

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO INICIAL
DE CINCO ESPECIES DEL GÉNERO *Inga* EN
CONDICIONES DE SUELOS POBRES;
RODRÍGUEZ DE MENDOZA – AMAZONAS**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

FERNANDO GABRIEL MAGALLANES IBERICO

LIMA – PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO INICIAL DE CINCO ESPECIES
DEL GÉNERO *Inga* EN CONDICIONES DE SUELOS POBRES;
RODRÍGUEZ DE MENDOZA - AMAZONAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL
FERNANDO GABRIEL MAGALLANES IBERICO**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
PhD. María Isabel Manta Nolasco

Presidente

.....
Ing. Carlos Fernando Bulnes Soriano

Miembro

.....
PhD. Julio César Alegre Orihuela

Miembro

.....
PhD. Gilberto Domínguez Torrejón

Asesor

DEDICATORIA

A mi madre Libia y mi abuela Antonia, por su amor incondicional y por creer siempre en mí.

A mi padre Zacarías, que me inspira en el caminar, y junto con él, a quienes ya no se encuentran físicamente conmigo, pero me acompañan espiritualmente en todo momento.

A mi hermano Hugo, tías, tíos y mi ahijada Kiara, por ser grandes ejemplos y motivos en mi vida.

A Lisete y Camila, los amores de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han contribuido, de distintas maneras, a la realización de la presente investigación:

A mis primos Mery y Alfonso Tejada, a mis tíos Zenovia Iberico y Alfonso Tejada, que facilitaron totalmente la fase de campo del presente estudio.

A mi asesor y miembros de jurado por su apoyo y paciencia. De manera especial, a mi asesor Gilberto Domínguez Torrejón por su valiosa orientación y ayuda en la realización de este estudio.

A Erika Morales, Steffanny Bashi, Rolando Montenegro, Jem Rocha, Maricel Móstiga y Giancarlo Orellana, por su invaluable apoyo en la culminación del presente estudio.

A Yeyson Gutiérrez, Milagros Castañeda, Héctor Melgar y Luis Gamarra por la confianza, el respaldo y apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	5
1. Cultivo en callejones	5
1.1. Cultivo en callejones con el género <i>Inga</i>	6
2. Suelos degradados	7
3. Diferencia entre tierra y suelo	8
4. Degradación del suelo	8
4.1. Tipos de degradación del suelo.....	8
4.1.1. Degradación de la fertilidad	9
4.1.2. Degradación por erosión.....	9
4.1.3. Degradación por contaminación.....	9
5. Iniciativas de rehabilitación de suelos degradados	10
6. Biomasa y reciclaje de nutrientes.....	10
7. El crecimiento de los árboles.....	11
8. Potencial agroforestal del género <i>Inga</i> para la recuperación de suelos.....	12
9. Descripción dendrológica del género <i>Inga</i>	17
10. Especies en estudio.....	18
10.1. <i>Inga adenophylla</i> Pittier.....	18
10.2. <i>Inga oerstediana</i> Benth.....	19
10.3. <i>Inga marginata</i> Willd.....	20
10.4. <i>Inga saltensis</i> Burkart.....	21
10.5. <i>Inga</i> sp. Novo	22
11. Características ecológicas del área en estudio	23
11.1. Fisiografía.....	23
11.2. Hidrografía.....	23
11.3. Capacidad de Uso Mayor.....	24
11.4. Zonas de Vida.....	25
11.5. Clima.....	25
11.6. Suelos.....	25
11.7. Riqueza florística.....	25
III. Materiales y Métodos	27
1. Plantas de cinco especies del género <i>Inga</i>	27
1.1. Obtención de semillas de <i>Inga</i> y manejo de plántulas en vivero	30

2.	Zonas de estudio	38
2.1.	Ubicación de las zonas de estudio	38
2.2.	Antecedentes del terreno	40
2.2.1	Zona 1.....	40
2.2.2.	Zona 2.....	43
2.2.3.	Zona 3.....	45
2.3.	Preparación del terreno y diseño de plantación.....	47
3.	Tamaño de muestra y población.....	48
4.	Parámetros de Medición.....	53
5.	Variables evaluadas	53
6.	Procesamiento de datos	55
6.1.	Análisis de varianza	55
6.2.	Comparaciones múltiples.....	55
IV.	Resultados y discusión	56
1.	Supervivencia	56
1.1.	Zona 1:.....	56
1.2.	Zona 2:.....	60
1.3.	Zona 3:.....	62
2.	Crecimiento inicial.....	64
2.1.	Crecimiento inicial en altura total del ápice principal.....	64
2.1.1	Zona 1:	64
2.1.2.	Zona 2:	67
2.1.3.	Zona 3:	72
2.2.	Crecimiento inicial en diámetro basal	78
2.2.1.	Zona 1:	78
2.2.2.	Zona 2:	79
2.2.3.	Zona 3:	81
3.	Análisis de varianza.....	83
3.1.	Crecimiento inicial en diámetro basal	83
3.2.	Crecimiento inicial en altura total.....	87
3.3.	Crecimiento inicial en la zona 2.....	92
3.3.1.	Crecimiento inicial en diámetro basal para la zona 2	93
3.3.2.	Crecimiento inicial en altura total para la zona 2	96
V.	Conclusiones.....	99
VI.	Recomendaciones	100
VII.	Bibliografía	101
VIII.	Anexos	111

Índice de tablas

Página

TABLA 1:	CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS DE LOS DISTRITOS CORRESPONDIENTES A LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	23
TABLA 2:	GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁRBOL SEMILLERO DE LA ESPECIE NUEVA <i>Inga</i> sp. Novo.	31
TABLA 3:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS DISTRITOS DE TRABAJO.....	38
TABLA 4:	GEORREFERENCIACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.	39
TABLA 5:	CRONOGRAMA DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA.....	48
TABLA 6:	CÓDIGO DE ESTADO FITOSANITARIO.	54
TABLA 7:	PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA EN LA ZONA 1.	56
TABLA 8:	ANÁLISIS DEL COMPOST (VER ANEXO).	56
TABLA 9:	PORCENTAJE DE PLANTAS POR ESPECIE PERTENECIENTE A CADA GRUPO FITOSANITARIO EN LA ZONA 1.	57
TABLA 10:	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA ZONA 1 (VER ANEXO).	57
TABLA 11:	PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA EN LA ZONA 2.	60
TABLA 12:	PORCENTAJE DE PLANTAS POR ESPECIE PERTENECIENTE A CADA GRUPO FITOSANITARIO EN LA ZONA 2.	61
TABLA 13:	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA ZONA 2 (VER ANEXO).	62
TABLA 14:	PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA EN LA ZONA 3.	62
TABLA 15:	PORCENTAJE DE PLANTAS POR ESPECIE PERTENECIENTE A CADA GRUPO FITOSANITARIO EN LA ZONA 3.	62
TABLA 16:	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA ZONA 3.	63
TABLA 17:	ALTURAS MEDIAS TOTALES DE ÁPICE PRINCIPAL E INCREMENTOS MEDIOS DE CUATRO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 1.	65
TABLA 18:	ALTURAS MEDIAS TOTALES DE ÁPICE PRINCIPAL E INCREMENTOS MEDIOS DE CINCO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 2.	67
TABLA 19:	ALTURAS MEDIAS TOTALES DE ÁPICE PRINCIPAL E INCREMENTOS MEDIOS DE CUATRO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 3.	73
TABLA 20:	PROMEDIOS DE DIÁMETRO BASAL E INCREMENTO MEDIO DE CUATRO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 1.	78
TABLA 21:	PROMEDIOS DE DIÁMETRO BASAL E INCREMENTO MEDIO DE CINCO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 2.....	80
TABLA 22:	PROMEDIOS DE DIÁMETRO BASAL E INCREMENTO MEDIO DE CUATRO ESPECIES DE <i>Inga</i> EN LA ZONA 3.....	82
TABLA 23:	ANOVA PARA LOS INCREMENTOS DEL DIÁMETRO BASAL EN LAS TRES ZONAS.	84
TABLA 24:	PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE DIÁMETRO BASAL EN LAS TRES ZONAS.	84

TABLA 25: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE DIÁMETRO BASAL EN LAS TRES ZONAS. SUBCONJUNTOS.....	85
TABLA 26: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE DIÁMETRO BASAL EN CUATRO ESPECIES. COMPARACIONES MÚLTIPLES.....	86
TABLA 27: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE DIÁMETRO BASAL EN CUATRO ESPECIES. SUBCONJUNTOS.....	87
TABLA 28: ANOVA PARA LOS INCREMENTOS DE ALTURA TOTAL EN LAS TRES ZONAS.	88
TABLA 29: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE ALTURA TOTAL EN LAS TRES ZONAS.	89
TABLA 30: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE ALTURA TOTAL EN LAS TRES ZONAS. SUBCONJUNTOS.....	89
TABLA 31: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE ALTURA TOTAL EN CUATRO ESPECIES. COMPARACIONES MÚLTIPLES.....	91
TABLA 32: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE ALTURA TOTAL EN CUATRO ESPECIES. SUBCONJUNTOS.....	92
TABLA 33: ANOVA PARA LOS INCREMENTOS DE DIÁMETRO BASAL EN LA ZONA 2.	93
TABLA 34: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE DIÁMETRO BASAL EN LA ZONA 2.	94
TABLA 35: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE DIÁMETRO BASAL EN LA ZONA 2. SUBCONJUNTOS.....	95
TABLA 36: ANOVA PARA LOS INCREMENTOS DE ALTURA TOTAL EN LA ZONA 2.	96
TABLA 37: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE ALTURA TOTAL EN LA ZONA 2.	97
TABLA 38: PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL INCREMENTO DE ALTURA TOTAL EN LA ZONA 2. SUBCONJUNTOS.....	98

Índice de figuras

Página

FIGURA 1:	INDIVIDUO DE LA ESPECIE <i>Inga oerstediana</i>	28
FIGURA 2:	INDIVIDUO DE LA ESPECIE <i>Inga marginata</i>	28
FIGURA 3:	INDIVIDUO DE LA ESPECIE <i>Inga adenophylla</i>	29
FIGURA 4:	INDIVIDUO DE LA ESPECIE <i>Inga saltensis</i>	29
FIGURA 5:	INDIVIDUO DE LA ESPECIE <i>Inga</i> sp. Novo.....	30
FIGURA 6:	ÁRBOL SEMILLERO DE <i>Inga</i> sp. Novo.....	31
FIGURA 7:	LARVA DE COLEÓPTERO EN EL ÁRBOL SEMILLERO DE <i>Inga</i> sp. Novo.	32
FIGURA 8:	COPA DEL ÁRBOL SEMILLERO DE <i>Inga</i> sp. Novo ATACADA POR LEPIDÓPTERO.	33
FIGURA 9:	HOJA COMPUESTA DEL ÁRBOL SEMILLERO DE <i>Inga</i> sp. Novo.	33
FIGURA 10:	HOJA JOVEN DEL ÁRBOL SEMILLERO DE <i>Inga</i> sp. Novo.....	34
FIGURA 11:	FRUTO DE <i>Inga</i> sp. Novo.	34
FIGURA 12:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO Y DEL ÁRBOL SEMILLERO DE LA NUEVA ESPECIE <i>Inga</i> sp. Novo.	35
FIGURA 13:	VIVERO VOLANTE EN LA ZONA 1.....	36
FIGURA 14:	VIVERO VOLANTE EN LA ZONA 2.....	37
FIGURA 15:	VIVERO VOLANTE EN ZONA 3.	37
FIGURA 16:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA Y LOS DISTRITOS DE SAN NICOLÁS Y MARISCAL BENAVIDES.....	39
FIGURA 17:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS.....	40
FIGURA 18:	ZONA 1 CON MUERTE DEL CULTIVO DE “CAFÉ” (<i>Coffea arabica</i> L.) PREVIO A LA PLANTACIÓN DE LAS 05 ESPECIES DE <i>Inga</i>	42
FIGURA 19:	ZONA 1 CERCA DE UN CURSO DE RÍO.	42
FIGURA 20:	ZONA 2 CUBIERTA POR “BRAQUIARIA” (<i>Brachiaria brizantha</i>).	44
FIGURA 21:	ZONA 2 CON DESHIERBE DE “BRAQUIARIA” (<i>Brachiaria brizantha</i>), PREVIO A LA PLANTACIÓN DE 05 ESPECIES DE <i>Inga</i>	44
FIGURA 22:	ZONA 2 CON EL INICIO DE LA PLANTACIÓN DE 05 ESPECIES DE <i>Inga</i>	45
FIGURA 23:	ZONA 3 CON “SHAPUMBA” (<i>Pteridium aquilinum</i>).	46
FIGURA 24:	ZONA 3 CON PLANTACIÓN DE LAS 05 ESPECIES DE <i>Inga</i> Y CON REGENERACIÓN DE “SHAPUMBA” (<i>Pteridium aquilinum</i>) ALREDEDOR.	46
FIGURA 25:	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PARCELA POR ESPECIE.....	49
FIGURA 26:	DISTRIBUCIÓN EN CAMPO DE LA PLANTACIÓN POR ZONA DE ESTUDIO.	50
FIGURA 27	ZONAS DE ESTUDIO.....	51

FIGURA 28:	ARAÑA LOBO (FAMILIA LYCOSIDAE) EN EL VIVERO VOLANTE DE LA ZONA 1.	57
FIGURA 29:	ARAÑA LOBO (FAMILIA LYCOSIDAE) EN EL VIVERO VOLANTES DE LA ZONA 2.	62
FIGURA 30:	ARAÑA LOBO ENTRE LAS BOLSAS DEL VIVERO VOLANTE DE LA ZONA 3.	63
FIGURA 31:	ALTURAS MEDIAS TOTALES DE ÁPICE PRINCIPAL E INCREMENTOS MEDIOS DE CUATRO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 1.	65
FIGURA 32:	“CIGARRITA” (FAMILIA: CICADELLIDAE) SOBRE <i>Inga marginata</i> EN LA ZONA 1.	66
FIGURA 33:	DEFICIENCIA DE ZINC EN <i>Inga saltensis</i> EN LA ZONA 1.	67
FIGURA 34:	ALTURAS MEDIAS TOTALES DE ÁPICE PRINCIPAL E INCREMENTOS MEDIOS DE CINCO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 2.	68
FIGURA 35:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga saltensis</i> EN LA ZONA 2.	69
FIGURA 36:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga adenophylla</i> EN LA ZONA 2.	69
FIGURA 37:	COLEÓPTERO (IZQUIERDA SUPERIOR) Y “MOSCA BLANCA” (ORDEN: HEMÍPTERA) (DERECHA), CON INICIO DE DEFICIENCIA DE POTASIO EN <i>Inga</i> sp. Novo EN LA ZONA 2.	70
FIGURA 38:	<i>Inga marginata</i> ATACADA POR LEPIDÓPTERO EN LA ZONA 2.	70
FIGURA 39:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga marginata</i> EN LA ZONA 2.	71
FIGURA 40:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga oerstediana</i> CON ATAQUE DE LEPIDÓPTERO EN LA ZONA 2.	72
FIGURA 41:	ALTURAS MEDIAS TOTALES DE ÁPICE PRINCIPAL E INCREMENTOS MEDIOS DE CUATRO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 3.	74
FIGURA 42:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga adenophylla</i> EN LA ZONA 3.	75
FIGURA 43:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga saltensis</i> CON DEFICIENCIA DE POTASIO EN LA ZONA 3.	75
FIGURA 44:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga oerstediana</i> CON DEFICIENCIA DE POTASIO EN LA ZONA 3.	76
FIGURA 45:	CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA DE <i>Inga marginata</i> EN LA ZONA 3.	77
FIGURA 46:	PROMEDIOS DE DIÁMETRO BASAL E INCREMENTO MEDIO DE CINCO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 1.	79
FIGURA 47:	PROMEDIOS DE DIÁMETRO BASAL E INCREMENTO MEDIO DE CINCO ESPECIES DE <i>Inga</i> , EN LA ZONA 2.	81
FIGURA 48:	PROMEDIOS DE DIÁMETRO BASAL E INCREMENTO MEDIO DE CINCO ESPECIES DE <i>Inga</i> EN LA ZONA 3.	82
FIGURA 49:	DIAGRAMA DE CAJAS PARA LOS INCREMENTOS MEDIOS DE DIÁMETRO BASAL.	85
FIGURA 50:	DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO CONSTANTE DE VARIANZAS.	88
FIGURA 51:	DIAGRAMA DE CAJAS PARA LOS INCREMENTOS MEDIOS DE ALTURA TOTAL.	90

Índice de anexos

Página

Anexo 1 Superficie deforestada en el departamento de Amazonas.....	1111
Anexo 2 Análisis de suelo y Materia orgánica.....	113
Anexo 3 Constancia de determinación botánica.....	117
Anexo 4 Mediciones de diámetro y altura.....	118

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas, en los distritos de San Nicolás y Mariscal Benavides, entre 1550 m.s.n.m. y 1630 m.s.n.m. Esta provincia registra grandes extensiones de suelo degradado y alta tasa de deforestación. Se evaluó el crecimiento inicial de cinco especies del género *Inga*; *Inga oerstediana*, *I. adenophylla*, *I. marginata*, *I. saltensis* e *Inga sp. Novo*, esta última especie aún por identificar; se instalaron en tres zonas diferentes para evaluar su adaptación y potencial aporte de biomasa en condiciones de suelos degradados. Para esto se establecieron viveros volantes en cada zona, en los cuales se procedió a sembrar las semillas de las cinco especies en las bolsas conteniendo el suelo respectivo de cada zona, para posteriormente realizar su plantación en terreno definitivo empleando un diseño de cultivo en callejones, con un distanciamiento de 1 m x 4 m para cada especie. En estas parcelas se evaluó la supervivencia y el crecimiento inicial, en términos de incremento de diámetro basal y altura total. Los resultados muestran que *I. saltensis* e *I. adenophylla* presentan el mayor porcentaje de supervivencia en plantación en las tres zonas (en promedio 89.8% y 87.1%, respectivamente) y también expresan mejor estado fitosanitario; además, *I. saltensis* muestra, por lo general, los mayores incrementos medios en diámetro basal (6.97 mm) y altura total (48.7 cm) a los 6 meses desde la plantación.

Palabras clave: *Inga*, *Inga sp.*, supervivencia, crecimiento inicial.

ABSTRACT

This research was carried out in the province of Rodríguez de Mendoza, department of Amazonas, in the districts of San Nicolás and Mariscal Benavides, between 1550 m.a.s.l. and 1630 m.a.s.l. This province has large areas of degraded land and a high rate of deforestation. The initial growth of five species of the genus *Inga* was evaluated; *Inga oerstediana*, *I. adenophylla*, *I. marginata*, *I. saltensis* and *Inga* sp. Novo, this last species yet to be identified; They were installed in three different zones to evaluate their adaptation and potential contribution of biomass under degraded soil conditions. For this, flying nurseries were established in each area, in which the seeds of the five species were sown in the bags containing the respective soil of each area, to later carry out their planting in definitive land using a design of cultivation in alleys, with a distance of 1 m x 4 m for each species. In these plots, survival and initial growth were evaluated, in terms of increase in basal diameter and total height. The results show that *I. saltensis* and *I. adenophylla* present the highest percentage of survival in plantation in the three zones (on average 89.8% and 87.1%, respectively) and also express better phytosanitary status; Furthermore, *I. saltensis* generally shows the highest mean increases in basal diameter (6.97 mm) and total height (48.7 cm) at 6 months after planting.

Key words: *Inga*, *Inga* sp., survival, initial growth

I. INTRODUCCIÓN

Los árboles del género *Inga* ofrecen múltiples beneficios para el suelo que los sostiene; y su amplia distribución geográfica es favorable para aprovechar estos diversos beneficios que impactan positivamente en los ecosistemas y las poblaciones humanas.

Para América tropical, nos menciona Pennington (1997), se han reportado alrededor de 300 especies del género *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae).

En la Amazonía peruana, el género *Inga* se encuentra distribuido en los tipos de bosques denominados de terraza y de colinas, así mismo es frecuente encontrarlos en suelos de aptitud agrícola (Arce, 1987).

La altitud, relacionada con otros factores ecológicos, es un factor que influye notablemente en la diversidad de especies de este género y en su distribución geográfica; se ha observado que la diversidad disminuye notablemente a mayor altitud y que la mayor diversidad de estos árboles se localiza en bajas elevaciones, pero existe un número significativo en elevaciones intermedias, por lo que en general *Inga* es un género de elevaciones medianas a bajas; Zamora y Pennington (2001), señalan que se ha observado que el límite superior del género es 2050 m, representado por sólo una especie (*I. oerstediana*).

Estos árboles figuran entre los colonizadores, son de crecimiento rápido, cumplen una función importante en la recuperación de bosques perturbados. En muchos países son consideradas de importancia ecológica y económica, debido a su gran capacidad de transformar el nitrógeno atmosférico en nitrógeno asimilable, lo cual disminuye la necesidad de la fertilización química que, por lo demás, es costosa; se le atribuyen varios usos, que van desde la utilización como fuente de alimento, hasta la elaboración de postes, leño y carbón, con su material vegetal. (Pennington y Revelo, 1997).

En Perú, según el MINAM (2013), entre 1981 y 2003, los suelos degradados sumaron 15,3 % del territorio nacional, es decir, una tasa de degradación del 4,5 % anual. Si se continúa a ese ritmo, para el 2100, el 64 % del territorio peruano estará afectado por la degradación de suelos.

Los suelos degradados, son el medio en donde se pretende evaluar a estas especies, estos forman parte de un proceso complejo que provoca la pérdida de la capacidad productiva del mismo, a causa del deterioro de su medio físico, químico y biológico. Según Carrasco *et al.* (2002), la degradación del suelo, puede estar fuertemente mediatizada por muchos factores puramente ecológicos y otros de marcada índole antrópica, ciertamente esto se da directamente con la actividad agrícola, forestal, ganadera, trato con agroquímicos, riego; o indirectamente, con actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, etc.

En el caso de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas, existe una disminución preocupante de áreas de cultivo por efecto de la degradación de los suelos, ocasionado principalmente por el cambio de uso del suelo ante la necesidad de producir alimentos y el desconocimiento de tecnologías que logren el equilibrio entre esta problemática social y la conservación de los suelos y de los sistemas ecológicos en su conjunto; el MINAM (2016) nos muestra que para esta provincia peruana, el promedio de deforestación entre los años 2001 y 2015 fue de 1 113.2 ha y la tendencia es drásticamente creciente, toda vez que no se toman medidas correctivas con respecto a los suelos degradados y a la ampliación de la frontera agrícola, la tabla completa se muestra en el anexo 1; es así una de las zonas geográficas del país con la mayor tasa de deforestación y degradación de suelo, por lo que se debe desarrollar tecnologías que propicien la recuperación de las tierras productivas.

Para ello tenemos que a 1660 msnm se presenta una variedad de especies de *Inga*, algunas de las cuales no están bien identificadas y se requiere conocer su comportamiento en el crecimiento y manejo de podas desde su etapa inicial de establecimiento en campo para facilitar el diseño de tecnologías de recuperación de suelos, aplicando los conceptos del reciclaje de nutrientes.

El género *Inga* crece en diferentes condiciones climáticas, altitudinales y de suelos, no todas tienen el mismo comportamiento en cuanto a crecimiento, producción de biomasa y tasas de descomposición: todos estos aspectos no son muy conocidos para el desarrollo de propuestas tecnológicas, por lo que es necesario precisarlo en cada zona geográfica y caracterizarlo de acuerdo al objetivo que se persigue.

El presente estudio trata de generar información preliminar de 5 especies del género *Inga*, para su aplicación en diseño de sistemas agroforestales, particularmente en el sistema de cultivo en callejones. Por ello, el presente trabajo de investigación tiene por objetivo general

contribuir al conocimiento de las especies del género *Inga* que se adaptan a condiciones de áreas deforestadas y suelos degradados para el diseño de tecnologías de recuperación de suelos con reciclaje de nutrientes en sistemas agroforestales para la producción de alimentos. Como objetivos específicos se pretende determinar la capacidad de adaptación en términos de supervivencia de cinco especies del género *Inga*, en tres condiciones de suelo en función de la supervivencia inicial y evaluar el crecimiento en altura y diámetro a la base inicial de 5 especies del género *Inga*: *Inga oerstediana*, *I. adenophylla*, *I. marginata*, *I. saltensis* e *Inga sp. Novo*; durante seis meses desde la plantación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. CULTIVO EN CALLEJONES

Según, Kang y Akinnifesi (2000), los sistemas agroforestales tienen usos potenciales en la estabilización de terrenos con pendiente y en la recuperación de tierras degradadas, entonces, mejora los suelos (Shibu, 2009). Para Mendieta y Rocha (2007), un tipo de sistema agroforestal es el cultivo en callejones, que consiste en asociar árboles o arbustos (generalmente, especies fijadoras de nitrógeno no alelopáticas) intercalados con cultivos anuales en franjas. En el trópico húmedo es el sistema más apto, respecto a la competencia interespecífica (Mendieta y Rocha, 2007).

En cuanto a la adaptabilidad del cultivo en los callejones, este sistema agroforestal necesita un manejo intensivo de los árboles para aprovechar la producción de biomasa, mediante las podas, cuyos residuos se usan como abono verde (20-60 tn/ha/año) para mejorar la fertilidad del suelo ofreciendo nutrientes para los cultivos. Además, para manejar la competencia hacia los cultivos, controlando las malezas al generar sombra hacia los cultivos, lo que evitaría que se reduzca hasta un 50 % el rendimiento de los cultivos por competencia con las malezas. Cabe mencionar que el potencial de ciclaje de nutrientes de los árboles o arbustos en el cultivo de callejones va a depender del estado nutritivo del suelo; es decir, si el suelo es infértil, los árboles nada de nutrientes van a tener para ciclar originando una producción insostenible (Mendieta y Rocha, 2007).

Respecto a las interacciones de los árboles con las podas, se tiene que en los suelos moderadamente fértiles, la especie forestal, la frecuencia y la altura de las podas tienen un efecto significativo sobre la sobrevivencia y producción de biomasa de los árboles, dado que si se poda totalmente un árbol más de una vez al año, puede reducir la biomasa y afectar las raíces finas del árbol, responsables de capturar nutrientes. Además, la edad de los árboles puede afectar el rebrote y la recuperación de los mismos, después de una poda (Mendieta y Rocha, 2007).

Entre las desventajas del cultivo en callejones, Mendieta y Rocha (2007) señalan que en algunos suelos muy ácidos y con alta saturación de aluminio, los árboles no crecen

satisfactoriamente, por los graves problemas de fertilidad, entonces, concluyen que no es posible usar este tipo de sistema agroforestal. Además, que puede haber competencia por agua y nutrimentos entre los cultivos y los árboles, por ello, recomiendan usar distanciamientos efectivos.

1.1. CULTIVO EN CALLEJONES CON EL GÉNERO *Inga*

Pennington y Fernandes (1998) recomiendan que:

1. En un terreno plano, los árboles de *Inga* se siembran en filas, con 50 cm de distancia entre cada árbol, pudiendo usarse hasta 1 m y 4 m entre cada fila, que puede extenderse hasta 5 m.
2. Previamente a la plantación, se limpiará el terreno deshierbando mínimo alrededor de 1 m de donde se ubicará cada plantón.
3. La plantación de *Inga* se debe priorizar que sea en época de lluvias.
4. La poda de *Inga* se realiza por primera vez a los 18 meses, si tiene buenas condiciones y si está en condiciones muy pobres, 3 años. Considerar que para la poda se realiza un corte nítido y angulado, a fin de que el agua de lluvia no se escurra y no pudra el tallo, a 1.50 m (aprox.) a la altura del pecho, dejando hojas verdes. Cabe mencionar que las ramas más grandes se deben retirar antes de la siembra de los cultivos, para usarlas como leña, por ejemplo y que las ramas más pequeñas junto con las hojas se extienden a lo largo de los callejones para fertilizar el suelo.
5. Los árboles de *Inga* no se deben podar inmediatamente, cuando se cierran las copas, pero sí, cuando se cerraron sobre los callejones en los espacios de 4 o 5 m entre las filas. Además, una vez que se poda, se espera 6 meses para que coincida con la época de lluvias y se puedan sembrar los cultivos en los callejones, no tan cerca de cada *Inga*.
6. Los cultivos que se puedan sembrar dependerá del clima, como por ejemplo, maíz (en tres filas al centro de cada callejón), frijoles y/u otros cultivos de alto rendimiento.
7. No se deben sembrar cultivos altos como el maíz al mismo tiempo que se plantaron los individuos de *Inga*, ya que la sombra que origina puede afectar a los plantones de *Inga*.

2. SUELOS DEGRADADOS

La degradación del suelo es el proceso de disminución de la capacidad actual y potencial del mismo para producir bienes o servicios, y se manifiesta como una serie de cambios físicos, químicos y/o biológicos en las propiedades y procesos edáficos (Granados *et al.*, 2013). Según Carrasco *et al.* (2002), la degradación del suelo, puede estar fuertemente mediatizada por muchos factores puramente ecológicos y otros de marcada índole antrópica. Agrega además que en el mundo solo el 11% de las tierras son aptas para cultivo sin limitaciones, por tanto, sin necesidad de mejora de cualquier tipo. Las principales causas de esta degradación son la mala utilización de la tierra arable por prácticas inadecuadas de cultivo (35%), el sobrepastoreo (34%) y la deforestación (20%).

FAO (2016), considera que la degradación de la tierra no es un concepto estático, sino más bien un fenómeno que solo puede apreciarse como un cambio en las condiciones de la tierra, es primordial examinar las relaciones de causa-efecto que conducen a la degradación. La degradación de tierras cuesta aproximadamente 40 mil millones de dólares cada año en todo el mundo, sin considerar los gastos derivados del incremento del uso de abonos y sin tener en cuenta la pérdida de biodiversidad y de paisajes únicos.

La degradación de tierras acarrea una reducción de productividad de la tierra y conlleva problemas socioeconómicos entre los cuales, aumento de la inseguridad alimentaria, migraciones, limitaciones al desarrollo y daños al ecosistema. La recuperación de las tierras degradadas es muy costosa; si la tierra está gravemente degradada, puede dejar de proporcionar una serie de funciones y servicios ecológicos que comportan una pérdida de bienes y muchos otros potenciales beneficios ambientales, sociales, económicos de vital importancia para la sociedad y el desarrollo (FAO, 2016).

Respecto a la degradación del suelo como consecuencia del cambio de uso de suelo, según McGrath *et al.* (2001), luego de revisar más de 100 estudios realizados en la Amazonía entre 1960 al 2000, sobre la dinámica de los nutrientes en los usos de la tierra derivados de la conversión de bosques a cultivos migratorios, plantaciones de árboles y pastos, concluyeron que (a) el pH del suelo, la capacidad efectiva de intercambio catiónico (ECEC) y las concentraciones de calcio (Ca) intercambiables aumentan y permanecen elevadas después de la conversión de tala y quema del bosque en campos de cultivo o pastizales; (b) el contenido de suelo de carbono total (C), nitrógeno (N) y fósforo inorgánico (Pi) disminuye después de

la conversión de bosque a pasto; (c) las concentraciones de C, N y Pi en el suelo persisten igual de bajas en los bosques secundarios con el tiempo transcurrido desde el abandono de las actividades agrícolas; (d) las condiciones de nutrientes del suelo en todos los sistemas de uso de la tierra dominados por árboles (naturales o plantaciones) siguen siendo los mismos; y (e) mayores eficiencias en la utilización de nutrientes ocurren cuando las reservas de nutrientes del suelo son más bajas. Entonces, para McGrath *et al.* (2001), la intensidad del uso anterior de la tierra probablemente determine el grado de degradación del suelo y la tasa de rebrote secundario posterior.

3. DIFERENCIA ENTRE TIERRA Y SUELO

Según FAO (2016), el concepto “tierra” es más amplio que el concepto “suelo”. La evaluación de tierras se designa como un concepto integrado y multidisciplinario considerando los factores agrícolas, sociales, económicos y otros ecosistemas más allá que suelo (como recursos de agua y clima).

La evaluación de suelos tiende a enfocar los requerimientos específicos del suelo y manejo de tierras y el encuadre entre ambos. La mayoría de las evaluaciones de suelos han sido implementadas para manejos de sistemas agrícolas y sistemas de cultivos, aunque los mismos principios se pueden aplicar a otras medidas.

Alegre (2015) nos expone que los términos “tierra” y “suelo” son diferentes, siendo el suelo un componente importante del recurso tierra; menciona como ejemplo que la tierra puede tener una profundidad de varios kilómetros, mientras que el suelo es una pequeña capa de pocos metros que alimenta a toda una comunidad de seres vivos, dicho esto, recalca que el suelo es muy importante para la seguridad alimentaria.

4. DEGRADACIÓN DEL SUELO

La degradación de los suelos es definida por FAO (2015), como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Para Torres *et al.* (2006), la degradación es un proceso que conlleva a un deterioro progresivo de la calidad del suelo.

4.1. TIPOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO

Brissio (2005) nos presenta una serie de degradaciones diferentes:

4.1.1. DEGRADACIÓN DE LA FERTILIDAD

Es la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida. Se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro.

Al degradarse el suelo pierde capacidad de producción y cada vez hay que añadirle más cantidad de abonos para producir siempre cosechas muy inferiores a las que produciría el suelo si no se presentase degradado.

Puede tratarse de una degradación química, que se puede deber a varias causas: pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos. El deterioro del suelo a veces es consecuencia de una degradación física, por: pérdida de estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad, disminución de la capacidad de retención de agua. En otras ocasiones se habla de degradación biológica, cuando se produce una disminución de la materia orgánica incorporada.

4.1.2. DEGRADACIÓN POR EROSIÓN

La erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del agua o del viento los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua se habla de erosión hídrica y para el caso del viento se denomina erosión eólica.

El concepto de erosión del suelo también puede referirse a la erosión antrópica, que es de desarrollo rápido. Frente a ella está la erosión natural o geológica, de evolución muy lenta (Dorronsoro, 2004).

4.1.3. DEGRADACIÓN POR CONTAMINACIÓN

El suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos.

Brissio (2005) define la contaminación como una forma de degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

Los problemas más importantes del suelo asociados a la contaminación son los siguientes: pérdidas irreversibles debido a la creciente impermeabilización y a la erosión; problemas de estabilidad en las laderas; y acidificación.

En algunas zonas, la degradación es tan grave que ha provocado la reducción de la capacidad del suelo para sustentar comunidades humanas y ecosistemas, acelerando la desertificación. No se conoce con exactitud el grado real de la degradación de los suelos debido a las limitaciones de los datos.

5. INICIATIVAS DE REHABILITACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS

Se han promovido iniciativas en nuestro país para rehabilitar suelos degradados; en la selva alta de Huánuco, Vargas y Valdivia (2005), establecieron leguminosas: *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Arachis pintoii*. Luego de tres años, la textura del suelo ha variado de pesada a media, el pH de fuertemente ácido pasó a medianamente ácido, la materia orgánica ha disminuido (*Arachis pintoii* aportó menor cantidad, similar al testigo). El fósforo pasó de bajo a normal y el potasio de bajo a medio. La diversidad de familias de macroinvertebrados se incrementó de siete a veintitrés, y la cantidad de organismos de 37 millones a 58 millones/ha. *Centrosema macrocarpum* incorporó al suelo aproximadamente 1,6 t/ha/año de materia seca.

Por otro lado, Meza *et al.* (2006), nos muestra que en la selva baja también hubieron iniciativas de tecnologías de rehabilitación de suelos que han sido reforestación y sistemas agroforestales en Ucayali, Loreto y Madre de Dios, se realizaron una serie de ensayos experimentales, en los cuales emplearon especies como el tahuarí (*Tabebuia serratifolia*), ishpingo (*Amburana cearensis*), pashaco (*Schizolobium parahyba*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*), tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y yacushapana (*Terminalia sp.*); guaba (*Inga edulis*), sacha retama (*Senna reticulata*) y frijol de palo (*Cajanus cajan*), las últimas sembradas como barreras contra pendiente en áreas con relieve ondulado del terreno y una cobertura de estilosantes (*Stylosanthes guianensis*); en algunos casos se hizo uso de abonos orgánicos y roca fosfórica.

6. BIOMASA Y RECICLAJE DE NUTRIENTES

La RAE (2014), define a la biomasa como la materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresado en peso por unidad de área o de volumen. En su segunda acepción, como la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Desde hace unos sesenta años se ha reconocido la existencia de ciclos de nutrientes casi cerrados entre un bosque tropical húmedo maduro y el suelo en el que crece y se han hecho

estudios al respecto (FAO, 1996). Las entradas de nutrientes provenientes de la sedimentación atmosférica, la fijación biológica del nitrógeno y el desgaste de los minerales primarios del suelo están en equilibrio con las pérdidas de nutrientes debidas a lixiviación, desnitrificación, escorrentía y erosión. Las raíces de los árboles absorben nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y micronutrientes que a su vez regresan al suelo mediante la descomposición de la hojarasca y de las raíces, y también por las precipitaciones y el resbalamiento de la lluvia por el tronco. (FAO, 1996)

A medida que crecen, los bosques tropicales húmedos acumulan grandes cantidades de nutrientes en su vegetación, y un bosque maduro alcanza valores constantes de 700 a 2 000 Kg de N, de 30 a 150 Kg de P, y de 400 a 3000 Kg de K, Mg y Ca por hectárea. El suelo contiene también grandes cantidades de nutrientes. Un reciclaje eficiente de los nutrientes que pasan del suelo a la biomasa y que regresan luego al suelo, permite el crecimiento exuberante del bosque tropical en los suelos ácidos, relativamente infértiles, de los trópicos húmedos, siempre que no se hagan grandes extracciones de biomasa del sistema. Una recolección incorrecta de los bosques trastorna gravemente este proceso, debido a que se extraen del sistema grandes cantidades de nutrientes y se altera el reciclaje de los nutrientes. (FAO, 1996)

7. EL CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES

El crecimiento es el aumento del tamaño en el tiempo, que se puede expresar en términos de altura o diámetro (Louman *et al.*, 2001). Para López *et al.* (2005) e Imaña y Encinas (2008), existen dos tipos de crecimiento, el *crecimiento primario* reconocido por el crecimiento en altura, ocasionado por las divisiones celulares del meristemo apical y por el alargamiento de las células que de él derivan. Asimismo, el *crecimiento secundario* manifestado por el crecimiento en diámetro, debido a que mientras continúa el crecimiento, se van diferenciando capas adicionales en las porciones más antiguas del tallo y raíz.

Si el crecimiento de los árboles individuales se monitorea por periodos cortos de tiempo, se denomina incremento (Peng, 2000 e Imaña y Encinas, 2008), el cual considera los cambios en las dimensiones, pero no la competencia, ni el reclutamiento, ni la mortalidad (Peng, 2000). Por ejemplo, López *et al.* (2005), manifiesta que si se mide periódicamente el incremento del diámetro del tallo, permitiría conocer el proceso de crecimiento de los individuos. Por el

contrario, Louman *et al.* (2001), manifiesta que si el crecimiento disminuye, el incremento diametral de los árboles también decrece.

Entre los tipos de incremento, Louman *et al.* (2001) menciona que el *incremento total* es la diferencia entre un estado en un momento dado y el estado inicial.

En el trópico, el modelo convencional del crecimiento de árboles individuales y de masas forestales es el comportamiento sigmoideal clásico (Domínguez-Calleros *et al.*, 2017), que para UNNE (2018), se explica mediante una curva sigmoidea dividida en tres fases, la primera es la fase exponencial (la velocidad de crecimiento es lenta al inicio), la segunda es la fase lineal (a iguales periodos de tiempo corresponden aumentos iguales de crecimiento) y la tercera es la fase de senescencia (el crecimiento es desacelerado hasta que cesa por completo). Además, Domínguez-Calleros *et al.* (2017), mencionan que en etapas tempranas del crecimiento, los modelos de incremento y crecimiento deben tomarse con precaución, porque dan crecimientos diamétricos a la baja.

Para el Museo Noel Kempff (2018), los árboles de *Inga* pueden crecer 6 m en 2 años en un sistema agroforestal. Según, Szott *et al.* (1991), específicamente, en suelos ácidos, *Inga edulis* crece hasta 30 cm/mes en los primeros 7 meses.

8. POTENCIAL AGROFORESTAL DEL GÉNERO *Inga* PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS

Según Reynel y Pennington (1997), el género *Inga* reúne ciertas características que la hacen indicada para su uso en agroforestería:

- Mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos degradados (Vargas y Valdivia, 2005).
- Una propagación satisfactoria por semilla, con una tasa de germinación casi inmediata del 95-100%.
- Son las mejores nitrogenadoras del suelo, que se caracterizan por ser de rápido crecimiento (FAO, 2002) y toleran una gran variedad de suelos. Dependiendo de la especie, se adaptan mejor a según qué deficiencia de los suelos exista. Además, muchas de sus especies tienen hojas grandes que se proyectan hacia fuera compitiendo con la maleza. Si se plantan a 3

m - 4 m de distancia, al año se habrá formado un dosel cerrado, que eliminará rápidamente toda clase de competencia no deseada.

- Para Allen y Allen (2000) promueven y mantienen la fertilidad del suelo, reafirmado por Centeno y Cabezas (2012), en que mejoran la fertilidad del suelo, además de ser estabilizadores efectivos del suelo contra la erosión.
- Cuando se plantan a corta distancia en líneas, rápidamente producen grandes cantidades de biomasa foliar, que puede ser podada 2 ó 3 veces al año para dar lugar a una espesa capa de mulch que actúa como control de maleza y aporta nutrientes al suelo. Asimismo, aumenta el reciclaje de los nutrientes del subsuelo (Centeno y Cabezas, 2012).
- Las grandes hojas de *Inga* se descomponen lentamente, por lo que, con la correcta elección de la especie, se puede mantener una capa de mulch permanente que reduce la erosión del suelo y disminuye su temperatura permitiendo así que el cultivo se establezca.
- Tienen nódulos fijadores de nitrógeno en sus raíces y se asocian a las micorrizas (Lavelle y Spain, 2001), logrando una simbiosis Rhizobium – leguminosas, que generalmente funciona mejor en suelos no muy ácidos abastecidos con los nutrientes esenciales. (Brady y Weil, 2008). Esto hace posible que las plantas de *Inga* puedan reciclar el fósforo, a diferencia de la mayoría de plantas. La presencia de hojarasca bajo árboles de *Inga* ha demostrado ocasionar proliferación de raíces en los estratos superficiales del suelo, por encima de los horizontes donde se acumula el aluminio, elemento tóxico y limitante en muchos suelos amazónicos.
- Demostración de una gran tolerancia a la poda desde edades muy tempranas.
- Caracterizadas por la presencia de glándulas nectáreas en el raquis de la hoja. El nectario atrae a varias especies de hormiga que protegen la planta del ataque de herbívoros.
- Atraen también a gran variedad de insectos como avispas parasitoides que aportan protección contra los herbívoros que se alimentan del cultivo.
- Con alrededor de 300 especies y una distribución de gran diversidad ecológica que en la que se encuentran especies adaptadas a las condiciones climáticas y requerimientos locales.

- La selección de especies y de semilla para propagar *Inga* con objetivos específicos debe seguir algunos criterios más o menos obvios.
- Dada la gran cantidad de especies disponibles dentro del género, es importante seleccionar las más apropiadas para las condiciones particulares de cada lugar.
- Según Reynel y Pennington (1997) las especies *I. oerstediana* e *I. adenopyhlla* son adecuadas y dan buenos resultados si se utilizan para sombra y son especies adaptadas a climas fuertemente estacionales.

Respecto al estado fitosanitario, Muñoz (2000) indica que el género *Inga* es atacado por diversas plagas, como: defoliadoras, barrenadoras, cortadoras y succionadoras de savia.

Según, Vela (2011), *Inga edulis* es atacada por artrópodos que defolían, disminuyendo la cantidad de ejes o brotes terminales. Para Muñoz (2000), entre los insectos defoliadores están la langosta *Tropidacris dux* (familia: Acrididae), y varias especies de Lepidópteros (familias: Notodontidae, Noctuidae, Saturniidae, Hesperridae y Arctiidae), cuyas mariposas adultas no tienen colores llamativos que se confunden con el medio que las rodea. Asimismo, orugas defoliadoras como *Coenipeta hemiplagia* Felder y Rogenhofer, *Eulepidotis addens* Walker, ambas de la familia Noctuidae (mariposas adultas de color café).

Muñoz (2000) registró también a las Lepidópteras, *Hemiceras bilinea* Schaus, *Hemiceras tranducta* Walker (familia: Notodontidae); UNAL (2015) agrega a *Hemiceras indigna* Schaus; las cuales se caracterizan por ser las más dañinas, ya que la larva a partir del quinto día come vorazmente, dejando finalmente solo las nervaduras más grandes (Muñoz, 2000).

Similarmente, la UNAL (2015) concluye que la plaga más importante de *Inga* es el defoliador, *Hemiceras* sp. que deshoja los árboles en Junio, Julio y Agosto.

Otras especies defoliadoras de menor importancia son: *Halisidota androlepia* Dognin y *Rosema* sp. (Arctiidae) (Muñoz, 2000). Cabe mencionar que según García y Ospina (2004) existe un Lepidóptero diurno, cuyos individuos de *Lienix nemesis* Latrielle (subfamilia: Dismorphinae, familia: Pieridae, Superfamilia: Papilionoidea), son activos durante las horas de mayor intensidad lumínica, cuya planta hospedera es *Inga* sp, caracterizándose por ser de vuelo rápido y errático.

Según Muñoz (2000), entre las barrenadoras de ramas están las larvas de la familia Tortricidae (Lepidóptera), cuyo enemigo natural es *Clydonium* sp. (familia: Ichneumonidae). Las que barrenan ramas y tallos están las larvas de una especie de Coleóptera (familia: Bostrichidae); respecto a la familia Scolytidae están *Xyleborus affinis* Eichhoff, *Xyleborus* sp. y *Chramesus subopacus* Schaeffer; además, *Ormisous costifrons* Jordan (familia: Anthribidae) y una especie de Lepidóptera (familia: Pyralidae). Cabe mencionar que la mayoría de estas especies barrenadoras tienen como enemigo natural a *Bracon* sp. (orden: Hymenóptera, familia: Braconidae).

Muñoz (2000) también manifiesta que si las larvas mencionadas en los párrafos anteriores, se presentan en altas poblaciones pueden defoliar parcial o totalmente el follaje en una semana y también, secar las ramas. En el caso que tales larvas ataquen severamente (defoliación total), los árboles de *Inga oerstediana* pueden morir hasta en un 6 %. Sin embargo, *Inga veraespuria* tolera los ataques de dichas larvas, porque solo sufre daños en el follaje en un 50 %.

Existen plagas cortadoras en *Inga*, como son las hormigas, que sin embargo, para Itino *et al.* (2001), existe una interacción ecológica de depredación y simbiosis entre las plantas y las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), explicada por Cushman y Beattie (1991) y Bronstein (1998), que consiste en que las plantas al presentar nectarios extraflorales producen secreciones azucaradas que atraen a las hormigas; que según Carabalí-Banguero *et al.* (2013), si proveen suficientes carbohidratos en forma de azúcares, las colonias de hormigas se dedican a buscar más fuentes de proteína (serían las hojas), de esta manera, se potencian como controladores biológicos; ofreciendo protección a las plantas contra los herbívoros.

Para Del Claro *et al.* (1996), las principales subfamilias de hormigas reconocidas que son atraídas por los nectarios extraflorales son Myrmicinae, Formicinae y Dolichoderinae, muchas de estas hormigas, que anidan y se alimentan de nectarios extraflorales, son también depredadoras de otros artrópodos, por lo cual los árboles de *Inga* podrían estar prestando un beneficio adicional en los cafetales de sombra, por ejemplo, a través del mantenimiento de poblaciones viables de estas hormigas benéficas.

Particularmente, la hormiga *Crematogaster* sp. (subfamilia: Myrmicinae) fue la que más interacciones registró con *Inga edulis* (Del Claro *et al.*, 1996), cuya actividad de forrajeo alcanzó los estratos: arbóreo y hojarasca (Marín-Gómez y García-Cárdenas, 2008), que sí representaría una plaga cortadora en el género *Inga*.

Existe más de una especie de hormiga asociada a cada especie de *Inga* y estas hormigas que visitan los nectarios extraflorales se desplazan por el follaje, según los registros de Koptur (1984). Por ejemplo: Marín-Gómez y García-Cárdenas (2008) registran a *Pseudomyrmex boopis* (subfamilia: Pseudomyrmecinae) y *Cephalotes* sp. (subfamilia: Myrmicinae), hormigas de hábitos arbustivos, sobre nectarios de *Inga edulis* en sistemas ganaderos.

Para Tejada (2014), entre las plagas succionadoras de savia en *Inga* están las moscas blancas, como especies del orden Hemíptera, caracterizando a las ninfas que se recubren de una sustancia cerosa blanca. Según Vásquez (2004), para el caso de *Inga* sp. es *Aleurodicus capianga* Bondar, en *Inga ingoides* es *Aleurodicus dispersus* Rusell, ambos casos pertenecen a la subfamilia Aleurodicinae, en *Inga vera* es *Aleurotrachelus* spp. (familia: Aleyrodinae).

Tejada (2014) mencionó que las ninfas y los adultos de mosca blanca (orden: Hemíptera) se alimentan de la savia de su hospedero, que debido a que hay una succión constante de la savia, las hojas quedan cloróticas y luego caen. Asimismo, causan debilitamiento y atraso en el desarrollo de la planta, pudiendo causar su muerte, cuando el ataque es severo y constante.

Tejada (2014), también especificó que para controlar a la mosca blanca (orden: Hemíptera) se deben eliminar los primeros ataques, así como también el riego y la lluvia reducen el crecimiento de las colonias, debido a que se ven favorecidos cuando el hospedero presenta estrés hídrico.

Meza *et al.* (2006) exponen tecnologías de rehabilitación de áreas degradadas en la selva alta de la Amazonía peruana usando las especies de guaba (*Inga edulis* a 8 m x 8 m) con café (2 m x 1.5 m), frijol de palo (*Cajanus cajan* a 2 m x 1.5 m) y eritrina (*Erythrina* sp.) para la instalación de sistemas agroforestales en suelos degradados en áreas adyacentes al Parque Nacional Tingo María, Huánuco. También, guaba (*Inga edulis* a 8 m x 8 m) con café (2 m x 1.5 m), maderables (en fajas de 2 filas y 4 m x 4 m, especies como: cacapana, ingana, paliperro (*Vitex seudolia*), pinsha caspi, pucaquiro (*Sickingia williamsii*) y shaina (*Colubrina glandulosa*)) y frutales para la conservación, manejo y recuperación de recursos naturales y desarrollo productivo en la subcuenca del río Cumbaza, San Martín. Además, guaba (*Inga edulis* a 8 m x 8 m) con cacao (3 m x 3 m); capirona (*Calycophyllum spruceanum*), bolaina (*Guazuma crinita*), sangre de grado (*Croton lechleri* a 6 m x 6 m) y cítricos para agroforestería urbana y generación de bosques para el desarrollo sostenible en la comunidad de Alto Pendencia, Huánuco. Por último, guaba (*Inga edulis* a 6 m x 6 m) con café (2 m x 1.8 m),

laurel (*Cordia alliodora* a 6 m x 6 m) y eritrina (*Erythrina* sp. a 10 m x 0.25 m) para la iniciativa del programa de desarrollo regional.

Los mismos autores, mencionan la existencia del sistema agroforestal con guaba (*Inga edulis*), aguaje (*Mauritia flexuosa*) y papaya en Campo Verde, Ucayali. Además, el sistema agroforestal de guaba (*Inga* sp.) con café y laurel (*Cordia alliodora*) en un área recuperada en Bagua, Amazonas.

Entre los logros, menciono que Pennington y Fernandes (1998) determinaron en su investigación que la *Inga* puede seguir recuperando los suelos en un sistema agroforestal de cultivo en callejones a lo largo de 12 años y tiene potencial para seguir funcionando muy bien durante más tiempo.

Como parte de las fallas, los mismos autores comprobaron que si después de varios años, las cosechas de los cultivos en callejones, ya no son tan buenas, se puede agregar fertilizante orgánico, como estiércol de cerdo, por ejemplo.

Otra falla, para FHIA (2008), con *Inga edulis* (guama) en su utilización como especie pionera para la recuperación de suelos degradados fue que no se adaptó a las condiciones edáficas del Centro en Honduras desde el 2003 al 2007, por ello, se eliminó.

9. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA DEL GÉNERO *Inga*

Según Zamora y Pennington (2001), todas las especies de este género heliófito son árboles de tamaño pequeño a grande, tienen la copa abierta y muy ramificada, la corteza externa es lisa y lenticelada; la corteza interna es dura a muy dura y a veces arenosa por el alto contenido de células pétreas (braquiesclereidas).

Pennington (1997), hace una descripción general de la morfología y anatomía de las distintas especies de este grupo y señala que las hojas son paripinnadas, con 2 a 12 folíolos, de tamaño y forma variable, pero bastante asimétricas en la base. El pecíolo y raquis de las hojas puede ser alado o no. Asimismo, determina que el arreglo de las láminas foliares y el subsiguiente diseño de ramificaciones parece ser absolutamente constante a través del género. La inflorescencia de *Inga* consiste principalmente en un simple racimo o punta, solitario o agrupado en las axilas de hojas totalmente desarrolladas. La estructura floral en las especies del género es uniforme, pero existe gran variación en el tamaño y proporción del cáliz, corola y estambres, y esto es muy importante para separar a nivel de secciones.

La legumbre de todas las especies conocidas del género es indehisciente, coriácea o carnosa, verdosa, amarillenta o marrón. De igual manera, una de las características más distintivas del fruto es la presencia de arilo carnoso, gustoso y comestible que envuelve a su semilla, el cual resulta de importancia alimenticia (Pennington, 1997).

El género *Inga* se reconoce fácilmente en forma vegetativa, según Zamora y Pennington (2001), por sus hojas paripinnadas, alternas, con el raquis alado o no alado y siempre con glándula entre cada par de foliolos.

La pubescencia es variable, las hay desde sin pelos o glabras hasta con una pubescencia densa ferrugínea con pelos largos o cortos, o a veces con evidentes escamillas (tricomas lepidotos). (Zamora y Pennington, 2001).

Las estípulas también son variables y van desde deciduas hasta persistentes y desde lineares hasta foliáceas; también en algunas especies son conspicuas. (Zamora y Pennington, 2001).

Las hojas son pinnadas y terminan en 1 par de foliolos, los foliolos son opuestos y varían desde hojas con 1 par hasta 13 pares. El raquis puede ser alado o sin alas, las alas varían desde anchas hasta muy estrechas; algunas especies tienen raquis alado en estados juveniles y el ala desaparece conforme la planta se desarrolla. En la *I. oerstediana* se da una situación interesante, ya que algunos individuos de elevaciones altas (1300-2050 m) tienen hojas con el raquis cilíndrico, aun cuando todos los individuos en todo su rango de distribución altitudinal tienen raquis ancho-alado. (Zamora y Pennington, 2001).

10. ESPECIES EN ESTUDIO

Las especies en estudio son cinco, una nueva y cuatro ya conocidas, las últimas se detallan a continuación:

10.1. *Inga adenophylla* PITTIER

Nombre común: Pacae mono (Junín), pacae colorado (Pasco).

Árbol pequeño, de hasta 15 m de alto y 40 cm de diámetro, sin aletas, a menudo ramificado desde la base y con una copa expandida; corteza externa color grisácea, lisa o lenticelada; corteza interna homogénea, color amarillento, con olor tenue a legumbre (Reynel y Pennington, 1997).

Se extiende según Reynel y Pennington (1997), desde el Centro de Perú a Bolivia, habitando sobretodo bosques montanos estacionalmente secos y riberas, bosques húmedos y subhúmedos. Concretamente en Perú, se halla en las regiones de Ayacucho, Cuzco, Huancavelica, Junín y Pasco. Su rango altitudinal va de 700 msnm a 2200 msnm. Pero, Macbride (2000) amplía su rango de 300 msnm a 2800 msnm.

La temperatura asociada a su área de distribución tiene un promedio anual de 15 C° - 24 C°, con un promedio anual de la precipitación total de 760 mm - 2000 mm (Pennington, 1997)

Esta especie tiene una relación simbiótica con el *Rhizobium*, ya que este forma nódulos en sus raíces y fijan el nitrógeno atmosférico, parte de éste lo utiliza esta especie en crecimiento, pero otra parte puede ser usado por otras plantas que crecen cerca (Macbride, 2000).

Es un importante árbol de sombra tanto en el sur como en el centro de Perú, por eso, se puede podar con regularidad (Allen y Allen, 2000) y su madera también se usa como leña. Según Pennington (1997), responde bien a los suelos marginales y de fuerte pendiente en el valle de Chanchamayo, además de ser una buena alternativa de reforestación para la obtención de madera de pequeñas dimensiones en ciclos cortos.

10.2. *Inga oerstediana* BENTH

Nombre común: Pacae, pacae sombra (Pasco).

Árbol grande de hasta 30 m de alto y 55 cm de diámetro. Su fuste es cilíndrico o en casos acanalados en la base; la corteza externa es lenticelada y agrietada, color marrón claro. Corteza interna homogénea, color crema claro, con tenue olor a legumbre. (Reynel y Pennington, 1997).

En cuanto a la distribución, se encuentra desde el sur de México, a través de Centroamérica, las Antillas Menores y al oeste de Sudamérica hasta Bolivia, en los departamentos de Pando, Beni, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (Aparicio, 2013). Crece en un amplio rango de hábitats, incluyendo bosques pluviales de llanura y bosques montanos. En la vertiente este de los Andes se le encuentre normalmente por encima de 1200 msnm, pero en el sur de Perú desciende hasta los 350 msnm. El rango de temperatura de las zonas en las que se encuentra es de 17 °C - 26 °C, y la precipitación media total anuales de 1370 mm – 2600 mm. Su distribución en el Perú incluye los departamentos de Amazonas, Cuzco, Junín, Madre de Dios y Pasco. (Reynel y Pennington, 1997).

Esta especie se encuentra comúnmente en bosques secundarios, en lugares inundables y ribereños, asimismo, crecen principalmente en pie de monte, ecosistemas que se encuentran entre vulnerables y en peligro (Aparicio, 2013). Además, su estado de conservación se encuentra en la categoría de No Amenazado (NT), según ILDIS (2014). Cabe mencionar que, según, Pennington (1997), *Inga oerstediana* presenta un nectario foliar que varía mucho, que puede ser vestigial o ausente.

Según Pennington (1997), esta especie es frecuentemente utilizada como árbol de sombra para café, aunque también sirve para leña. Su crecimiento es rápido y agresivo, aportando una sombra densa debido al gran tamaño de sus hojas, y contribuyendo importantemente a formar una vez caídas al terreno una gruesa capa de mulch de lenta descomposición que es muy efectiva inhibiendo el crecimiento de maleza.

10.3. *Inga marginata* WILLD

Nombre común: Shimbillo (Loreto), paca alverjita (Junín), paca maní (Pasco).

Árbol de hasta 30 m de altura y 70 cm de diámetro, pero a menudo florea cuando tiene unos pocos metros de alto, fuste cilíndrico o levemente acanalado; corteza externa lisa, color gris moreno, con lenticelas; corteza interna color rosado rojizo; el follaje joven muestra un color rojizo marrón que es visible a distancia (Reynel y Pennington, 1997). Para Soto *et al.* (2012), *I. marginata* posee hojas compuestas, 13 a 18 cm de largo, 13 a 20 cm de ancho, indumento presente en ambas caras, a veces ausente; folíolos de 2 a 3 pares, 8,1 a 11,3 cm de largo, 3,4 a 6,2 cm de ancho; raquis alado, pubescente en algunos casos; nectarios foliares sésiles, bilabiados; estípulas presentes, irregulares.

Según Reynel y Pennington (1997), esta especie está ampliamente distribuida hacia el sur de México, a lo largo de Sudamérica tropical. Tiene un amplio rango altitudinal desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, y prefiere lugares húmedos. Se le encuentra en que según, Garcia y Fernandes (2015), se le encuentra en la Amazonía, en bosques de várzea, que se forman por la inundación temporal y periódica de ríos de aguas blancas (Witmann *et al.*, 2006), caracterizados por tener una alta sedimentación y ricos en nutrientes (Mostacedo *et al.*, 2006). Similarmente, para Soto *et al.* (2012), *I. marginata* crece en zonas de bosque semidecídulo, a orillas de ríos. Mientras que para Reynel y Pennington (1997), también está presente en forestas siempreverdes húmedas, maduras, pero también se extiende hacia áreas más secas a lo largo de las riberas de los ríos y bosques de galería. En Perú, se le reporta en

Amazonas, Cuzco, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, y es usualmente un componente abundante y muy visible de la flora. En las zonas donde la especie ha sido registrada en el Perú, el rango de temperatura promedio anual es de 20 °C -27 °C, el rango de precipitación total anual promedio 1900 mm - 2700 mm, con categoría sucesional pionera (Lorenzi, 2009), pero para Mangueira (2012) es secundaria inicial.

Inga marginata Willd tiene una velocidad de desarrollo lento (Lorenzi, 2009), pero para IPE (2018) es rápido; con persistencia foliar perennifolia o semidecídua para Lorenzi (2009); con un periodo de fructificación de junio a noviembre (Spina, Ferreira y Leitão (filho), 2001); es una especie selectiva higrófila (Lorenzi, 2009), por eso, es indicada para áreas empapadas permanentemente y áreas de inundación temporal (Martins, 2007), reafirmado por Lorenzi (2009), Carvalho (2006) y Carpanezzi y Carpanezzi (2006). Así como también, es una especie heliófila (Lorenzi, 2009), con una exigencia en luz (Carvalho, 2006 y Lorenzi, 2009). Asimismo, posee una asociación simbiótica con *Rhizobium* para la fijación de nitrógeno en las raíces (Gonçalves, Goi y Jacob (neto), 1999).

Cabe mencionar que para la obtención de las semillas de *Inga marginata* Willd se debe recolectar de los frutos del árbol (Lorenzi, 2009), no necesita tratamiento para la germinación (Carvalho, 2006), si se quiere que germinen, sembrar directamente en bolsas de polietileno o en tubos de polipropileno de tamaño mediano (Carvalho, 2006), inmediatamente después de retirar las semillas de las vainas (Lorenzi, 2009), debido a que la semilla es recalcitrante (Scremin-Dias, Battilani, Souza, Pereira, Kalife, Souza y Jeller, 2006 y Carvalho, 2006). El tiempo de germinación es entre 10 a 30 días con una tasa de germinación de 80% (Carvalho, 2006).

Esta especie tiene una gran cantidad de usos. Su fruto comestible es popular en los mercados locales; su madera es útil como leña. Las flores fragantes son una buena fuente de néctar para miel. Tiene gran potencial para sistemas agroforestales, y con esta finalidad se le ha ensayado recientemente en diferentes países sudamericanos. Es muy tolerante a suelos rojos ácidos y coloniza rápidamente en este tipo de medio. (Reynel y Pennington, 1997).

10.4. *Inga saltensis* BURKART

Esta especie fue descrita por Arturo Erhardo Burkart, quien la encuentra en el sur de la provincia de Los Yungas (Bolivia), que para Aparicio (2013), está en los departamentos de

Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, además de Beni y Cochabamba. Asimismo, en el noroeste de Salta (Argentina). Luego, Hoc *et al.* (2006), amplían su área a la provincia de Jujuy. Se han reportado ejemplares en bosques yungueños del piso montano pluvial y en bosques amazónicos pluviales entre los 200 msnm y 2000 msnm (Aparicio, 2013).

Se han encontrado individuos de esta especie en la provincia de Chanchamayo (Junín - Perú), de los cuales proceden las semillas a ser empleadas en la presente tesis. Cabe mencionar que presenta un nectario foliar sésil o subestipitado (Aparicio, 2013).

Se tiene escasa bibliografía acerca de esta especie, pero se muestra su estado de conservación como especie amenazada en estado “En Peligro”, ya que sus poblaciones se encuentran afectadas por la acelerada fragmentación de su hábitat por la agricultura y asentamientos humanos, además de sufrir extracción forestal e incendios forestales (Atahuachi, 2011).

Hoc *et al.* (2006), mencionan que las poblaciones de esta especie crecen al lado de cursos de agua que descienden por las laderas de las Selvas de Transición y desembocan en los ríos de las planicies.

10.5. *Inga* sp. NOVO

Esta especie, de acuerdo a la constancia de determinación botánica (Ver Anexo 3), es nueva y aún no se encuentra descrita. La siguiente caracterización está realizada en función a lo observado en el único individuo encontrado que sirvió como semillero para la presente investigación.

Árbol de 10 m de altura total y 30 cm de diámetro, aproximadamente. Posee hojas compuestas, raquis alado, con 3 pares de folíolos elípticos. Legumbre de 10-15 x 2-3 cm, de color marrón grisáceo. Ubicado en el distrito de Longar, provincia Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas-Perú.

11. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO

11.1. FISIOGRAFÍA

Tabla 1: Características Fisiográficas de los distritos correspondientes a las zonas de estudio.

Zona	Distrito	Símbolo	Paisaje	Subpaisaje	Unidad Fisiográfica
1	Mariscal Benavides	Av1	Aluvial	Valle	Llanura aluvial
2	San Nicolás	Cb1	Colinoso	Colina baja	Ligera a moderadamente disectada
3		Cb2			Fuertemente disectada

Fuente: Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza (2007)

Aluvial, valle, llanura aluvial: Superficie aproximada de 3,380.1 ha (0.86% del área total). Topografía plana, con pendientes que varían de 0% a 4%. Están compuestas por sedimentos fluviónicos recientes, producto de la inundación periódica.

Colinoso, colina baja, ligera a moderadamente disectada: Superficie aproximada de 13,537.8 ha (3.4% del área total evaluada). En el norte se encuentran distribuidas en ambos márgenes del río Santiago y Nieva. En las formas colinosas la altura fluctúa entre 20 m y 50 m sobre la base. Presentan cimas redondeadas y laderas cortas, con pendientes entre 15% y 25%. Los suelos que se desarrollan aquí son, por lo general, profundos a moderadamente profundos, y en gran parte son aprovechados por la producción agropecuaria.

Colinoso, colina baja, fuertemente disectada: Superficie aproximada de 26,569.1 ha. (6.8% del área total evaluada). Conformada por colinas bajas que presentan cimas subredondeadas y laderas cortas, con pendientes de 40% a 60%. Los suelos van de moderadamente profundos a superficiales.

11.2. HIDROGRAFÍA

Según, el Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza (2007), la provincia de Rodríguez de Mendoza está ubicada en la subcuenca del Huayabamba (perteneciente a la cuenca del Huallaga). Se divide, a la vez, en las siguientes microcuencas.

- Microcuenca Dipa, ubicada en el distrito de Huambo
- Microcuenca San Antonio, ubicada en el distrito de Mariscal Benavides.
- Microcuenca Shocol, ubicada en los distritos de Santa Rosa, Totora, Milpuc, Chirimoto y Limabamba.
- Microcuenca Leyva, ubicada en los distritos de San Nicolás y Omia

Resumiendo, para los ámbitos de estudio: por el distrito de San Nicolás discurre el río Leyva y por su parte el distrito de Mariscal Benavides tiene al río San Antonio; además, se encuentra la laguna Huamanpata, cuya extensión comprende ambos mencionados distritos.

11.3. CAPACIDAD DE USO MAYOR

Para el Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza (2007), las tierras aptas para la agricultura comprenden 47 262,99 ha, e incluyen aquellas tierras que presentan las mejores condiciones físicas, químicas y topográficas, donde se pueden implementar cultivos de corto período vegetativo, acordes con las condiciones ecológicas de la zona (maíz, frejol, maní, soya, arroz).

Las tierras aptas para pastos (21 334, 05 ha entre pastos naturales y cultivados) incluyen pastos elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumcher), pasto king grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass), pasto braquiaria (*Brachiaria brizantha*) y pasto gramalote (*Paspalum spp*).

La provincia de Rodríguez de Mendoza cuenta con 133 226 ha de montes y bosques. Es importante mencionar que la deforestación ha aumentado de forma alarmante en los últimos años, y el desconocimiento del cuidado ambiental por la población es una de las principales causas.

En toda la provincia de Rodríguez de Mendoza hay cerca de 26 533, 74 ha consideradas como tierras protegidas; 344 569,57 ha como tierras aptas para la producción forestal; 0,33 ha que son islas y 653,12 ha catalogadas como cuerpos de agua (en este grupo se consideran las lagunas ríos y manantiales).

11.4. ZONAS DE VIDA

Los dos distritos en los cuales se realizó el estudio: San Nicolás y Mariscal Benavides, corresponden a la zona de vida bh-PT: bosque húmedo - Premontano Tropical, de acuerdo al mapa de zonas de vida. (MINAM, 2009).

La ONERN (1976), menciona que entre las localidades más importantes de la Zona de Vida: bosque húmedo – Premontano Tropical, se tiene a Rodríguez de Mendoza, además de San Ramón, La Merced, y Satipo.

11.5. CLIMA

Según el Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza (2007), la provincia de Rodríguez de Mendoza registra una temperatura promedio de 18 °C. Por lo general, su clima es subhúmedo-cálido (MINAG, 2009) con una humedad relativa anual de 82,4% (Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza, 2007). Su variabilidad es bastante uniforme durante todo el año y predominan los vientos del norte y este, que tienen mayor presencia durante el día (Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza, 2007).

Las precipitaciones anuales son de entre 2500 mm y 3000 mm, en algunos lugares exceden los 7 000 mm. Hay variación estacional en la época de lluvias (setiembre-abril) y un periodo más seco de mayo a agosto (Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza, 2007).

11.6. SUELOS

En Rodríguez de Mendoza la mayor parte de los suelos son ácidos, lo que limita la agricultura. En su superficie se pueden apreciar pendientes de 50 % a 70%. Los suelos aluviales dominan el paisaje de fondo de valle en la mayoría de distritos (Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza, 2007).

11.7. RIQUEZA FLORÍSTICA

El Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza (2007) menciona que, en la parte alta del bosque, la vegetación es densa en lugares aún no deforestados. Se pueden apreciar musgos, líquenes, hepáticos, numerosas orquídeas, bromelias y otras epífitas. Por debajo de los 2700 msnm se encuentra *Cedrela odorata* (Cedro), *Amburana cearensis*

(Ishpingo), *Aniba* sp. (Moena), *Ocotea jelskii* (Ishpinguillo), entre otras especies de madera blanca, utilizadas como combustible de cocina.

Según IIAP (2010), la ZEE (Zonificación Económica y Ecológica) de la provincia de Rodríguez de Mendoza engloba a las Zonas para Cultivo Permanente de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo, por ello, la principal actividad económica es la agricultura, siendo el cultivo estrella, el café (30% se exporta al extranjero), visualizado en los distritos de Mariscal Benavides y San Nicolás. Se podría decir que la caña de azúcar es el segundo cultivo de importancia en la provincia de Rodríguez de Mendoza. Esta se transforma en chancaca y aguardiente y se comercializa a escala local en todos los distritos. Asimismo, a la Zona de Expansión Urbano-Industrial, para los distritos de Mariscal Benavides y San Nicolás.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En la ejecución del presente estudio se consideraron dos materiales: las plantas de cinco especies del género *Inga* y tres zonas de la provincia de Rodríguez de Mendoza, los cuales se describen a continuación:

1. PLANTAS DE CINCO ESPECIES DEL GÉNERO *Inga*

El material de estudio fue conformado por un total de 450 individuos establecidos en campo definitivo y estudiados durante 6 meses contados desde su plantación, estos corresponden al género *Inga*, siendo 30 por cada una de las cinco especies: *I. oerstediana*, *I. marginata*, *I. adenophylla*, *I. saltensis*, y una nueva especie del género *Inga* (*Inga* sp. **Novo**), las cuales estuvieron distribuidas en cada una de las tres zonas de estudio, es decir, fueron 150 plantas del género *Inga* por zona.

Las especies se sometieron a identificación mediante muestras dendrológicas llevadas al Herbario Mol Forestal para confirmar que las plantas presentes en cada parcela eran respectivamente de la misma especie, obteniendo la constancia de determinación botánica, proporcionada por el herbario de la facultad de Ciencias Forestales de la UNALM, a cargo del Mg. Sc., Ph. D. Carlos Reynel Rodríguez. (Ver Anexo 3).



Figura 1: Individuo de la especie *Inga oerstediana*



Figura 2: Individuo de la especie *Inga marginata*.



Figura 3: Individuo de la especie *Inga adenophylla*.



Figura 4: Individuo de la especie *Inga saltensis*.



Figura 5: Individuo de la especie *Inga sp. Novo*.

1.1. OBTENCIÓN DE SEMILLAS DE *Inga* Y MANEJO DE PLÁNTULAS EN VIVERO

Durante la época de lluvias, las semillas de las cuatro especies conocidas: *Inga oerstediana*, *Inga marginata*, *Inga adenophylla* e *Inga saltensis*, fueron colectadas directamente de cuatro, dos, tres y tres árboles semilleros, respectivamente, encontrados en la provincia de Chanchamayo utilizando una tijera telescópica para alcanzar a colectar los frutos (vainas), los cuales se dispusieron para su transporte hacia la provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas, en donde se llevó a cabo el estudio y aquí se colectaron los frutos de un solo árbol semillero de la quinta especie determinada como nueva y denominada “*Inga sp. Novo*”, según la constancia de determinación botánica del Herbario Mol Forestal (Ver Anexo 3), para efectos de este estudio se le va a considerar como *Inga sp. Novo*, procediendo de la misma manera en la obtención de las semillas, como con las otras 04 especies mencionadas.

La nueva especie ha sido descubierta en la provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas-Perú, el árbol semillero (Ver Figura 6) y se ubica en el distrito de Longar, a 20 minutos en auto desde la plaza del distrito de Mariscal Benavides por la carretera en dirección hacia Chachapoyas y luego 2 horas caminando cuesta arriba en dirección noroeste.

Tabla 2: Georreferenciación del árbol semillero de la especie nueva *Inga sp. Novo*.

Coordenadas UTM de ubicación de <i>Inga sp. Novo</i> (Datum WGS 84, Zona 18M)			
Especie	E	N	Altitud (msnm)
<i>Inga sp. Novo</i>	220072	9296834	2269

Fuente: Elaboración Propia

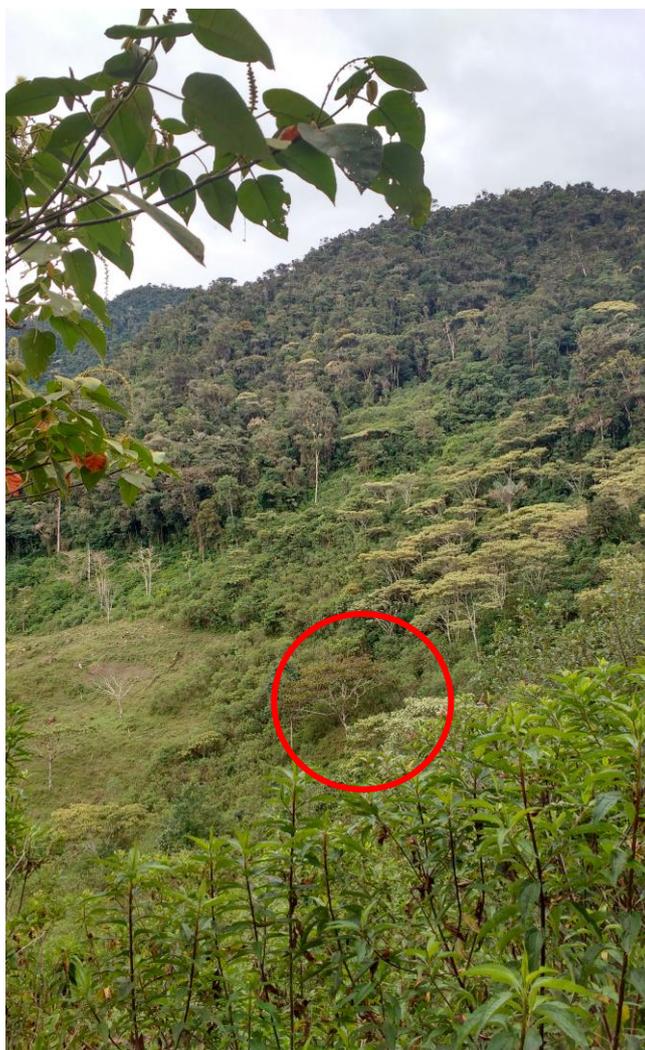


Figura 6: Árbol semillero de *Inga sp. Novo*.

El único árbol semillero de *Inga* sp. Novo identificado en su hábitat tenía 10 m de altura total y 30 cm de diámetro, aproximadamente; se caracterizó por encontrarse en la etapa final de su fructificación que fue en marzo; también se reconoció la larva de un Coleóptero por la cabeza y el cuerpo (Ver Figura 7), además se registraron síntomas de ataque de larvas de Lepidóptero en las hojas, esto se puede inferir porque las hojas tenían muchos orificios (Ver Figura 8), también se puede visualizar una hoja compuesta (Ver Figura 9). Además, que el fuste y las ramas tenían líquenes. Cabe mencionar que para llegar hasta este árbol semillero, hubo que caminar por una trocha estrecha poco transitada.



Figura 7: Larva de coleóptero en el árbol semillero de *Inga* sp. Novo.



Figura 8: Copa del árbol semillero de *Inga* sp. Novo atacada por lepidóptero.



Figura 9: Hoja compuesta del árbol semillero de *Inga* sp. Novo.



Figura 10: Individuo de *Inga* sp Novo. en estadio inicial.



Figura 11: Fruto de *Inga* sp. Novo.

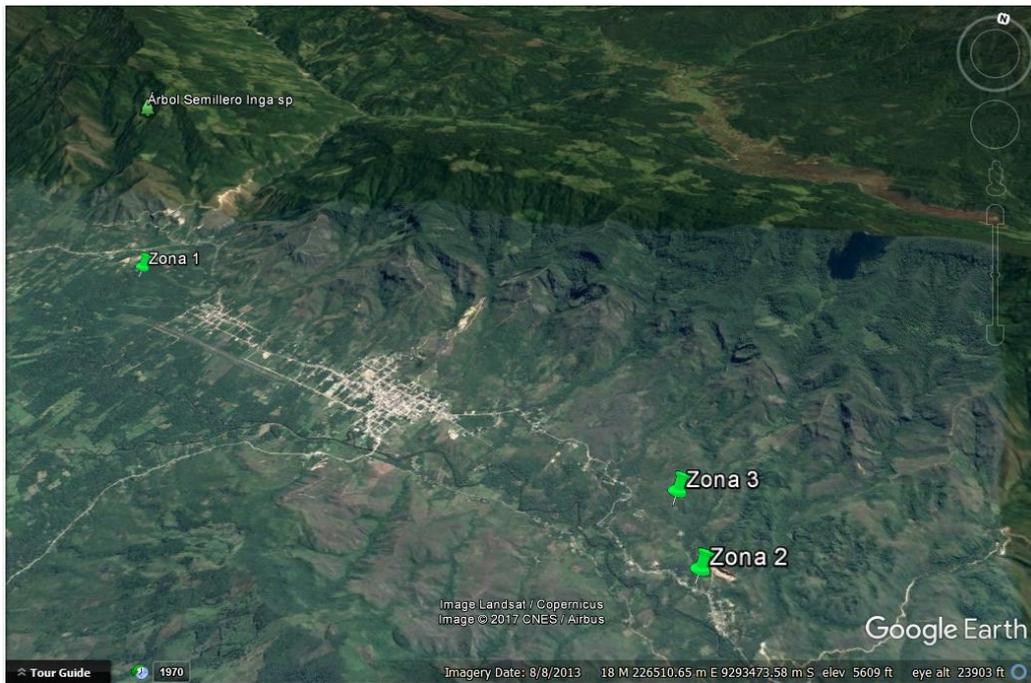


Figura 12: Ubicación geográfica de las zonas de estudio y del árbol semillero de la nueva especie *Inga sp. Novo*.

Fuente: Google Earth

En cada zona se implementó y acondicionó un vivero volante (Ver Figuras 13, 14 y 15), en los cuales se sembraron las semillas de las 5 especies directamente en las bolsas de polietileno, usando dos semillas por bolsa, específicamente se abrió el fruto (vainas), luego se retiró el arilo (pulpa blanca, suave y azucarada), para obtener solo la semilla.

Las bolsas de vivero de cada zona contienen el pan de tierra, cuya proporción fue: 2-2-1, es decir, 2 del tipo de suelo que corresponde a cada zona, 2 de arena y 1 de compost; esta proporción es mayor en arena y materia orgánica a comparación de lo que recomendaron ITTO, IIAP y SERFOR (2014), quienes mencionaron que la proporción más usada en Amazonas fue 2 (Tierra negra): 1 (Arena): 1/3 (Materia orgánica), en la instalación de un vivero forestal para producción de especies forestales nativas; esta diferencia en la proporción empleada en el presente estudio buscó promover una mayor asimilación de nutrientes, contrarrestando la acidez y degradación característica de los suelos de las tres zonas.



Figura 13: Vivero volante en la Zona 1.



Figura 14: Vivero volante en la Zona 2.



Figura 15: Vivero volante en Zona 3.

2. ZONAS DE ESTUDIO

Como segundo material de estudio se tuvieron a las zonas en las que se realizaron los ensayos, se definieron tres zonas con diferente tipo de suelo, previamente analizados en los laboratorios de la UNALM; la zona 1 pertenece al distrito de Mariscal Benavides: Fundo “DIPA”, la zona 2 y zona 3 pertenecen al distrito de San Nicolás: Fundo “Libia” y Fundo “Timbuyacu” respectivamente (Ver Tabla 3 y Figura 16); cuya ubicación se describe a continuación:

2.1. UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

El estudio se realizó en provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas, distritos de Mariscal Benavides y San Nicolás (Ver Tabla 3 y Figuras 16 y 17). Se eligió la provincia de Rodríguez de Mendoza debido a que presenta una de las tasas más altas de deforestación en el país y de suelos degradados. Además, ecológicamente se distribuyen en este ámbito varias especies del género *Inga*, teniéndose referencia (Herbario Mol Forestal, 2017) que algunas de ellas se encuentran aún por identificar en las partes altas de esta provincia, sobre los 1600 msnm.

Para establecer la metodología se definieron tres zonas con diferente tipo de suelo, previamente analizados en los laboratorios de la UNALM; la zona 1 pertenece al distrito de Mariscal Benavides: Fundo “DIPA”, la zona 2 y zona 3 pertenecen al distrito de San Nicolás: Fundo “Libia” y Fundo “Timbuyacu” (Ver Tabla 4 y Figura 12 y 17).

Tabla 3: Ubicación geográfica de los distritos de trabajo.

Distrito	Coordenadas		Rango altitudinal	
	Latitud	Longitud	Msnm	Región
San Nicolás	6°23'45''	77°28'56''	1596	Ceja de Selva
Mariscal Benavides	6°23'13''	77°30'14''	1591	

Fuente: Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza (2007)

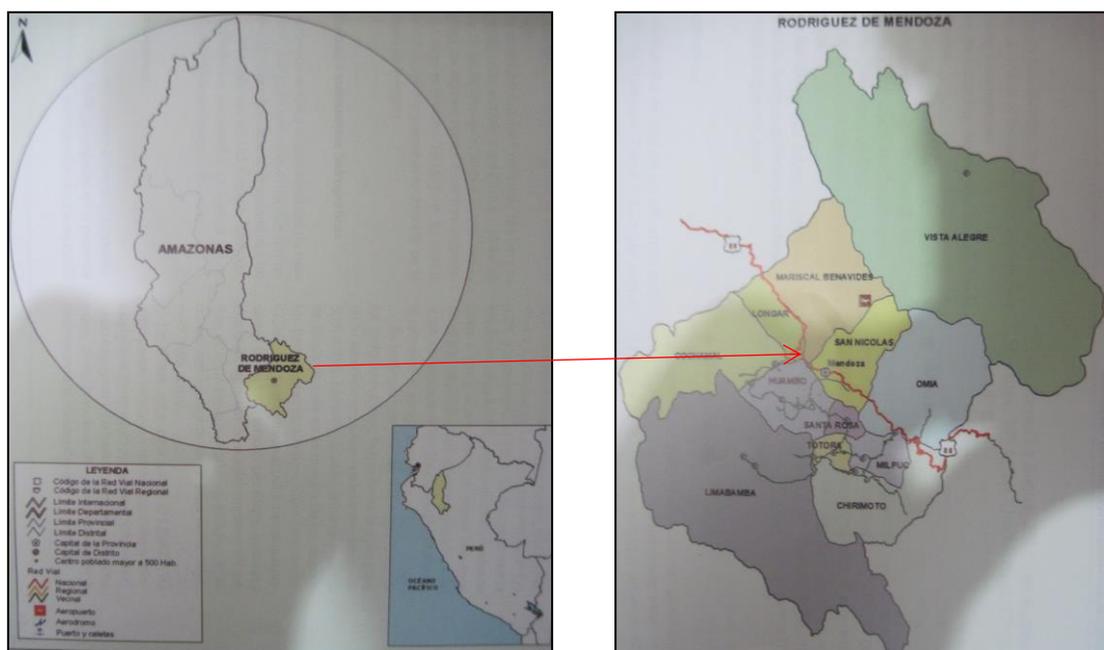


Figura 16: Ubicación geográfica de la provincia de Rodríguez de Mendoza y los distritos de San Nicolás y Mariscal Benavides.

Fuente: Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza (2007)

Tabla 4: Georreferenciación de las zonas de estudio.

Coordenadas UTM (Datum WGS 84, Zona 18M)			
Zonas de estudio	E	N	Altitud (msnm)
Zona 1	221625	9293899	1551
Zona 2	228593	9290827	1563
Zona 3	228309	9291562	1630

Fuente: Elaboración Propia

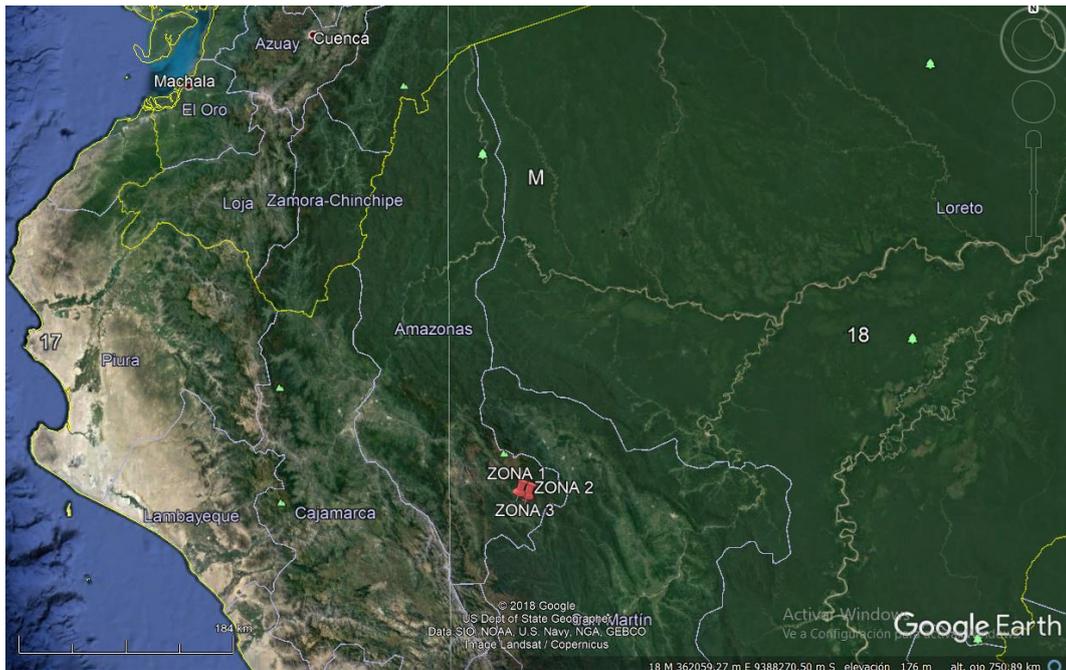


Figura 17: Ubicación geográfica de las zonas de estudio en el Departamento de Amazonas.

Fuente: Google Earth

2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO

Según McGrath *et al.* (2001), la intensidad del uso anterior de la tierra probablemente determine el grado posterior de degradación del suelo y la tasa de rebrote secundario sucesiva.

Por ello, a continuación, detallo los antecedentes de cada zona de estudio previamente evaluada:

2.2.1 ZONA 1

La zona 1 estaba sobre un terreno plano, de menor altitud (1 551 msnm) a comparación de las otras dos zonas. Asimismo, el suelo era de uso intensivo, ya que se encontró un cultivo de “Café” (*Coffea arabica* L.), variedades Typica y Geisha, que iba a ser destinado a la producción, pero no tuvo éxito (Ver Figura 18), por la presencia de roya amarilla del café, ya que se dio la condición favorable para el desarrollo de este hongo, al no usar materia orgánica, factor que influyó negativamente en el requerimiento edáfico de esta especie, ya que requiere alto contenido de materia orgánica (Pérez y Geissert, 2006 y MIDA, 2015). Asimismo, reafirman Alegre *et al.* (2005), que cuando se tienen cultivos es necesario suministrar los macronutrientes (N, P y K) por fuentes externas, debido a que el suelo los tiene en pocas cantidades.

Además, estas variedades de “Café” (*Coffea arabica* L.) son susceptibles a la roya amarilla del café e incluso por la falta de sombra en el terreno del cultivo, se aunaron a las condiciones que aventajaron a que esté presente el hongo de la roya amarilla del café (MIDA, 2015). También es importante indicar que el rango de ph para su crecimiento óptimo es de 5.5 a 6.5 (FUNDESYRAM, 2010 y MIDA, 2015), es decir, requiere un suelo entre moderadamente a ligeramente ácido (USDA, 2017); para Pérez y Geissert (2006) requiere un ph entre 6 a 6.5 (ligeramente ácido (USDA, 2017)); según Morfín *et al.* (2006), se desarrolla bien a ph de 4.5 a 5.5 (muy fuertemente a fuertemente ácido (USDA, 2017)).

Sin embargo, con un análisis de caracterización de suelo realizado en el presente estudio, se concluyó que el suelo estaba por debajo de los rangos de ph mencionados, ya que el ph obtenido fue de 3.67 (Ver Anexo 2), es decir, era un suelo extremadamente ácido (USDA, 2017), coincidiendo con FUNDESYRAM (2010), que debajo de un ph de 5.5, se afecta el desarrollo normal de las raíces, el crecimiento y la producción.

Cabe mencionar que la zona 1 tiene un suelo con textura franco arenosa (Ver Anexo 2), esta se caracteriza por ser aireado (Pérez y Geissert, 2006), la aireación de esta textura es entre excelente a buena (Rodríguez y Rodríguez, 2015), factores que favorecieron el drenaje y además esta zona se encuentra a pocos metros de un curso de río (Ver Figura 19), siendo condiciones favorables para el cultivo de “Café” (*Coffea arabica* L.) de variedades Typica y Geisha, ya que prefieren suelos bien drenados (Pérez y Geissert, 2006). Además, para el cultivo de “Café” (*Coffea arabica* L.) se recomienda suelos permeables, de textura franca (Morfín *et al.*, 2006).

Una consideración para el cultivo de “Café” (*Coffea arabica* L.) de variedades Typica y Geisha es que no tolera la salinidad, coincidiendo con el suelo de esta zona, caracterizándose por ser no salino (USDA, 2017), dado que la conductividad eléctrica fue de 0.75 dS/m (Ver Anexo 2).



Figura 18: Zona 1 con muerte del cultivo de “Café” (*Coffea arabica* L.) previo a la plantación de las 05 especies de *Inga*.



Figura 19: Zona 1 cerca de un curso de río.

2.2.2. ZONA 2

En la zona 2, el suelo estaba degradado, dado que la actividad antropogénica empleó esta zona para producción agrícola y ganadera. En el momento del reconocimiento de esta zona de estudio, se observó que existían casas donde vivían los pobladores responsables de tal degradación del suelo, quienes habían dejado una chacra abandonada, donde la herbácea que dominó fue “Braquiaria” (*Brachiaria brizantha*) (Ver Figura 20), que se deshirió (Ver Figura 21) para la posterior instalación de la plantación de las 05 especies del género *Inga* (Ver Figura 22).

“Braquiaria” (*Brachiaria brizantha*) es una gramínea forrajera perenne y persistente que según Camero-Rey y Rodríguez-Díaz (2014), tiene los siguientes requerimientos ecológicos, ellos son que se desarrolla de buena manera en el trópico húmedo, que cuenta con una amplia adaptabilidad a diversos climas (clima subhúmedo-cálido, MINAG (2009)) y también a diversos suelos, además, con un rango amplio de ph (5.04 (Ver Anexo 2), muy fuertemente ácido (USDA, 2017)) y textura (Franco Arcillo Arenosa (Ver Anexo 2)), adaptándose mejor a suelos de mediana y buena fertilidad, sin embargo, esto contrasta con la zona 2, donde se determinó que la fertilidad es baja (MINAG, 2009). También, requiere un buen drenaje, pero discrepa con MINAG (2009), dado que esta zona tuvo un drenaje imperfecto, al remover el agua lo suficientemente lento y así mantener mojado el suelo por periodos significativos, pero no todo el tiempo. Otro requerimiento es la precipitación, ya que necesita entre 1000 mm a 3500 mm, coincidiendo para esta zona, ya que las precipitaciones anuales están dentro del rango entre 2500 mm a 3000 mm (Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza, 2007). Por último, requiere una altitud entre 0 msnm a 1800 msnm, coincidiendo en que esta zona estaba ubicada a una altitud de 1563 msnm.



Figura 20: Zona 2 cubierta por “Braquiaria” (*Brachiaria brizantha*).



Figura 21: Zona 2 con deshierbe de “Braquiaria” (*Brachiaria brizantha*), previo a la plantación de 05 especies de *Inga*.



Figura 22: Zona 2 con el inicio de la plantación de 05 especies de *Inga*.

2.2.3. ZONA 3

En la zona 3, se encontró una purma y helecho “Shapumba” (*Pteridium aquilinum*), esta zona había sido anteriormente sometida a quema (Ver Figura 23), esto ante el intento de los pobladores para instalar cultivos. Esta área fue usada para la presente investigación, se desbrozó la “Shapumba”, para la instalación de la plantación de las 05 especies de *Inga* (Ver Figura 24); sin embargo, esta herbácea es de crecimiento rápido y de no haber realizado faenas de deshierbe, la “Shapumba” pudo haber cubierta totalmente la plantación, por otro lado, se puede haber producido aleloquímicos que ocasionan efectos perjudiciales sobre el crecimiento de las plantas vecinas, ubicadas dentro de su área de influencia (Tang *et al.*, 2007). Para Tang *et al.* (2007), la “Shapumba” (*Pteridium aquilinum*) es un helecho dominante; agresivo, que produce brotes entre 15 a 20 días, luego de una poda; además, de ser alelopática y resistente a plagas y enfermedades.

La “Shapumba” (*Pteridium aquilinum*) es un indicador de tierras degradadas y suelos ácidos, que aparece en áreas deforestadas con más de 10 a 15 años en procesos tanto de erosión producido por las actividades agropecuarias que no consideraron en su momento la capacidad de uso de la tierra, como de degradación de los suelos (Tang *et al.*, 2007).

Según, Vibrans (2005-2007), la “Shapumba” (*Pteridium aquilinum*) se extiende por el acortamiento de ciclos en la agricultura de roza-tumba-quema y por el uso del fuego; debido a que el pH alcalino del suelo quemado favorece la germinación de las esporas (Tang *et al.*,

2007). Cabe mencionar que es un problema constante la colonización de la “Shapumba” (*Pteridium aquilinum*), cada vez que los agricultores tratan de combatir su expansión mediante la quema, ya que posiblemente desconocen que sus esporas son resistentes al fuego (Tang *et al.*, 2007).



Figura 23: Zona 3 con “Shapumba” (*Pteridium aquilinum*).



Figura 24: Zona 3 con plantación de las 05 especies de *Inga* y con regeneración de “Shapumba” (*Pteridium aquilinum*) alrededor.

2.3. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y DISEÑO DE PLANTACIÓN

Se establecieron 15 parcelas en total, divididas en 3 zonas; es decir, 05 parcelas por zona y cada parcela representaba a cada una de las 05 especies del género *Inga*: *I. oerstediana*, *I. adenophylla*, *I. marginata*, *I. saltensis* e *Inga sp. Novo*. El estudio se realizó a campo abierto; en las figuras 12, 16 y 17, se observa la localización geográfica de las zonas experimentales. Los suelos fueron colectados mediante un muestreo representativo y aleatorio en una superficie de 0.1 ha por cada una de las zonas, que consistió en cavar con pala y pico 05 hoyos de 20 cm x 20 cm x 40 cm de profundidad en cada zona usando además un equipo GPS para georreferenciar cada zona, donde se realizaron las plantaciones en terreno definitivo y el punto donde se ubicó el árbol semillero de la nueva especie *Inga sp. Novo* (Tablas 2 y 4); luego de cavar se obtuvieron 05 submuestras representativas por zona, cada una se conservó en una bolsa hermética ziploc y se etiquetaron para identificarlas y llevarlas al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Fertilizantes de la UNALM (Lima), luego se desmenuzaron los terrones y mezclarlos por cada zona para seleccionar solo 1 kg de muestra de suelo representativo por zona, la cual se conservó en una bolsa hermética ziploc y se entregó al especialista para su análisis y caracterización (Ver Anexo 2) principalmente de los parámetros: textura (composición de arena, arcilla y limo), ph, materia orgánica y contenido de macronutrientes (P y K). Además, luego de analizar los resultados de la caracterización de los suelos por cada zona, se confirmó lo mencionado por el “Plan Vial Provincial Participativo de Rodríguez de Mendoza” (2007), que los suelos de la provincia Rodríguez de Mendoza son ácidos, lo que reduce el ritmo de la mineralización de la materia orgánica (Miguel, 2006) y a la vez, esta referencia confirma que son suelos degradados, esto explica la baja disponibilidad de los macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), tal y como se confirma por Carbonel (2009) y Ayala (2015). Ante estos resultados, surgió la necesidad de usar compost a base de residuos orgánicos de los cultivos locales entre ellos están la cascarilla de café y cáscara de café cerezo, variedad Caturra y Typica, con el fin de aportar materia orgánica a los suelos, al ser una excelente fuente de celulosa, lignina, cenizas y sílice, otorgándole éste último, una mayor resistencia contra los insectos (Serrano y Salazar, 2010). Este compost empleado en las bolsas de vivero fue el mismo para cada una de las tres zonas. Cabe mencionar que el compost también se dispuso para su caracterización en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Fertilizantes de la UNALM (Ver Anexo 2).

En la preparación del terreno, para la plantación en terreno definitivo, se realizó un deshierbe previo a la plantación para luego plantar cada individuo retirando las plántulas de las bolsas

de polietileno, conservando el sustrato, la dimensión de los hoyos fue de 30 cm x 30 cm x 30 cm, esta plantación se realizó empleando un diseño basado en un sistema de cultivo en callejones con un distanciamiento de 1 m x 4 m para cada especie, según la recomendación de Pennington y Fernandes (1998), y entre especies se distanciaron 10 m. Se realizaron dos deshierbes posteriores localizados, a los tres y seis meses luego de la plantación.

Tabla 5: Cronograma de instalación del sistema.

TRATAMIENTOS/MESES	Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic	Ene
Colecta de semillas	x										
Establecimiento de vivero	x										
Limpieza del terreno					x			X			x
Plantación en terreno definitivo					x						

Fuente: Elaboración Propia

3. TAMAÑO DE MUESTRA Y POBLACIÓN

Para el estudio de campo, se diseñó el tamaño de las parcelas y se definió el número de plantas a ser evaluadas, bajo los siguientes criterios:

- Tamaño de parcela que permitiera obtener suficiente variabilidad de datos de cada especie teniendo en cuenta el tiempo disponible para realizar la totalidad de este estudio.
- Número de plantas que según los rangos de Salazar (1989), permitieran obtener información válida para conocer la respuesta de las especies en las zonas de estudio.

Según Salazar (1989), las parcelas pueden ser de 36 o 49 árboles útiles, y dejar un borde de una o dos líneas, pero si el rodal es pequeño y hay interés en conocer la respuesta de la especie en ese sitio, la parcela puede ser de 16 o 25 árboles. Siempre es conveniente que sea cuadrada, pero también puede ser rectangular.

El tamaño de las parcelas, teniendo en cuenta que se estudian cinco especies en tres zonas distintas, es de 5 m x 16 m por especie y considerando la separación de 10 m entre especies, se tiene un área por zona de 65 m x 16 m: 1 040 m²; finalmente el diseño experimental quedó conformado por los datos provenientes de:

- 30 individuos de *Inga* por cada una de las cinco especies distintas, distribuidas en cada una de las tres zonas diferentes, es decir, fueron 150 plantas de *Inga* por zona; entonces, para las tres zonas se ensayaron total de 450 plantas de *Inga*.

Se delimitaron las parcelas mediante la colocación en las esquinas de aristas con cinta “flagging” de color naranja fosforescente para permitir la fácil visualización de éstas desde lejos y por encima de la maleza.

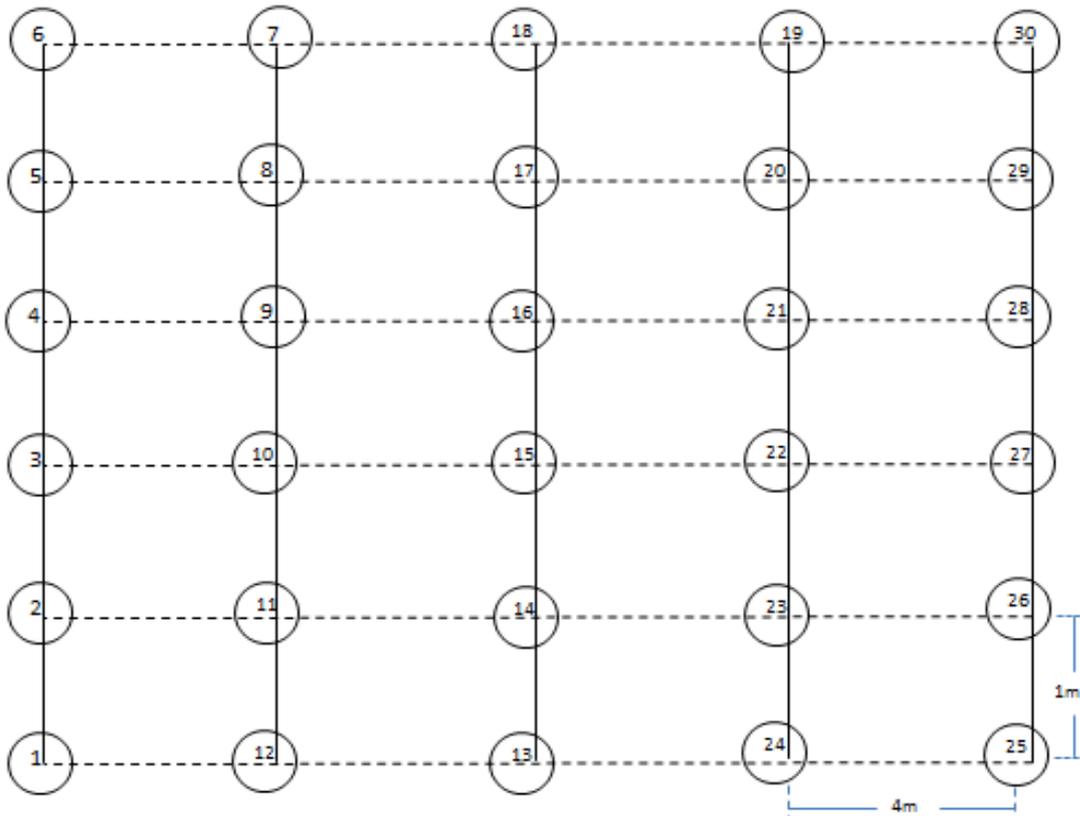


Figura 25: Plano de distribución de parcela por especie.

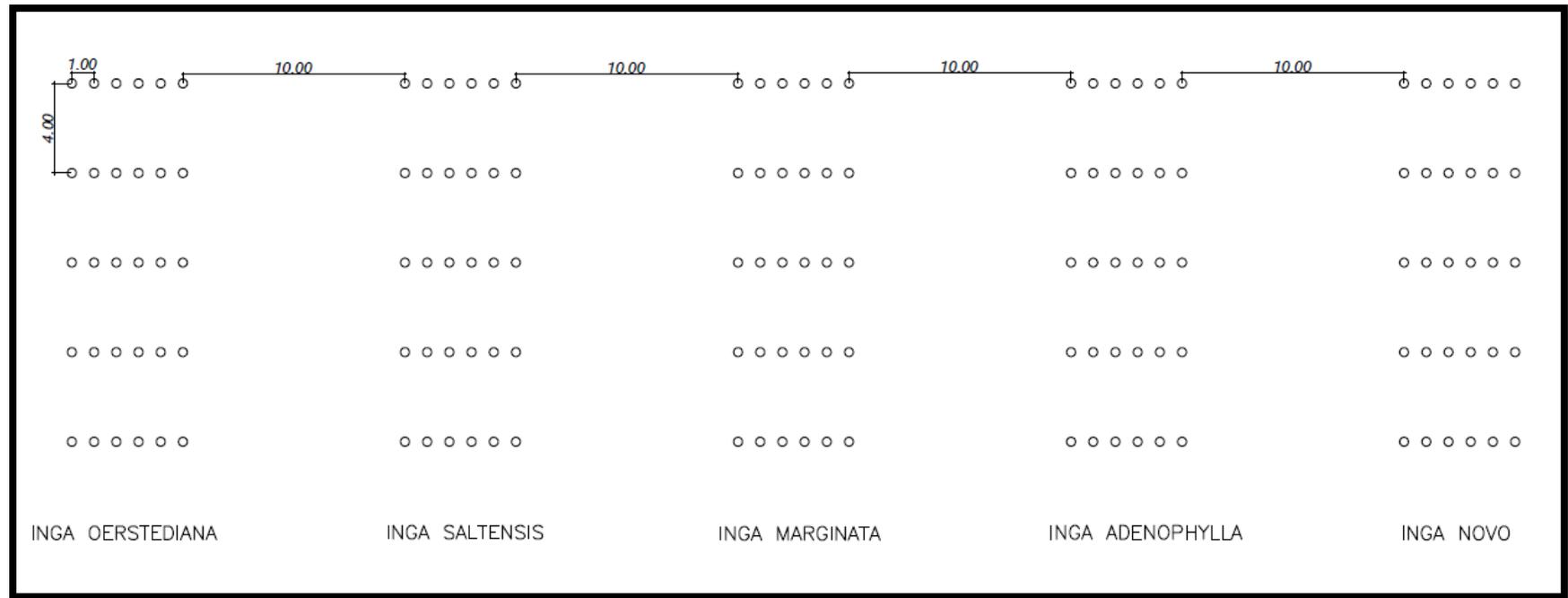


Figura 26: Distribución en campo de la plantación por zona de estudio.



Figura 27: Zonas de estudio.

4. PARÁMETROS DE MEDICIÓN

- a) Tiempo de germinación: para esta evaluación se propuso evaluar mediante revisiones diarias para contar los días que demoran las semillas en germinar en las bolsas de vivero.
- b) Para la evaluación de la supervivencia - mortandad se propuso evaluar en dos tiempos: en vivero a 4 meses de la siembra en bolsas; y luego a los 6 meses de efectuada la plantación.
- c) Para la evaluación del crecimiento inicial, se propuso realizar tres series de mediciones, separadas en el tiempo por tres meses. La primera en julio, la segunda en octubre y la tercera en enero. Cada planta se ha evaluado por segunda y tercera vez exactamente tres meses después de su medición previa.

Se marcó las cinco parcelas de cada zona, con un letrero identificando la especie del rodal.

- Parcela 1: *Inga oerstediana*
- Parcela 2: *Inga marginata*
- Parcela 3: *Inga adenophylla*
- Parcela 4: *Inga saltensis*
- Parcela 5: *Inga sp. Novo*

Número de planta: La numeración de las plantas se ha realizado de la manera reflejada en el modelo de plano de parcela por especie (Figura 25). La planta N°1 siempre es la de la esquina inferior izquierda, y la última la de la esquina superior derecha, este criterio de numeración se decidió básicamente por la comodidad a la hora de avanzar por el terreno para tomar las mediciones.

5. VARIABLES EVALUADAS

Las variables registradas en las plantaciones de las cinco especies, en las tres zonas, para la evaluación del crecimiento inicial fueron los siguientes:

- Altura total del tallo principal: altura desde la base hasta el ápice, entendiendo como ápice el extremo más alejado del origen. Entre las más robustas, se eligió como tallo principal la más larga.

- Diámetro de la base: se midió a 5 cm del cuello de la raíz, se marcó con pintura el lugar exacto donde se tomó la medida. Todos los diámetros se han tomado en una misma orientación.6. Estado fitosanitario.

En cada una de las 03 zonas, se realizó un recorrido para establecer el nivel de daño del estado fitosanitario en cada una de las 05 variedades de especies de *Inga*, determinándose que era necesario modificar las escalas planteadas por Agrios (2005), para adaptarlas a lo observado en campo. Entonces, se utilizó la siguiente clasificación:

Tabla 6: Código de estado fitosanitario.

CÓDIGO DE ESTADO FITOSANITARIO	
A	95-100% de hojas sanas, sin ataque de hongos, ni de insectos, ni con deficiencias nutricionales.
B	40-50% de hojas afectadas por hongos, ataque de insectos y/o con deficiencias nutricionales.
C	100% de las hojas afectadas por hongos, ataque de insectos y/o deficiencias nutricionales.
D	Planta viva sin hojas.
E	Muerto en pie.
F	Muerto caído.

Fuente: Adaptada de Agrios (2005)

Durante la etapa de vivero y plantación, se realizó una prospección siguiendo los lineamientos mencionados en el “Instructivo: Prospección fitosanitaria a nivel nacional”, elaborado por SENASA (2010), la misma que consiste en establecer puntos de muestreo, según las características de las zonas de estudio, ubicando plantas con síntomas de problemas fitosanitarios por la presencia de insectos y/u hongos, para proceder a inspeccionarlos visualmente (usando fichas de codificación de estado fitosanitario (Ver Tabla 6), recomendado por Miralles *et al.* (2005)); coleccionar las muestras (si los insectos no tienen vuelo rápido, usando el “Instructivo: Toma y envío de muestras para identificación”, elaborado por el SENASA (2010)); tomar fotografías, describir los síntomas y remitir las muestras al laboratorio para su identificación (de morfología por clave taxonómica).

6. PROCESAMIENTO DE DATOS

6.1. ANÁLISIS DE VARIANZA

Para el análisis de datos se han utilizado dos programas estadísticos: RStudio versión 3.4.0 y SPSS versión 22.0 (Statistical Package for the Social Science)

Se realizó el análisis de varianza de los incrementos medios en diámetro basal y altura total para comprobar si existe o no diferencia estadística significativa en el crecimiento inicial entre especies.

6.2. COMPARACIONES MÚLTIPLES

Para establecer el grado de diferencia que existe entre especies se harán diagramas de barras de los promedios de todos los datos de campo tomados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de supervivencia se consideró la información desde vivero, ya que se sembraron todas las semillas colectadas y se plantaron en terreno definitivo los individuos germinados. Por otro lado, para el análisis de crecimiento inicial se evaluaron como muestra 30 individuos por especie.

1. SUPERVIVENCIA

A continuación, se detalla por zonas de estudio:

1.1. ZONA 1:

En la tabla 7, se muestran los porcentajes de supervivencia de las cinco especies del estudio en vivero y en plantación para la Zona 1, ligados al análisis de compost (Tabla 8), el porcentaje de plantas por especie pertenecientes a cada grupo fitosanitario (Tabla 9) y a la caracterización del suelo (Tabla 10).

Tabla 7: Porcentaje de supervivencia en la Zona 1.

ESPECIE	Semillas sembradas	% germinación	N° individuos germinados	% supervivencia en vivero	N° individuos plantados	muertos en pie o caídos	% supervivencia en plantación
ZONA 1							
<i>I. oerstediana</i>	70	95.7	67	97	65	18	72.3
<i>I. marginata</i>	70	92.9	65	69.2	45	17	62.2
<i>I. adenophylla</i>	70	68.6	48	77.1	37	8	78.4
<i>I. saltensis</i>	70	77.1	54	66.9	36	4	88.9
<i>I. sp. Novo</i>	70	28.6	20	15	3	3	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Análisis del compost (Ver anexo).

Clave	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	CaO%	MgO %	Hd (Humedad disponible)%	Na%
M.O.	3.71	0.67	47.44	1.13	0.1	0.12	0.39	0.09	12.02	0.01

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM (2014)

Tabla 9: Porcentaje de plantas por especie perteneciente a cada grupo fitosanitario en la Zona 1.

ESPECIE	ESTADO FITOSANITARIO					
	A	B	C	D	E	F
<i>Inga oerstediana</i>	25	47	-	-	28	-
<i>Inga marginata</i>	-	42	20		38	-
<i>Inga adenophylla</i>	50	28	-	-	22	-
<i>Inga saltensis</i>	39	50	-	-	11	-
<i>Inga sp. Novo</i>	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

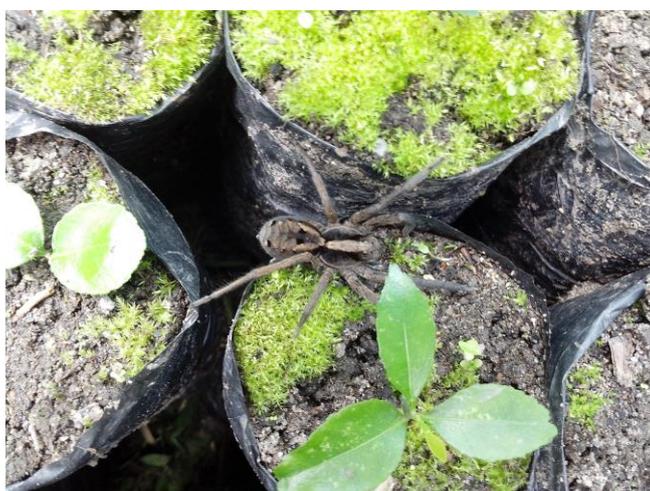


Figura 28: Araña lobo (familia LYCOSIDAE) en el vivero volante de la Zona 1.

Tabla 10: Caracterización del suelo de la Zona 1 (Ver anexo).

ZONA	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis mecánico			Clase textural	CIC	Cationes cambiabiles				
							Arena	Limo	Arcilla			Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3+H+
							%	%	%			meq/100g				
Zona1	3.67	0.75	0	4.86	2.8	127	73	23	4	Fr.A	11.2	1.64	0.48	0.26	0.1	1.9

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM (2014)

C.E.: Conductividad Eléctrica CaCO₃: Carbonato de Calcio disponible

M.O.: Materia orgánica P: Fósforo disponible K: Potasio disponible

CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico

La Tabla 7 muestra que en el vivero volante de la Zona 1, fueron sembradas 70 semillas en las bolsas de polietileno por cada una de las 05 especies; *I. oerstediana*, *I. marginata*, *I. adenophylla*, *I. saltensis*, *I. sp. Novo*.

Las semillas del género *Inga* son recalcitrantes (Scremin-Dias, Battilani, Souza, Pereira, Kalife, Souza y Jeller, 2006 y Carvalho, 2006), por ello, se trató de reducir el tiempo entre la colecta de semillas y su siembra en las bolsas de vivero, lo que involucra el tiempo desde la colecta de las semillas de las cuatro especies: *I. oerstediana*, *I. adenophylla*, *I. saltensis*, *I. marginata*, en la provincia de Chanchamayo; el transporte de las mismas hacia Lima, luego el transporte desde Lima hasta la provincia Rodríguez de Mendoza (Amazonas); después, la colecta de las semillas del árbol semillero de *Inga sp. Novo* hasta la siembra de las semillas de las cinco especies, siembra sin tratamiento pregerminativo, tal como recomienda Carvalho (2006); estas bolsas contuvieron el pan de tierra con la proporción 2:2:1, es decir: 2 (Suelo de la Zona 1): 2 (Arena): 1 (Compost), que superó en arena y compost a la proporción más usada en Amazonas, recomendada por ITTO, IAP y SERFOR (2014): 2 (Tierra negra): 1 (Arena): 1/3 (Materia orgánica).

Sin embargo, el tiempo comprendido entre la colecta de semillas y la siembra directa en las bolsas de polietileno en el vivero volante de la Zona 1 fue de 10 días, periodo en el que las semillas pueden haberse deteriorado, desde un inicio con la colecta, luego con el transporte (Navarro, 2002).

Se distingue que *I. oerstediana* tiene altos porcentajes de germinación (95.7%), así como altos porcentajes de supervivencia en vivero (97%) y en plantación (72.3%), por lo que podemos inferir que tiene gran capacidad de adaptarse a las condiciones de sitio de la Zona 1.

También se resalta a *I. saltensis*, que muestra altos porcentajes de supervivencia en la plantación (88.9%) en la Zona 1.

I. marginata mostró un 92.9 % de germinación en el vivero volante, es decir, una tasa de germinación mayor a lo que indica Carvalho (2006) para esta especie, que debería ser de un 80%; en el periodo de 14 días, que según Carvalho (2006) está dentro del rango entre 10 a 30 días. Sin embargo, al transcurrir en total 4 meses bajo los cuidados del vivero, el factor de la acidez del compost a base de cascarilla de café y cáscara de café cerezo, variedad Caturra y Typica, con un ph de 3.71 (ver Tabla 8), puede haber afectado negativamente en la germinación, cuya consecuencia, fue que la supervivencia en vivero, sea tan solo de un 69.2%,

siendo *I. marginata*, la especie que mostraría una mayor diferencia entre el porcentaje de germinación (92.9 %) y el porcentaje de supervivencia en el vivero volante (69.2 %); esto debido a que la acidez del compost (Tabla 8) indicaría que aún continuaba el proceso de compostaje, lo cual originó fitotoxicidad, bloqueo biológico del nitrógeno (“hambre de nitrógeno”) y reducción de oxígeno radicular (FAO, 2013). Esta condición sumada a la muy alta acidez intercambiable de 1.9 cmol (+)/L (Tabla 8) (Molina, 2007) y ph de 3.67 (Tabla 10), bajo para Molina y Meléndez (2009), extremadamente ácido para USDA (2017) y MINAG (2009) del suelo de la Zona 1 empleada en un 40% en la proporción de 2 en el pan de tierra de cada bolsa de polietileno, puede haber perjudicado la supervivencia de los plantones de *I. marginata* en el vivero volante de la Zona 1.

Asimismo, el arácnido visualizado entre las bolsas de polietileno, no solo de *I. marginata*, sino también de las otras cuatro especies de *Inga* (Figura 28) formaría parte de la biota benéfica (Sinisterra *et al.*, 2016) en el vivero volante de la Zona 1, ya que sería un indicador de la presencia de insectos y larvas, debido a que esta especie de araña se alimenta de los mismos (INFOARTRÓPODOS, 2014), específicamente de insectos en un 90% (ETRAP, 2017), entre ellos, los artrópodos, que son una plaga defoliadora para las especies del género *Inga* (Vela, 2011). Mientras que, para el caso de las larvas, podría tratarse de ejemplares en la etapa de larva de lepidópteros (UNAL, 2015; Muñoz, 2000; García y Ospina, 2004), cuyo síntoma es la presencia de orificios en las hojas de *Inga*, debido a que dichas larvas se alimentan de la hoja, mientras se van desplazando por la misma (Robles, 2018).

Respecto a la supervivencia en la plantación de *I. marginata* con un 62.2 %, es decir, que hubo una reducción de 7%, comparando con el porcentaje de supervivencia en vivero (69.2%), esto se puede explicar, debido a que el suelo no proveía el requerimiento que necesita *I. marginata*, que es el de un suelo rico en nutrientes (Mostacedo *et al.*, 2006), característica que no cumple la Zona 1, ya que tenía suelo degradado (Tabla 10) al concluir que poseía una fertilidad baja, según MINAG (2009), la cual fue deducida por presentar un valor bajo, ya sea de la materia orgánica: 4.86 %, que para MINAG (2009) es un valor alto, aunque contrasta con un valor medio, según Molina y Meléndez (2002); fósforo (P): 2.8ppm, menor para MINAG (2009), deficiente para Rodríguez y Rodríguez (2015) y bajo por ser menor de 12 ppm para Molina y Meléndez (2002); o potasio (K): 127 ppm, con un valor medio para MINAG (2009), que no es un valor óptimo, según Rodríguez y Rodríguez (2015). En la Zona 1, cabe reiterar que la fertilidad fue baja, a pesar del antecedente de esta zona, donde el cultivo de “Café” (*Coffea arabica* L.) no tuvo éxito, y sus hojas cayeron afectadas por la roya

amarilla, siendo estas hojas parte de la biomasa foliar convirtiéndose en un aporte de materia orgánica.

Inga sp. Novo para la zona 1, muestra alto porcentaje de supervivencia en vivero y nulo porcentaje de supervivencia en la plantación, por lo que, en principio es posible que haya factores que perjudiquen la supervivencia de esta especie para estas condiciones de sitio.

Se evidencian diferencias resaltantes en cuanto al estado fitosanitario entre especies en la zona 1, *I. adenophylla* demuestra tener una mayor resistencia a plagas, enfermedades y ataque de insectos, ya que el 50% de la población se encuentra en condiciones sanas con un mínimo o nulo deterioro de sus hojas. Seguido por *I. saltensis* con un 39% de hojas sanas. En contraste, *I. marginata* es la especie que se encontró en peores condiciones fitosanitarias, teniendo el menor porcentaje de supervivencia, con un 38% de plantones muertos en pie y un 20% de notable deterioro de sus hojas.

1.2. ZONA 2:

En la tabla 11, se detallan los porcentajes de supervivencia de las 5 especies estudiadas en vivero y plantación para la Zona 2.

Tabla 11: Porcentaje de supervivencia en la Zona 2.

ESPECIE	Semillas sembradas	% germinación	N° individuos germinados	% supervivencia en vivero	N° individuos plantados	muertos en pie o caídos	% supervivencia en plantación
ZONA 2							
<i>I. oerstediana</i>	60	70	42	92.9	39	2	94.9
<i>I. marginata</i>	60	73.3	44	81.8	36	5	86.1
<i>I. adenophylla</i>	50	72	36	94.4	34	2	94.1
<i>I. saltensis</i>	50	74	37	89.2	33	3	90.9
<i>I. sp. Novo</i>	75	84	63	88.9	56	16	71.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Porcentaje de plantas por especie perteneciente a cada grupo fitosanitario en la Zona 2.

ESPECIE	ESTADO FITOSANITARIO					
	A	B	C	D	E	F
<i>Inga oerstediana</i>	9	18	48	20	5	-
<i>Inga marginata</i>	10	45	25	6	14	-
<i>Inga adenophylla</i>	19	44	31	-	6	-
<i>Inga saltensis</i>	16	55	20	-	9	-
<i>Inga sp. Novo</i>	18	40	13	-	29	-

Fuente: Elaboración Propia

Para la zona 2, se manifiesta que existen tres especies con mejores condiciones fitosanitarias: *I. adenophylla*, *Inga sp. Novo* e *I. saltensis*. Se distingue que la nueva especie de *Inga*: *Inga sp. Novo*, a pesar de tener el menor porcentaje de supervivencia de las cinco especies, con un 29% de plántones muertos en pie, muestra un 18% de individuos de gran resistencia al ataque de fauna de la zona y a la carencia en nutrientes. Por otro lado, *I. oerstediana* e *I. marginata* muestran que la mayoría de sus individuos, no solo han sufrido un importante deterioro de sus hojas, sino que incluso algunos individuos perdieron todas sus hojas.

Es importante mencionar que, esta zona 2, es la única zona en la que esta nueva especie del género *Inga* (*Inga sp. Novo*) mostró población (40 individuos vivos), además que reveló el más alto porcentaje de germinación para esta zona, pero, se observa en contraposición el más alto porcentaje de mortandad en plantación para esta misma zona; por tanto, no es posible descartar su capacidad de adaptarse a estas condiciones de sitio.



Figura 29: Araña lobo (familia LYCOSIDAE) en el vivero volantes de la Zona 2.

Tabla 13: Caracterización del suelo de la Zona 2 (Ver anexo).

ZONA	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P Ppm	K ppm	Análisis mecánico			Clase textural	CIC	Cationes cambiabiles				
							Arena	Limo	Arcilla			Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3+H+
							%	%	%			meq/100g				
Zona2	5.04	0.28	0	2.64	2.9	229	49	27	24	Fr.Ar.A	10.88	7.62	1.15	0.62	0.15	0.1

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM (2014)

1.3. ZONA 3:

En la tabla 14, se determinan los porcentajes de supervivencia de las 5 especies en estudio en vivero y plantación para la zona 3.

Tabla 14: Porcentaje de supervivencia en la Zona 3.

ESPECIE	Semillas sembradas	% germinación	N° individuos germinados	% supervivencia en vivero	N° individuos plantados	muertos en pie o caídos	% supervivencia en plantación
ZONA 3							
<i>I. oerstediana</i>	60	88.3	53	94.3	50	7	86
<i>I. marginata</i>	60	85	51	92.2	47	14	70.2
<i>I. adenophylla</i>	60	70	42	85.7	36	4	88.9
<i>I. saltensis</i>	50	86	43	88.4	38	4	89.5
<i>I. sp. Novo</i>	65	83.1	54	13.0	2	2	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Porcentaje de plantas por especie perteneciente a cada grupo fitosanitario en la Zona 3.

ESPECIE	ESTADO FITOSANITARIO					
	A	B	C	D	E	F
<i>Inga oerstediana</i>	5	21	58	2	14	-
<i>Inga marginata</i>	13	35	22	-	30	-
<i>Inga adenophylla</i>	28	25	29	7	11	-
<i>Inga saltensis</i>	33	27	29	-	11	-
<i>Inga sp. Novo</i>	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia



Figura 30: Araña lobo entre las bolsas del vivero volante de la Zona 3.

Tabla 16: Caracterización del suelo de la Zona 3 (Ver anexo).

ZONA	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P Ppm	K ppm	Análisis mecánico			Clase textural	CIC	Cationes cambiables				
							Arena	Limo	Arcilla			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺
							%	%	%			meq/100g				
Zona3	4.52	0.09	0	2.06	7.2	21	76	24	0	A.Fr	8.8	0.35	0.2	0.12	0.07	2.34

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM (2014)

Se sembraron la mayor cantidad de semillas colectadas posibles de cada especie en las bolsas de vivero. Dependiendo de la madurez y del tamaño de la semilla, el tiempo de germinación, sin tratamiento pregerminativo, es de 14 días en promedio. Las plántulas permanecieron bajo los cuidados del vivero durante cuatro meses.

Se distinguió que *I. oerstediana* tuvo, en la zona 3, alto porcentaje de germinación, así como altos porcentajes de supervivencia en vivero y en plantación, por lo que podemos inferir que tiene gran capacidad de adaptarse a las condiciones de sitio de las tres zonas conjuntamente con *I. saltensis* que mostró muy bajos porcentajes de mortandad en plantación en las tres zonas.

I. marginata mostró buen porcentaje de germinación, pero bajos porcentajes de supervivencia en plantación, por lo que es posible que haya factores microambientales que desfavorecen su supervivencia en las 3 zonas evaluadas.

Inga sp. Novo para la zona 3, mostró bajo porcentaje de supervivencia en vivero y nulo porcentaje de supervivencia en la plantación, por lo que, en principio es posible que haya factores que perjudiquen la supervivencia de esta especie para las condiciones de sitio de esta zona 3.

2. CRECIMIENTO INICIAL

Para el análisis del crecimiento inicial, tanto en altura total del ápice principal como en diámetro basal, la especie *Inga sp. Novo* fue considerada solamente en la zona 2, ya que mostró un porcentaje de supervivencia de 0% en las zonas 1 y 3.

2.1. CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA TOTAL DEL ÁPICE PRINCIPAL

2.1.1 ZONA 1:

En la tabla 17 y figura 31 se muestran las tres mediciones de alturas medias del ápice principal de cada especie, y los respectivos incrementos promedios, en la zona 1.

Tabla 17: Alturas medias totales de ápice principal e incrementos medios de cuatro especies de *Inga*, en la Zona 1.

Especies	<i>I. oerstediana</i>	<i>I. marginata</i>	<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>
Altura media ápice principal inicial (cm)	20.7	7.5	15.3	11.2
Altura media ápice principal intermedio (cm)	52.6	14.2	56.7	26.6
Altura media ápice principal final (cm)	104.6	24.2	118.9	45.0
Primer incremento medio altura ápice principal (cm)	31.9	6.7	41.4	15.4
Segundo incremento medio altura ápice principal (cm)	52.1	10.0	62.2	18.4

Fuente: Elaboración Propia

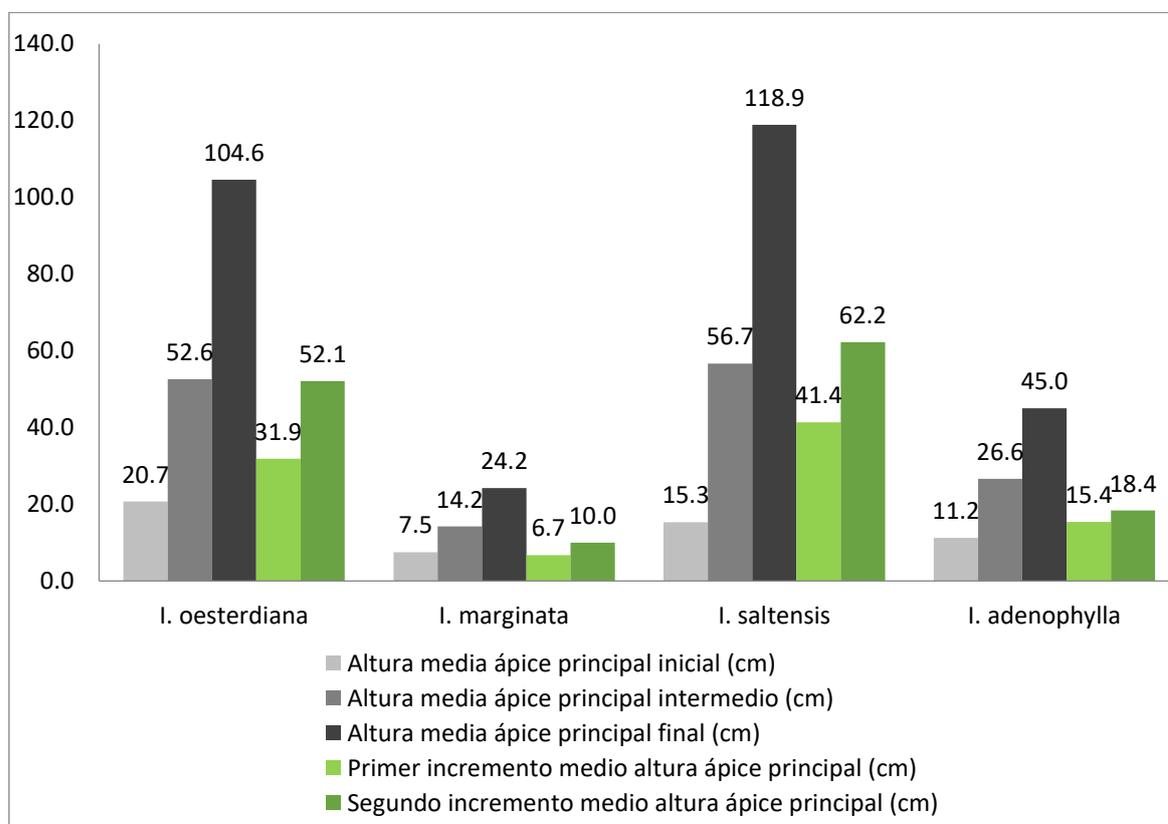


Figura 31: Alturas medias totales de ápice principal e incrementos medios de cuatro especies de *Inga*, en la Zona 1.

Se evidenció para la zona 1, que *I. saltensis* presenta mayor altura del ápice principal, seguido de cerca notablemente por *I. oerstediana*. Para la medición intermedia y final, nuevamente *I. saltensis* demostró tener una altura de ápice principal superior, seguido por *I. oerstediana* e *I. adenophylla*. Por su parte *I. marginata* mostró limitado crecimiento en altura para esta zona.



Figura 32: “Cigarrita” (familia: Cicadellidae) sobre *Inga marginata* en la Zona 1.



Figura 33: Deficiencia de zinc en *Inga saltensis* en la Zona 1.

2.1.2. ZONA 2:

En la tabla 18 y figura 34 se muestran las tres mediciones de alturas medias del ápice principal de cada especie y los respectivos incrementos promedios, en la zona 2.

Tabla 18: Alturas medias totales de ápice principal e incrementos medios de cinco especies de *Inga*, en la Zona 2.

Especies	<i>I. oerstediana</i>	<i>I. marginata</i>	<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>	<i>Inga sp. Novo</i>
Altura media ápice principal inicial (cm)	12.3	8.2	12	9.9	10.4
Altura media ápice principal intermedio (cm)	16.9	10	19.3	16.5	21.2
Altura media ápice principal final (cm)	23	12.1	28.6	26.6	34.8
Primer incremento medio altura ápice principal (cm)	4.5	1.8	7.3	6.6	10.8
Segundo incremento medio altura ápice principal (cm)	6.2	2.1	9.3	10.1	13.5

Fuente: Elaboración Propia

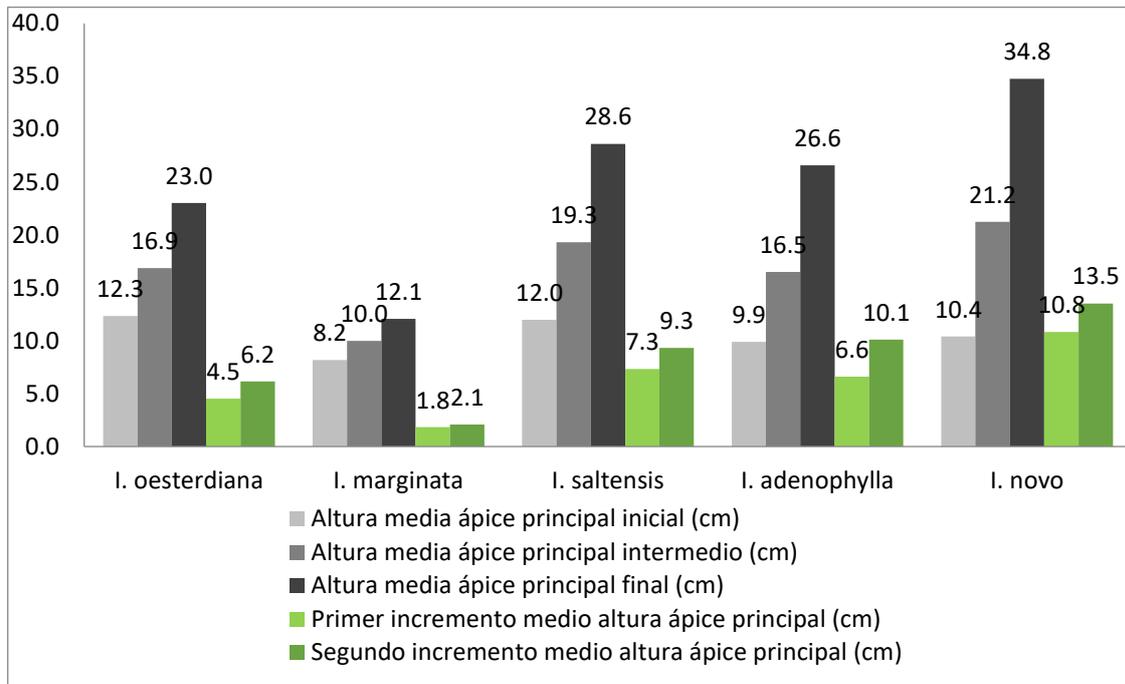


Figura 34: Alturas medias totales de ápice principal e incrementos medios de cinco especies de *Inga*, en la Zona 2.

Para la zona 2, se distinguió a *Inga sp. Novo* como la especie con mayor altura total inicial y también como la de mayores incrementos, por lo tanto también mayor altura total final; seguido por *I. saltensis*, *I. adenophylla* e *I. oerstediana*, las cuales presentaron alturas totales parecidas entre ellas y alejadas de *I. marginata*, esta última muestra un mínimo crecimiento. Se puede inferir que *Inga sp. Novo* tiene una tendencia a crecer de manera predominantemente vertical y en menor medida a conformarse para la proyección de sombra.



Figura 35: Crecimiento inicial en altura de *Inga saltensis* en la Zona 2.



Figura 36: Crecimiento inicial en altura de *Inga adenophylla* en la Zona 2.



Figura 37: Coleóptero (izquierda superior) y “mosca blanca” (orden: Hemíptera) (derecha), con inicio de deficiencia de potasio en *Inga* sp. Novo en la Zona 2.



Figura 38: *Inga marginata* atacada por Lepidóptero en la Zona 2.



Figura 39: Crecimiento inicial en altura de *Inga marginata* en la Zona 2.



Figura 40: Crecimiento inicial en altura de *Inga oerstediana* con ataque de Lepidóptero en la Zona 2.

2.1.3. ZONA 3:

En la tabla 19 y figura 41, se muestran las tres mediciones de alturas medias del ápice principal de cada especie, y los respectivos incrementos promedios, en la Zona 3.

Tabla 19: Alturas medias totales de ápice principal e incrementos medios de cuatro especies de *Inga*, en la Zona 3.

Especies	<i>I. oerstediana</i>	<i>I. marginata</i>	<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>
Altura media ápice principal inicial (cm)	12.2	5.3	9.4	6.2
Altura media ápice principal intermedio (cm)	22.3	7.8	20.4	9.7
Altura media ápice principal final (cm)	37.6	10.9	34.5	15.3
Primer incremento medio altura ápice principal (cm)	10.1	2.6	11.0	3.5
Segundo incremento medio altura ápice principal (cm)	15.3	3.1	14.1	5.6

Fuente: Elaboración Propia

En relación a la zona 3, la especie *I. oerstediana* mostró los mayores valores de altura inicial, intermedio y final, por lo tanto también los mayores incrementos medios, seguido de muy cerca por *I. saltensis*. Por su parte, se observó que *I. adenophylla* es la especie que ramifica antes en altura en las tres zonas.

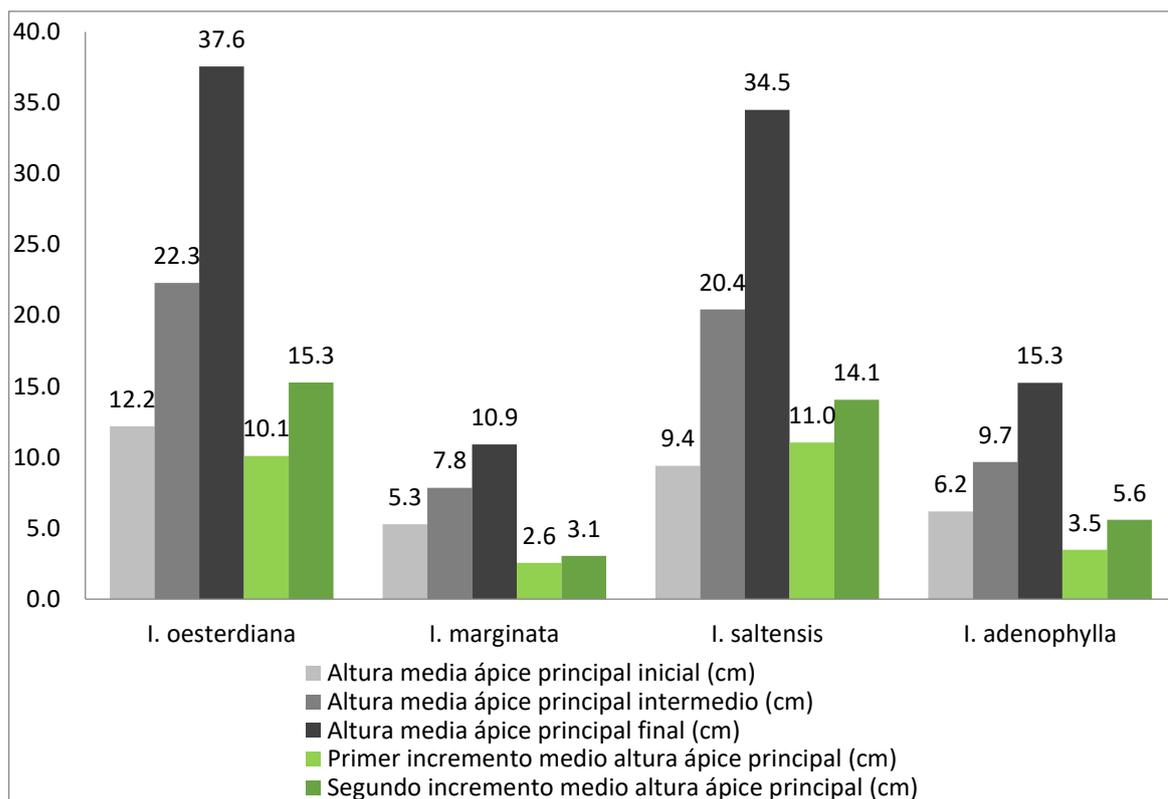


Figura 41: Alturas medias totales de ápice principal e incrementos medios de cuatro especies de *Inga*, en la Zona 3.

En relación a la zona 3, la especie *I. oerstediana* muestran los mayores valores de altura inicial, intermedio y final, por lo tanto también los mayores incrementos medios, seguido de muy cerca por *I. saltensis*. Por su parte, se observa que *I. adenophylla* es la especie que ramifica antes en altura en las tres zonas.



Figura 42: Crecimiento inicial en altura de *Inga adenophylla* en la Zona 3.



Figura 43: Crecimiento inicial en altura de *Inga saltensis* con deficiencia de potasio en la Zona 3.



Figura 44: Crecimiento inicial en altura de *Inga oerstediana* con deficiencia de potasio en la Zona 3.



Figura 45: Crecimiento inicial en altura de *Inga marginata* en la Zona 3.

2.2. CRECIMIENTO INICIAL EN DIÁMETRO BASAL

Se reitera que, al igual que para el análisis de altura total del ápice principal, para este análisis, la especie *Inga sp. Novo* fue considerada solamente en la zona 2, ya que mostró un porcentaje de supervivencia de 0% en la zona 1 y 3.

En la tabla 20 y figura 46 se muestran los promedios del diámetro basal de las tres mediciones en cada especie, y los respectivos incrementos promedios, en la zona 1.

2.2.1. ZONA 1:

Tabla 20: Promedios de diámetro basal e incremento medio de cuatro especies de *Inga*, en la zona 1.

Especies	<i>I. oerstediana</i>	<i>I. marginata</i>	<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>
Diámetro medio basal inicial (mm)	3.7	1.7	3.4	2.8
Diámetro medio basal intermedio (mm)	7.4	3.7	8.2	5.6
Diámetro medio basal final (mm)	12.2	6.0	14.8	8.7
Primer incremento medio diámetro basal (mm)	3.7	1.9	4.8	2.8
Segundo incremento medio diámetro basal (mm)	4.7	2.3	6.6	3.1

Fuente: Elaboración Propia

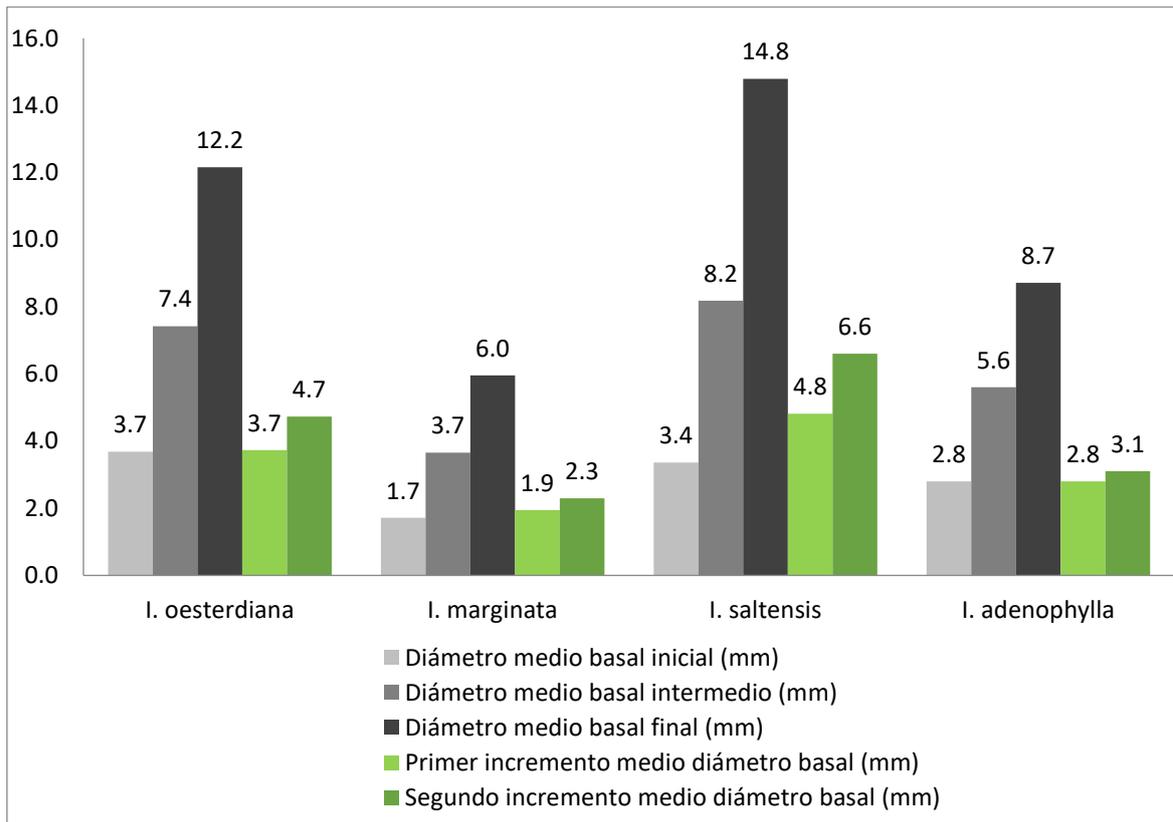


Figura 46: Promedios de diámetro basal e incremento medio de cinco especies de *Inga*, en la Zona 1.

De los resultados correspondientes a la zona 1 se observó que *I. oerstediana* presenta el mayor diámetro base inicial de las cinco especies, y el menor lo mostró *I. marginata*. Sin embargo, el incremento medio es considerablemente mayor en *I. saltensis* seguido por *I. oerstediana*, por lo que presentaron un mayor diámetro base final.

2.2.2. ZONA 2:

En la tabla 21 y figura 47 se muestran los promedios del diámetro basal de las tres mediciones, y los respectivos incrementos promedios, en la zona 2.

Tabla 21: Promedios de diámetro basal e incremento medio de cinco especies de *Inga*, en la zona 2.

Especies	<i>I. oerstediana</i>	<i>I. marginata</i>	<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>	<i>Inga</i> sp. Novo
Diámetro medio basal inicial (mm)	3.0	2.0	3.1	2.7	3.1
Diámetro medio basal intermedio (mm)	4.1	2.5	4.7	5.0	5.3
Diámetro medio basal final (mm)	5.5	3.6	7.1	8.1	8.2
Primer incremento medio diámetro basal (mm)	1.1	0.5	1.6	2.4	2.3
Segundo incremento medio diámetro basal (mm)	1.4	1.1	2.4	3.1	2.8

Fuente: Elaboración Propia

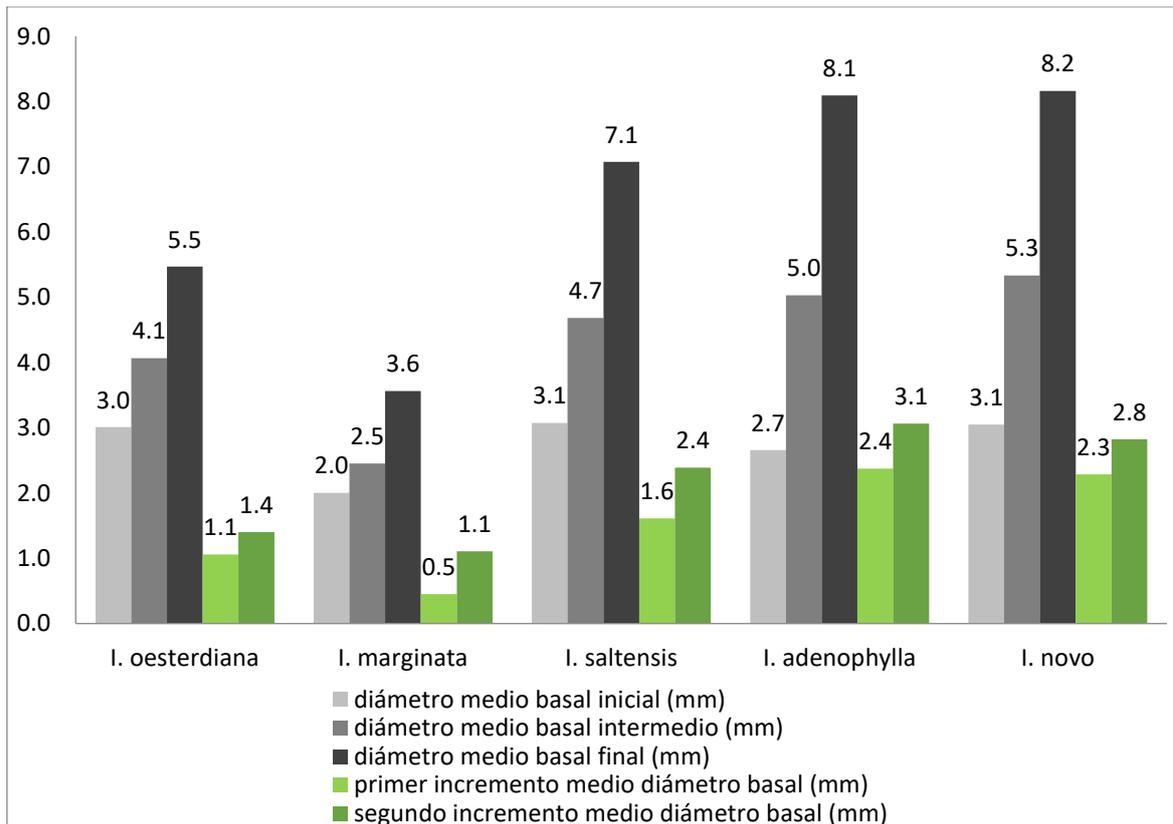


Figura 47: Promedios de diámetro basal e incremento medio de cinco especies de *Inga*, en la zona 2.

De los resultados en relación a la zona 2, se evidenciaron que todas las especies prosperaron en su crecimiento con diferencias resaltantes que ubican a tres especies, *Inga sp. Novo*, *I. adenophylla* e *I. saltensis*, como las que manifestaron mayores diámetros basales iniciales y mayores incrementos de diámetro, diferenciando a *I. adenophylla* que presentó los mayores incrementos de diámetro basal para esta zona.

Esta zona es la única en la que la especie nueva (*Inga sp. Novo*) mostró supervivencia, tanto en vivero como en terreno definitivo, mostrando para este estudio los resultados más promisorios para su adaptación, en términos de supervivencia y crecimiento inicial, teniendo en cuenta que su hábitat natural es a mayor altitud (2 269 msnm), 700 m más alto que la zona 2.

2.2.3. ZONA 3:

En la tabla 22 y figura 48 se muestran los promedios del diámetro basal de las tres mediciones, y los respectivos incrementos promedios, en la zona 3.

Tabla 22: Promedios de diámetro basal e incremento medio de cuatro especies de *Inga* en la zona 3.

Especies	<i>I. oerstediana</i>	<i>I. marginata</i>	<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>
Diámetro medio basal inicial (mm)	3.0	1.4	2.7	2.6
Diámetro medio basal intermedio (mm)	5.0	2.2	4.5	3.0
Diámetro medio basal final (mm)	8.8	3.5	8.1	4.0
Primer incremento medio diámetro basal (mm)	2.1	0.9	1.8	0.4
Segundo incremento medio diámetro basal (mm)	3.8	1.3	3.6	1.0

Fuente: Elaboración Propia

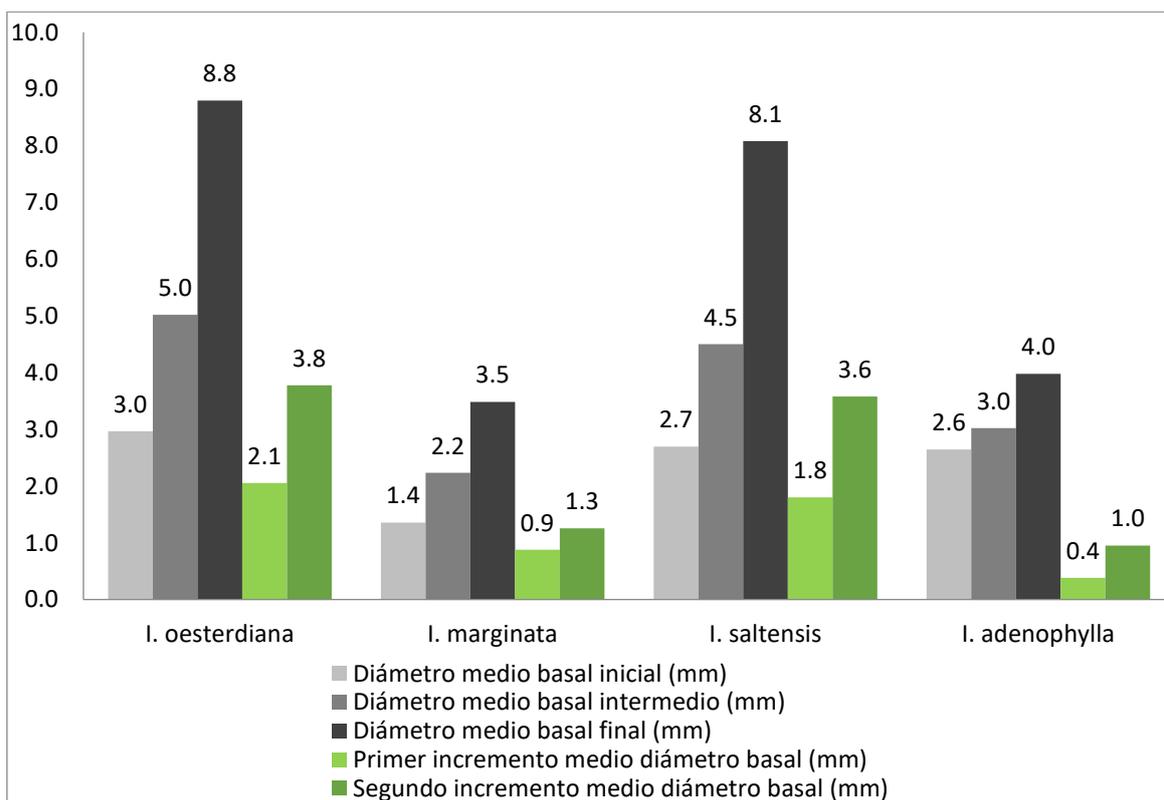


Figura 48: Promedios de diámetro basal e incremento medio de cinco especies de *Inga* en la zona 3.

Para la zona 3, se resalta que *I. oerstediana* tuvo los mayores valores de diámetros e incrementos, seguido muy de cerca por *I. saltensis*.

3. ANÁLISIS DE VARIANZA

Para el análisis estadístico del experimento se plantearon las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula: No hay diferencia significativa entre el valor promedio del incremento de la variable estudiada (diámetro basal y altura total) de las cinco especies del género *Inga*.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

- Hipótesis alternativa: Al menos un valor promedio del incremento de la variable estudiada de un tratamiento es diferente al otro.

$$H_A: \text{Al menos un } \mu_i \text{ es } \neq$$

Se realizaron dos análisis: el primero, donde se evaluaron solo cuatro de las cinco especies en las tres zonas, exceptuando a *Inga sp. Novo*; y el segundo análisis, con las 5 especies focalizándose en la zona 2, debido a que *Inga sp. Novo* solo prosperó en esta zona.

Para el análisis estadístico de los incrementos de diámetro basal y altura total del ápice principal, se consideraron las mediciones iniciales y finales de cada variable.

3.1. CRECIMIENTO INICIAL EN DIÁMETRO BASAL

Para realizar el análisis de varianza se deben cumplir ciertas condiciones, la primera es que los errores del diseño deben seguir una distribución normal, para evaluar esta condición se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, de la cual se obtiene que el valor de la significación asintótica de KS ($p=0.086$), es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0,05$); por lo que se infiere que los errores sí se distribuyen de forma normal.

Para cumplir con la segunda condición, las muestras deben presentar una homogeneidad de varianzas, para este cometido se realiza la prueba de NCV (Non-constant Variance Score Test), de la cual se obtiene que el valor de significación ($p=0.74$) es mayor al nivel de significancia ($\alpha=0,05$); por lo que se entiende que sí se presenta una homogeneidad de varianzas.

Tabla 23: ANOVA para los incrementos del diámetro basal en las tres zonas.

Variable dependiente: Incremento diámetro basal

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	2176,923 ^a	5	435,385	194,159	,000
Intersección	8520,561	1	8520,561	3799,720	,000
Zona	1258,129	2	629,065	280,530	,000
Especie	918,793	3	306,264	136,578	,000
Error	793,816	354	2,242		
Total	11491,300	360			
Total corregida	2970,739	359			

a. R cuadrado = .733 (R cuadrado corregida = .729)

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 23 se observa que se ha obtenido una significación muy baja ($\rho=0.000$), menor a $\alpha=0.05$; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, es decir, se presentaron diferencias altamente significativas entre los valores medios del incremento de diámetro basal de al menos dos de las zonas de estudio.

Tabla 24: Prueba de medias de Tukey para el incremento de diámetro basal en las tres zonas.

DHS de Tukey (Prueba de Diferencia Significativa Honesta)

(I)zona	(J)zona	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	4,082*	,1933	,000	3,627	4,538
	3	3,837*	,1933	,000	3,382	4,293
2	1	-4,082*	,1933	,000	-4,538	-3,627
	3	-,245	,1933	,415	-,700	,210
3	1	-3,837*	,1933	,000	-4,293	-3,382
	2	,245	,1933	,415	-,210	,700

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2.242.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 25: Prueba de medias de Tukey para el incremento de diámetro basal en las tres zonas. Subconjuntos.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey^{a,b}

zona	N	Subconjunto	
		1	2
2	120	3,423	
3	120	3,668	
1	120		7,505
Sig.		,415	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2.242.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 120.000

b. Alfa = 0.05.

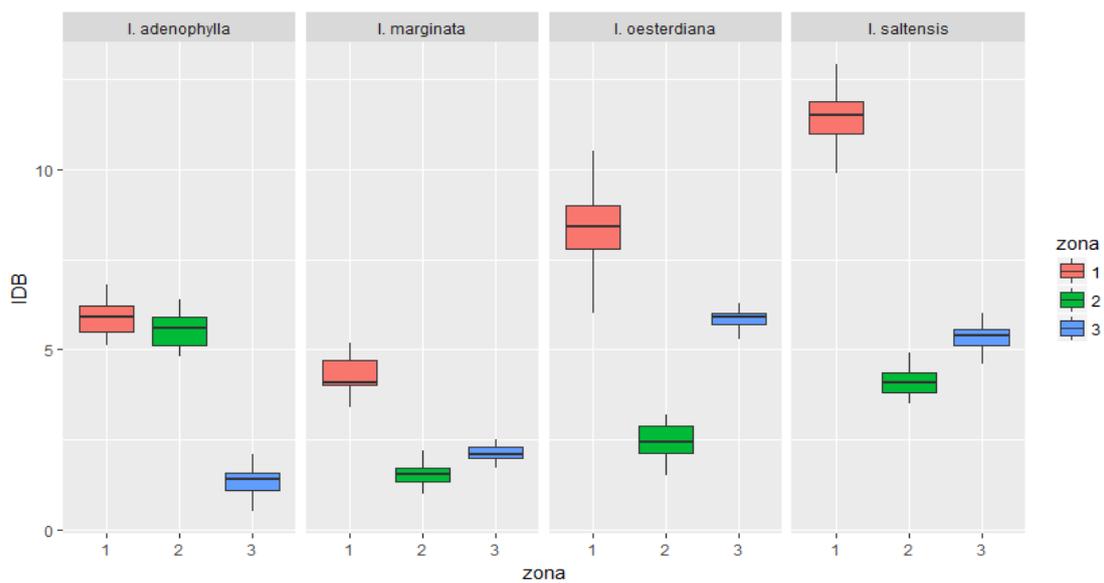


Figura 49: Diagrama de cajas para los incrementos medios de diámetro basal.

Analizando la prueba de Tukey (tablas 24 y 25), para las 3 zonas, se determina que existieron diferencias significativas para el incremento medio del diámetro basal en la zona 1 (media=7.505), con respecto a las zonas 2 y 3, encontrando mayores valores para la zona 1; mientras que las zonas 2 y 3 no presentaron diferencias significativas entre ellas. La misma evidencia se muestra en la figura 49 (diagrama de cajas). Es decir, la zona 1 mostró mejores condiciones para el crecimiento de las especies, esto posiblemente debido a condiciones de sitio favorables, como la ausencia de herbáceas agresivas tales como la “brachiaria” de la zona

2 o la “Shapumba” de la zona 3, además de otra condición favorable que la diferencias de las otras dos zonas, la zona 1 contó con un sistema de acequias de manejo de aguas superficiales procedente de los antecedentes de cultivo en limpio, que previene el anegamiento que pudo haber afectado de manera negativa al crecimiento de los individuos estudiados, por otro lado, este anegamiento temporal si se produjo en toda la zona 2 y en partes de la zona 3, en la zona 2 debido al suelo con poca capacidad de infiltración del agua de escorrentía superficial, y en la zona 3 por tener un suelo poco profundo, en algunas partes incluso con afloramiento rocoso.

Tabla 26: Prueba de medias de Tukey para el incremento de diámetro basal en cuatro especies. Comparaciones múltiples.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey

(I)especie	(J)especie	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	<i>I. marginata</i>	1,628*	,2232	,000	1,052	2,204
<i>I. adenophylla</i>	<i>I. oerstediana</i>	-1,303*	,2232	,000	-1,880	-,727
	<i>I. saltensis</i>	-2,696*	,2232	,000	-3,272	-2,119
	<i>I. adenophylla</i>	-1,628*	,2232	,000	-2,204	-1,052
<i>I. marginata</i>	<i>I. oerstediana</i>	-2,931*	,2232	,000	-3,507	-2,355
	<i>I. saltensis</i>	-4,323*	,2232	,000	-4,900	-3,747
	<i>I. adenophylla</i>	1,303*	,2232	,000	,727	1,880
<i>I. oerstediana</i>	<i>I. marginata</i>	2,931*	,2232	,000	2,355	3,507
	<i>I. saltensis</i>	-1,392*	,2232	,000	-1,968	-,816
	<i>I. adenophylla</i>	2,696*	,2232	,000	2,119	3,272
<i>I. saltensis</i>	<i>I. marginata</i>	4,323*	,2232	,000	3,747	4,900
	<i>I. oerstediana</i>	1,392*	,2232	,000	,816	1,968

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2.242.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 27: Prueba de medias de Tukey para el incremento de diámetro basal en cuatro especies. Subconjuntos.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey^{a,b}

Especie	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
<i>I. marginata</i>	90	2,644			
<i>I. adenophylla</i>	90		4,272		
<i>I. oerstediana</i>	90			5,576	
<i>I. saltensis</i>	90				6,968
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2.242.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 90.000

b. Alfa = 0.05.

Analizando las tablas 26 y 27, los cuales muestran resultados de la prueba de Tukey para las 4 especies consideradas, se determina que existieron diferencias significativas entre todas las especies, donde *Inga saltensis* presentó el mayor incremento, seguido por *Inga oerstediana*, (6.968 y 5.576, respectivamente), la especie *Inga marginata* reveló los menores incrementos medios de diámetro basal, seguido por *Inga adenophylla*. De estos resultados, podemos interpretar que, en general, *I. saltensis* tiene un significativo mejor crecimiento que las demás especies.

3.2. CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA TOTAL

Para el caso del crecimiento en altura total, las tres zonas se ajustaron a una distribución normal, según su valor de significación ($p=0.069$) de la prueba KS (Kolmogorov-Smirnov), el cual es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0,05$).

Según los resultados de la prueba de NCV (Non-constant Variance Score Test) para homogeneidad de varianzas, éstas no muestran una configuración dada (raíz de estandarizado residual vs. fitted values) aunque si constante, por lo que se puede asumir la homogeneidad.

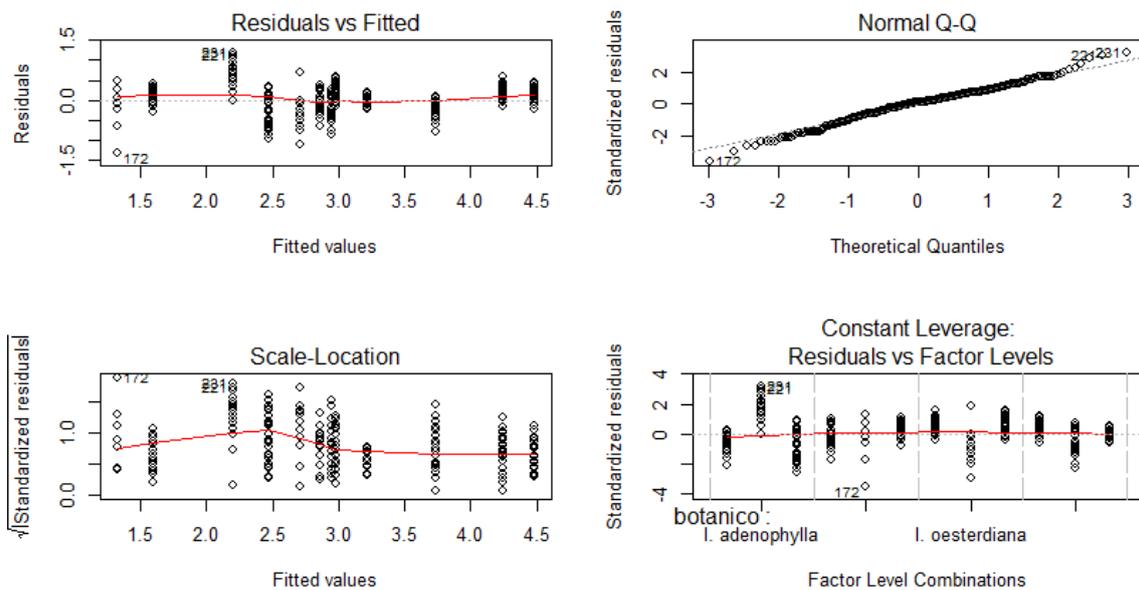


Figura 50: Determinación gráfica del comportamiento constante de varianzas.

Tabla 28: ANOVA para los incrementos de altura total en las tres zonas.

Variable dependiente: Incremento altura total

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	254914,231 ^a	5	50982,846	193,730	,000
Intersección zona	309977,105	1	309977,105	1177,886	,000
especies	164720,362	2	82360,181	312,962	,000
Error	90193,870	3	30064,623	114,243	,000
Total	93159,994	354	263,164		
Total corregida	658051,330	360			
	348074,225	359			

a. R cuadrado = .732 (R cuadrado corregida = .729)

De acuerdo a los resultados (tabla 28) se rechaza la hipótesis nula puesto que el valor de significación es menor a $\alpha=0.05$; es decir, se presentaron diferencias significativas entre los valores medios del incremento de altura total ápice principal de al menos dos de las zonas de estudio.

Tabla 29: Prueba de medias de Tukey para el incremento de altura total en las tres zonas.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey

(I)zona	(J)zona	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	47,263*	2,0943	,000	42,334	52,192
	3	43,218*	2,0943	,000	38,289	48,147
2	1	-47,263*	2,0943	,000	-52,192	-42,334
	3	-4,045	2,0943	,131	-8,974	,884
3	1	-43,218*	2,0943	,000	-48,147	-38,289
	2	4,045	2,0943	,131	-,884	8,974

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 263.164.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 30: Prueba de medias de Tukey para el incremento de altura total en las tres zonas. Subconjuntos.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey^{a,b}

Zona	N	Subconjunto	
		1	2
2	120	12,241	
3	120	16,286	
1	120		59,504
Sig.		,131	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 263.164.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 120.000

b. Alfa = 0.05.

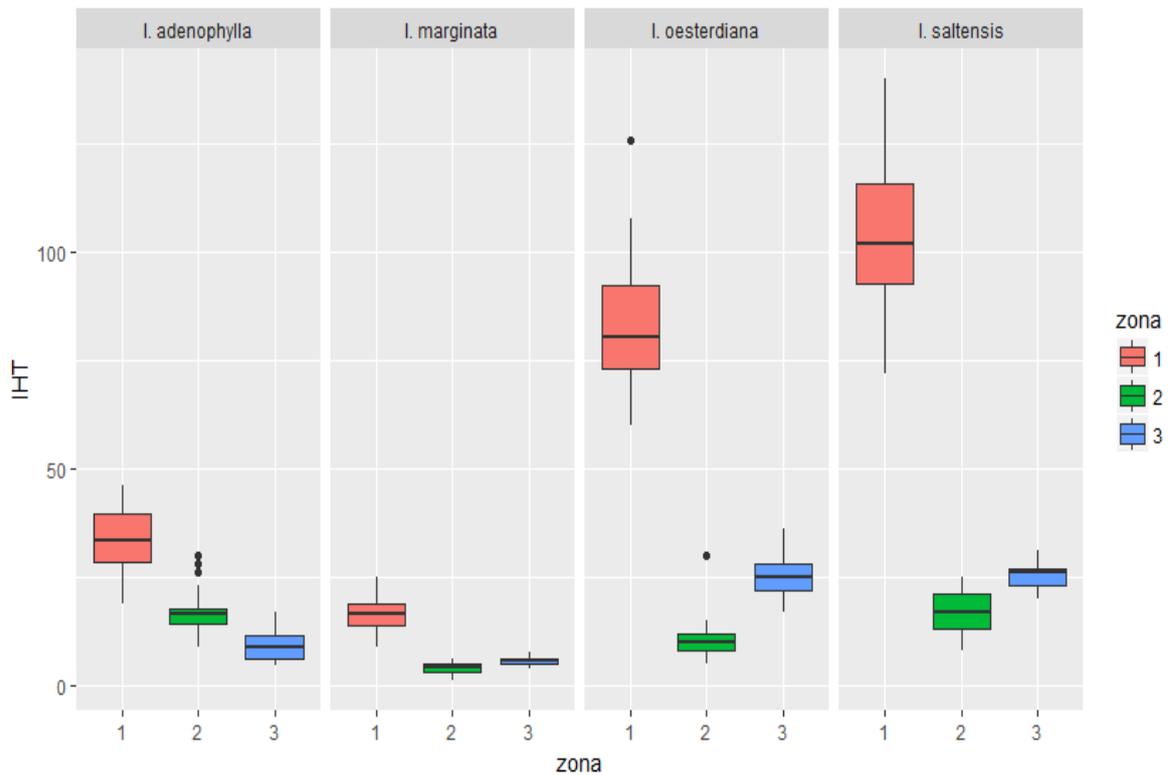


Figura 51: Diagrama de cajas para los incrementos medios de altura total.

Analizando las tablas 29 y 30, los cuales muestran resultados de la prueba de Tukey para las 3 zonas, se determina que existieron diferencias significativas en el incremento medio de la altura total para la zona 1 (media=59.504) con respecto a las zonas 2 y 3; encontrándose mayores valores para la 1; mientras que las zonas 2 y 3 no presentaron diferencias significativas entre ellas. La misma evidencia se muestra en la figura 51 (diagrama de cajas). Al igual que para el crecimiento en diámetro basal, en el caso del crecimiento en altura total, la zona 1 mostró las mejores condiciones para el crecimiento de las especies estudiadas, este hecho influenciado por las características de los suelos ya descritos y además por el aporte de biomasa debido al antecedente de cultivo en limpio.

Tabla 31: Prueba de medias de Tukey para el incremento de altura total en cuatro especies. Comparaciones múltiples.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey

(D)especie	(J)especie	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<i>I. adenophylla</i>	<i>I. marginata</i>	11,174*	2,4183	,000	4,932	17,417
	<i>I. oerstediana</i>	-20,081*	2,4183	,000	-26,323	-13,839
	<i>I. saltensis</i>	-28,801*	2,4183	,000	-35,043	-22,559
<i>I. marginata</i>	<i>I. adenophylla</i>	-11,174*	2,4183	,000	-17,417	-4,932
	<i>I. oerstediana</i>	-31,256*	2,4183	,000	-37,498	-25,013
	<i>I. saltensis</i>	-39,976*	2,4183	,000	-46,218	-33,733
<i>I. oerstediana</i>	<i>I. adenophylla</i>	20,081*	2,4183	,000	13,839	26,323
	<i>I. marginata</i>	31,256*	2,4183	,000	25,013	37,498
	<i>I. saltensis</i>	-8,720*	2,4183	,002	-14,962	-2,478
<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>	28,801*	2,4183	,000	22,559	35,043
	<i>I. marginata</i>	39,976*	2,4183	,000	33,733	46,218
	<i>I. oerstediana</i>	8,720*	2,4183	,002	2,478	14,962

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 263.164.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 32: Prueba de medias de Tukey para el incremento de altura total en cuatro especies. Subconjuntos.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey^{a,b}

especie	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
I. marginata	90	8,742			
I. adenophylla	90		19,917		
I. oerstediana	90			39,998	
I. saltensis	90				48,718
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 263.164.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 90.000

b. Alfa = 0.05.

Analizando las tablas 31 y 32, los cuales muestran resultados de la prueba de Tukey para las 4 especies consideradas, se determina que existieron diferencias significativas entre todas las especies, siendo *Inga saltensis* e *Inga oerstediana* (medias = 48.718 y 39.998 respectivamente) las que presentaron mayores valores; la especie *Inga marginata* reveló los menores incrementos medios de altura total, acompañado por *Inga adenophylla*. Estos resultados pueden haberse influenciado por la morfología propia a cada especie, en la que tanto *I. saltensis* como *I. oerstediana*, mostraron un crecimiento preferentemente vertical, a diferencia de *I. adenophylla* que creció con una tendencia a conformarse lateralmente, lo que podría devenir en una mayor proyección de sombra.

3.3. CRECIMIENTO INICIAL EN LA ZONA 2

La zona 2 es la única zona en la cual se tienen las cinco especies que comprendió el estudio, de aquí parte la importancia de dedicar un análisis específico para esta zona, además que la especie que se suma es de interés por ser nueva (*Inga sp. Novo*).

3.3.1. CRECIMIENTO INICIAL EN DIÁMETRO BASAL PARA LA ZONA 2

Tabla 33: ANOVA para los incrementos de diámetro basal en la zona 2.

Variable dependiente: Incremento diámetro basal					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	352,596a	4	88,149	572,610	,000
Intersección especie	2121,392	1	2121,392	13780,416	,000
Error	352,596	4	88,149	572,610	,000
Total	22,322	145	,154		
Total corregida	2496,310	150			
	374,918	149			

a. R cuadrado = .940 (R cuadrado corregida = .939)

En la tabla 33, se observa que se ha obtenido una significación menor a $\alpha=0.05$; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, es decir, se presentaron diferencias significativas entre los valores medios del incremento de diámetro basal de al menos cuatro de las especies en estudio en la zona 2.

Tabla 34: Prueba de medias de Tukey para el incremento de diámetro basal en la zona 2.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey

(Despecie	(J)especie	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<i>I. adenophylla</i>	<i>I. marginata</i>	4,010*	,1013	,000	3,730	4,290
	<i>I. sp. Novo</i>	,457*	,1013	,000	,177	,737
	<i>I. oerstediana</i>	3,110*	,1013	,000	2,830	3,390
	<i>I. saltensis</i>	1,470*	,1013	,000	1,190	1,750
<i>I. marginata</i>	<i>I. adenophylla</i>	-4,010*	,1013	,000	-4,290	-3,730
	<i>I. sp. Novo</i>	-3,553*	,1013	,000	-3,833	-3,273
	<i>I. oerstediana</i>	-,900*	,1013	,000	-1,180	-,620
	<i>I. saltensis</i>	-2,540*	,1013	,000	-2,820	-2,260
<i>I. sp. Novo</i>	<i>I. adenophylla</i>	-,457*	,1013	,000	-,737	-,177
	<i>I. marginata</i>	3,553*	,1013	,000	3,273	3,833
	<i>I. oerstediana</i>	2,653*	,1013	,000	2,373	2,933
	<i>I. saltensis</i>	1,013*	,1013	,000	,733	1,293
<i>I. oerstediana</i>	<i>I. adenophylla</i>	-3,110*	,1013	,000	-3,390	-2,830
	<i>I. marginata</i>	,900*	,1013	,000	,620	1,180
	<i>I. sp. Novo</i>	-2,653*	,1013	,000	-2,933	-2,373
	<i>I. saltensis</i>	-1,640*	,1013	,000	-1,920	-1,360
<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>	-1,470*	,1013	,000	-1,750	-1,190
	<i>I. marginata</i>	2,540*	,1013	,000	2,260	2,820
	<i>I. sp. Novo</i>	-1,013*	,1013	,000	-1,293	-,733
	<i>I. oerstediana</i>	1,640*	,1013	,000	1,360	1,920

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .154.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 35: Prueba de medias de Tukey para el incremento de diámetro basal en la zona 2. Subconjuntos.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey^{a,b}

especie	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
<i>I. marginata</i>	30	1,560				
<i>I. oerstediana</i>	30		2,460			
<i>I. saltensis</i>	30			4,100		
<i>I. sp. Novo</i>	30				5,113	
<i>I. adenophylla</i>	30					5,570
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .154.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000

b. Alfa = 0.05.

De la prueba de Tukey (Tabla 34 y 35) para las 5 especies consideradas, se establece que existieron diferencias significativas, en el incremento medio del diámetro basal, entre todas las especies, siendo mayores en *Inga adenophylla*, *Inga sp. Novo* e *I. saltensis*, de medias 5.570, 5.113 y 4100, respectivamente; la especie *Inga marginata* reveló los menores incrementos medios de diámetro basal, seguido por *Inga oerstediana*.

Los resultados para la zona 2 fueron inesperados, ya que *Inga adenophylla* presentó sorprendentemente los mayores incrementos medios de diámetro basal, hecho que no ocurrió en las otras dos zonas. El segundo en la lista con mayores incrementos medios de diámetro basal fue *Inga sp. Novo*, cuyo porcentaje de supervivencia en las otras dos zonas fue prácticamente nulo; no es fácil poder afirmar con seguridad cuál es el factor clave para que esta nueva especie del género *Inga* solo haya mostrado un suficiente porcentaje de supervivencia en la zona 2 para ser tomado como muestra válida de estudio, los resultados señalaron que es posible que hubiera algún factor que influyente para que suceda este hecho. Queda en evidencia que esta nueva especie (*Inga sp. Novo*), recientemente descubierta y propia de ecosistemas con un rango de altitud por encima de la mayoría de variedades de *Inga*, fue capaz de adaptarse a condiciones de sitio de altitudes menores.

Por otro lado, *Inga oerstediana* fue visto desplazada al penúltimo lugar con un bajo desarrollo. Sin embargo, quien siguió manteniendo su tendencia es *Inga saltensis*, ubicándose

si bien es cierto en el tercer lugar de desarrollo, pero con valores de crecimiento muy cercanos a los dos líderes de esta zona.

Inga marginata fue la especie que en las tres zonas ha mostrado los menores valores medios de incremento en diámetro basal, se presentó así, como la especie con una baja adaptación a las condiciones de sitio de las tres zonas en estudio.

3.3.2. CRECIMIENTO INICIAL EN ALTURA TOTAL PARA LA ZONA 2

Tabla 36: ANOVA para los incrementos de altura total en la zona 2.

Variable dependiente: Incremento altura total

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7145,795 ^a	4	1786,449	90,020	,000
Intersección especie	32263,733	1	32263,733	1625,788	,000
Error	7145,795	4	1786,449	90,020	,000
Total	2877,522	145	19,845		
Total corregida	42287,050	150			
	10023,317	149			

a. R cuadrado = .713 (R cuadrado corregida = .705)

Conforme a los resultados de la tabla 39, se rechaza la hipótesis nula puesto que el valor de significación es menor a $\alpha=0.05$; es decir, se presentaron diferencias significativas entre los valores medios del incremento de altura total ápice principal de al menos cuatro de las especies en estudio.

Tabla 37: Prueba de medias de Tukey para el incremento de altura total en la zona 2.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey

(I)especie	(J)especie	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<i>I. adenophylla</i>	<i>I. marginata</i>	12,983*	1,1502	,000	9,806	16,161
	<i>I. sp. Novo</i>	-7,467*	1,1502	,000	-10,644	-4,289
	<i>I. oerstediana</i>	6,207*	1,1502	,000	3,029	9,384
	<i>I. saltensis</i>	-,553	1,1502	,989	-3,731	2,624
<i>I. marginata</i>	<i>I. adenophylla</i>	-12,983*	1,1502	,000	-16,161	-9,806
	<i>I. sp. Novo</i>	-20,450*	1,1502	,000	-23,627	-17,273
	<i>I. oerstediana</i>	-6,777*	1,1502	,000	-9,954	-3,599
	<i>I. saltensis</i>	-13,537*	1,1502	,000	-16,714	-10,359
<i>I. sp. Novo</i>	<i>I. adenophylla</i>	7,467*	1,1502	,000	4,289	10,644
	<i>I. marginata</i>	20,450*	1,1502	,000	17,273	23,627
	<i>I. oerstediana</i>	13,673*	1,1502	,000	10,496	16,851
	<i>I. saltensis</i>	6,913*	1,1502	,000	3,736	10,091
<i>I. oerstediana</i>	<i>I. adenophylla</i>	-6,207*	1,1502	,000	-9,384	-3,029
	<i>I. marginata</i>	6,777*	1,1502	,000	3,599	9,954
	<i>I. sp. Novo</i>	-13,673*	1,1502	,000	-16,851	-10,496
	<i>I. saltensis</i>	-6,760*	1,1502	,000	-9,937	-3,583
<i>I. saltensis</i>	<i>I. adenophylla</i>	,553	1,1502	,989	-2,624	3,731
	<i>I. marginata</i>	13,537*	1,1502	,000	10,359	16,714
	<i>I. sp. Novo</i>	-6,913*	1,1502	,000	-10,091	-3,736
	<i>I. oerstediana</i>	6,760*	1,1502	,000	3,583	9,937

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 19.845.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 38: Prueba de medias de Tukey para el incremento de altura total en la zona 2. Subconjuntos.

DHS (Prueba de Diferencia Significativa Honesta) de Tukey^{a,b}

especie	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
<i>I. marginata</i>	30	3,917			
<i>I. oerstediana</i>	30		10,693		
<i>I. adenophylla</i>	30			16,900	
<i>I. saltensis</i>	30			17,453	
<i>I. sp. Novo</i>	30				24,367
Sig.		1,000	1,000	,989	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 19.845.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000

b. Alfa = 0.05.

Acorde a las tablas 37 y 38, los cuales muestran resultados de la prueba de Tukey para las cinco especies en la zona 2, se observó que el mayor valor de incremento medio de altura total lo presenta ***Inga sp. Novo*** (media = 24.367), seguido por ***I. saltensis*** e ***Inga adenophylla***, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí, (de medias 17.453 y 16.900, respectivamente); la especie ***Inga marginata*** reveló los menores incrementos medios de altura total, seguida por ***Inga oerstediana***. Por lo que es posible especular que ***Inga sp. Novo*** esté mejor adaptada a ciertas condiciones de sitio presentes en la zona 2.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos, pueden estar influenciados por el hecho de que el germoplasma de cuatro (04) especies del género *Inga* proviene de un lugar distinto de donde se ejecutó el estudio.

V. CONCLUSIONES

1. *Inga saltensis* es la especie que mejor se adapta a los suelos degradados de las zonas de estudio, mostrando una alta supervivencia y alto crecimiento inicial en altura total y diámetro basal durante los primeros 06 meses desde la plantación, seguida en orden decreciente por *Inga oerstediana* e *Inga adenophylla*.
2. *Inga marginata* es la especie de menor capacidad de adaptación a los suelos degradados de las tres zonas de estudio, mostrando los menores crecimientos iniciales en altura total y diámetro basal.
3. La Zona 1 presenta los mayores incrementos en el crecimiento inicial de la altura total y diámetro basal, durante los primeros 06 meses desde la plantación en un suelo en descanso con antecedentes de cultivo en limpio que favoreció por su aporte de biomasa.
4. Las 05 especies de *Inga*: *I. saltensis*, *I. oerstediana*, *I. adenophylla*, *I. marginata* e *I. sp. Novo*, se adaptaron a las condiciones del suelo degradado de la Zona 2; que presentó una óptima acidez intercambiable menor a 0.3 meq/100 g, ph mayor a 5, textura franco arcillo arenosa y con un contenido de potasio de medio a alto.
5. *Inga saltensis*, *Inga oerstediana* e *Inga adenophylla* en orden decreciente son aptas para el cultivo en callejones en suelos degradados de la provincia de Rodríguez de Mendoza (departamento de Amazonas).
6. La nueva especie, *Inga sp. Novo*, crece en la provincia de Rodríguez de Mendoza (Amazonas); en el bh-PT en un suelo con poca perturbación antrópica; a una altitud de 2269 msnm, superando al límite establecido del género *Inga* (2050 msnm alcanzado por *Inga oerstediana*); puede medir 10 m de altura total con 30 cm de diámetro; susceptible al ataque de mosca blanca (orden: Hemíptera), coleópteros y lepidópteros; con periodo final de fructificación en marzo.

VI. RECOMENDACIONES

- Es importante continuar con los estudios de identificación botánica de la **especie *Inga sp. Novo***, considerando muestras botánicas completas y una mayor distribución geográfica de la colecta de muestras. Así mismo, se debe realizar estudios que comprendan un manejo silvicultural acondicionado desde la etapa de colecta de semillas y vivero, ya que los resultados muestran que una de las zonas evaluadas con suelo degradado, sí tuvo un desarrollo satisfactorio en el presente estudio.
- Se recomienda desarrollar el estudio con germoplasma de la misma zona de evaluación.
- Comprobar la finalización del compostaje in situ con una tira indicadora de ph o con métodos manuales como introducir un machete al centro de la pila, que en el caso que no se puede tocar, debido a que quema, indicaría que aún el compost está en proceso de descomposición; o tomando tres muestras representativas tanto para realizar la prueba del puño, en la que el compost maduro no debería mostrar exceso de humedad, como percibir que debería ser oscuro y con olor a suelo húmedo; esto para favorecer el aporte efectivo de nutrientes al pan de tierra.
- Utilizar bolsas de vivero de mayores dimensiones, para tener un mayor espacio radicular y además usar materia orgánica de cascarilla carbonizada de café para aportar fósforo y potasio, que a su vez ayudará a corregir la acidez de los suelos (FUNDESYRAM y Benedicto, 2018); y así, realizar la plantación con individuos de mayor vigor para favorecer su establecimiento en terreno definitivo.
- El deshierbe se recomienda realizar con mayor frecuencia, sobre todo, en la época húmeda.
- Las especies *I. oerstediana* e *I. marginata*, han mostrado una mayor sensibilidad al ataque de plagas, esto debe tenerse en cuenta para identificar causas y mecanismos de control.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, GN. (2005). Plant pathology. 5th. Ed. United States of America. Elsevier Academic Press.
- Alegre, J. Loli, O y La Torre, B. (2005). Manual práctico de fertilidad de suelos.
- Allen, O. N.; Allen, E. K. (2000). The Leguminosae: Characteristics, uses and Nodulation. Wisconsin, Estados Unidos, University of Wisconsin.
- Alvarado, A.; Fallas, J. (2004). La saturación de acidez y el encalado sobre el crecimiento de la teca (*Tectona grandis l.f.*) en suelos ácidos de Costa Rica. Agronomía Costarricense 28(1).
- Antón, A. (2013). Evaluación de crecimiento inicial en tres especies del género *Inga* en sistema agroforestal. Tesis Ing. Técn. For. Gandía, España, Universidad Politécnica de Valencia.
- Aparicio, C. (2013). Taxonomía del género *Inga*, secciones *Complanatae*, *Inga* y *Tetragonae* para Bolivia. Tesis Lic. Biología. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés.
- Arce, R. (1987). Estudio dendrológico del género *Inga* en Selva Central, Pasco, Perú. Tesis Ing. For. Lima, Perú, UNALM.
- Atahuachi, M.; Villalobos, J. (2011). Libro rojo de la flora amenazada de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz, Bolivia. v. I (Zona Andina):490-491. *Inga saltensis*.
- Ayala, D. (2015). Vigor de Shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) y biomasa microbiana de suelos degradados en selva con dos biofertilizantes. Tesis Mg. Sc. Suelos. Lima, Perú, UNALM.
- Brady, N; Weil, R. (2008). The nature and properties of soils. New Jersey, United States, Prentice Hall.

- Brissio, P. (2005). Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera (en línea). Tesis Lic. Saneamiento y Protección Ambiental. Neuquén, Argentina, Universidad Nacional del Comahue. Recuperado de <http://tesis.bioetica.org/pab2-2.htm>
- Bronstein, J. (1998). The contribution of ant plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica* 30(2).
- Camero-Rey, A.; Rodríguez-Díaz, H. (2014). Características químicas del suelo, producción forrajera y densidad poblacional de lombrices en un sistema silvopastoril en la zona Huetar Norte de Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 28(1).
- Carabalí-Banguero, D. J., Wyckhuys, K. A. G., Montoya-Lerma, J., Kondo, T., y Lundgren. (2013). Do additional sugar sources affect the degree of attendance of *Dismicoccus brevipes* by the fire ant *Solenopsis geminata*? *Entomologia Experimentalis et Applicata*.
- Carbonel, D. (2009). Diagnóstico de micorrizas en 5 sistemas de uso del suelo en el valle de Chanchamayo. Tesis Ing. For. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Carpanezzi, A.; Carpanezzi, O. (2006). Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná: em solos não degradados. Brasília, Brasil. Embrapa Florestas.
- Carrasco, J.; Squella, F.; Undurraga, P. (2002). Prácticas para el manejo sustentable de los recursos naturales en la recuperación de los suelos degradados. INIA. Santiago, Chile.
- Carvalho, P. E. R. (2006). Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, Brasil. Embrapa Informação Tecnológica y Embrapa Florestas.
- Centeno, H.; Cabezas, W. (2012). Comportamiento fisiológico *Inga oerstediana*, *I. punctata*, *I. vera*, *I. jinicuil*, *Erythrina poeppigiana* bajo diferentes niveles de luminosidad en UCATSE, Estelí. Tesis de Ing. Agropecuario. Estelí, Nicaragua, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico seco Estelí Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda.
- Cushman, J.; Beattie, A. (1991). Mutualism: assessing the benefits to host and visitors. *Tree* 6(6).

- Del Claro, K.; Bert, B.; Reú, W. (1996). Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set ant extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vocchysiaceae). *Journal of Tropical Ecology* 12.
- Domínguez-Calleros, P.; Rodríguez-Flores, F.; Lizárraga-Mendiola, L.; Jiménez-Gómez, M.; Navar, J. (2017). Aplicaciones y ejemplos de modelos de crecimiento diamétrico para árboles tropicales. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4(11).
- Dorronsoró, C. (2004). *Introducción a la edafología*. Granada, España. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Unidad docente e investigadora de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.
- FAO (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación, Italia) (2016). *Land Degradation Assessments in Drylands: Manual for local level assessment of land degradation and sustainable land management- Part 2: Field methodology and tools*. Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación, Italia). (2016). *Evaluación de suelos* (en línea, sitio web). Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/evaluacion-de-suelos/es/>
- FAO (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación, Italia) (2015). *Degradación del suelo* (en línea, sitio web). Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2013). *Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*. Santiago, Chile.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Chile) (2002). *Estado de la Información Forestal en Paraguay*. Victor Enciso (cons.). Santiago, Chile, v.14, p. 20. Proyecto GCP/RLA/133/EC: Información y análisis para el manejo forestal sostenible: Integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina.
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras) (2008). *Informe técnico 2007 del Programa de Cacao y Agroforestería*. La Lima, Cortés, Honduras.

- FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socio Económico Y Restauración Ambiental, El Salvador) (2010). Guía para la innovación de la caficultura: De lo convencional a lo orgánico. San Salvador, El Salvador.
- García, F.C.P.; Fernandes, J.M. (2015). Lista de espécies da flora do Brasil: *Inga*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Río de Janeiro, Brasil. 46 p. Recuperado de <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22803>
- García, J.; Ospina, L. (2004). Lepidoptera Rhopalocera: diversidad y distribución en la cuenca del río Coello, Tolima, Colombia. Tesis Lic. Biología. Ibagué, Colombia, Universidad de Tolima.
- Gonçalves, C.; Goi, S.; Jacob (neto), J. (1999). Crescimento e nodulação de *Inga marginata* em resposta à adição de nitrogênio, fósforo e inoculação com rizóbio. *Floresta e Ambiente* 6(1).
- Granados Sanchez, D.; Hernández Garcia, M.; Vásquez Alarcon, A.; Ruíz Puga, P. (2013). Los procesos de desertificación y las regiones áridas. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* vol.19 no.1 Chapingo ene./abr. Versión On-line ISSN 2007-4018. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182013000100005
- Hoc, P.; Palacios, R.; Mom, M. (2006). Novedades en Especies de *Vigna e Inga* (Leguminosae) para la Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 41(3-4).
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú) (2010). Zonificación Ecológica y Ecológica del departamento de Amazonas. Amazonas, Perú. Gobierno Regional de Amazonas.
- ILDIS (International Legume Database and Information Service, Estados Unidos) (2014). World Database of Legumes (en línea). In: Roskov, Y.; Ower, G.; Orrell, T.; Nicolson, D.; Bailly, N.; Kirk, P.M.; Bourgoin, T.; DeWalt, R.E.; Decock, W.; Nieukerken, E. van; Zarucchi, J.; Penev, L., eds. (2018). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 30th October 2018*. Recuperado de <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/c87007f350e4055ea5d6e549e450b1ac>

- Imaña, E.; Encinas, O. (2008). *Epidometría forestal*. 1 ed. UNB (Universidad de Brasilia, Brasil) y ULA (Universidad de Los Andes, Venezuela). Mérida, Venezuela.
- Itino, T.; Davies, S.; Tada, H.; Hieda, Y.; Inoguchi, M.; Itioka, T.; Yamane, S.; Inouye, T. (2001). Cospeciation of ants and plants. *Ecological Research* 16.
- ITTO (The International Tropical Timber Organization, Japón); IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú); SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Perú) (2014). *Manual: Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú*. Chachapoyas, Perú. 20 p. Proyecto PD 622/11 Rev. 1 “Comercialización de semillas, plántones y productos maderables de especies nativas, para mejorar condiciones de vida y fortalecer políticas regionales forestales en la región Amazonas/Perú: caso piloto de la Comunidad Campesina Taulia Molinopampa”.
- Kang, B.; Akinnifesi, F. (2000). Agroforestry as alternative land-use production systems for the tropics. *Natural Resources Forum* 24(2).
- Koptur, S. (1984). Experimental evidence for defense of Inga (Mimosoideae) saplings by ants. *Ecology* 65(6).
- Lavelle, P.; Spain, A. (2001). *Soil Ecology*. 2 ed. corr. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- López, R.; Vallejo, M.; Londoño, A.; Galeano, G.; Álvarez, E.; Devia, W. (2005). *Métodos para estudios ecológicos a largo plazo: Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia.
- Lorenzi, H. (2009). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3 ed. São Paulo, Brasil, Nova Odessa: Instituto Plantarum. 384 p. v. 2.
- Macbride, J. F. (2000). *The Flora of Peru*. Chicago, Estados Unidos, Museo de Campo de Historia Natural.

- Mangueira, J. (2012). Regeneração natural como indicadora de conservação, de sustentabilidade e como base do manejo adaptativo de fragmentos florestais remanescentes inseridos em diferentes matrizes agrícolas. Tesis de Mg. Sc. Agr. Piracicaba, Brasil, Universidad de São Paulo.
- Marín-Gómez, O.; García-Cárdenas, R. 2008. Artropofauna asociada al guamo *Inga edulis* (Fabales: Mimosaceae) en un agroecosistema ganadero del Quindío, Colombia. *Revista Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 20:117-129.
- Martins, S. V. 2007. Recuperação de matas ciliares. 2 ed. Minas Gerais, Brasil, Viçosa: Aprenda Fácil Editora. 255 p. v. 1.
- McGrath, D.; Smith, K.; Gholz, H.; Oliveira, F. 2001. Effects of Land-Use Change on Soil Nutrient Dynamics in Amazonia. Tennessee, USA. *Ecosystems* 4(7):625-645.
- Mendieta, M.; Rocha, L. 2007. Sistemas agroforestales. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 117 p.
- Meza, A.; Sabogal, C.; De Jong, W. 2006. Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonía Peruana: Revisión de experiencias y lecciones aprendidas. CIFOR (Centro de Investigación Forestal Internacional). Bogor, Indonesia. 136 p.
- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Paraguay). 2015. Ficha técnica del cultivo del café de altura (Arabico). Dirección de Agricultura. 2 p.
- Miguel, C. 2006. Enmiendas calizas y corrección de suelos ácidos. Madrid, España. 130 p.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). 2009. D.S. 017-2009-AG (Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor). El Peruano, Lima, Perú; 2 set.: 18.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2016. Superficie deforestada en el departamento de Amazonas (en línea). Lima, Perú. Consultado 09 oct. 2016. Recuperado de <http://siar.regionamazonas.gob.pe/index.php?accion=verIndicador&idElementoInformacion=22&idformula=22>
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2013. R.M. 026-2013-MINAM (Agenda Nacional de Acción Ambiental 2013-2014). El Peruano, Lima, Perú; 22 en.: 13.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2009. Indicadores Ambientales Amazonas (en línea). Lima, Perú. Consultado 09 oct. 2017. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/handle/minam/519>

- Miralles, L.; Costa, JC; Muñoz, A; Guijarro, R; Rodríguez-Solís, JM. 2005. Agentes medioambientales de la Generalitat Valenciana (en línea). 1 ed. Colab. Centro de Estudios Sip Eurocenter. Sevilla, España. Editorial Mad. 323 p. (Volumen II). Tema 13: Principales plagas y enfermedades que afectan a la vegetación forestal de la Comunidad Valenciana. Técnicas de prospección, control y lucha. Consultado 14 jun. 2018. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=-1MW1wEH3U0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true>.
- Morfín, A.; Castillo, G.; Vizcaíno, A. 2006. El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Colima. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.) - CIRPAC (Centro de Investigación Regional Pacífico Centro). Tecomán, México. 85 p.
- Mostacedo, B.; Balcazar, J.; Montero, J. 2006. Tipos de bosque, diversidad y composición florística en la Amazonia sudoeste de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 41(2):99-116.
- Muñoz, R. 2000. Información preparada para productores y técnicos que participaron en Cursos-Talleres sobre “Manejo Integrado de las Plagas en Caficultura” con énfasis en Investigación Participativa. IHCAFE (Instituto Hondureño del Café, Honduras). Santa Bárbara, Honduras. 222 p
- Museo Noel Kempff. 2018. Sistemas agroforestales *Inga* en la Amazonía Boliviana (en línea). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Consultado 10 Ago. 2018. Recuperado de <http://museonoelkempff.org/museo/sistemas-agroforestales-inga-en-la-amazonia-boliviana/>
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Perú). 1976. Mapa Ecológico del Perú: Guía Explicativa. Lima, Perú. 274 p.
- Peng, C. 2000. Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future. *Forest Ecology and Management* 132:259-279.
- Pennington, T. D. 1997. The genus *Inga*: Botany. The Royal Botanical Gardens, Kew. Londres, Reino Unido. 844 p.
- Pennington, T. D.; Fernandes, E. 1998. The genus *Inga*: Utilization The Royal Botanic Gardens, Kew. Londres, Reino Unido. 177 p.
- Pennington, T. D.; Revelo, N. 1997. El género *Inga* en el Ecuador: Morfología, distribución y usos. The Royal Botanic Gardens, Kew. Londres, Reino Unido. 177 p.
- Pérez, E.; Geissert, D. 2006. Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso de café (*Coffea arabica* L.) - palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Interciencia* 31(8): 556-562.

- Porta, J., M. López A. y C. Roquero. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2° ed. Bilbao, España, Mundi-Prensa. 849 p.
- RAE (Real Academia Española, España). 2014. Diccionario de la lengua española (en línea). 23rd ed. Madrid, España. Consultado 11 Nov. 2015. Recuperado de <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=biomasa>
- Reynel, C.; Pennington, T. D. 1997. El género *Inga* en el Perú: Morfología, distribución y usos. The Royal Botanic Gardens, Kew. Lima, Perú. 228 p.
- Rodríguez, H.; Rodríguez, J. 2015. Métodos de análisis de suelos y plantas: Criterios de interpretación: Muestreo de suelos, análisis físicos y métodos de análisis de planta. 3° ed. Ciudad de Veracruz, México, Trillas. 288 p.
- Salazar, R. 1989. Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, Costa Rica. 130 p. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Área de Producción Forestal y Agroforestal.
- Scremin-Dias, E.; Battilani, J. L.; Souza, A. L.; Pereira, S. R.; Kalife, C.; Souza, P. R.; Jeller, H. 2006. Manual de produção de sementes de espécies florestais nativas. Campo Grande, Brasil, Editora UFMS. 43 p. v. 2 (Rede de Sementes do Pantanal).
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Perú). 2010. Instructivo: Prospección Fitosanitaria a Nivel Nacional. ITR-SARVF01. Lima, Perú. 29 p.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Perú). 2010. Instructivo: Toma y envío de muestras para identificación. Lima, Perú. 22 p.
- Serrano, B; Salazar, C. 2010. La cascarilla de café para la elaboración de abonos orgánicos (en línea). Consultado 23 set. 2018. Recuperado de <http://centroagroturisticojovenesrurales.blogspot.com/2010/05/la-cascarilla-de-cafe-para-la.html?m=1>
- Shibu, J. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry systems 76:1-10.
- Soto, J.; Pacheco, D.; Zambrano; Ortega, J. 2012. Revisión Florística del Género *Inga* Miller (Leguminosae-Mimosoideae) en el Estado Zulia, Venezuela. Acta Botánica Venezuelica. 35(1):27-52.

- Spina, A. P.; Ferreira, W.; Leitão (filho), H. 2001. Floração, frutificação e síndrome de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). *Acta Botanica Brasilica* 15(3):349-368.
- Szott, L.; Palm, C.; Sanchez, P. 1991. Agroforestry in acid soils of the humid tropics. Carolina del Norte, Estados Unidos, Elsevier. v. 45: 275-301.
- Tang, M.; Dae, K.; Ho, S. 2007. Manual didáctico para el manejo y aprovechamiento comercial del helecho Shapumba *Pteridium aquilinum* en la comunidad campesina de San Miguel de Tabaconas. Proyecto AMPA-LAND MEN: Un paisaje vivo: Conservación, integración regional y desarrollo local en la Cordilla Real Oriental-Colombia, Ecuador y Perú. 18 p.
- Tejada, G. 10 mar. 2014. Plagas en el género *Inga* (entrevista). Lima, Perú, SENASA.
- Torres, D.; Rodríguez, N.; Yendis, H.; Florentino, A.; Zamora, F. 2006. Cambios en algunas propiedades químicas del suelo según el uso de la tierra en el sector El Cebollal, Estado Falcón, Venezuela, *Bioagro* 18(2):123-128.
- UNAL (Universidad Nacional de Colombia, Colombia). 2015. Las plantas cultivadas y sus plagas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 5(19):574-593.
- UNNE (Universidad Nacional del Nordeste, Argentina). 2018. Fisiología vegetal: Crecimiento (en línea, curso). Corrientes, Argentina. Consultado 17 set. 2018. Recuperado de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Crecimiento.pdf>
- USDA (United State Department of Agriculture, Estados Unidos). 2017. National Soil Survey Handbook. 1° ed. Washington D.C., Estados Unidos. 87 p. Part 618-Soil properties and qualities.
- Vargas C., Valdivia, L. 2005. Recuperación, mediante leguminosas rastreras, de suelos degradados (ex cicales) en la Selva Alta del Perú. *Mosaico Cient* 2(2):78-84.
- Vásquez, L. 2004. Lista de moscas blancas (Hemíptera: Auchenorrhyncha: Aleyrodidae) y sus plantas hospedantes en El Caribe. *Fitosanidad* 8(4):7-18.
- Vela, J. L. M. 2011. Efecto de las diferentes profundidades de remoción del suelo e incorporación de biomasa vegetal en el crecimiento de guaba (*Inga edulis* Mart.) en suelos degradados (ex cicales) de SUPTE San Jorge, Tingo María. Tesis Ing. For. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 71 p.
- Vibrans, H. 2005-2007. Elaboración de 500 fichas informativas de especies de malezas para una flora interactiva en internet con énfasis en especies exóticas. 1 ed. Ciudad de

México, México. 1752 p. Proyecto 2004-C01-405. Fondo Sectorial SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) - CONACYT (Consejo Nacional para Ciencia y Tecnología).

Wittmann, F., Schongart, J.; Montero, J.C.; Motzer, T.; Junk, W. J.; Piedade, M. T.; Queiroz, H. L.; Worbes, W. 2006. Tree species composition and diversity gradients in white-water forest across the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 33:1334-1347.

Zamora, N.; Pennington, T. D. 2001. Guabas y Cuajiniquiles de Costa Rica (*Inga* spp.). Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo, Costa Rica, Editorial INBio. 200p.

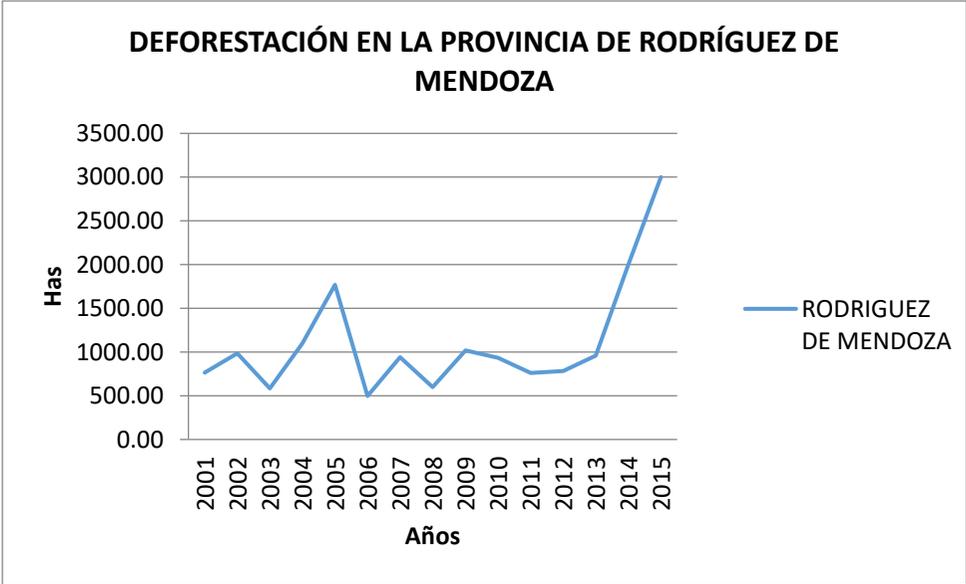
VIII. ANEXOS

ANEXO 1

SUPERFICIE DEFORESTADA EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

SUPERFICIE DEFORESTADA EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2001 - 2015 (83 317.4 ha)							
AÑO	PROVINCIAS						
	RODRIGUEZ DE MENDOZA	CHACHAPOYAS	BAGUA	BONGARA	CONDORCANQUI	LUYA	UTCUBAMBA
2001	765.55	110.5	421.19	331.48	863.79	203.78	326.32
2002	986.44	148.23	753.35	567.7	1148.73	139.73	165.84
2003	582.93	198.58	534.27	871.1	967.56	346.23	380.43
2004	1098.89	133.41	406.26	572.41	811.36	262.98	261.3
2005	1769.93	113.36	185.53	397.16	585	218.24	337.96
2006	496.96	131.95	548.44	878.17	1119.64	297.32	374.79
2007	939.09	162.24	1147.75	616.59	1983.66	292.55	414.72
2008	600.28	111.51	421.65	621.62	771.75	265.05	250.93
2009	1019.68	142.22	713.41	480.11	1576.48	272.3	322.97
2010	935.15	117.47	572.36	400.27	1178.44	235.03	137.52
2011	762.07	64.57	398.31	222.8	1356.52	208.39	149.04
2012	782.06	44.39	780.62	305.3	2342.09	236.09	177.8
2013	958.3	80.1	1523.6	642.94	2698.47	300.72	265.67
2014	2000	2000	1000	2000	3000	1000	2000
2015	3000	1000	2000	3000	4000	1500	3000
TOTAL	16697.33	4558.53	11406.74	11907.65	24403.49	5778.41	8565.29

FUENTE: MINAM (Ministerio del Ambiente- Perú) (2016)



FUENTE: MINAM (Ministerio del Ambiente-Perú) (2016)

ANEXO 2

ANÁLISIS DE SUELO Y MATERIA ORGÁNICA

ANÁLISIS DE SUELOS: CARACTERIZACIÓN

Número de muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	Kpp m	Análisis mecánico			Clase textural	CIC	Cationes cambiabiles					Suma de cationes	Suma de Bases	%Sat. de Bases
								Arena	Limo	Arcilla			Ca+ 2	Mg+ 2	K+	Na+	Al+3+H+			
Lab	Clave							%	%	%		meq/100g								
6121	Zona1	3.67	0.75	0.00	4.86	2.8	127	73	23	4	Fr.A	11.2	1.64	0.48	0.26	0.1	1.9	4.39	2.49	22
6120	Zona2	5.04	0.28	0.00	2.64	2.9	229	49	27	24	Fr.Ar.A	10.88	7.62	1.15	0.62	0.15	0.1	9.63	9.53	88
1308	Zona3	4.52	0.09	0.00	2.06	7.2	21	76	24	0	A.Fr	8.8	0.35	0.2	0.12	0.07	2.34	0.74	0.74	8

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM (2014)

ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA (COMPOST)

Lab	Claves	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	CaO%	MgO %	Hd (Humedad disponible)%	Na%
276	M.O.	3.71	0.67	47.44	1.13	0.1	0.12	0.39	0.09	12.02	0.01

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM (2014)



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 : FERNANDO MAGALLANES IBERICO

Departamento : AMAZONAS
 Distrito : SAN NICOLAS
 Referencia : H.R. 44654-033C-14

Bolt.: 10928

Provincia : RODRIGUEZ DE MENDOZA
 Predio :
 Fecha : 08/04/14

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
6119	Zona Alfonso	5.64	1.56	0.00	21.60	39.8	468	Suelo Orgánico			Fr.Ar.A.	30.40	25.92	3.47	0.85	0.06	0.10	30.40	30.30	100
6120	Zona Mery	5.04	0.28	0.00	2.64	2.9	229	49	27	24	Fr.Ar.A.	10.88	7.62	1.15	0.62	0.15	0.10	9.63	9.53	88
6121	Zona Gilberto	3.67	0.75	0.00	4.86	2.8	127	73	23	4	Fr.A.	11.20	1.64	0.48	0.26	0.10	1.90	4.39	2.49	22

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



Sady García Bendezú
Dr. Sady García Bendezú
 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 : FERNANDO MAGALLANES IBERICO

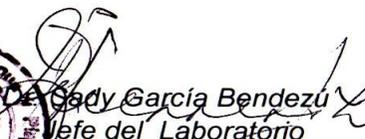
Departamento : AMAZONAS
 Distrito : SAN NICOLAS
 Referencia : H.R. 53246-025C-16

Bolt.: 12918

Provincia : RODRIGUEZ DE MENDOZA
 Predio : FUNDO TIMBUYACU
 Fecha : 26/02/16

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
1308		4.52	0.09	0.00	2.06	7.2	21	76	24	0	A.Fr.	8.80	0.35	0.20	0.12	0.07	2.34	0.74	0.74	8

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


 Gady García Bendezu
 Jefe del Laboratorio



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



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : FERNANDO MAGALLANES IBERICO
PROCEDENCIA : AMAZONAS/ RODRIGUEZ DE MENDOZA/ SAN NICOLAS
MUESTRA DE : COMPOST
REFERENCIA : H.R. 44655
BOLETA : 10928
FECHA : 15/04/14

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
276	Materia Orgánica FM	3.71	0.67	47.44	1.13	0.10	0.12

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
276	Materia Orgánica FM	0.39	0.09	12.02	0.01



Sady García Bendezu
Dr. Sady García Bendezu
Jefe de Laboratorio

ANEXO 3

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo 203 /244, APDO. 12 - 056 LA MOLINA LIMA PERU



CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud del señor **Fernando Gabriel Magallanes Iberico**, ex alumno de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se proporciona la identidad de los especímenes indicados, .

La información proporcionada por el depositante sobre la muestra es:

Proyecto : Tesis
Zona de colección : Fundo DIPA,
Distrito : Mariscal Benavides
Provincia : Rodriguez de Mendoza
Departamento : Amazonas
Colector : Fernando Magallanes

Nº COL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
FMI-MAR	<i>Inga marginata</i> Willd.	.....	FABACEAE
FMI-A	<i>Inga adenophylla</i> Pittier	.....	FABACEAE
FMI-O	<i>Inga oerstediana</i> Benth	.....	FABACEAE
FMI-MA	<i>Inga adenophylla</i> Pittier	.....	FABACEAE
FMI-S	<i>Inga saltensis</i> Burkart	.....	FABACEAE
FMI.CUS	<i>Inga saltensis</i> Burkart	.....	FABACEAE
FMI-novo	<i>Inga</i> sp. Novo	.....	FABACEAE



Determinado por:

Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.
Profesor Principal Dpto. Manejo Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología
y Herbario Forestal UNALM (MOL)

La Molina, 27 febrero 2017

ANEXO 4

Mediciones de diámetro y altura

ZONA	Cod.	ESPECIE	Mediciones Diámetros en mm y Alturas en cm					
			diámetro 1	diámetro 2	diámetro 3	altura 1	altura 2	altura 3
zona1	z1o-1	<i>I. oerstediana</i>	3.2	7.4	12.2	24	53	105
zona1	z1o-2	<i>I. oerstediana</i>	4.0	7.7	13	15	52	110
zona1	z1o-3	<i>I. oerstediana</i>	3.4	7.8	11	17	49	90
zona1	z1o-4	<i>I. oerstediana</i>	4.0	7.5	13	15	54	98
zona1	z1o-5	<i>I. oerstediana</i>	4.1	7.9	12	18	50	88
zona1	z1o-6	<i>I. oerstediana</i>	3.6	7.4	11	15	55	105
zona1	z1o-7	<i>I. oerstediana</i>	3.0	7.5	13	20	53	100
zona1	z1o-8	<i>I. oerstediana</i>	3.2	7.5	12	15	46	95
zona1	z1o-9	<i>I. oerstediana</i>	3.9	7.2	13	28	50	100
zona1	z1o-10	<i>I. oerstediana</i>	3.2	7.5	11	17	57	125
zona1	z1o-11	<i>I. oerstediana</i>	3.5	7.3	12.5	15	50	100
zona1	z1o-12	<i>I. oerstediana</i>	4.0	7.2	10	14	67	140
zona1	z1o-13	<i>I. oerstediana</i>	4.1	7.5	13	22	57	105
zona1	z1o-14	<i>I. oerstediana</i>	3.5	7	12	20	45	100
zona1	z1o-15	<i>I. oerstediana</i>	4.1	7.3	12.5	22	60	110
zona1	z1o-16	<i>I. oerstediana</i>	4.0	7.6	11.5	25	48	100
zona1	z1o-17	<i>I. oerstediana</i>	4.0	7.4	11.5	23	58	120
zona1	z1o-18	<i>I. oerstediana</i>	3.8	7.4	11.5	23	44	90
zona1	z1o-19	<i>I. oerstediana</i>	3.6	7.5	12	20	55	98
zona1	z1o-20	<i>I. oerstediana</i>	3.7	7.6	11.5	20	59	123
zona1	z1o-21	<i>I. oerstediana</i>	3.8	7.5	11.5	30	46	90
zona1	z1o-22	<i>I. oerstediana</i>	3.0	7.3	12	18	56	102
zona1	z1o-23	<i>I. oerstediana</i>	4.1	7.5	14	18	58	122
zona1	z1o-24	<i>I. oerstediana</i>	3.8	7.2	14	25	60	127
zona1	z1o-25	<i>I. oerstediana</i>	3.7	7.4	11.5	22	58	115
zona1	z1o-26	<i>I. oerstediana</i>	4.0	7.4	12	25	48	98
zona1	z1o-27	<i>I. oerstediana</i>	3.5	7.3	11.5	26	50	98
zona1	z1o-28	<i>I. oerstediana</i>	3.8	7.4	12	24	45	95
zona1	z1o-29	<i>I. oerstediana</i>	3.5	7.4	15	25	45	95
zona1	z1o-30	<i>I. oerstediana</i>	3.6	7.2	12	20	49	95
zona1	z1m-1	<i>I. marginata</i>	1.9	3.9	6	8	18	30
zona1	z1m-2	<i>I. marginata</i>	2.0	3.8	5.5	9	12	18
zona1	z1m-3	<i>I. marginata</i>	2.1	3.7	5.5	9	15	22
zona1	z1m-4	<i>I. marginata</i>	1.9	3.6	6	10	16	28
zona1	z1m-5	<i>I. marginata</i>	2.0	3.6	6	7	14	25
zona1	z1m-6	<i>I. marginata</i>	1.5	3.7	5	5	15.5	28
zona1	z1m-7	<i>I. marginata</i>	1.7	3.8	6.5	8	15	26
zona1	z1m-8	<i>I. marginata</i>	2.0	3.8	5.5	8	13	23
zona1	z1m-9	<i>I. marginata</i>	1.9	3	5.8	7	14	25
zona1	z1m-10	<i>I. marginata</i>	1.0	3.8	5.9	8	13	20

zona1	z1m-11	<i>I. marginata</i>	1.2	3.5	6	9	14.5	23
zona1	z1m-12	<i>I. marginata</i>	1.0	4	5	6	12	21
zona1	z1m-13	<i>I. marginata</i>	1.5	4	6	10	12	19
zona1	z1m-14	<i>I. marginata</i>	1.5	3.7	6.2	7	11	18
zona1	z1m-15	<i>I. marginata</i>	1.0	3.8	6.2	7	13	22
zona1	z1m-16	<i>I. marginata</i>	1.5	3.5	6.2	8	15	25
zona1	z1m-17	<i>I. marginata</i>	2.0	3.9	5.9	6	12	21
zona1	z1m-18	<i>I. marginata</i>	2.0	3.9	5.9	8	16	27
zona1	z1m-19	<i>I. marginata</i>	1.9	3.7	6.3	8	15	24
zona1	z1m-20	<i>I. marginata</i>	1.9	4	6	8	12	20
zona1	z1m-21	<i>I. marginata</i>	1.5	3.5	6.2	7	15	26
zona1	z1m-22	<i>I. marginata</i>	2.1	3.8	6.2	6	16	30
zona1	z1m-23	<i>I. marginata</i>	1.5	3.7	6.3	7	17	29
zona1	z1m-24	<i>I. marginata</i>	1.8	3.7	6	7	14	25
zona1	z1m-25	<i>I. marginata</i>	1.4	3.5	6.2	8	14	25
zona1	z1m-26	<i>I. marginata</i>	1.8	3.7	6	9	14	24
zona1	z1m-27	<i>I. marginata</i>	1.9	3	6.5	6	18	31
zona1	z1m-28	<i>I. marginata</i>	2.0	3.7	6	7	13	21
zona1	z1m-29	<i>I. marginata</i>	2.0	3.5	6	8	13	22
zona1	z1m-30	<i>I. marginata</i>	2.0	3	6	4	14.5	28
zona1	z1s-1	<i>I. saltensis</i>	3.0	9	15	18	60	140
zona1	z1s-2	<i>I. saltensis</i>	3.5	8	15.2	20	50	100
zona1	z1s-3	<i>I. saltensis</i>	3.5	9	15.2	10	55	120
zona1	z1s-4	<i>I. saltensis</i>	4.0	8	14.7	18	58	120
zona1	z1s-5	<i>I. saltensis</i>	3.5	8.5	14.5	12	55	110
zona1	z1s-6	<i>I. saltensis</i>	3.7	8.4	15	16	53	108
zona1	z1s-7	<i>I. saltensis</i>	3.8	9	14.8	13	48	105
zona1	z1s-8	<i>I. saltensis</i>	3.4	7.5	15	15	51	100
zona1	z1s-9	<i>I. saltensis</i>	3.0	8	15	12	60	135
zona1	z1s-10	<i>I. saltensis</i>	2.5	8.5	14	19	58	105
zona1	z1s-11	<i>I. saltensis</i>	2.7	8.5	14.5	14	52	110
zona1	z1s-12	<i>I. saltensis</i>	2.8	7.5	14.7	15	60	110
zona1	z1s-13	<i>I. saltensis</i>	2.9	8	15	13	65	130
zona1	z1s-14	<i>I. saltensis</i>	3.0	8	14.5	16	60	115
zona1	z1s-15	<i>I. saltensis</i>	2.5	9	15.4	17	58	120
zona1	z1s-16	<i>I. saltensis</i>	2.8	7.5	15	18	65	130
zona1	z1s-17	<i>I. saltensis</i>	4.0	8.9	14.5	11	45	110
zona1	z1s-18	<i>I. saltensis</i>	3.5	8	14.5	18	48	90
zona1	z1s-19	<i>I. saltensis</i>	3.7	8.3	15	15	50	100
zona1	z1s-20	<i>I. saltensis</i>	3.8	7	15	20	49	105
zona1	z1s-21	<i>I. saltensis</i>	4.0	8	14.2	14	52	110
zona1	z1s-22	<i>I. saltensis</i>	4.1	7	14	15	60	135
zona1	z1s-23	<i>I. saltensis</i>	3.0	7	14.5	17	58	120
zona1	z1s-24	<i>I. saltensis</i>	3.5	9	15	13	60	115

zona1	z1s-25	<i>I. saltensis</i>	3.5	7.8	15.3	20	62	130
zona1	z1s-26	<i>I. saltensis</i>	3.6	8.3	14	10	65	150
zona1	z1s-27	<i>I. saltensis</i>	3.7	8	14.6	17	64	150
zona1	z1s-28	<i>I. saltensis</i>	3.0	8.5	15	18	62	135
zona1	z1s-29	<i>I. saltensis</i>	3.8	8.4	15.3	12	60	135
zona1	z1s-30	<i>I. saltensis</i>	3.0	8.8	15.3	14	58	125
zona1	z1a-1	<i>I. adenophylla</i>	2.3	5.6	8.7	8	25	46.5
zona1	z1a-2	<i>I. adenophylla</i>	2.0	6	8.7	10	32	55
zona1	z1a-3	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5	9	9	33	50
zona1	z1a-4	<i>I. adenophylla</i>	2.0	6	8.8	12	28	45
zona1	z1a-5	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5.5	9	12	30	52
zona1	z1a-6	<i>I. adenophylla</i>	2.7	5	8.7	13	30	55
zona1	z1a-7	<i>I. adenophylla</i>	2.8	5	8.8	9	25	42
zona1	z1a-8	<i>I. adenophylla</i>	3.0	5.4	8.5	10	25	40
zona1	z1a-9	<i>I. adenophylla</i>	3.0	6	8.9	8	22	38
zona1	z1a-10	<i>I. adenophylla</i>	2.3	5.3	8.5	9	25	43
zona1	z1a-11	<i>I. adenophylla</i>	3.0	5.5	8.5	12	28	48
zona1	z1a-12	<i>I. adenophylla</i>	3.5	5.2	9	10	30	52
zona1	z1a-13	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5.6	8.5	11	25	45
zona1	z1a-14	<i>I. adenophylla</i>	3.7	5.6	9	10	27	50
zona1	z1a-15	<i>I. adenophylla</i>	3.5	5.4	9	12	25	40
zona1	z1a-16	<i>I. adenophylla</i>	3.0	6	8.5	9	35	55
zona1	z1a-17	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5	8	13	25	40
zona1	z1a-18	<i>I. adenophylla</i>	2.7	5.7	8.7	13	25	40
zona1	z1a-19	<i>I. adenophylla</i>	3.0	6	8.5	12	25	45
zona1	z1a-20	<i>I. adenophylla</i>	3.5	5.2	9	7	25	45
zona1	z1a-21	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5.5	9	15	24	40
zona1	z1a-22	<i>I. adenophylla</i>	3.0	5.7	8.7	13	25	40
zona1	z1a-23	<i>I. adenophylla</i>	3.4	5.9	8.5	15	23	38
zona1	z1a-24	<i>I. adenophylla</i>	3.3	6	9	16	23	35
zona1	z1a-25	<i>I. adenophylla</i>	3.0	5.8	8.8	15	30	45
zona1	z1a-26	<i>I. adenophylla</i>	2.5	6	8.8	8	22	40
zona1	z1a-27	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5.7	8.8	12	26	40
zona1	z1a-28	<i>I. adenophylla</i>	2.7	5.7	8.8	14	30	55
zona1	z1a-29	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5.8	8.7	10	25	45
zona1	z1a-30	<i>I. adenophylla</i>	2.3	6	8	9	25	45
zona 2	z2o-1	<i>I. oerstediana</i>	3.2	4	5.4	15	18	22.8
zona 2	z2o-2	<i>I. oerstediana</i>	2.7	4.2	5.2	18	20	23
zona 2	z2o-3	<i>I. oerstediana</i>	2.9	3.9	4.9	12	15	20
zona 2	z2o-4	<i>I. oerstediana</i>	3.0	4	5.5	12	14	20
zona 2	z2o-5	<i>I. oerstediana</i>	3.2	3.8	5.3	15	18	22
zona 2	z2o-6	<i>I. oerstediana</i>	2.8	4	4.5	11	14	20
zona 2	z2o-7	<i>I. oerstediana</i>	2.5	3.7	5.5	10	14	20
zona 2	z2o-8	<i>I. oerstediana</i>	3.0	4	4.5	10	14	22

zona 2	z2o-9	<i>I. oerstediana</i>	3.6	4	6	10	15	22
zona 2	z2o-10	<i>I. oerstediana</i>	3.1	3.6	5.5	12	18	26
zona 2	z2o-11	<i>I. oerstediana</i>	2.9	4	4.7	10	13	18
zona 2	z2o-12	<i>I. oerstediana</i>	2.8	3.5	6	11	15	20
zona 2	z2o-13	<i>I. oerstediana</i>	3.2	4.1	5.5	15	20	25
zona 2	z2o-14	<i>I. oerstediana</i>	3.5	4	5	10	15	21
zona 2	z2o-15	<i>I. oerstediana</i>	3.5	4.3	6	13	16	20
zona 2	z2o-16	<i>I. oerstediana</i>	3.6	4.2	5.7	14	19	25
zona 2	z2o-17	<i>I. oerstediana</i>	3.7	4.5	5.5	15	18	23
zona 2	z2o-18	<i>I. oerstediana</i>	3.4	4.3	6	13	20	28
zona 2	z2o-19	<i>I. oerstediana</i>	3.0	4	5.8	15	21	27
zona 2	z2o-20	<i>I. oerstediana</i>	3.1	4	5.5	15	22	30
zona 2	z2o-21	<i>I. oerstediana</i>	3.0	4.1	6	10	15	20
zona 2	z2o-22	<i>I. oerstediana</i>	2.8	4.2	5.8	14	20	28
zona 2	z2o-23	<i>I. oerstediana</i>	2.7	4.5	5	13	15	20
zona 2	z2o-24	<i>I. oerstediana</i>	2.9	4.3	6	10	25	40
zona 2	z2o-25	<i>I. oerstediana</i>	3.1	4.2	5.5	12	17	23
zona 2	z2o-26	<i>I. oerstediana</i>	3.0	4	5.8	12	16	20
zona 2	z2o-27	<i>I. oerstediana</i>	2.5	4.4	5.7	10	15	20
zona 2	z2o-28	<i>I. oerstediana</i>	2.4	4.2	5.5	10	12	20
zona 2	z2o-29	<i>I. oerstediana</i>	2.7	4.5	5.4	9	14	20
zona 2	z2o-30	<i>I. oerstediana</i>	2.5	3.5	5.4	14	18	25
zona 2	z2m-1	<i>I. marginata</i>	2.0	2.5	3.6	8	10	12
zona 2	z2m-2	<i>I. marginata</i>	2.3	2	3.4	10	12.2	15
zona 2	z2m-3	<i>I. marginata</i>	1.8	2	4	7	9	12
zona 2	z2m-4	<i>I. marginata</i>	1.9	2.4	3.5	10	11	13
zona 2	z2m-5	<i>I. marginata</i>	2.0	2.6	3.5	6	8.5	12
zona 2	z2m-6	<i>I. marginata</i>	2.0	2.7	3.4	7	8.5	11
zona 2	z2m-7	<i>I. marginata</i>	2.3	2.5	4	10	11.5	14
zona 2	z2m-8	<i>I. marginata</i>	1.8	2	3.4	9	10.5	12.5
zona 2	z2m-9	<i>I. marginata</i>	1.9	2.7	3.5	9	10	11
zona 2	z2m-10	<i>I. marginata</i>	1.8	2.5	4	12	15	15
zona 2	z2m-11	<i>I. marginata</i>	1.9	2.8	3.8	8	9.5	10
zona 2	z2m-12	<i>I. marginata</i>	2.0	2	3.8	11	12	13
zona 2	z2m-13	<i>I. marginata</i>	2.1	2.5	3.8	7	8.5	11
zona 2	z2m-14	<i>I. marginata</i>	2.2	2.7	3.5	7	9.5	12
zona 2	z2m-15	<i>I. marginata</i>	2.2	2	3.8	7	10	13
zona 2	z2m-16	<i>I. marginata</i>	2.0	2.6	3	6	8.5	12
zona 2	z2m-17	<i>I. marginata</i>	1.8	2.5	3.5	10	12.5	14
zona 2	z2m-18	<i>I. marginata</i>	2.3	2.5	3.8	9	11	13
zona 2	z2m-19	<i>I. marginata</i>	2.0	2.6	3.5	6	9	12
zona 2	z2m-20	<i>I. marginata</i>	2.1	2.6	4	8	11	14
zona 2	z2m-21	<i>I. marginata</i>	1.8	2.6	3.9	9	10	11
zona 2	z2m-22	<i>I. marginata</i>	1.7	2.5	3.2	11	11.5	12

zona 2	z2m-23	<i>I. marginata</i>	1.9	2.4	3.9	7	8	10
zona 2	z2m-24	<i>I. marginata</i>	2.0	2.3	3.5	6	8.5	12
zona 2	z2m-25	<i>I. marginata</i>	2.1	2.3	3.2	8	9	10
zona 2	z2m-26	<i>I. marginata</i>	2.2	2.6	3.4	7	9	12
zona 2	z2m-27	<i>I. marginata</i>	2.0	2.5	3.2	7	9.5	12
zona 2	z2m-28	<i>I. marginata</i>	1.9	2.6	3.4	8	9	11
zona 2	z2m-29	<i>I. marginata</i>	2.1	2.6	3.4	8	9.2	11
zona 2	z2m-30	<i>I. marginata</i>	2.0	2.5	3	7	8.5	10
zona 2	z2s-1	<i>I. saltensis</i>	3.2	5	7.6	10	17	28.6
zona 2	z2s-2	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.7	7.5	10	20	35
zona 2	z2s-3	<i>I. saltensis</i>	2.8	4.5	7.5	14	22	35
zona 2	z2s-4	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.7	7	13	22	33
zona 2	z2s-5	<i>I. saltensis</i>	3.1	4.6	6.8	12	23	35
zona 2	z2s-6	<i>I. saltensis</i>	2.9	5	7	12	22	34
zona 2	z2s-7	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.6	6.8	15	25	30
zona 2	z2s-8	<i>I. saltensis</i>	3.2	4.6	7	10	15	22
zona 2	z2s-9	<i>I. saltensis</i>	3.1	4.7	8	10	16	22
zona 2	z2s-10	<i>I. saltensis</i>	3.4	4.5	7.5	12	16	20
zona 2	z2s-11	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.5	7.5	16	20	25
zona 2	z2s-12	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.3	7.5	12	19	30
zona 2	z2s-13	<i>I. saltensis</i>	2.8	5	7	10	15	23
zona 2	z2s-14	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.2	7.2	11	18	25
zona 2	z2s-15	<i>I. saltensis</i>	2.9	4.3	7.2	12	19	28
zona 2	z2s-16	<i>I. saltensis</i>	3.1	4.7	7	15	20	30
zona 2	z2s-17	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.3	7	11	17	25
zona 2	z2s-18	<i>I. saltensis</i>	2.7	4.7	7.2	13	19	25
zona 2	z2s-19	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.3	7.5	12	18	25
zona 2	z2s-20	<i>I. saltensis</i>	2.8	4.5	7	14	19	25
zona 2	z2s-21	<i>I. saltensis</i>	3.2	5	7	12	20	33
zona 2	z2s-22	<i>I. saltensis</i>	3.4	4.5	7	10	21	35
zona 2	z2s-23	<i>I. saltensis</i>	2.8	4.7	7	10	21	35
zona 2	z2s-24	<i>I. saltensis</i>	3.5	4.8	7.2	14	22	35
zona 2	z2s-25	<i>I. saltensis</i>	3.5	4.6	7	10	18	30
zona 2	z2s-26	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.8	7	14	23	35
zona 2	z2s-27	<i>I. saltensis</i>	3.4	6	5	10	17	25
zona 2	z2s-28	<i>I. saltensis</i>	3.2	5	5.8	14	20	25
zona 2	z2s-29	<i>I. saltensis</i>	3.3	5	7	9	17	25
zona 2	z2s-30	<i>I. saltensis</i>	3.4	4.5	7.5	12	18	25
zona 2	z2a-1	<i>I. adenophylla</i>	2.4	5.1	8	10	17	30
zona 2	z2a-2	<i>I. adenophylla</i>	2.4	5.1	8.2	8	15	25
zona 2	z2a-3	<i>I. adenophylla</i>	2.0	4.8	8	9	14	20
zona 2	z2a-4	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5	8.5	9	16	25
zona 2	z2a-5	<i>I. adenophylla</i>	2.7	5	7.7	8	15	25
zona 2	z2a-6	<i>I. adenophylla</i>	2.9	4.8	8	9	16	25

zona 2	z2a-7	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5.3	7.7	9	15	23
zona 2	z2a-8	<i>I. adenophylla</i>	2.7	4.8	7.6	12	17	25
zona 2	z2a-9	<i>I. adenophylla</i>	2.9	5.3	8	10	17	25
zona 2	z2a-10	<i>I. adenophylla</i>	3.0	5	7.8	10	18	28
zona 2	z2a-11	<i>I. adenophylla</i>	2.6	4.9	8.1	12	20	40
zona 2	z2a-12	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5	8.2	8	15	25
zona 2	z2a-13	<i>I. adenophylla</i>	3.0	5.3	8.1	12	19	35
zona 2	z2a-14	<i>I. adenophylla</i>	3.0	4.8	5.7	9	14	20
zona 2	z2a-15	<i>I. adenophylla</i>	2.7	5	9	11	15	20
zona 2	z2a-16	<i>I. adenophylla</i>	3.7	5.3	7.8	12	17	23
zona 2	z2a-17	<i>I. adenophylla</i>	2.9	5.2	8.5	9	15	22
zona 2	z2a-18	<i>I. adenophylla</i>	3.0	5.1	8	13	17	30
zona 2	z2a-19	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5	8.5	9	14	20
zona 2	z2a-20	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5.1	8.5	9	13	20
zona 2	z2a-21	<i>I. adenophylla</i>	2.4	5	8	15	23	45
zona 2	z2a-22	<i>I. adenophylla</i>	2.5	4.9	8.8	8	15	25
zona 2	z2a-23	<i>I. adenophylla</i>	2.5	4.9	8	9	17	30
zona 2	z2a-24	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5	8.6	14	22	40
zona 2	z2a-25	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5	8.3	8	16	25
zona 2	z2a-26	<i>I. adenophylla</i>	2.4	5	8	10	17	25
zona 2	z2a-27	<i>I. adenophylla</i>	2.5	5	8.2	9	16	25
zona 2	z2a-28	<i>I. adenophylla</i>	2.4	5.1	8.8	8	16	25
zona 2	z2a-29	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5.1	8.5	8	17	27
zona 2	z2a-30	<i>I. adenophylla</i>	2.6	5.1	7.8	10	17	25
zona 2	z2n-1	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5	8.4	12	25	35
zona 2	z2n-2	<i>Inga sp. Novo</i>	2.9	5	8.2	10	24	40
zona 2	z2n-3	<i>Inga sp. Novo</i>	2.9	5.5	8	10	20	35
zona 2	z2n-4	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5.4	8.2	9	20	35
zona 2	z2n-5	<i>Inga sp. Novo</i>	2.9	6	8.1	10	21	35
zona 2	z2n-6	<i>Inga sp. Novo</i>	3.1	6	8	10	25	40
zona 2	z2n-7	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5.3	7.9	12	21	35
zona 2	z2n-8	<i>Inga sp. Novo</i>	3.2	5.4	8	10	24	40
zona 2	z2n-9	<i>Inga sp. Novo</i>	2.9	5.5	8	10	24	40
zona 2	z2n-10	<i>Inga sp. Novo</i>	2.9	5.4	8	12	28	40
zona 2	z2n-11	<i>Inga sp. Novo</i>	2.8	5.5	8.3	10	23	35
zona 2	z2n-12	<i>Inga sp. Novo</i>	2.9	5.5	8.2	12	27	45
zona 2	z2n-13	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5	8.3	10	23	40
zona 2	z2n-14	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5.5	8.4	11	24	35
zona 2	z2n-15	<i>Inga sp. Novo</i>	3.1	5	8.2	10	18	30
zona 2	z2n-16	<i>Inga sp. Novo</i>	3.2	5.2	8.4	9	14	20
zona 2	z2n-17	<i>Inga sp. Novo</i>	3.1	5.5	8	9	20	35
zona 2	z2n-18	<i>Inga sp. Novo</i>	3.4	5.2	8	9	15	25
zona 2	z2n-19	<i>Inga sp. Novo</i>	3.5	5.2	8.1	10	19	35
zona 2	z2n-20	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5.5	8.2	9	16	25

zona 2	z2n-21	<i>Inga sp. Novo</i>	3.2	5.4	7.9	9	17	30
zona 2	z2n-22	<i>Inga sp. Novo</i>	3.4	5	8.2	10	18	32
zona 2	z2n-23	<i>Inga sp. Novo</i>	3.3	5.3	8	10	22	40
zona 2	z2n-24	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5.6	8.2	12	25	30
zona 2	z2n-25	<i>Inga sp. Novo</i>	3.2	5.7	8.4	11	22	40
zona 2	z2n-26	<i>Inga sp. Novo</i>	3.1	5.6	8.3	9	17	35
zona 2	z2n-27	<i>Inga sp. Novo</i>	3.0	5	8.2	14	25	38
zona 2	z2n-28	<i>Inga sp. Novo</i>	2.9	4.9	8.3	9	15	28
zona 2	z2n-29	<i>Inga sp. Novo</i>	2.8	5	8.2	13	26	40
zona 2	z2n-30	<i>Inga sp. Novo</i>	2.8	5	8.3	11	19	30
zona 3	z3o-1	<i>I. oerstediana</i>	3.0	5	8.9	12	25	40
zona 3	z3o-2	<i>I. oerstediana</i>	2.8	5.1	8.9	9	17	28
zona 3	z3o-3	<i>I. oerstediana</i>	2.7	5.3	9	13	24	45
zona 3	z3o-4	<i>I. oerstediana</i>	2.9	5.4	8.9	10	19	30
zona 3	z3o-5	<i>I. oerstediana</i>	3.0	5.4	8.9	13	20	30
zona 3	z3o-6	<i>I. oerstediana</i>	2.8	5.3	8.8	12	24	40
zona 3	z3o-7	<i>I. oerstediana</i>	2.8	5.3	8.7	12	20	30
zona 3	z3o-8	<i>I. oerstediana</i>	3.0	5.3	8.8	15	29	45
zona 3	z3o-9	<i>I. oerstediana</i>	3.0	5.1	8.9	12	24	40
zona 3	z3o-10	<i>I. oerstediana</i>	3.1	5	9	12	24	38
zona 3	z3o-11	<i>I. oerstediana</i>	3.0	4.8	8.9	13	21	38
zona 3	z3o-12	<i>I. oerstediana</i>	2.9	5	8.8	13	23	35
zona 3	z3o-13	<i>I. oerstediana</i>	3.0	4.9	8.5	10	24	45
zona 3	z3o-14	<i>I. oerstediana</i>	3.0	3.5	8.8	14	21	35
zona 3	z3o-15	<i>I. oerstediana</i>	2.9	5	8.5	9	17	35
zona 3	z3o-16	<i>I. oerstediana</i>	2.8	4.5	8.8	10	21	30
zona 3	z3o-17	<i>I. oerstediana</i>	2.6	4.5	8.6	14	26	45
zona 3	z3o-18	<i>I. oerstediana</i>	3.1	4.7	8.6	10	20	35
zona 3	z3o-19	<i>I. oerstediana</i>	3.2	4.9	8.9	11	20	35
zona 3	z3o-20	<i>I. oerstediana</i>	3.0	5	8.7	15	26	40
zona 3	z3o-21	<i>I. oerstediana</i>	2.7	4.9	8.9	13	22	38
zona 3	z3o-22	<i>I. oerstediana</i>	2.6	5.6	8.8	13	21	35
zona 3	z3o-23	<i>I. oerstediana</i>	2.9	5.4	8.9	14	27	45
zona 3	z3o-24	<i>I. oerstediana</i>	2.9	5.3	8.8	12	21	35
zona 3	z3o-25	<i>I. oerstediana</i>	3.2	5	8.7	14	27	50
zona 3	z3o-26	<i>I. oerstediana</i>	3.5	5.2	8.8	13	22	35
zona 3	z3o-27	<i>I. oerstediana</i>	3.4	5.2	8.8	15	25	40
zona 3	z3o-28	<i>I. oerstediana</i>	3.0	5	8.7	12	20	35
zona 3	z3o-29	<i>I. oerstediana</i>	2.9	5	8.8	10	20	40
zona 3	z3o-30	<i>I. oerstediana</i>	3.2	5	8.8	11	19	35
zona 3	z3m-1	<i>I. marginata</i>	1.3	2.2	3.5	5	8	11
zona 3	z3m-2	<i>I. marginata</i>	1.3	2.2	3.2	6	9	12.5
zona 3	z3m-3	<i>I. marginata</i>	1.5	2.5	3.6	5.4	9	10
zona 3	z3m-4	<i>I. marginata</i>	1.4	2.3	3.4	6	8	12

zona 3	z3m-5	<i>I. marginata</i>	1.5	2.5	3.2	5	8	12
zona 3	z3m-6	<i>I. marginata</i>	1.5	2	3.5	4.8	7	9
zona 3	z3m-7	<i>I. marginata</i>	1.4	2.3	3.4	6	9	11
zona 3	z3m-8	<i>I. marginata</i>	1.3	2	3.2	5.2	8	11
zona 3	z3m-9	<i>I. marginata</i>	1.4	2.5	3.8	5.4	8	11
zona 3	z3m-10	<i>I. marginata</i>	1.3	2	3.5	5	7	9.5
zona 3	z3m-11	<i>I. marginata</i>	1.2	2	3.5	5.2	8.5	11.5
zona 3	z3m-12	<i>I. marginata</i>	1.4	2.3	3.5	5.7	9	12.5
zona 3	z3m-13	<i>I. marginata</i>	1.2	2.2	3.7	6	8.5	11
zona 3	z3m-14	<i>I. marginata</i>	1.3	2	3.4	5.3	9	10
zona 3	z3m-15	<i>I. marginata</i>	1.5	2.1	3.5	5.3	7	9
zona 3	z3m-16	<i>I. marginata</i>	1.5	2.2	3.4	4.8	7	10
zona 3	z3m-17	<i>I. marginata</i>	1.2	2.4	3.5	5	7	11
zona 3	z3m-18	<i>I. marginata</i>	1.5	2	3.5	5.5	7	11
zona 3	z3m-19	<i>I. marginata</i>	1.5	2.5	3.4	6	8	12
zona 3	z3m-20	<i>I. marginata</i>	1.3	2.2	3.3	5.2	7.5	12
zona 3	z3m-21	<i>I. marginata</i>	1.0	2.5	3.5	5.2	6.8	12
zona 3	z3m-22	<i>I. marginata</i>	1.5	2.3	3.5	5.5	8	13
zona 3	z3m-23	<i>I. marginata</i>	1.5	2.4	3.7	5.5	7.5	12
zona 3	z3m-24	<i>I. marginata</i>	1.5	2.2	3.6	5	8	10
zona 3	z3m-25	<i>I. marginata</i>	1.3	2	3.7	4.5	7	9
zona 3	z3m-26	<i>I. marginata</i>	1.3	2	3.7	5	8	10
zona 3	z3m-27	<i>I. marginata</i>	1.2	2.2	3.7	4.7	8	11
zona 3	z3m-28	<i>I. marginata</i>	1.4	2.4	3.2	6	8.5	12
zona 3	z3m-29	<i>I. marginata</i>	1.3	2.3	3.5	5	7	10
zona 3	z3m-30	<i>I. marginata</i>	1.2	2.3	3.5	4.5	7	9
zona 3	z3s-1	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.5	8	10	20	38
zona 3	z3s-2	<i>I. saltensis</i>	2.7	4.1	9	12	22	35
zona 3	z3s-3	<i>I. saltensis</i>	2.8	4	8.5	11	22	35
zona 3	z3s-4	<i>I. saltensis</i>	3.0	5	8.8	8	18	30
zona 3	z3s-5	<i>I. saltensis</i>	2.7	4.3	8.5	9	20	35
zona 3	z3s-6	<i>I. saltensis</i>	2.5	4.5	8	9	18	30
zona 3	z3s-7	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.3	8.6	14	25	40
zona 3	z3s-8	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.3	7.5	8	19	28
zona 3	z3s-9	<i>I. saltensis</i>	2.7	4	8	9	19	30
zona 3	z3s-10	<i>I. saltensis</i>	3.0	4	8.6	9	20	32
zona 3	z3s-11	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.4	7.5	10	21	32
zona 3	z3s-12	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.5	8.2	9	20	35
zona 3	z3s-13	<i>I. saltensis</i>	2.5	5	7.8	12	21	35
zona 3	z3s-14	<i>I. saltensis</i>	2.7	4.5	8	11	19	37
zona 3	z3s-15	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.5	7.7	15	24	45
zona 3	z3s-16	<i>I. saltensis</i>	2.5	4.6	8.5	8	20	35
zona 3	z3s-17	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.5	7.5	8	20	35
zona 3	z3s-18	<i>I. saltensis</i>	2.5	4.5	7.7	7	19	30

zona 3	z3s-19	<i>I. saltensis</i>	2.5	4	8	9	21	30
zona 3	z3s-20	<i>I. saltensis</i>	2.7	4.5	7.7	9	21	33
zona 3	z3s-21	<i>I. saltensis</i>	3.0	4.5	7.6	7	20	35
zona 3	z3s-22	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.4	7.8	8	21	35
zona 3	z3s-23	<i>I. saltensis</i>	2.9	5	8.4	7	21	35
zona 3	z3s-24	<i>I. saltensis</i>	2.6	4.5	8	8	20	35
zona 3	z3s-25	<i>I. saltensis</i>	2.7	4.5	7.8	9	22	40
zona 3	z3s-26	<i>I. saltensis</i>	2.6	4	8	8	21	35
zona 3	z3s-27	<i>I. saltensis</i>	2.6	5	8	10	23	40
zona 3	z3s-28	<i>I. saltensis</i>	2.6	5.1	8	9	19	35
zona 3	z3s-29	<i>I. saltensis</i>	2.7	5	8.2	9	18	35
zona 3	z3s-30	<i>I. saltensis</i>	2.8	5	8.5	10	19	30
zona 3	z3a-1	<i>I. adenophylla</i>	2.5	3.1	4	6	9.5	15
zona 3	z3a-2	<i>I. adenophylla</i>	3.0	3	3.5	7	11	18
zona 3	z3a-3	<i>I. adenophylla</i>	2.3	2.9	4	5.5	7	10
zona 3	z3a-4	<i>I. adenophylla</i>	2.4	3.2	4.5	6	8	11
zona 3	z3a-5	<i>I. adenophylla</i>	2.4	3.2	3.5	8	10.5	13
zona 3	z3a-6	<i>I. adenophylla</i>	2.5	3.5	4.1	6	10	15
zona 3	z3a-7	<i>I. adenophylla</i>	3.1	3	4.5	5.8	8	13
zona 3	z3a-8	<i>I. adenophylla</i>	3.0	2	4.1	5.8	8	15
zona 3	z3a-9	<i>I. adenophylla</i>	2.8	2.6	3.7	6	11	19
zona 3	z3a-10	<i>I. adenophylla</i>	3.0	3.2	4	5.8	10.5	18
zona 3	z3a-11	<i>I. adenophylla</i>	2.9	2.9	3.5	5	8.5	11
zona 3	z3a-12	<i>I. adenophylla</i>	2.7	3	4.5	5.8	11	13
zona 3	z3a-13	<i>I. adenophylla</i>	2.7	3.2	4.2	8	12	15
zona 3	z3a-14	<i>I. adenophylla</i>	3.0	3	3.8	5.9	9.5	17
zona 3	z3a-15	<i>I. adenophylla</i>	2.5	2.8	3.9	5.7	10	13
zona 3	z3a-16	<i>I. adenophylla</i>	2.6	2.9	4.3	6	11	20
zona 3	z3a-17	<i>I. adenophylla</i>	2.6	3.2	3.9	7	11	23
zona 3	z3a-18	<i>I. adenophylla</i>	2.4	3.2	3.7	6.2	9	12
zona 3	z3a-19	<i>I. adenophylla</i>	2.5	3.3	4.3	5.5	7.8	15
zona 3	z3a-20	<i>I. adenophylla</i>	2.5	3.2	4	6	9	15
zona 3	z3a-21	<i>I. adenophylla</i>	3.0	2.5	4	8	11	25
zona 3	z3a-22	<i>I. adenophylla</i>	2.5	3	4.1	6	10	15
zona 3	z3a-23	<i>I. adenophylla</i>	2.5	3.2	4	6.5	12	18
zona 3	z3a-24	<i>I. adenophylla</i>	3.0	2	4.2	5.5	8	13
zona 3	z3a-25	<i>I. adenophylla</i>	2.5	3.2	4	6	8	10.5
zona 3	z3a-26	<i>I. adenophylla</i>	3.0	4	3.8	6.2	11	20
zona 3	z3a-27	<i>I. adenophylla</i>	2.6	3	3.8	5.5	9	12
zona 3	z3a-28	<i>I. adenophylla</i>	2.2	3.2	4	6.4	10.5	20
zona 3	z3a-29	<i>I. adenophylla</i>	2.3	3.2	3.8	6.4	10	12
zona 3	z3a-30	<i>I. adenophylla</i>	2.3	3	3.6	6	8	11