	1,55	2	524743	9050863
17	2	Shinguirito	0,64	3,45	2,50	3,79	1,34	1,47	2	524743	9050861
18	2	Shinguirito	0,64	2,02	2,50	2,60	0,78	1,01	1	524739	9050858
19	2	Shinguirito	0,32	5,79	1,80	3,09	2,24	1,20	3	524737	9050855
20	2	Shinguirito	2,54	6,62	2,70	3,99	2,57	1,55	3	524735	9050854
21	2	Shinguirito	1,27	5,08	2,60	3,89	1,97	1,51	2	524728	9050857
22	2	Shinguirito	2,54	5,76	2,60	3,89	2,23	1,51	3	524731	9050860
23	2	Shinguirito	2,54	5,28	2,60	4,80	2,04	1,86	3	524738	9050863
24	2	Shinguirito	1,27	5,06	3,00	4,33	1,96	1,68	2	524739	9050866
25	2	Shinguirito	1,27	6,35	2,80	2,80	2,46	1,09	3	524739	9050870
26	2	Shinguirito	2,54	5,17	3,10	4,60	2,00	1,78	3	524740	9050870
27	2	Shinguirito	2,54	5,65	2,90	3,00	2,19	1,16	1	524740	9050876
28	2	Shinguirito	2,54	4,07	2,60	3,90	1,58	1,51	1	524741	9050882
29	2	Shinguirito	1,27	5,73	2,50	4,80	2,22	1,86	2	524740	9050885
30	2	Shinguirito	2,54	3,70	3,00	3,10	1,43	1,20	3	524740	9050888

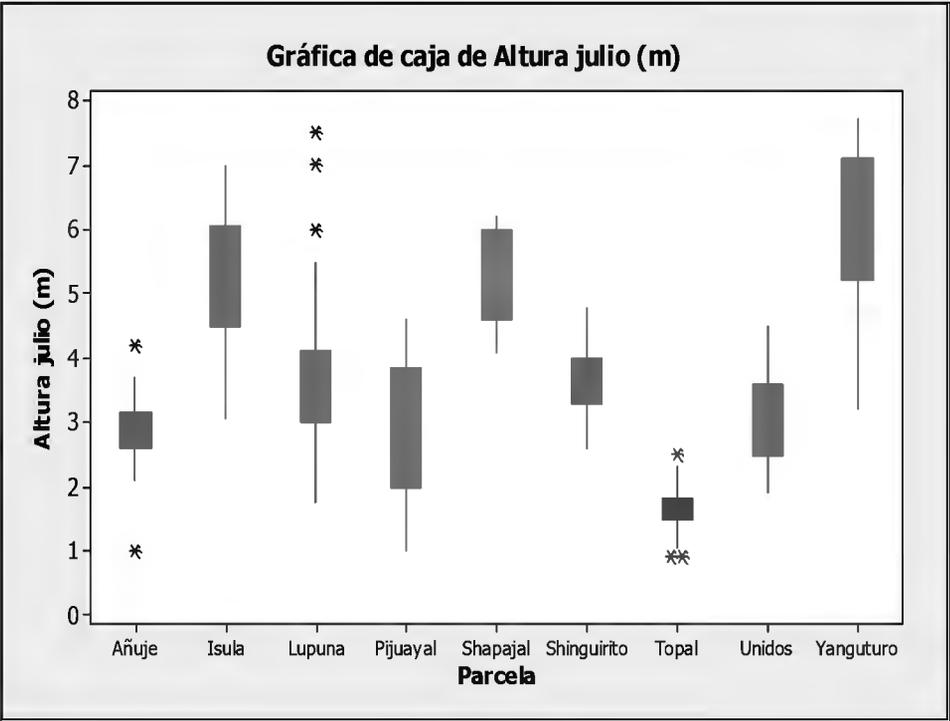
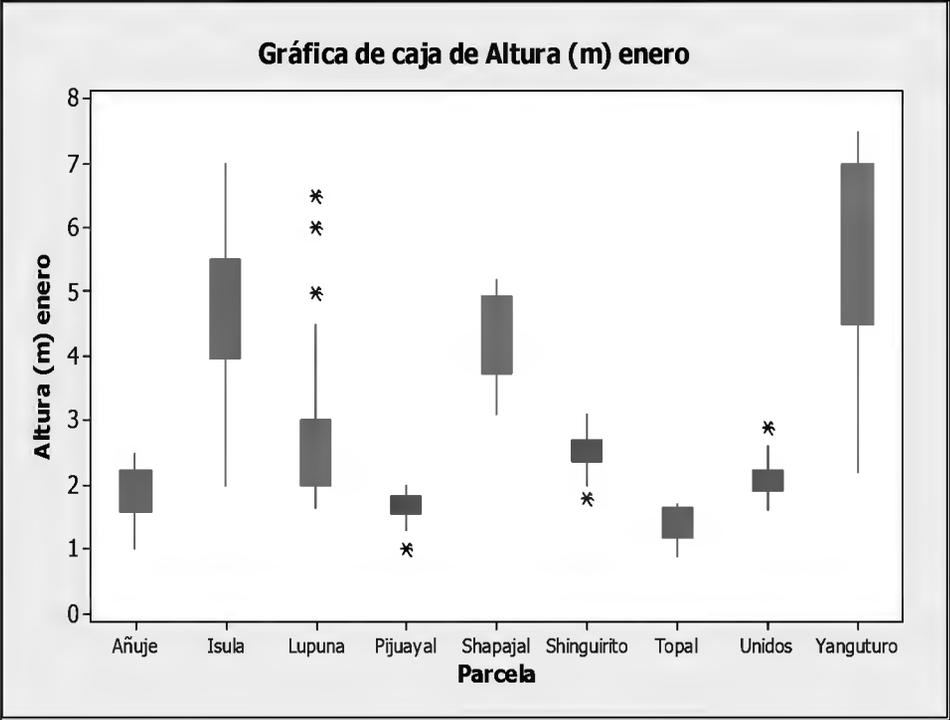
1	2	Lupuna	3,81	5,41	3,00	4,02	2,17	1,61	2	524346	9049694
2	2	Lupuna	1,59	3,19	2,00	3,02	1,28	1,21	1	524336	9049703
3	2	Lupuna	2,22	3,83	2,20	3,22	1,53	1,29	1	524330	9049712
4	2	Lupuna	3,39	4,85	2,00	4,50	1,94	1,80	3	524315	9049723
5	2	Lupuna	3,81	3,81	3,00	3,00	1,52	1,20	3	524310	9049727
6	2	Lupuna	2,22	5,40	2,00	3,02	2,16	1,21	3	524295	9049737
7	2	Lupuna	2,22	3,98	2,20	4,20	1,59	1,68	2	524279	9049754
8	2	Lupuna	2,22	3,83	2,00	3,02	1,53	1,21	2	524276	9049758
9	2	Lupuna	1,91	4,35	2,00	3,90	1,74	1,56	2	524276	9049761
10	2	Lupuna	2,54	5,80	2,20	3,22	2,32	1,29	3	524280	9049758
11	2	Lupuna	2,54	2,55	3,00	4,02	1,02	1,61	1	524304	9049736
12	2	Lupuna	4,13	5,73	6,00	7,02	2,29	2,81	2	524310	9049732
13	2	Lupuna	4,13	5,73	6,50	7,52	2,29	3,01	2	524315	9049731
14	2	Lupuna	2,54	4,14	2,20	3,22	1,66	1,29	1	524321	9049727
15	2	Lupuna	4,13	5,73	5,00	6,02	2,29	2,41	2	524325	9049723
16	2	Lupuna	1,27	3,28	1,65	3,90	1,31	1,56	2	524337	9049717
17	2	Lupuna	3,81	5,41	3,00	4,02	2,17	1,61	2	524368	9049688
18	2	Lupuna	1,27	1,94	1,75	1,75	0,78	0,70	1	524374	9049682
19	2	Lupuna	2,22	5,44	2,00	3,02	2,18	1,21	3	524376	9049682
20	2	Lupuna	1,91	3,17	2,30	2,40	1,27	0,96	2	524372	9049690
21	2	Lupuna	1,91	2,82	1,90	2,00	1,13	0,80	1	524364	9049699
22	2	Lupuna	3,81	5,41	2,50	3,52	2,17	1,41	1	524357	9049706
23	2	Lupuna	3,81	5,41	3,00	3,50	2,17	1,40	2	524338	9049721
24	2	Lupuna	2,54	2,67	2,20	3,22	1,07	1,29	1	524333	9049724
25	2	Lupuna	2,54	6,43	2,00	3,02	2,57	1,21	3	524329	9049728
26	2	Lupuna	3,81	5,41	3,00	4,10	2,17	1,64	2	524324	9049733
27	2	Lupuna	4,13	5,66	3,50	5,50	2,26	2,20	3	524319	9049736
28	2	Lupuna	4,13	6,57	4,50	6,00	2,63	2,40	3	524314	9049739
29	2	Lupuna	2,22	2,77	2,00	2,20	1,11	0,88	1	524307	9049742
30	2	Lupuna	2,86	3,02	2,00	2,10	1,21	0,84	1	524286	9049756

1	1	Unidos	1,27	1,27	2,30	2,30	0,80	1,46	2	526510	9050404
2	1	Unidos	1,27	1,75	1,90	2,84	1,11	1,80	1	526512	9050406
3	1	Unidos	0,64	3,05	1,60	2,30	1,93	1,46	2	526515	9050408
4	1	Unidos	1,27	2,95	1,80	3,90	1,87	2,47	2	526517	9050408
5	1	Unidos	0,64	3,50	2,00	4,20	2,22	2,66	3	526521	9050410
6	1	Unidos	1,27	2,15	2,30	2,90	1,36	1,84	2	526523	9050410
7	1	Unidos	1,27	3,60	2,20	3,00	2,28	1,90	3	526529	9050411
8	1	Unidos	1,27	3,05	2,20	3,14	1,93	1,99	1	526532	9050411
9	1	Unidos	0,64	3,82	1,90	1,90	2,41	1,20	3	526542	9050411
10	1	Unidos	0,64	0,64	1,90	2,10	0,41	1,33	2	526543	9050406
11	1	Unidos	0,64	2,46	1,85	2,50	1,56	1,58	2	526540	9050405
12	1	Unidos	1,27	2,50	2,20	2,40	1,58	1,52	2	526537	9050405
13	1	Unidos	1,27	3,84	2,60	4,40	2,43	2,78	3	526534	9050403
14	1	Unidos	1,27	3,97	2,10	4,10	2,51	2,59	3	526530	9050403
15	1	Unidos	1,27	2,87	2,90	3,00	1,82	1,90	2	526527	9050402
16	1	Unidos	1,27	4,04	2,20	4,20	2,55	2,66	3	526524	9050404
17	1	Unidos	0,64	1,88	2,00	2,94	1,19	1,86	1	526517	9050403
18	1	Unidos	0,64	2,93	2,00	3,10	1,85	1,96	3	526515	9050403
19	1	Unidos	0,16	2,89	2,60	2,90	1,83	1,84	3	526511	9050402
20	1	Unidos	1,27	3,72	2,50	3,50	2,35	2,22	3	526508	9050396
21	1	Unidos	1,27	3,72	2,10	3,50	2,35	2,22	3	526514	9050395
22	1	Unidos	1,91	4,24	2,50	4,00	2,68	2,53	3	526514	9050393
23	1	Unidos	0,64	2,03	1,65	2,59	1,28	1,64	1	526516	9050391
24	1	Unidos	0,32	1,89	1,80	1,90	1,20	1,20	2	526518	9050389
25	1	Unidos	1,91	2,01	1,75	2,69	1,27	1,70	1	526519	9050388
26	1	Unidos	1,91	3,55	2,20	2,90	2,24	1,84	3	526521	9050387
27	1	Unidos	1,91	3,94	2,20	2,80	2,49	1,77	2	526523	9050385
28	1	Unidos	0,64	2,85	2,00	2,10	1,80	1,33	2	526525	9050382
29	1	Unidos	1,27	3,73	2,10	4,50	2,36	2,85	3	526529	9050378
30	1	Unidos	0,64	2,80	2,00	2,94	1,77	1,86	1	526532	9050375

1	1	Pijuayal	1,27	3,00	1,60	2,10	2,11	1,48	3	528973	9051497
2	1	Pijuayal	0,64	1,85	1,60	2,00	1,30	1,41	1	528980	9051499
3	1	Pijuayal	0,64	3,60	1,65	4,00	2,54	2,82	3	528983	9051500
4	1	Pijuayal	0,64	2,90	1,75	4,00	2,04	2,82	3	528985	9051500
5	1	Pijuayal	0,32	1,45	1,55	2,00	1,02	1,41	2	528988	9051500
6	1	Pijuayal	0,64	0,85	1,60	2,85	0,60	2,01	1	529001	9051502
7	1	Pijuayal	0,16	1,30	1,30	2,55	0,92	1,80	1	529006	9051503
8	1	Pijuayal	0,16	1,65	2,00	3,25	1,16	2,29	2	529009	9051503
9	1	Pijuayal	1,27	5,90	1,85	3,60	4,15	2,54	3	529012	9051503
10	1	Pijuayal	1,27	3,45	1,55	4,00	2,43	2,82	3	529015	9051503
11	1	Pijuayal	0,64	2,30	1,75	3,00	1,62	2,11	2	529017	9051495
12	1	Pijuayal	0,64	1,75	1,80	3,05	1,23	2,15	1	529012	9051496
13	1	Pijuayal	1,27	3,35	1,50	2,90	2,36	2,04	2	529008	9051495
14	1	Pijuayal	0,16	3,55	2,00	4,60	2,50	3,24	3	529006	9051495
15	1	Pijuayal	1,27	2,95	1,90	4,00	2,08	2,82	3	529003	9051495
16	1	Pijuayal	1,27	3,05	1,70	3,80	2,15	2,68	3	528998	9051496
17	1	Pijuayal	0,64	1,65	1,75	3,00	1,16	2,11	1	528995	9051494
18	1	Pijuayal	0,64	2,35	1,40	2,30	1,65	1,62	2	528994	9051493
19	1	Pijuayal	0,32	3,05	1,60	4,00	2,15	2,82	3	528990	9051494
20	1	Pijuayal	0,32	3,05	1,80	3,00	2,15	2,11	2	528987	9051494
21	1	Pijuayal	0,32	4,03	1,75	3,00	2,83	2,11	3	528985	9051493
22	1	Pijuayal	0,64	4,05	2,00	4,00	2,85	2,82	3	528981	9051493
23	1	Pijuayal	0,64	2,39	2,00	2,50	1,68	1,76	2	528980	9051493
24	1	Pijuayal	1,27	1,67	1,55	2,80	1,18	1,97	1	528979	9051483
25	1	Pijuayal	0,16	0,16	1,30	1,30	0,11	0,92	2	528982	9051484
26	1	Pijuayal	0,16	0,16	1,90	1,90	0,11	1,34	2	528986	9051484
27	1	Pijuayal	1,27	1,27	1,70	1,70	0,89	1,20	3	528989	9051484
28	1	Pijuayal	0,64	2,82	1,60	2,00	1,98	1,41	2	528992	9051485
29	1	Pijuayal	0,32	2,33	1,50	2,00	1,64	1,41	2	528995	9051485
30	1	Pijuayal	0,16	1,46	1,00	1,00	1,03	0,70	1	529011	9051487

1	1	Topal	0,64	1,90	1,50	1,50	1,14	0,90	2	530134	9050160
2	1	Topal	0,64	2,20	1,55	1,78	1,32	1,06	3	530133	9050163
3	1	Topal	0,95	1,90	1,55	1,55	1,14	0,93	2	530132	9050166
4	1	Topal	0,95	1,90	1,70	1,93	1,14	1,15	1	530132	9050173
5	1	Topal	0,64	1,90	1,00	1,20	1,14	0,72	1	530132	9050176
6	1	Topal	0,95	1,90	1,20	1,50	1,14	0,90	2	530130	9050179
7	1	Topal	0,95	1,90	1,65	1,88	1,14	1,12	2	530129	9050183
8	1	Topal	0,64	2,10	1,10	1,50	1,26	0,90	2	530130	9050186
9	1	Topal	0,64	2,20	0,90	1,75	1,32	1,05	3	530130	9050193
10	1	Topal	0,95	2,20	1,45	2,50	1,32	1,50	1	530129	9050199
11	1	Topal	0,95	1,90	1,50	1,50	1,14	0,90	1	530121	9050199
12	1	Topal	0,64	1,90	1,30	1,30	1,14	0,78	1	530122	9050195
13	1	Topal	0,64	2,10	1,30	1,53	1,26	0,91	1	530121	9050192
14	1	Topal	0,64	1,90	1,50	1,73	1,14	1,03	1	530122	9050186
15	1	Topal	0,95	2,25	1,00	1,05	1,35	0,63	1	530124	9050181
16	1	Topal	0,95	1,90	1,60	1,83	1,14	1,09	1	530124	9050178
17	1	Topal	0,95	2,40	1,70	1,93	1,44	1,15	3	530124	9050175
18	1	Topal	0,95	0,95	1,10	1,70	0,57	1,02	3	530125	9050172
19	1	Topal	0,95	2,10	1,70	1,93	1,26	1,15	1	530126	9050166
20	1	Topal	0,95	1,90	1,60	1,83	1,14	1,09	3	530127	9050162
21	1	Topal	0,95	2,10	1,60	1,83	1,26	1,09	1	530119	9050157
22	1	Topal	0,95	0,95	1,60	1,60	0,57	0,96	2	530118	9050159
23	1	Topal	0,95	0,95	1,65	1,65	0,57	0,99	1	530119	9050164
24	1	Topal	1,27	1,27	1,70	1,70	0,76	1,02	1	530116	9050170
25	1	Topal	1,27	1,90	1,70	1,70	1,14	1,02	1	530117	9050173
26	1	Topal	0,32	0,32	0,90	0,90	0,19	0,54	3	530116	9050178
27	1	Topal	0,64	1,90	1,30	1,30	1,14	0,78	2	530115	9050181
28	1	Topal	0,95	1,90	1,65	1,65	1,14	0,99	2	530115	9050184
29	1	Topal	0,95	2,30	1,20	2,30	1,38	1,38	3	530114	9050187
30	1	Topal	0,64	0,64	0,90	0,90	0,38	0,54	1	530113	9050190





## ANEXO 4

### DATOS PROCESADOS EN MINITAB 16

- Datos de diámetro y características químicas del suelo para árboles de 3 años

Shapejal	3	5,72	0,34	9,60	0,09	2,20	40	0,87	0,25	0,07	58	19	23
	2	3,49	0,41	8,48	0,06	1,60	39	0,61	0,17	0,08	64	18	18
	1	3,81	0,82	8,48	0,07	1,10	51	0,63	0,35	0,12	54	28	18
Isula	3	4,13	0,34	9,92	0,08	0,90	61	0,51	0,33	0,13	50	28	22
	2	3,81	0,75	8,00	0,08	1,60	131	0,49	0,29	0,27	56	26	18
	1	5,40	0,41	10,24	0,07	0,60	42	0,51	0,17	0,10	52	24	24
Yanguturo	3	2,54	0,61	14,72	0,07	2,70	57	0,64	0,43	0,07	36	26	38
	2	5,72	0,34	9,12	0,12	1,60	42	0,75	0,27	0,05	62	22	16
	1	4,45	1,30	11,20	0,11	2,20	122	0,68	0,45	0,20	36	34	30

- Datos de altura y características físicas del suelo para árboles de 3 años

Shapajal	3	4,30	2,00	2,00	1,50	1,24	1,25	1,26	7,19
	2	3,30	2,00	3,00	2,00	1,42	1,31	0,97	4,05
	1	3,50	2,00	2,25	2,50	1,32	1,30	1,43	6,37
Isula	3	5,00	2,00	2,50	2,50	1,51	1,37	1,31	26,16
	2	2,80	1,50	1,50	1,25	1,55	1,37	1,47	5,90
	1	6,00	3,00	3,50	3,50	1,29	1,46	1,37	37,50
Yanguturo	3	2,20	3,00	3,00	2,75	1,21	1,72	1,31	21,50
	2	7,50	2,50	2,00	2,00	1,39	1,46	1,34	119,01
	1	5,00	4,50	4,25	4,50	1,00	0,77	0,77	85,56

- Datos de altura y características químicas del suelo para árboles de 3 años

Shapajal	3	4,30	0,34	9,60	0,09	2,20	40	0,87	0,25	0,07	58	19	23
	2	3,30	0,41	8,48	0,06	1,60	39	0,61	0,17	0,08	64	18	18
	1	3,50	0,82	8,48	0,07	1,10	51	0,63	0,35	0,12	54	28	18
Isula	3	5,00	0,34	9,92	0,08	0,90	61	0,51	0,33	0,13	50	28	22
	2	2,80	0,75	8,00	0,08	1,60	131	0,49	0,29	0,27	56	26	18
	1	6,00	0,41	10,24	0,07	0,60	42	0,51	0,17	0,10	52	24	24
Yanguturo	3	2,20	0,61	14,72	0,07	2,70	57	0,64	0,43	0,07	36	26	38
	2	7,50	0,34	9,12	0,12	1,60	42	0,75	0,27	0,05	62	22	16
	1	5,00	1,30	11,20	0,11	2,20	122	0,68	0,45	0,20	36	34	30

- Datos de diámetro y características físicas del suelo para árboles de 2 años

Añuje	3	2,54	4,00	3,50	3,50	1,21	1,36	1,15	26,52
	2	1,91	4,50	3,25	3,00	1,23	1,45	1,25	16,84
	1	2,22	4,00	4,50	5,00	0,69	1,74	1,37	20,90
Shinguirito	3	2,54	3,75	3,50	3,50	1,44	1,53	1,60	26,43
	2	1,27	4,00	2,75	3,00	1,21	0,92	1,06	15,52
	1	2,22	4,00	4,50	5,00	0,69	1,74	1,37	13,84
Lupuna	3	4,13	3,00	3,25	2,75	1,36	1,60	1,64	10,05
	2	2,54	3,50	4,00	3,50	1,43	1,45	1,48	1,81
	1	1,59	2,50	2,50	3,00	1,30	1,64	1,54	5,66

- Datos de diámetro y características químicas del suelo para árboles de 2 años

Añuje	3	2,54	1,09	14,40	0,12	1,90	50	0,88	0,23	0,06	36	28	36
	2	1,91	0,48	10,24	0,07	1,20	41	0,55	0,34	0,05	58	18	24
	1	2,22	1,23	9,60	0,10	1,70	41	0,94	0,58	0,06	40	38	22
Shinguirito	3	2,54	1,02	7,36	0,11	2,20	52	1,75	0,61	0,09	56	32	12
	2	1,27	0,61	8,00	0,12	3,00	83	1,08	0,56	0,21	60	26	14
	1	2,22	1,23	4,00	0,10	1,70	41	0,94	0,58	0,06	76	20	4
Lupuna	3	4,13	1,16	5,60	0,09	2,70	43	0,93	0,37	0,12	56	32	12
	2	2,54	0,89	7,52	0,06	2,20	54	1,12	0,66	0,06	66	20	14
	1	1,59	0,61	7,20	0,07	1,70	44	1,06	1,08	0,06	68	20	12

- Datos de altura y características físicas del suelo para árboles de 2 años

Añuje	3	2,10	4,00	3,50	3,50	1,21	1,36	1,15	26,52	
	2	1,00	4,50	3,25	3,00	1,23	1,45	1,25	16,84	
	1	1,50	4,00	4,50	5,00	0,69	1,74	1,37	20,90	
Shinguirito	3	3,00	3,75	3,50	3,50	1,44	1,53	1,60	26,43	
	2	2,80	4,00	2,75	3,00	1,21	0,92	1,06	15,52	
	1	1,80	4,00	4,50	5,00	0,69	1,74	1,37	13,84	
Lupuna	3	6,50	3,00	3,25	2,75	1,36	1,60	1,64	10,05	
	2	2,20	3,50	4,00	3,50	1,43	1,45	1,48	1,81	
	1	2,00	2,50	2,50	3,00	1,30	1,64	1,54	5,66	

- Datos de altura y características químicas del suelo para árboles de 2 años

Añuje	3	2,10	1,09	14,40	0,12	1,90	50	0,88	0,23	0,06	36	28	36
	2	1,00	0,48	10,24	0,07	1,20	41	0,55	0,34	0,05	58	18	24
	1	1,50	1,23	9,60	0,10	1,70	41	0,94	0,58	0,06	40	38	22
Shinguirito	3	3,00	1,02	7,36	0,11	2,20	52	1,75	0,61	0,09	56	32	12
	2	2,80	0,61	8,00	0,12	3,00	83	1,08	0,56	0,21	60	26	14
	1	1,80	1,23	4,00	0,10	1,70	41	0,94	0,58	0,06	76	20	4
Lupuna	3	6,50	1,16	5,60	0,09	2,70	43	0,93	0,37	0,12	56	32	12
	2	2,20	0,89	7,52	0,06	2,20	54	1,12	0,66	0,06	66	20	14
	1	2,00	0,61	7,20	0,07	1,70	44	1,06	1,08	0,06	68	20	12

- Datos de diámetro y características químicas del suelo para árboles de 1 año

Unidos	3	1,91	0,75	4,32	0,10	1,20	46	0,70	0,25	0,07	76	18	6	
	2	0,16	0,68	3,20	0,06	1,60	37	0,92	0,27	0,05	74	22	4	
	1	0,64	0,72	5,44	0,08	0,60	46	1,42	0,35	0,07	66	22	12	
Topal	3	0,64	0,89	6,40	0,08	2,30	63	0,94	0,60	0,10	54	28	18	
	2	0,64	0,82	8,64	0,09	0,90	96	0,85	0,31	0,17	48	32	20	
	1	0,95	0,75	8,64	0,09	6,40	54	0,72	0,30	0,10	50	30	20	
Pijuayal	3	1,27	0,41	6,40	0,06	2,40	58	1,26	0,46	0,13	60	17	23	
	2	0,16	0,41	5,44	0,06	2,40	58	1,26	0,46	0,13	70	16	14	
	1	0,16	0,41	4,80	0,05	1,10	38	0,88	0,35	0,14	68	18	14	

- Datos de diámetro y características físicas del suelo para árboles de 1 año

Unidos	3	1,91	2,25	2,25	2,75	1,44	1,62	1,29	28,55	
	2	0,16	1,75	1,75	2,25	1,62	1,85	1,56	18,85	
	1	0,64	4,50	4,50	4,25	1,39	1,50	1,45	17,00	
Topal	3	0,64	3,15	2,45	1,25	1,88	1,57	1,50	2,38	
	2	0,64	3,00	3,00	2,25	1,54	1,85	1,60	35,95	
	1	0,95	4,50	4,50	2,50	1,28	1,15	1,46	35,95	
Pijuayal	3	1,27	3,75	2,75	2,75	1,66	1,61	1,61	3,61	
	2	0,16	3,75	2,75	2,75	1,66	1,61	1,61	14,53	
	1	0,16	4,00	4,25	3,00	1,60	1,96	1,67	10,10	

- Datos de altura y características químicas del suelo para árboles de 1 año

Unidos	3	2,20	0,75	4,32	0,10	1,20	46	0,70	0,25	0,07	76	18	6
	2	2,60	0,68	3,20	0,06	1,60	37	0,92	0,27	0,05	74	22	4
	1	1,85	0,72	5,44	0,08	0,60	46	1,42	0,35	0,07	66	22	12
Topal	3	1,50	0,89	6,40	0,08	2,30	63	0,94	0,60	0,10	54	28	18
	2	1,00	0,82	8,64	0,09	0,90	96	0,85	0,31	0,17	48	32	20
	1	1,20	0,75	8,64	0,09	6,40	54	0,72	0,30	0,10	50	30	20
Pijuayal	3	1,90	0,41	6,40	0,06	2,40	58	1,26	0,46	0,13	60	17	23
	2	1,30	0,41	5,44	0,06	2,40	58	1,26	0,46	0,13	70	16	14
	1	1,00	0,41	4,80	0,05	1,10	38	0,88	0,35	0,14	68	18	14

- Datos de altura y características físicas del suelo para árboles de 1 año

Unidos	3	2,20	2,25	2,25	2,75	1,44	1,62	1,29	28,55	
	2	2,60	1,75	1,75	2,25	1,62	1,85	1,56	18,85	
	1	1,85	4,50	4,50	4,25	1,39	1,50	1,45	17,00	
Topal	3	1,50	3,15	2,45	1,25	1,88	1,57	1,50	2,38	
	2	1,00	3,00	3,00	2,25	1,54	1,85	1,60	35,95	
	1	1,20	4,50	4,50	2,50	1,28	1,15	1,46	35,95	
Pijuayal	3	1,90	3,75	2,75	2,75	1,66	1,61	1,61	3,61	
	2	1,30	3,75	2,75	2,75	1,66	1,61	1,61	14,53	
	1	1,00	4,00	4,25	3,00	1,60	1,96	1,67	10,10	

- Datos de diámetro y las características físicas

Muestra	Diámetro (cm)	FIM 10cm	FIM 20cm	FIM 30cm	D <sub>a</sub> 10cm	D <sub>a</sub> 20cm	D <sub>a</sub> 30cm	VIAP (cm/h)
Unidos V1	0,64	4,50	4,50	4,25	1,39	1,50	1,45	17,00
Unidos V2	0,16	1,75	1,75	2,25	1,62	1,85	1,56	18,85
Unidos V3	1,91	2,25	2,25	2,75	1,44	1,62	1,29	28,55
Topal V1	0,95	4,50	4,50	2,50	1,28	1,15	1,46	35,95
Topal V2	0,64	3,00	3,00	2,25	1,54	1,85	1,60	35,95
Topal V3	0,64	3,15	2,45	1,25	1,88	1,57	1,50	2,38
Pjuayal V1	0,16	4,00	4,25	3,00	1,60	1,96	1,67	10,10
Pjuayal V2	0,16	2,00	2,75	2,25	1,60	1,63	1,63	14,53
Pjuayal V3	1,27	3,75	2,75	2,75	1,66	1,61	1,61	3,61
Añuje V1	2,22	4,00	4,50	5,00	0,69	1,74	1,37	20,90
Añuje V2	1,91	4,50	3,25	3,00	1,23	1,45	1,25	16,84
Añuje V3	2,54	4,00	3,50	3,50	1,21	1,36	1,15	26,52
Shinguirito V1	0,32	2,75	2,75	1,75	0,79	0,99	1,29	13,84
Shinguirito V2	1,27	4,00	2,75	3,00	1,21	0,92	1,06	15,52
Shinguirito V3	2,54	3,75	3,50	3,50	1,44	1,53	1,60	26,43
Lupuna V1	1,59	2,50	2,50	3,00	1,30	1,64	1,54	5,66
Lupuna V2	2,54	3,50	4,00	3,50	1,43	1,45	1,48	1,81
Lupuna V3	4,13	3,00	3,25	2,75	1,36	1,60	1,64	10,05
Shapajal V1	3,81	2,00	2,25	2,50	1,32	1,30	1,43	6,37
Shapajal V2	3,49	2,00	3,00	2,00	1,42	1,31	0,97	4,05
Shapajal V3	5,72	2,00	2,00	1,50	1,24	1,25	1,26	7,19
Isula V1	5,40	3,00	3,50	3,50	1,29	1,46	1,37	37,50
Isula V2	3,81	1,50	1,50	1,25	1,55	1,37	1,47	5,90
Isula V3	4,13	2,00	2,50	2,50	1,51	1,37	1,31	26,16
Yan V1	4,45	4,50	4,25	4,50	1,00	0,77	0,77	85,56
Yan V2	5,72	2,50	2,00	2,00	1,39	1,46	1,34	119,01
Yan V3	2,54	3,00	3,00	2,75	1,21	1,72	1,31	21,50

- Datos de diámetro y características químicas

Muestra	Diámetro (cm)	MO (%)	CIC	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100 g)	% arena	% limo	% arcilla
Unidos V1	0,64	0,72	0,08	0,60	46	5,44	1,42	0,35	0,07	66	22	12
Unidos V2	0,16	0,68	0,06	1,60	37	3,20	0,92	0,27	0,05	74	22	4
Unidos V3	1,91	0,75	0,10	1,20	46	4,32	0,70	0,25	0,07	76	18	6
Topal V1	0,95	0,75	0,09	6,40	54	8,64	0,72	0,30	0,10	50	30	20
Topal V2	0,64	0,82	0,09	0,90	96	8,64	0,85	0,31	0,17	48	32	20
Topal V3	0,64	0,89	0,08	2,30	63	6,40	0,94	0,60	0,10	54	28	18
Pijuayal V1	0,16	0,41	0,05	1,10	38	4,80	0,88	0,35	0,14	68	18	14
Pijuayal V2	0,16	0,75	0,08	1,40	62	5,44	1,66	0,40	0,13	70	16	14
Pijuayal V3	1,27	0,41	0,06	2,40	58	6,40	1,26	0,46	0,13	60	17	23
Añuje V1	2,22	1,23	0,10	1,70	41	9,60	0,94	0,58	0,06	40	38	22
Añuje V2	1,91	0,48	0,07	1,20	41	10,24	0,55	0,34	0,05	58	18	24
Añuje V3	2,54	1,09	0,12	1,90	50	14,40	0,88	0,23	0,06	36	28	36
Shinguirito V1	0,32	0,41	0,09	2,20	37	4,00	0,80	0,18	0,07	76	20	4
Shinguirito V2	1,27	0,61	0,12	3,00	83	8,00	1,08	0,56	0,21	60	26	14
Shinguirito V3	2,54	1,02	0,11	2,20	52	7,36	1,75	0,61	0,09	56	3	12
Lupuna V1	1,59	0,61	0,07	1,70	44	7,20	1,06	1,08	0,06	68	20	12
Lupuna V2	2,54	0,89	0,06	2,20	54	7,52	1,12	0,66	0,06	66	20	14
Lupuna V3	4,13	1,16	0,09	2,70	43	5,60	0,93	0,37	0,12	56	32	12
Shapajal V1	3,81	0,82	0,07	1,10	51	8,48	0,63	0,35	0,12	54	28	18
Shapajal V2	3,49	0,41	0,06	1,60	39	8,48	0,61	0,17	0,08	64	18	18
Shapajal V3	5,72	0,34	0,09	2,20	40	9,60	0,87	0,25	0,07	58	19	23
Isula V1	5,40	0,41	0,07	0,60	42	10,24	0,51	0,17	0,10	52	24	24
Isula V2	3,81	0,75	0,08	1,60	131	8,00	0,49	0,29	0,27	56	26	18
Isula V3	4,13	0,34	0,08	0,90	61	9,92	0,51	0,33	0,13	50	28	22
Yan V1	4,45	1,30	0,11	2,20	122	11,20	0,68	0,45	0,20	36	34	30
Yan V2	5,72	0,34	0,12	1,60	42	9,12	0,75	0,27	0,05	62	22	16
Yan V3	2,54	0,61	0,07	2,70	57	14,72	0,64	0,43	0,07	36	26	38

- Datos de altura y características físicas

Muestra	Altura (m)	FM 10cm	FM 20cm	FM 30cm	Da 10cm	Da 20cm	Da 30cm	VIAP (cm/h)
Unidos V1	1,85	4,50	4,50	4,25	1,39	1,50	1,45	17,00
Unidos V2	2,60	1,75	1,75	2,25	1,62	1,85	1,56	18,85
Unidos V3	2,20	2,25	2,25	2,75	1,44	1,62	1,29	28,55
Topal V1	1,20	4,50	4,50	2,50	1,28	1,15	1,46	35,95
Topal V2	1,00	3,00	3,00	2,25	1,54	1,85	1,60	35,95
Topal V3	1,50	3,15	2,45	1,25	1,88	1,57	1,50	2,38
Pjuayal V1	1,00	4,00	4,25	3,00	1,60	1,96	1,67	10,10
Pjuayal V2	1,30	2,00	2,75	2,25	1,60	1,63	1,63	14,53
Pjuayal V3	1,90	3,75	2,75	2,75	1,66	1,61	1,61	3,61
Añuje V1	1,50	4,00	4,50	5,00	0,69	1,74	1,37	20,90
Añuje V2	1,00	4,50	3,25	3,00	1,23	1,45	1,25	16,84
Añuje V3	2,10	4,00	3,50	3,50	1,21	1,36	1,15	26,52
Shinguirito V1	1,80	2,75	2,75	1,75	0,79	0,99	1,29	13,84
Shinguirito V2	2,80	4,00	2,75	3,00	1,21	0,92	1,06	15,52
Shinguirito V3	3,00	3,75	3,50	3,50	1,44	1,53	1,60	26,43
Lupuna V1	2,00	2,50	2,50	3,00	1,30	1,64	1,54	5,66
Lupuna V2	2,20	3,50	4,00	3,50	1,43	1,45	1,48	1,81
Lupuna V3	6,50	3,00	3,25	2,75	1,36	1,60	1,64	10,05
Shapajal V1	3,50	2,00	2,25	2,50	1,32	1,30	1,43	6,37
Shapajal V2	3,30	2,00	3,00	2,00	1,42	1,31	0,97	4,05
Shapajal V3	4,30	2,00	2,00	1,50	1,24	1,25	1,26	7,19
Isula V1	6,00	3,00	3,50	3,50	1,29	1,46	1,37	37,50
Isula V2	2,80	1,50	1,50	1,25	1,55	1,37	1,47	5,90
Isula V3	5,00	2,00	2,50	2,50	1,51	1,37	1,31	26,16
Yan V1	5,00	4,50	4,25	4,50	1,00	0,77	0,77	85,56
Yan V2	7,50	2,50	2,00	2,00	1,39	1,46	1,34	119,01
Yan V3	2,20	3,00	3,00	2,75	1,21	1,72	1,31	21,50

- Datos de altura y características químicas

Muestra	Altura (m)	MO (%)	CIC	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100 g)	% arena	% limo	Carilla
Unidos V1	1,85	0,72	0,08	0,60	46	5,44	1,42	0,35	0,07	66	22	12
Unidos V2	2,60	0,68	0,06	1,60	37	3,20	0,92	0,27	0,05	74	22	4
Unidos V3	2,20	0,75	0,10	1,20	46	4,32	0,70	0,25	0,07	76	18	6
Topal V1	1,20	0,75	0,09	6,40	54	8,64	0,72	0,30	0,10	50	30	20
Topal V2	1,00	0,82	0,09	0,90	96	8,64	0,85	0,31	0,17	48	32	20
Topal V3	1,50	0,89	0,08	2,30	63	6,40	0,94	0,60	0,10	54	28	18
Pijuayal V1	1,00	0,41	0,05	1,10	38	4,80	0,88	0,35	0,14	68	18	14
Pijuayal V2	1,30	0,75	0,08	1,40	62	5,44	1,66	0,40	0,13	70	16	14
Pijuayal V3	1,90	0,41	0,06	2,40	58	6,40	1,26	0,46	0,13	60	17	23
Añuje V1	1,50	1,23	0,10	1,70	41	9,60	0,94	0,58	0,06	40	38	22
Añuje V2	1,00	0,48	0,07	1,20	41	10,24	0,55	0,34	0,05	58	18	24
Añuje V3	2,10	1,09	0,12	1,90	50	14,40	0,88	0,23	0,06	36	28	36
Shinguirito V1	1,80	0,41	0,09	2,20	37	4,00	0,80	0,18	0,07	76	20	4
Shinguirito V2	2,80	0,61	0,12	3,00	83	8,00	1,08	0,56	0,21	60	26	14
Shinguirito V3	3,00	1,02	0,11	2,20	52	7,36	1,75	0,61	0,09	56	3	12
Lupuna V1	2,00	0,61	0,07	1,70	44	7,20	1,06	1,08	0,06	68	20	12
Lupuna V2	2,20	0,89	0,06	2,20	54	7,52	1,12	0,66	0,06	66	20	14
Lupuna V3	6,50	1,16	0,09	2,70	43	5,60	0,93	0,37	0,12	56	32	12
Shapajal V1	3,50	0,82	0,07	1,10	51	8,48	0,63	0,35	0,12	54	28	18
Shapajal V2	3,30	0,41	0,06	1,60	39	8,48	0,61	0,17	0,08	64	18	18
Shapajal V3	4,30	0,34	0,09	2,20	40	9,60	0,87	0,25	0,07	58	19	23
Isula V1	6,00	0,41	0,07	0,60	42	10,24	0,51	0,17	0,10	52	24	24
Isula V2	2,80	0,75	0,08	1,60	131	8,00	0,49	0,29	0,27	56	26	18
Isula V3	5,00	0,34	0,08	0,90	61	9,92	0,51	0,33	0,13	50	28	22
Yan V1	5,00	1,30	0,11	2,20	122	11,20	0,68	0,45	0,20	36	34	30
Yan V2	7,50	0,34	0,12	1,60	42	9,12	0,75	0,27	0,05	62	22	16
Yan V3	2,20	0,61	0,07	2,70	57	14,72	0,64	0,43	0,07	36	26	38

## RESULTADOS NO SIGNIFICATIVOS DE ANÁLISIS DE REGRESIÓN

3	3	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	0,90	0,940	D= 2,9 + 0,91Da 10 cm
3	3	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	92,90	0,171	D= 13,4 - 6,40Da 20 cm
3	3	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	68,50	0,379	D= 58,6 - 42,1Da 30 cm
3	3	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	75,00	0,333	D= 9,69 - 2,68Rm 0,10 cm
3	3	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	100,00	*	D= 12,1 - 3,18Rm 20 cm
3	3	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	89,30	0,212	D= 9,24 - 2,27Rm 30 cm
3	3	VIAP(cm/h)	52,40	0,485	D= 6,26 - 0,116VIAP
3	3	N (%)	86,00	0,245	D= - 6,71 + 137N
3	3	Mo (%)	75,00	0,333	D= 7,93 - 8,83Mo
3	3	P (ppm)	7,20	0,827	D= 5,02 - 0,46P
3	3	K (ppm)	58,10	0,448	D= 9,85 - 0,109K
3	3	CIC	79,70	0,298	D= 9,78 - 0,495CIC
3	3	Ca (meq/100g)	39,80	0,565	D= 0,43 + 5,50Ca
3	3	Mg (meq/100g)	99,60	0,041	D= 10,1 - 17,6Mg
3	3	K (meq/100g)	0,00	1,000	D= 4,13 - 0,0K
3	3	Arena (%)	97,60	0,099	D= - 2,64 + 0,141arena
3	3	Limo (%)	54,90	0,469	D= 10,2 - 0,249limo
3	3	Arcilla (%)	70,00	0,369	D= 8,24 - 0,148arcilla

\* Valores vacíos interpretados por el Minitab 16

3	2	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	26,60	0,655	D= 14,8 - 7,2Da 10 cm
3	2	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	91,20	0,192	D= - 17,3 + 15,6Da 20 cm
3	2	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	15,30	0,745	D= 2,05 + 1,81Da 30 cm
3	2	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	62,70	0,418	D= 0,52 + 1,91Rm 0,10 cm
3	2	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	10,10	0,794	D= 5,43 - 0,50Rm 20 cm
3	2	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	14,50	0,751	D= 2,48 + 1,06Rm 30 cm
3	2	VIAP(cm/h)	98,60	0,076	D= 3,56 + 0,0182VIAP
3	2	N (%)	96,50	0,120	D= 1,22 + 37,4N
3	2	Mo (%)	27,40	0,649	D= 5,78 - 2,88Mo
3	2	P (ppm)	16,80	0,731	D= 5,07 - 0,401P
3	2	K (ppm)	12,50	0,770	D= 4,92 - 0,0082K
3	2	CIC	70,50	0,631	D= 1,38 + 0,318CIC
3	2	Ca (meq/100g)	67,00	0,390	D= - 0,34 + 7,58Ca
3	2	Mg (meq/100g)	23,00	0,681	D= 2,15 + 9,0Mg
3	2	K (meq/100g)	24,40	0,671	D= 5,01 - 4,99K
3	2	Arena (%)	2,20	0,906	D= 1,7 + 0,043arena
3	2	Limo (%)	1,80	0,915	D= 3,46 - 0,040limo
3	2	Arcilla (%)	98,20	0,085	D= 22,3 - 1,04arcilla

3	1	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	0,00	0,995	D= 4,51 + 0,03Da 10 cm
3	1	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	10,30	0,792	D= 3,72 + 0,71Da 20 cm
3	1	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	0,10	0,985	D= 4,49 + 0,05Da 30 cm
3	1	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	8,50	0,811	D= 3,96 + 0,186Rm 0,10 cm
3	1	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	27,80	0,647	D= 3,16 + 0,417Rm 20 cm
3	1	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	16,00	0,738	D= 3,43 + 0,320Rm 30 cm
3	1	VIAP(cm/h)	8,10	0,816	D= 4,31 + 0,0057VIAP
3	1	N (%)	0,00	0,991	D= 4,60 - 0,5N
3	1	Mo (%)	31,00	0,624	D= 5,40 - 1,00Mo
3	1	P (ppm)	16,80	0,731	D= 5,07 - 0,401P
3	1	K (ppm)	4,60	0,863	D= 4,83 - 0,0039K
3	1	CIC	30,00	0,631	D= 1,38 + 0,318CIC
3	1	Ca (meq/100g)	58,30	0,447	D= 8,80 - 6,99Ca
3	1	Mg (meq/100g)	51,40	0,491	D= 5,86 - 4,04Mg
3	1	K (meq/100g)	8,90	0,808	D= 5,18 - 4,5K
3	1	Arena (%)	0,00	0,993	D= 4,51 + 0,0009arena
3	1	Limo (%)	24,80	0,668	D= 6,82 - 0,079limo
3	1	Arcilla (%)	16,00	0,738	D= 3,27 + 0,053arcilla

3	3	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	57,50	0,452	H= - 5,04 + 6,73Da 10 cm
3	3	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	77,20	0,317	H= 11,6 - 5,35Da 20 cm
3	3	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	4,30	0,867	H= 16,3 - 9,7Da 30 cm
3	3	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	94,20	0,154	H= 9,55 - 2,45Rm 0,10 cm
3	3	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	51,90	0,488	H= 9,08 - 2,10Rm 20 cm
3	3	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	20,60	0,700	H= 6,08 - 1,00Rm 30 cm
3	3	VIAP(cm/h)	0,20	0,973	H= 3,95 - 0,006VIAP
3	3	N (%)	86,10	0,243	H= - 6,11 + 125N
3	3	Mo (%)	94,20	0,154	H= 7,74 - 9,07Mo
3	3	P (ppm)	74,30	0,339	H= 6,45 - 1,35P
3	3	K (ppm)	1,00	0,936	H= 4,53 - 0,013K
3	3	CIC	91,40	0,190	H= 9,38 - 0,486CIC
3	3	Ca (meq/100g)	0,70	0,947	H= 4,28 - 0,67Ca
3	3	Mg (meq/100g)	58,30	0,447	H= 7,99 - 12,3Mg
3	3	K (meq/100g)	48,10	0,511	H= 1,21 + 29,2K
3	3	Arena (%)	67,20	0,388	H= - 1,32 + 0,107arena
3	3	Limo (%)	0,50	0,957	H= 4,34 - 0,021limo
3	3	Arcilla (%)	96,60	0,119	H= 8,25 - 0,160arcilla

3	2	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	48,70	0,508	H= 34,8 - 20,9Da 10 cm
3	2	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	74,40	0,338	H= - 37,22 + 30,2Da 20 cm
3	2	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	2,90	0,891	H= 2,4 - + 1,69Da 30 cm
3	2	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	82,90	0,272	H= - 4,87 + 4,70Rm 0,10 cm
3	2	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,90	0,941	H= 5,21 - 0,31Rm 20 cm
3	2	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	33,80	0,605	H= - 1,53 + 3,47Rm 30 cm
3	2	VIAP(cm/h)	98,80	0,071	H= 2,86 + 0,0390VIAP
3	2	N (%)	83,50	0,266	H= - 1,68 + 74,5N
3	2	Mo (%)	49,50	0,503	H= 8,68 - 8,28Mo
3	2	P (ppm)	3,80	0,876	H= 5,22 - 0,30P
3	2	K (ppm)	31,10	0,623	H= 6,48 - 0,0276K
3	2	CIC	88,60	0,219	H= - 32,4 + 4,32CIC
3	2	Ca (meq/100g)	86,10	0,243	H= - 6,82 + 18,4Ca
3	2	Mg (meq/100g)	7,10	0,828	H= 6,39 - 4,80Mg
3	2	K (meq/100g)	31,10	0,623	H= 6,48 - 0,00276K
3	2	Arena (%)	13,60	0,759	H= - 9,4 + 0,229arena
3	2	Limo (%)	0,90	0,938	H= 5,9 - 0,063limo
3	2	Arcilla (%)	99,10	0,062	H= 43,1 - 2,23arcilla

3	1	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	4,70	0,860	H= 6,67 - 1,53Da 10 cm
3	1	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	1,00	0,936	H=4,42 + 0,35Da 20 cm
3	1	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	4,10	0,871	H= 5,66 - 0,69Da 30 cm
3	1	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	25,00	0,667	H= 3,25 + 0,500Rm 0,10 cm
3	1	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	49,70	0,502	H= 1,91 + 0,878Rm 20 cm
3	1	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	35,50	0,593	H= 2,21 + 0,75Rm 30 cm
3	1	VIAP(cm/h)	24,30	0,672	H= 4,16 + 0,0156VIAP
3	1	N (%)	4,50	0,864	H= 3,75 + 13,1N
3	1	Mo (%)	12,60	0,769	H= 5,68 - 1,00Mo
3	1	P (ppm)	3,80	0,876	H= 5,22 - 0,30P
3	1	K (ppm)	0,00	0,992	H= 4,81 + 0,0003K
3	1	CIC	52,10	0,486	H= - 1,74 + 0,659CIC
3	1	Ca (meq/100g)	35,90	0,591	H= 10,1 - 8,6Ca
3	1	Mg (meq/100g)	29,30	0,636	H= 6,39 - 4,80Mg
3	1	K (meq/100g)	0,60	0,952	H= 5,08 - 1,8K
3	1	Arena (%)	4,60	0,862	H= 6,13 - 0,027arena
3	1	Limo (%)	8,40	0,813	H= 6,91 - 0,072limo
3	1	Arcilla (%)	35,50	0,593	H= 1,83 + 0,125arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
2	3	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	3,20	0,886	D= 1,2 + 1,39 Da 10 cm
2	3	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	56,40	0,459	D= - 5,26 + 5,56Da 20 cm
2	3	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	31,80	0,619	D= 0,28 + 1,91Da 30 cm
2	3	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	94,20	0,154	D= 9,21 - 1,71Rm 0,10 cm
2	3	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	100,00	*	D= 24,8 - 6,36Rm 20 cm
2	3	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	100,00	*	D= 9,96 - 2,12 Rm 30 cm
2	3	VIAP(cm/h)	100,00	0,003	D= 5,10 - 0,0968VIAP
2	3	N (%)	73,50	0,344	D= 8,14 - 47,7N
2	3	Mo (%)	75,00	0,333	D= - 9,31 + 11,4Mo
2	3	P (ppm)	86,20	0,242	D= - 1,71 + 2,11P
2	3	K (ppm)	95,50	0,136	D= 12,2 - 0,190K
2	3	CIC	42,90	0,546	D= 4,25 - 0,129CIC
2	3	Ca (meq/100g)	20,70	0,699	D= 4,08 - 0,86Ca
2	3	Mg (meq/100g)	2,30	0,904	D= 3,36 - 0,72Mg
2	3	K (meq/100g)	75,00	0,333	D= 0,68 + 26,5K
2	3	Arena (%)	25,00	0,667	D= 1,11 + 0,0397arena
2	3	Limo (%)	25,00	0,667	D= - 3,0 + 0,199limo
2	3	Arcilla (%)	25,00	0,67	D= 3,73- 0,0331arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
2	2	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	81,90	0,279	D= - 4,16 + 4,70 Da 10 cm
2	2	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	76,40	0,323	D= - 0,42 + 1,82Da 20 cm
2	2	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	99,60	0,040	D= - 1,92 + 3,03Da 30 cm
2	2	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	24,60	0,670	D= 4,43 - 0,63Rm 0,10 cm
2	2	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	98,60	0,076	D= - 1,43 + 1,00 Rm 20 cm
2	2	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	74,60	0,336	D= - 4,11 + 1,90 Rm 30 cm
2	2	VIAP(cm/h)	67,40	0,387	D= 2,62 - 0,0626VIAP
2	2	N (%)	83,80	0,266	D= 3,55 - 19,6N
2	2	Mo (%)	44,20	0,537	D= 0,58 + 2,01Mo
2	2	P (ppm)	20,00	0,705	D= 2,58 - 0,315P
2	2	K (ppm)	45,90	0,526	D= 3,09 - 0,0200K
2	2	CIC	2,60	0,897	D= 2,51 - 0,070CIC
2	2	Ca (meq/100g)	0,30	0,963	D= 1,80 + 0,12Ca
2	2	Mg (meq/100g)	9,10	0,805	D= 1,30 + 1,17Mg
2	2	K (meq/100g)	70,40	0,366	D= 2,54 - 5,95K
2	2	Arena (%)	51,50	0,491	D= - 4,80 + 0,109arena
2	2	Limo (%)	52,40	0,485	D= 4,26 - 0,110limo
2	2	Arcilla (%)	0,00	0,997	D= 1,90 + 0,0004arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
2	1	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	99,50	0,045	D= 6,09 - 2,91 Da 10 cm
2	1	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	98,20	0,085	D= -34,9 + 22,6Da 20 cm
2	1	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	32,90	0,611	D= 4,89 - 2,46Da 30 cm
2	1	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	41,40	0,555	D= - 1,01 + 0,775Rm 0,10 cm
2	1	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	45,50	0,529	D= - 0,57 + 0,599 Rm 20 cm
2	1	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	89,80	0,207	D= - 0,442 + 0,560 Rm 30 cm
2	1	VIAP(cm/h)	8,10	0,816	D= 0,89 + 0,036VIAP
2	1	N (%)	0,60	0,952	D= 1,02 + 4,2N
2	1	Mo (%)	78,70	0,305	D= - 0,129 + 2,01Mo
2	1	P (ppm)	89,40	0,211	D= 7,29 - 3,17P
2	1	K (ppm)	51,30	0,492	D= - 6,65 + 0,197K
2	1	CIC	98,80	0,070	D= - 0,997 - 0,342CIC
2	1	Ca (meq/100g)	47,50	0,516	D= - 3,41 + 5,12Ca
2	1	Mg (meq/100g)	36,80	0,585	D= 0,58 + 1,30Mg
2	1	K (meq/100g)	89,40	0,211	D= 11,4 - 158K
2	1	Arena (%)	76,80	0,320	D= 4,13 - 0,04491arena
2	1	Limo (%)	56,90	0,456	D= - 0,45 + 0,0703limo
2	1	Arcilla (%)	93,60	0,163	D= 0,062 + 0,104arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
2	3	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	13,30	0,762	H= - 5,8 + 7,3Da 10 cm
2	3	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	74,70	0,335	H= - 20,4 + 16,2Da 20 cm
2	3	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	50,80	0,495	H= - 5,07 + 6,11Da 30 cm
2	3	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	99,80	0,030	H= 19,9 - 4,46Rm 0,10 cm
2	3	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	96,30	0,124	H= 57,8 - 15,8Rm 20 cm
2	3	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	96,30	0,124	H= 21,0 - 5,27Rm 30 cm
2	3	VIAP(cm/h)	96,40	0,121	H= 8,92 - 0,241VIAP
2	3	N (%)	88,50	0,220	H= 18,0 - 132N
2	3	Mo (%)	56,70	0,457	H= - 23,4 + 25,0Mo
2	3	P (ppm)	96,60	0,118	H= - 8,95 + 5,65P
2	3	K (ppm)	84,30	0,260	H= 25,7 - 0,451K
2	3	CIC	62,20	0,422	H= 7,46 - 0,394CIC
2	3	Ca (meq/100g)	7,50	0,823	H= 5,41 - 1,30Ca
2	3	Mg (meq/100g)	0,20	0,972	H= 3,65 + 0,5Mg
2	3	K (meq/100g)	89,60	0,209	H= - 2,73 + 73,3K
2	3	Arena (%)	43,30	0,543	H= - 3,70 + 0,132arena
2	3	Limo (%)	43,30	0,543	H= - 16,4 + 0,662limo
2	3	Arcilla (%)	43,30	0,543	H= 6,07 - 0,110arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
2	2	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	1,00	0,936	H= 1,03 + 0,75Da 10 cm
2	2	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	55,90	0,462	H= 4,87 - 2,25Da 20 cm
2	2	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	7,30	0,825	H= 3,50 - 1,19Da 30 cm
2	2	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	42,90	0,546	H= 6,80 - 1,20Rm 0,10 cm
2	2	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	4,70	0,861	H= 3,205 - 0,32Rm 20 cm
2	2	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	3,60	0,879	H= 0,10 + 0,60Rm 30 cm
2	2	VIAP(cm/h)	7,10	0,828	H= 2,33 - 0,029VIAP
2	2	N (%)	47,00	0,519	H= 0,22 - 21,20N
2	2	Mo (%)	23,50	0,678	H= 2,12 - 0,470Mo
2	2	P (ppm)	98,40	0,080	H= - 0,151 + 1,01P
2	2	K (ppm)	84,40	0,259	H= - 0,32 + 0,0391K
2	2	CIC	77,10	0,318	H= 6,76 - 0,554CIC
2	2	Ca (meq/100g)	85,10	0,252	H= - 0,44 + 2,66Ca
2	2	Mg (meq/100g)	64,00	0,410	H= - 0,33 + 4,48Mg
2	2	K (meq/100g)	62,60	0,419	H = 1,14 + 8,09K
2	2	Arena (%)	17,60	0,725	H= - 3,70 + 0,092arena
2	2	Limo (%)	79,40	0,300	H= - 2,18 - 0,196limo
2	2	Arcilla (%)	89,30	0,212	H= 4,60 - 0,15080arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
2	1	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	78,00	0,311	H= 1,14 + 0,674Da 10 cm
2	1	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	5,60	0,848	H= 1,98 - 0,147Da 20 cm
2	1	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	32,20	0,616	H= 0,25 + 1,08Da 30 cm
2	1	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	93,80	0,161	H= 2,70 - 3,03Rm 0,10 cm
2	1	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	91,60	0,187	H= 2,49 - 0,221Rm 20 cm
2	1	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	48,60	0,509	H= 2,11 - 0,107Rm 30cm
2	1	N (%)	86,80	0,237	H= 2,94 - 13,7N
2	1	Mo (%)	63,90	0,410	H= 2,12 - 0,470Mo
2	1	P (ppm)	1,30	0,927	H= 1,58 + 0,100P
2	1	K (ppm)	10,30	0,792	H= 0,83 + 0,0230K
2	1	CIC	27,90	0,646	H= 2,09 - 0,0473CIC
2	1	Ca (meq/100g)	12,70	0,768	H= 1,12 + 0,69Ca
2	1	Mg (meq/100g)	20,70	0,699	H= 1,61 + 0,254Mg
2	1	K (meq/100g)	1,30	0,927	H= 1,45 + 5,0K
2	1	Arena (%)	66,10	0,396	H= 1,10 + 0,0108arena
2	1	Limo (%)	84,20	0,260	H= 2,34 - 0,0222limo
2	1	Arcilla (%)	41,80	0,553	H= 2,00 - 0,0180arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
1	3	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	95,20	0,141	D= -34,9 + 22,6Da 20 cm
1	3	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	41,30	0,556	D= 4,89 - 2,46Da 30 cm
1	3	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	36,00	0,591	D= 0,281 + 0,504Rm 0,10 cm
1	3	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	16,10	0,737	D= 3,79 - 1,01 Rm 20 cm
1	3	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	74,60	0,336	D= -0,152 + 0,633 Rm 30 cm
1	3	VIAP (cm/h)	78,90	0,304	D= 0,834 + 0,0382VIAP
1	3	N (%)	29,70	0,633	D= 0,13 + 14,4N
1	3	Mo (%)	7,80	0,820	D= 1,76 - 0,72Mo
1	3	P (ppm)	68,70	0,378	D= 2,83 - 0,790P
1	3	K (ppm)	94,90	0,146	D= 0,521 + 0,0708K
1	3	CIC	75,40	0,330	D= 3,89 - 0459CIC
1	3	Ca (meq/ 100g)	18,60	0,716	D= 2,22 - 0,97Ca
1	3	Mg (meq/ 100g)	98,80	0,070	D= 2,84 - 3,58Mg
1	3	K (meq/100g)	25,40	0,664	D= 2,34 - 10,7K
1	3	Arena (%)	93,80	0,160	D= - 2,15 + 0,0541arena
1	3	Limo (%)	67,10	0,389	D= 3,07 - 0,0855limo
1	3	Arcilla (%)	47,60	0,515	D= 2,06 - 0,0502arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
1	2	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	93,00	0,170	D= 7,70 - 4,59 Da 10 cm
1	2	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	25,80	0,661	D= -1,44 + 1,00Da 20 cm
1	2	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	4,10	0,871	D= -3,2 + 2,2Da 30 cm
1	2	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	2,00	0,909	D= 0,209 + 0,039Rm 0,10 cm
1	2	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	42,90	0,546	D= -0,366+ 0,274 Rm 20 cm
1	2	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	25,00	0,667	D= 1,48 - 0,480 Rm 30 cm
1	2	VIAP (cm/h)	96,40	0,122	D= -0,235 + 0,0240VIAP
1	2	Mo (%)	58,00	0,449	D= -0,325+ 1,01Mo
1	2	P (ppm)	71,60	0,358	D= 0,830 - 0,312P
1	2	K (ppm)	87,70	0,228	D= 0,232 + 0,00868K
1	2	CIC	83,20	0,269	D= -0,213 + 0,0925CIC
1	2	Ca (meq/ 100g)	39,90	0,565	D= 1,13 - 0,798Ca
1	2	Mg (meq/ 100g)	10,00	0,795	D= 0,624 - 0,88Mg
1	2	K (meq/100g)	87,70	0,228	D= -0,232 + 0,00868K
1	2	Arena (%)	98,00	0,091	D= 157 - 0,0196arena
1	2	Limo (%)	86,2	0,242	D= -0,423 + 0,0318limo
1	2	Arcilla (%)	61,7	0,566	D= -0,021 + 0,0269arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
1	1	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	99,50	0,045	D= 4,01 - 2,41 Da 10 cm
1	1	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	99,80	0,026	D= 2,10 - 0,988Da 20 cm
1	1	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	80,40	0,292	D= 5,06 - 2,93Da 30 cm
1	1	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	84,80	0,255	D= -4,92 + 1,27 Rm 0,10 cm
1	1	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	84,80	0,255	D= - 10.6 + 2.54 Rm 20 cm
1	1	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	2,50	0,900	D= 0,81 - 0,069 Rm 30 cm
1	1	VIAP(cm/h)	85,8	0,246	D= 0,004 + 0,0275VIAP
1	1	N (%)	90,50	0,200	D= -0,604 + 16,3N
1	1	Mo (%)	90,10	0,204	D= -0,674 + 2,01Mo
1	1	P (ppm)	56,00	0,462	D= 0,333 + 0,0927P
1	1	K (ppm)	98,5	0,079	D= - 1,69 + 0,0494K
1	1	CIC	77,8	0,313	D= - 0,490 + 0,171CIC
1	1	Ca (meq/100g)	0,9	0,939	D= 0,69 - 0,10Ca
1	1	Mg (meq/100g)	63,6	0,412	D= 4,25 - 11,0Mg
1	1	K (meq/100g)	44,40	0,536	D= 1,36 - 7,55K
1	1	Arena (%)	73,1	0,347	D= 2,70 - 0,0345arena
1	1	Limo (%)	90,5	0,200	D= - 0,862 + 0,0620limo
1	1	Arcilla (%)	39,6	0,566	D= - 0,34 + 0,0602arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
1	3	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	99,50	0,045	H= 4,53 - 1,60Da 10 cm
1	3	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	98,20	0,085	H= - 18,5 + 12,7Da 20 cm
1	3	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	32,90	0,611	H= 3,65 - 1,22Da 30 cm
1	3	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	27,90	0,646	H= 2,62 - 0,246Rm 0,10 cm
1	3	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	10,30	0,792	H= 2,98 - 0,45Rm 20 cm
1	3	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	81,80	0,281	H= 1,04 + 0,367 Rm 30 cm
1	3	VIAP(cm/h)	71,40	0,359	H= 1,64 - 0,0201VIAP
1	3	N (%)	22,10	0,688	H= 1,32 + 6,9N
1	3	Mo (%)	13,10	0,765	H= 2,22 - 0,51Mo
1	3	P (ppm)	60,40	0,434	H= 2,67 - 0,410P
1	3	K (ppm)	90,40	0,201	H= 3,9 - 0,0382K
1	3	CIC	67,60	0,386	H= 3,24 - 0,240CIC
1	3	Ca (meq/100g)	12,30	0,771	H= 2,29 - 0,44Ca
1	3	Mg (meq/100g)	96,20	0,126	H= 2,72 - 1,95Mg
1	3	K (meq/100g)	18,20	0,719	H= 2,37 - 5,0K
1	3	Arena (%)	88,90	0,216	H= 0,022 + 0,02914arena
1	3	Limo (%)	75,00	0,333	H= 2,92 - 0,0500limo
1	3	Arcilla (%)	39,00	0,570	H= 2,26 - 0,0251arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
1	2	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	71,70	0,357	H= - 25,7 + 17,2Da 10 cm
1	2	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	10,90	0,786	H= - 2,2 + 2,16Da 20 cm
1	2	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	61,90	0,423	H= 35,8 - 21,4Da 30 cm
1	2	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	60,50	0,433	H= 3,88 - 1,00Rm 0,10 cm
1	2	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	100,00	0,008	H= 4,85 - 1,29Rm 20 cm
1	2	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	76,30	0,323	H= -0,050 + 0,431 Rm 30 cm
1	2	VIAP(cm/h)	23,70	0,676	H= 2,48 - 0,0366VIAP
1	2	N (%)	95,40	0,138	H= 5,65 - 53,1N
1	2	Mo (%)	88,50	0,220	H= 10,2 - 11,4Mo
1	2	P (ppm)	69,20	0,375	H= - 0,92 + 1,96P
1	2	K (ppm)	82,30	0,276	H= 3,33 - 0,0261K
1	2	CIC	81,20	0,285	H= 3,25 - 0,280CIC
1	2	Ca (meq/100g)	7,00	0,829	H= 2,21 - 0,50Ca
1	2	Mg (meq/100g)	36,80	0,585	H= 4,16 - 7,7Mg
1	2	K (meq/100g)	97,60	0,99	H= 3,24 - 13,8K
1	2	Arena (%)	55,90	0,463	H= - 1,27 + 0,0454arena
1	2	Limo (%)	9,90	0,796	H= 2,41 - 0,0332limo
1	2	Arcilla (%)	95,90	0,129	H= 2,94 - 0,103arcilla

Edad	Vigor	Factor	R <sup>2</sup> (%)	Valor - P	Ecuación
1	1	Da 10 cm (g/cm <sup>3</sup> )	16,70	0,732	H= 2,92 - 1,10 Da 10 cm
1	1	Da 20 cm (g/cm <sup>3</sup> )	9,30	0,803	H= 1,87 - 0,34Da 20 cm
1	1	Da 30 cm (g/cm <sup>3</sup> )	52,30	0,485	H= 5,38 - 2,64Da 30 cm
1	1	Rm 10 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	46,50	0,522	H= - 3,20 + 1,05Rm 0,10 cm
1	1	Rm 20 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	46,50	0,522	H= - 7,92 + 2,10 Rm 20 cm
1	1	Rm 30 cm (Kg/cm <sup>2</sup> )	76,30	0,323	H= -0,050 + 0,431 Rm 30 cm
1	1	VIAP(cm/h)	0,10	0,977	H= 1,38 - 0,0012VIAP
1	1	N (%)	38,00	0,577	H= 0,49 + 11,8N
1	1	Mo (%)	7,80	0,820	H= 1,76 - 0,72Mo
1	1	P (ppm)	13,40	0,762	H= 1,49 - 0,051P
1	1	K (ppm)	5,10	0,856	H= 0,78 + 0,0125K
1	1	CIC	2,00	0,911	H= 1,54 - 0,030CIC
1	1	Ca (meq/100g)	81,30	0,284	H= 0,250 + 1,09Ca
1	1	Mg (meq/100g)	8,50	0,811	H= - 0,15 + 4,5Mg
1	1	K (meq/100g)	86,30	0,241	H= 2,56 - 11,8K
1	1	Arena (%)	3,80	0,876	H= 0,81 + 0,0087arena
1	1	Limo (%)	0,10	0,977	H= 1,29 - 0,0027limo
1	1	Arcilla (%)	26,40	0,657	H= 2,19 - 0,0548arcilla